[PDF Purchased from http://www.noiseandhealth.org on Saturday, November 24, 2012]abce

downloaded from: https://dontbetheirfool.com/documenten-gehele-site-dontbetheirfool.com-DBTF.net.html

Effects of industrial wind turbine noise on sleep and health

Michael A. Nissenbaum, Jeffery J. Aramini[1], Christopher D. Hanning[2]

Northern Maine Medical Center, Fort Kent, Maine, USA, [1]Intelligent Health Solutions, Guelph, Ontario, Canada, [2]University Hospitals of Leicester NHS Trust, Leicester, UK

Abstract

Industrial wind turbines (IWTs) are a new source of noise in previously quiet rural environments. Environmental noise is a public health concern, of which sleep disruption is a major factor. To compare sleep and general health outcomes between participants living close to IWTs and those living further away from them, participants living between 375 and 1400 m (n = 38) and 3.3 and 6.6 km (n = 41) from IWTs were enrolled in a stratified cross-sectional study involving two rural sites. Validated questionnaires were used to collect information on sleep quality (Pittsburgh Sleep Quality Index — PSQI), daytime sleepiness (Epworth Sleepiness Score — ESS), and general health (SF36v2), together with psychiatric disorders, attitude, and demographics. Descriptive and multivariate analyses were performed to investigate the effect of the main exposure variable of interest (distance to the nearest IWT) on various health outcome measures. Participants living within 1.4 km of an IWT had worse sleep, were sleepier during the day, and had worse SF36 Mental Component Scores compared to those living further than 1.4 km away. Significant dose-response relationships between PSQI, ESS, SF36 Mental Component Score, and log-distance to the nearest IWT were identified after controlling for gender, age, and household clustering. The adverse event reports of sleep disturbance and ill health by those living close to IWTs are supported.

Keywords: Health, industrial wind turbines, noise, sleep

Introduction

Environmental noise is emerging as one of the major public health concerns of the twenty-first century.[1] The drive to 'renewable', low-carbon energy sources, has resulted in Industrial Wind Turbines (IWTs) being sited closer to homes in traditionally quiet rural areas to reduce transmission losses and costs. Increasing numbers of complaints about sleep disturbance and adverse health effects have been documented,[2-4] while industry and government reviews have argued that the effects are trivial and that current guidance is adequate to protect the residents.[5,6] We undertook an epidemiological study to investigate the relationship between the reported adverse health effects and IWTs among residents of two rural communities.

Methods

General study design

This investigation is a stratified cross-sectional study involving two sites: Mars Hill and Vinalhaven, Maine, USA. A questionnaire was offered to all residents meeting the participant-inclusion criteria and living within 1.5 km of an industrial wind turbine (IWT) and to a random sample of residents, meeting participant inclusion criteria, living 3 to 7 km from an IWT between March and July of 2010. The protocol was reviewed and approved by Institutional Review Board Services, of Aurora, Ontario, Canada.

Access this article online	
Quick Response Code:	Website: www.noiseandhealth.org
	DOI: 10.4103/1463-1741.102961
	PubMed ID: ***

Questionnaire development

Adverse event reports were reviewed, together with the results of a smaller pilot survey of Mars Hill residents. A questionnaire was developed, which comprised of validated instruments relating to mental and physical health (SF-36v2)[7] and sleep disturbance ((Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI)[8] and the Epworth Sleepiness Scale (ESS)[9]). In addition, participants were asked before-and-after IWT questions about sleep quality and insomnia, attitude toward IWTs, and psychiatric disorders. A PSQI score > 5 was taken to indicate poor sleep and an ESS score > 10 was taken to indicate clinically relevant daytime sleepiness.[1-4] Responses to functional and attitudinal questions were graded on a five-point Likert scale with 1 representing the least effect and 5 the greatest. The questionnaire is available on request.

Study sites and participant selection

The Mars Hill site is a linear arrangement of 28 General Electric 1.5 megawatt turbines, sited on a ridgeline. The Vinalhaven site is a cluster of three similar turbines sited on

[PDF Purchased from http://www.noiseandhealth.org on Saturday, November 24, 2012]abce

a low-lying, tree-covered island. All residents living within 1.5 km of an IWT, at each site, were identified via tax maps, and approached either door-to-door or via telephone and asked to participate in the study (near group). Homes were visited thrice or until contact was made. Those below the age of 18 or with a diagnosed cognitive disorder were excluded. A random sample of households in similar socioeconomic areas, 3 to 7 km away from IWTs at each site, were chosen to participate in the study to allow for comparison (far group). The households were approached sequentially until a similar number of participants were enrolled. A nurse practitioner supervised the distribution and ensured completion of the questionnaires.

Simultaneous collection of sound levels during data collection at the participants' residences was not possible, but measured IWT sound levels at various distances, at both sites, were obtained from publically available sources. At the Mars Hill site, a four quarter study was conducted and data from all four seasons were reported by power outputs at several key measurement points. The measurement points were located on or near residential parcels. The predicted and measured levels at full power were derived from figures in the Sound Level Study, Compilation of Ambient and Quarterly Operations Sound Testing, and the Maine Department of Environmental Protection Order No. L-21635-26-A-N. Measured noise levels versus distance at Vinalhaven were taken over a single day in February 2010, with the turbines operating at less than full power in moderate-to-variable northwest winds aloft (R and R, personal communication, 2011). Table 1 shows the estimated and measured noise levels at locations of varying distances and directions from the turbines at Mars Hill and Vinalhaven.

Data handling and validation

The Principal Investigator (Michael Nissenbaum, MD) did not handle data at any point in the collection or analysis phase. Questionnaire results were coded and entered into a spreadsheet (Microsoft Excel 2007). Each questionnaire generated over 200 data elements. The distance from each participant's residence to the nearest IWT was measured using satellite maps. The SF36-V2 responses were processed using Quality Metric Health Outcomes™ Scoring Software 3.0 to generate Mental (MCS) and Physical (PCS) Component Scores.

Data quality of the SF36-V2 responses was determined using QualityMetric Health Outcomes™ Scoring Software 3.0. All SF36-V2 data quality indicators (completeness, response range, consistency, estimable scale scores, internal consistency, discriminant validity, and reliable scales) exceeded the parameter norms. SF 36-V2 missing values were automatically accommodated by the scoring systems (99.9% questions were completed). No missing values were present for other parameters (ESS, PSQI, psychiatric and attitudinal observations, and demographics).

Table 1: Measured and predicted noise levels at Mars Hill and Vinalhaven

Mars hill			
Distance to nearestturbine (m)[1]	Predicted max. LAeq 1 hr[1]	Measured noise LAeq 1 hr[1]	
		Average	Range
244	51	52	50 – 57
320	48	50	48 – 53
366	47	49	47 – 52
640	42	44	40 – 47
762	41	43	41 – 46
1037	39	41	39 – 45
1799	35	37	32 – 43
Vinalhaven			
Distance to nearest turbine (m)[2]	Measured Noise LAeq[2]		
	Trend Average	Range	
152	53	51 – 61	
366	46	38 – 49	
595	41	39 – 49	
869	38	32 – 41	
1082	36	34 – 43	

[1] Values read or derived from report figures; accuracy + /- 50 m and + /- 1 Db [2] Values obtained with wind turbine noise dominating the acoustical environment, two-minute measurements during moderate-to-variable northwest winds aloft (less than full power)

Statistical analysis

All analyses were performed using SAS 9.22.[10] Descriptive and multivariate analyses were performed to investigate the effect of the main exposure variable of interest (distance to the nearest IWT) on the various outcome measures. Independent variables assessed included the following: Site (Mars Hill, Vinalhaven); Distance to IWT (both as a categorical and continuous variable); Age (continuous variable); Gender (categorical variable). The dependent variables assessed included the following: Summary variables — Epworth Sleepiness Scale (ESS), Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI), SF36-V2 Mental Component Score (MCS), SF36-V2 Physical Component Score (PCS); Before and after parameters — sleep, psychiatric disorders (both self-assessed and diagnosed by a physician), attitude toward IWTs; and Medication use (both over-the-counter and prescription drugs). A P value of < 0.05 was regarded as being statistically significant.

Results

Study participants

Thirty-three and 32 adults were identified as living within 1500 m of the nearest IWT at the Mars Hill (mean 805 m, range 390 – 1400) and Vinalhaven sites (mean 771 m range 375 – 1000), respectively. Twenty-three and 15 adults at the Mars Hill and Vinalhaven sites respectively, completed the questionnaires. Recruitment of participants into the far group continued until there were similar numbers as in the near group, 25 and 16 for Mars Hill and Vinalhaven, respectively [Table 2].

[PDF Purchased from http://www.noiseandhealth.org on Saturday, November 24, 2012]abce

Statistical results

The binomial outcomes were assessed using either the GENMOD procedure with binomial distribution and a logit link; or when cell frequencies were small (< 5), Fisher's Exact Test. When assessing the significance between variables with a simple score outcome (e.g., 1 – 5), the exact Wilcoxon Score (Rank Sums) test was employed using the NPAR1WAY procedure. Continuous outcome variables were assessed using the GENMOD procedure with normal distribution. When using the GENMOD procedure, age, gender, and site were forced into the model as fixed effects. The potential effect of household clustering on statistical significance was accommodated by using the REPEATED statement. Effect of site as an effect modifier was assessed by evaluating the interaction term (Site*Distance).

Participants living near IWTs had worse sleep, as evidenced by significantly greater mean PSQI and ESS scores [Table 3]. More participants in the near group had PSQI > 5 (P = 0.0745) and ESS scores > 10 (P = 0.1313), but the differences did not reach statistical significance. Participants living near IWTs were significantly more likely to report an improvement in sleep quality when sleeping away from home.

Table 2: Demographic data of Mars Hill and Vinalhaven study participants

	Distance (m) from residence to nearest IWT (mean)			
Parameter	375 – 750 (601)	751 – 1400 (964)	3300 – 5000 (4181)	5300 – 6600 (5800)
Sample size	18	20	14	27
Household clusters	11	12	10	23
Mean age	50	57	65	58
Male / Female	10 / 8	12 / 8	7 / 7	11 / 16
Mean time in home[1]	14	21	30	24

[1] Years that study participants lived in the home

The near group had worse mental health as evidenced by significantly higher mean SF36 MCS (P = 0.0021) [Table3]. There was no statistically significant difference in PCS (P = 0.9881). Nine participants in the near group reported that they had been diagnosed with either depression or anxiety since the start of turbine operations, compared to none in the far group. Nine of the 38 participants in the near group reported that they had been prescribed new psychotropic medications since the start of turbine operations compared with three of 41 in the far group (P = 0.06).

The ESS, PSQI, and SF36 scores were modeled against distance from the nearest IWT (Score = ln (distance) + gender + age + site [controlled for household clustering]), and the results are shown in Figures 1–3. In all cases, there were clear and significant dose-response relationships (P < 0.05), with the effect diminishing with increasing log-distance from IWTs. Log-distance fit the health outcomes better than distance. This was expected given that noise drops off as the log of distance. Measured sound levels were plotted against distance at the two sites on Figures 1-3.

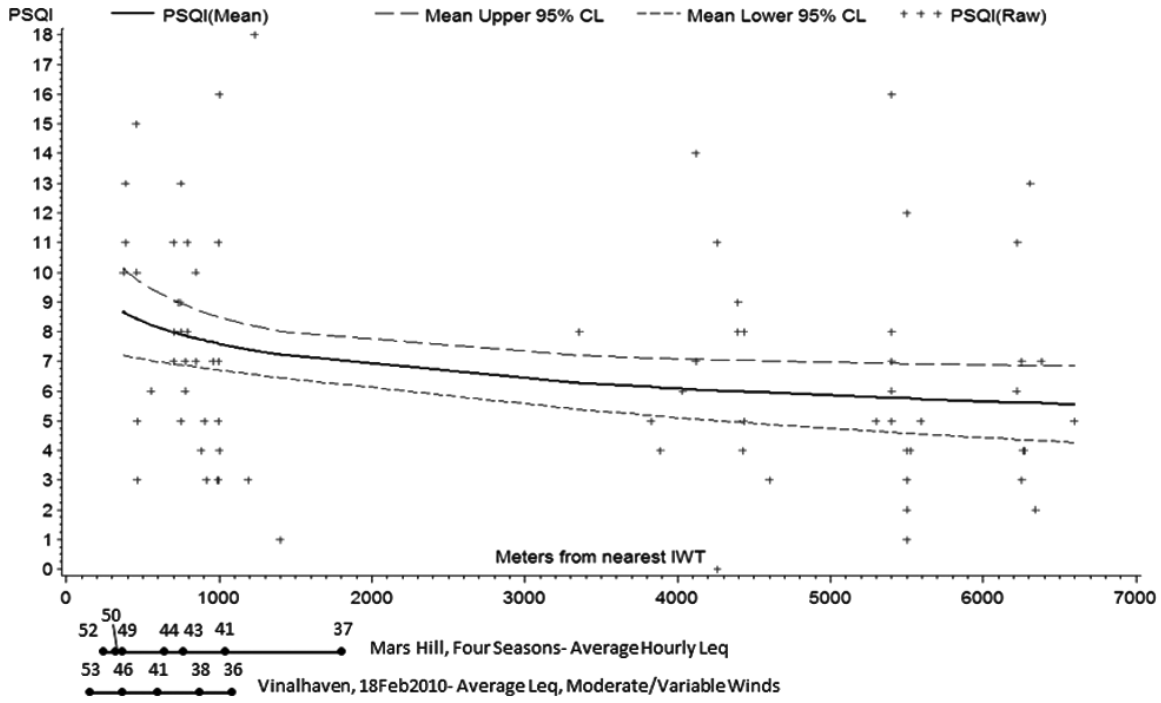


Figure 1: Modeled Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) versus distance to nearest IWT (mean and 95% confidence limits) Regression equation: PSQI = ln (distance) + sex + age + site [controlled for household clustering]. Ln (distance) p-value = 0.0198

[PDF Purchased from http://www.noiseandhealth.org on Saturday, November 24, 2012]abce

Table 3: Sleep and mental health outcomes of the study participants grouped by distance from the nearest IWT

	Distance (m) from residence to nearest IWT (mean)						
Parameter	375-750 (601)	751-1400 (964)	375-1400 (792)	3300-5000 (4181)	5300-6600 (5800)	3000-6600 (5248)	P-Value[1]
Mean PSQI[2]	8.7	7.0	7.8	6.6	5.6	6.0)	0.0461
% PSQI score > 5[3]	77.8	55.0	65.8	57.1	37.0	43.9	0.0745
Mean ESS[4]	7.2	8.4	7.8	6.4	5.3	5.7	0.0322
% with ESS score > 10[5]	16.7	30.0	23.7	14.3	7.4	9.8	0.1313
Mean worsening sleep score post IWTs[6]	3.2	3.1	3.1	1.2	1.4	1.3	< .0001
Improved sleep when away from IWTs	9 / 14	5 / 14	14 / 28	1 / 11	1 / 23	2 / 34	< .0001
% New sleep medications post IWTs	11.1	15.0	13.2	7.1	7.4	7.3	0.4711
New diagnoses of insomnia			2			0	
Mean SF36 MCS	40.7	43.1	42.0	50.7	54.1	52.9	0.0021
% Wishing to move away post IWTs	77.8	70.0	73.7	0.0	0.0	0.0	< .0001

[1] Testing difference of 375 – 1400 m group with 3000 – 6600 m group [2] Pittsburgh Sleep Quality Index [3] PSQI > 5 is considered a 'poor sleeper' [4] Epworth Sleepiness Scale [5] About 10 – 20 percent of the general population has ESS scores > 10 [6] (New sleep problems + Worsening sleep problem)/2; Strongly Agree (5) - Strongly disagree (1)

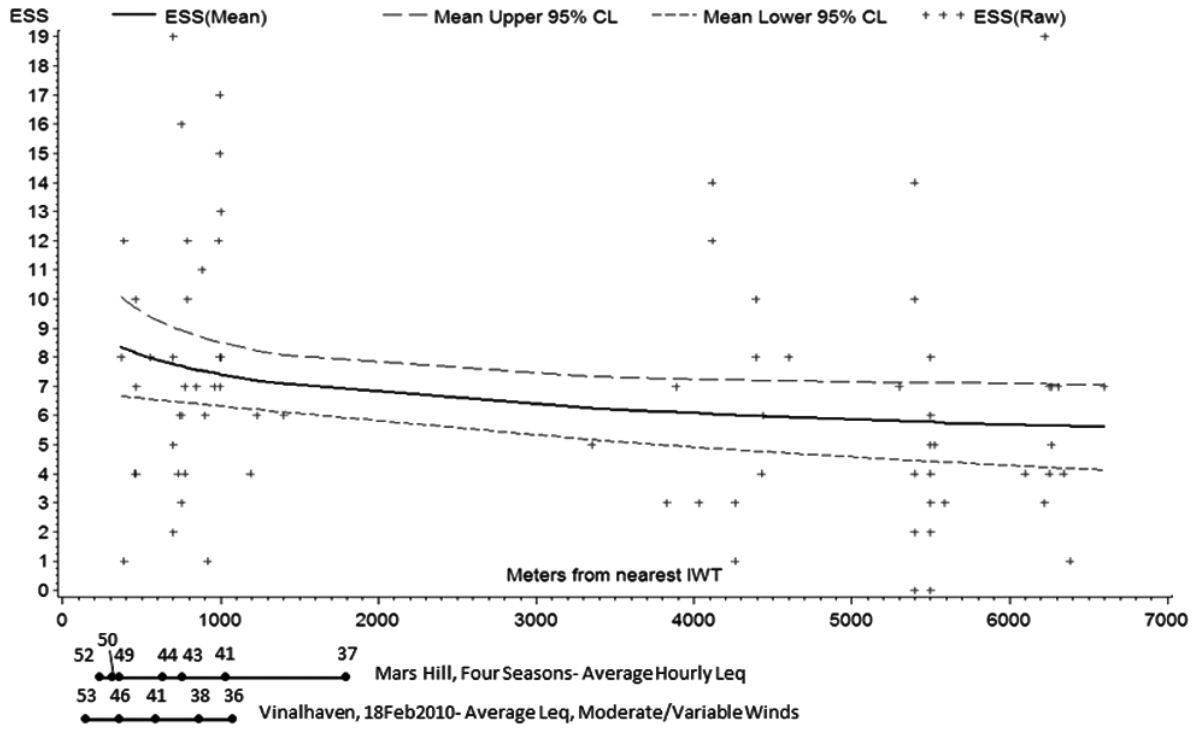


Figure 2: Modeled Epworth Sleepiness Scale (ESS) versus Distance to nearest IWT (mean and 95% confidence limits) Regression equation: ESS = ln (distance) + sex + age + site [controlled for household clustering)]. ln (distance) p-value = 0.0331

There were no statistically significant differences between the near and far groups with respect to age, gender, or duration of occupation. In addition, Site, and Site*Distance were not significant, indicating that the modeled exposure-outcome relationships were similar across both sites.

Discussion

This study supports the conclusions of previous studies, which demonstrate a relationship between proximity to IWTs and the general adverse effect of 'annoyance',[11-13] but differs in demonstrating clear dose-response relationships in important clinical indicators of health including sleep quality, daytime sleepiness, and mental health. The levels of sleep disruption and the daytime consequences of increased sleepiness, together with the impairment of mental health and the dose-response relationships observed in this study (distance from IWT vs. effect) strongly suggest that the noise from IWTs results in similar health impacts as other causes of excessive environmental noise[1].

The degree of effect on sleep and health from IWT noise seems to be greater than that of other sources of

[PDF Purchased from http://www.noiseandhealth.org on Saturday, November 24, 2012]abce

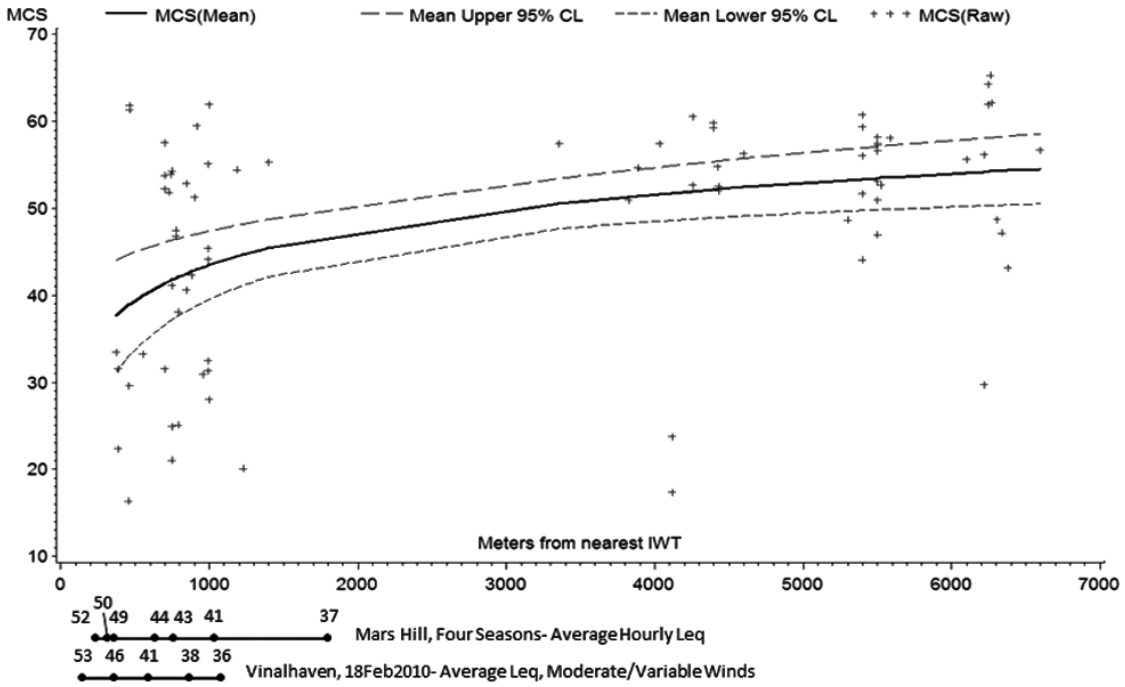


Figure 3: Modeled SF36 Mental Component Score (MCS) versus Distance to nearest IWT (mean and 95% confidence limits) Regression equation: MCS = ln (distance) + sex + age + site [controlled for household clustering]. ln (distance) p-value = 0.0014

environmental noise, such as, road, rail, and aircraft noise. Bray and James have argued that the commonly used noise metric of LAeq (averaged noise level adjusted to human hearing) is not appropriate for IWT noise, which contains relatively high levels of low frequency sound (LFN) and infrasound with impulsive characteristics.[14] This has led to an underestimation of the potential for adverse health effects of IWTs.

Potential biases

Reporting and selection biases in this study, if they existed, may have underestimated the strength of the association between distance to IWTs and health outcomes. Both Mars Hill and Vinalhaven residents gain financially from the wind projects, either through reduced electricity costs and / or increased tax revenues. The fear of reducing property values was also cited as a reason for downplaying the adverse health effects. Conversely, the possibility of legal action could result in symptoms being over stated. It was clear to the respondents that the questionnaire was directed at investigating adverse health effects potentially associated with IWT noise and no distractor questions were included. Nevertheless, given the large differences in reported adverse health effects between participants living within 1400 m and those living beyond 3300 m of an IWT, we do not believe that bias alone could have resulted in the differences demonstrated between the groups. In addition, the finding of strong dose-response relationships with log-distance, together with extensive sub-analyses using survey questions more and less likely to be influenced by bias demonstrating similar results, further support the existence of causative associations.

Visual impact and attitude are known to affect the psychological response to environmental noise.[11,15,16] At both sites, turbines are prominent features of the landscape and were visible to a majority of respondents; at Mars Hill, IWTs are sited along a 200 m high ridge, and Vinalhaven is a flat island. The visual impact on those living closest to turbines was arguably greater than on those living some distance away. Most residents welcomed the installation of IWTs for their proposed financial benefits and their attitudes only changed once they began to operate and the noise and health effects became apparent. Pedersen estimates that, with respect to annoyance, 41% of the observed effects of IWT noise could be attributed to attitude and visual impact.[11] The influence of these factors on other consequences, such as the health effects investigated in this study, remains to be determined. Even as these factors may have contributed to the reported effects, they are clearly not the sole mechanism and health effects are certain.

Mechanisms

A possible mechanism for the observed health effects is an effect on sleep from the noise emitted by IWTs. Industrial wind turbines emit high levels of noise with a major low frequency component. The noise is impulsive in nature and variously described as ‘swooshing’ or ‘thumping’.[12] The character, volume, and frequency of the noise vary

[PDF Purchased from http://www.noiseandhealth.org on Saturday, November 24, 2012]abce

with changes in wind speed and direction. Industrial wind turbine noise is more annoying than road, rail, and aircraft noise, for the same sound pressure, presumably due to its impulsive character.[12,15] Pedersen concludes that it is noise that prevents restoration, that those subjected to it are unable to find psychological recovery in their homes because of its intrusive nature.[16] Noise can affect sleep by preventing sleep onset or return to sleep following spontaneous or induced awakening. Clearly, attitude and psychological factors such as noise sensitivity may be important in influencing the ability to fall asleep, but it should be noted that noise sensitivity is, in part, heritable.[17] Noise also affects sleep by inducing arousals, which fragment sleep, reducing its quality and leading to the same consequences as sleep deprivation.[18] There is good evidence that road, rail, and aircraft noise induce arousals and lead to daytime consequences and there is no reason to suppose that IWT noise will not have a similar effect.[19-23] A recent study on the likelihood of different hospital noises that induce an arousal shows a considerable effect of sound character, with impulsive noises being more likely to induce an arousal.[24] It has also been shown that there is individual variability in the likelihood of an arousal in response to noise, which may be predicted from a spindle index, a measure of sleep quality.[25]

ESS assesses daytime sleepiness from the self-assessed propensity to fall asleep in different situations averaged over several weeks.[9] It is widely used in sleep medicine to assess daytime sleepiness, and scores in excess of 10 are deemed to represent clinically relevant excessive daytime sleepiness. If sleep is only disrupted occasionally, the ESS will not be affected, as the sleep deficit can be compensated on other nights. Changes in the ESS score observed in this study imply that sleep has been disrupted to a degree where compensation is not possible in at least some participants. PSQI also examines the sleep quality averaged over a period of weeks, scores in excess of 5 are deemed to represent poor quality sleep.[8] An individual's score will not be significantly affected by occasional disrupted nights, thus confirming the conclusions drawn from the ESS data. It is noteworthy also that significant changes in ESS and PSQI have been observed, despite the scatter in values indicative of the typical levels of impaired sleep found in the general population.[8,9]

Other mechanisms than sleep disruption cannot be excluded as an explanation for the psychological and other changes observed. Low frequency noise, and in particular, impulsive LFN, has been shown to be contributory to the symptoms of 'Sick Building Syndrome,' which has similarities with those reported here.[26,27] Salt has recently proposed a mechanism, whereby, infrasound from IWTs could affect the cochlear and cause many of the symptoms described.[28]

We assessed causality using a well-accepted framework.[29] Although the measured parameters (ESS, PSQI, and SF36) assess the current status, the evidence of the respondents is that the reported changes have followed the commencement of IWT operation. This is supported by the reported preferences of the residents; the great majority of those living within 1.4 km expressed their desire to move away as a result of the start of turbine operations. However, a study of the same population before and after turbine operation will be necessary to confirm our supposition. We believe that there is good evidence that a time sequence has been established. The association between distance to IWT and health outcome is both statistically significant and clinically relevant for the health outcomes assessed, suggesting a specific association between the factors. Given that this is the first study investigating the association between IWTs and a range of health outcomes, the consistency and replication to prove causation is limited. However, this study includes two different study populations living next to two different IWT projects. Despite these differences, the study site was not a significant effect modifier among any of the measured outcomes. In addition, adverse health effects similar to those identified in this study among those living near IWTs, have been documented in a number of case-series studies and surveys.[2-4,30] Finally, causal association can be judged by its coherence with other known facts about the health outcomes and the causal factor under study. The results of this study are consistent with the known effects of other sources of environmental noise on sleep.

The data on measured and estimated noise levels were not adequate to construct a dose-response curve and to determine an external noise level below which sleep disturbance will not occur. However, it is apparent that this value will be less than an average hourly LAeq of 40 dBA, which is the typical night time value permitted under the current guidance in most jurisdictions.

Conclusions

We conclude that the noise emissions of IWTs disturbed the sleep and caused daytime sleepiness and impaired mental health in residents living within 1.4 km of the two IWT installations studied. Industrial wind turbine noise is a further source of environmental noise, with the potential to harm human health. Current regulations seem to be insufficient to adequately protect the human population living close to IWTs. Our research suggests that adverse effects are observed at distances even beyond 1 km. Further research is needed to determine at what distances risks become negligable, as well as to better estimate the portion of the population suffering from adverse effects at a given distance.

Acknowledgments

We thank Dr. Carl Phillips, Rick James, INCE and Robert Rand, INCE for their review of the manuscript.

[PDF Purchased from http://www.noiseandhealth.org on Saturday, November 24, 2012]abce

Address for correspondence:
Michael A. Nissenbaum, MD,
Northern Maine Medical Center, 194 E. Main Street,
Fort Kent, Maine 04743, USA
E-mail: mnissenbaum@att.net

References

1. World Health Organisation. Night noise guidelines for Europe. Copenhagen. 2009.
2. Frey BJ, Hadden PJ. Noise radiation from wind turbines installed near homes: Effects on health. 2007. [Last cited on 2010 July 18]. Available from: www.windnoisehealthhumanrights.com
3. Pierpont N. Wind Turbine Syndrome: A Report on a Natural Experiment. Santa Fe, (NM): K Selected Publications; 2009.
4. Krogh C, Gillis L, Kouwen N, Aramini J. WindVOiCe, a Self-Reporting Survey: Adverse Health Effects, Industrial Wind Turbines, and the Need for Vigilance Monitoring. Bull Sci Technol Soc 2011;31:334-45.
5. Colby WD, Dobie R, Leventhall G, Lipscomb DM, McCunney RJ, Seilo MT, *et al*. Wind Turbine Sound and Health Effects; An Expert Panel Review. American and Canadian Wind Energy Associations. 2009. [Last cited on 2011 Oct 31]. Available from: www.awea.org/learnabout/publications/upload/AWEA_and_CanWEA_Sound_White_Paper.pdf
6. National Health and Medical Research Council. Wind Turbines and Health: A rapid review of the evidence. Australian Government National Health and Medical Research Council. 2010. [Last cited on 2011 Oct 31]. Available from: www.nhmrc.gov.au/_files_nhmrc/publications/attachments/new0048_evidence_review_wind_turbines_and_health.pdf.
7. QualityMetric. SF-36v2 Health Survey. [Last cited on 2011 Oct 31]. Available from: www.qualitymetric.com/WhatWeDo/ SFHealthSurveys/SF36v2HealthSurvey/tabid/185/Default.aspx.
8. Buysse DJ, Reynolds CF 3rd, Monk TH, Berman SR, Kupfer DJ. The Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI): A new instrument for psychiatric research and practice. Psychiatry Res 1989;28:193-213.
9. Johns MW. A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale. Sleep 1991;14:540-5.
10. SAS/STAT 9.22 User's guide. SAS Institute Inc. 100 SAS Campus Drive Cary, NC 27513-2414 USA.
11. Pedersen E, van den Berg F, Bakker R, Bouma J. Response to noise from modern wind farms in The Netherlands. J Acoust Soc Am 2009;126:634-43.
12. van den Berg GP, Pedersen E, Bouma J, Bakker R. Project WINDFARMperception. Visual and acoustic impact of wind turbine farms on residents. FP6-2005-Science-and-Society-20. Specific Support Action Project no. 044628. 2008.
13. Shepherd D, McBride D, Welch D, Dirks KN, Hill EM. Evaluating the impact of wind turbine noise on health-related quality of life. Noise Health 2011;13:333-9.
14. Bray W, James R. Dynamic measurements of wind turbine acoustic signals, employing sound quality engineering methods considering the time and frequency sensitivities of human perception. Proceedings of Noise-Con; 2011, July 25-7;Portland, Oregon.
15. Pedersen E, Waye KP. Perception and annoyance due to wind turbine noise--a dose-response relationship. J Acoust Soc Am 2004;116:3460-70.
16. Pedersen E, Persson Waye K. Wind turbines – low level noise sources interfering with restoration? Environ Res Lett 2008;3:1-5.
17. Shepherd D. Wind turbine noise and health in the New Zealand context. In: Rapley B, Bakker H, editors. Sound, Noise, Flicker and the Human Perception of Wind Farm Activity. Palmerston North, New Zealand: Atkinson and Rapley Consulting Ltd; 2010. p. 13-63.
18. Meerlo P, Sgoifo A, Suchecki D. Restricted and disrupted sleep: effects on autonomic function, neuroendocrine stress systems and stress responsivity. Sleep Med Rev 2008;12:197-210.
19. de Kluizenaar Y, Janssen SA, van Lenthe FJ, Miedema HM, Mackenbach JP. Long-term road traffic noise exposure is associated with an increase in morning tiredness. J Acoust Soc Am 2009;126:626-33.
20. Basner M, Glatz C, Griefahn B, Penzel T, Samel A. Aircraft noise: Effects on macro- and microstructure of sleep. Sleep Med 2008;9:382-7.
21. Basner M. Nocturnal aircraft noise exposure increases objectively assessed daytime sleepiness. J Sleep Res 2008;17:Suppl 1;P512.
22. Elmenhorst E, Basner M. Effects of Nocturnal Aircraft Noise (Volume 5): Performance. Institute of Aerospace Medicine of the German Aerospace Center (DLR), Cologne. DLR-Forschungsbericht 2004-11. 2008.
23. Elmenhorst EM, Elmenhorst D, Wenzel J, Quehl J, Mueller U, Maass H, *et al*. Effects of nocturnal aircraft noise on cognitive performance in the following morning: dose-response relationships in laboratory and field. Int Arch Occup Environ Health 2010;83:743-51.
24. Solet JM, Buxton OM, Ellenbogen JM, Wang W, Carballiera A. Evidence-based design meets evidence-based medicine: The sound sleep study. Concord, CA: The Center for Health Design. 2010. [Last cited on 2011 Oct 31]. Available from: http://www.healthdesign.org/sites/default/files/Validating%20Acoustic%20Guidelines%20for%20HC%20Facilities_Sound%20Sleep%20Study.pdf.
25. Dang-Vu TT, McKinney SM, Buxton OM, Solet JM, Ellenbogen JM. Spontaneous brain rhythms predict sleep stability in the face of noise. Curr Biol 2010;20:R626-7.
26. Niven RM, Fletcher AM, Pickering CA, Faragher EB, Potter IN, Booth WB, *et al*. Building sickness syndrome in healthy and unhealthy buildings: An epidemiological and environmental assessment with cluster analysis. Occup Environ Med 2000;57:627-34.
27. Persson Waye K, Rylander R, Benton S, Leventhall HG. Effects on performance and work quality due to low frequency ventilation noise. J Sound Vib 1997;205:467-74.
28. Salt A, Kaltenbach J. Infrasound From Wind Turbines Could Affect Humans. Bull Sci Technol Soc 2011;31:296-302.
29. Susser M. Criteria of Judgment. In: Causal Thinking in the Health Sciences - Concepts and Strategies of Epidemiology. New York: Oxford University Press; 1973.
30. Phillips C. Properly Interpreting the Epidemiologic Evidence About the Health Effects of Industrial Wind Turbines on Nearby Residents. Bull Sci Technol Soc 2011;31:303-15.

How to cite this article: Nissenbaum MA, Aramini JJ, Hanning CD. Effects of industrial wind turbine noise on sleep and health. Noise Health 2012;14:237-43.

Source of Support: Nil, **Conflict of Interest:** None declared.

Announcement

"QUICK RESPONSE CODE" LINK FOR FULL TEXT ARTICLES

The journal issue has a unique new feature for reaching to the journal's website without typing a single letter. Each article on its first page has a "Quick Response Code". Using any mobile or other hand-held device with camera and GPRS/other internet source, one can reach to the full text of that particular article on the journal's website. Start a QR-code reading software (see list of free applications from http://tinyurl.com/yzlh2tc) and point the camera to the QR-code printed in the journal. It will automatically take you to the HTML full text of that article. One can also use a desktop or laptop with web camera for similar functionality. See http://tinyurl.com/2bw7fn3 or http://tinyurl.com/3ysr3me for the free applications.

Beoordeling van laagfrequent geluid van windturbines in Maastricht[1]

Door Henrik Møller[*], Steffen Pedersen[*], Jan Kloster Staunstrup[**] en Christian Sejer Pedersen[*]
[*]Sectie akoestiek, [**]Vakgroep ruimtelijke ontwikkeling en ordening, Universiteit van Aalborg, Denemarken

1 Voorwoord

Het geluid van het geplande Windpark Lanakerveld in Maastricht is in verschillende rapporten onderzocht. Boukich en Koppen[1] onderzochten alternatieve projecten en Koppen[2] voerde aanvullende analyses uit, waaronder analyses van laagfrequent geluid. Koppen[3] analyseerde het geoptimaliseerde en geselecteerde project, dat vier Vestas V112-3.0 MW turbines omvat met een ashoogte van 119 meter. Een speciale analyse inzake laagfrequent geluid in het geselecteerde project werd uitgevoerd door Koppen[4]. Op verzoek van omwonenden werd een aanvullende analyse van laagfrequent geluid gemaakt door Koppen[5], waarbij gegevens uit een artikel van Møller en Pedersen[6] en nieuwe regelgeving voor laagfrequent geluid van windturbines in Denemarken[7] in aanmerking werden genomen. De gemeente Maastricht verzocht vervolgens om in dit rapport bepaalde vragen nader aan de orde te laten komen. Helaas was alleen het laatste Nederlandse rapport[5] in het Engels beschikbaar, maar medewerkers van de gemeente en van Arcadis Nederland BV zijn uiterst behulpzaam geweest in het beantwoorden van vragen. Bovendien hebben wij gebruikgemaakt van de oorspronkelijke geluidsmetingen[8] en technische informatiebladen[9,10].

Het verslag is openbaar en mag in zijn geheel worden verspreid.

2 Inleiding

Het is wellicht zinnig om te beginnen met een korte inleiding in laagfrequent geluid.

Geluid en lawaai kunnen worden gekarakteriseerd door de frequentie ervan. Doorgaans geldt het gebied van 20 Hz tot 20 kHz (van 20 trillingen per seconde tot 20.000 trillingen per seconde) als het normale gehoorbereik of het audiofrequentiebereik. Geluid met frequenties van meer dan 20 kHz wordt ultrasoon geluid of ultrageluid genoemd en is voor mensen niet hoorbaar.

Geluid met frequenties van minder dan 20 Hz wordt infrasoon geluid of infrageluid genoemd. Ten onrechte wordt er veelal van uitgegaan dat ook infrasoon geluid onhoorbaar is. Infrageluid is echter wel degelijk

---

[1] Opgesteld voor de gemeente Maastricht, ISBN 978-87-92328-82-3, Universiteit van Aalborg, 10 april 2012.

hoorbaar, ten minste tot 1 of 2 Hz, mits het geluidsniveau hoog genoeg is. Het geluid wordt met de oren waargenomen, meestal in de vorm van een drukgevoel op de trommelvliezen.

Geluid in het gebied van 20 tot 200 Hz wordt laagfrequent geluid genoemd. Soms worden iets andere grenzen aangehouden, bv. 10-160 Hz.

Iedereen kent de waarneming van geluid in lage en infrasone frequenties uit zijn dagelijkse omgeving. Typische bronnen van laagfrequent geluid zijn ventilatiesystemen, compressoren, stationair draaiende vrachtwagenmotoren en de stereo van de buren. Met infrasoon geluid krijg je doorgaans te maken op het autodek van een veerboot en bij het autorijden met open raam. Meestal gaat infrageluid echter gepaard met geluid in andere frequenties en het horen van louter infrageluid is dan ook geen gebruikelijke ervaring.

Voor een grondig overzicht van het menselijk gehoor bij lage en infrasone frequenties, zie Møller en Pedersen[11].

De sterkte van het infrageluid dat geproduceerd wordt door moderne windturbines is zo gering dat het geluid zelfs dichtbij de turbines niet door mensen waarneembaar is[6]. In onze dagelijkse omgeving komen elders veel hogere geluidsniveaus voor, bv. bij vervoer.

Het laagfrequente geluid van windturbines wordt doorgaans omschreven als zoemen of brommen. Het kan een min of meer uitgesproken tonaal karakter hebben, bv. in de vorm van tonen die fluctueren en variëren in geluidsniveau en/of toonhoogte, of van al dan niet regelmatige toonpulsen. Ook zijn er meldingen van een drukgevoel op de trommelvliezen. Kenmerkend is dat het geluid sterk varieert in de tijd en met de wind en andere atmosferische omstandigheden.

De modulatiesnelheid van het laagfrequente geluid van windturbines (evenals van hogere frequenties) ligt dikwijls in het infrasone frequentiegebied, bv. de frequentie waarmee de wieken passeren, en daardoor kan het geluid ten onrechte voor infrageluid worden gehouden, ook al is er geen of nauwelijks infrageluid aanwezig.

3 Specifieke vragen

De vragen van de gemeenteraad worden elk in een aparte subsectie behandeld. De volledige lijst is opgenomen in bijlage A.

3.1 Naar de effecten van laagfrequent geluid is veel onderzoek gedaan. Waarin verschilt de studie(aanpak) van Møller en Pedersen van die van andere onderzoekers?

Weliswaar is in veel onderzoeken gekeken naar de effecten van laagfrequent geluid in het algemeen, maar slechts weinig studies betroffen specifiek het laagfrequente geluid van windturbines.

Møller en Pedersen[6] onderzochten niet de effecten van laagfrequent geluid maar richtten zich op het fysieke geluid van windturbines, zoals het geëmitteerde geluidsvermogen, de frequentieverdeling, de propagatie naar omwonenden en de mate waarin het in de woningen van omwonenden doordringt.

De aanpak van Møller en Pedersen verschilt niet van die van andere onderzoekers. De meeste metingen werden gedaan volgens internationale normen en bij de analyses werden conventionele statistische methoden gehanteerd. De mogelijke hinder van laagfrequent geluid werd beoordeeld aan de hand van de hoorbaarheid ervan en de bijdrage aan het totale geluid, alsmede standaardcriteria die voor andere

geluidsbronnen worden gebruikt.

Voor zover wij weten betrof het rapport van Møller en Pedersen het eerste onderzoek waarin specifiek gekeken werd naar het verband tussen laagfrequent geluid en de afmetingen van de turbine. De metingen werden gedaan door adviesbureau Delta, dat de gegevens publiceerde in ongereviewde projectrapporten van Søndergaard en Madsen[12,13,14] en Hoffmeyer en Søndergaard[15]. Madsen en Pedersen[16] voegden emissiegegevens toe van 17 nieuwe turbines van 1,8 tot 3,6 MW. De toegevoegde gegevens werden opgenomen in een bijgewerkt verslag van Møller et al.[17] waarvan de resultaten en conclusies grotendeels overeenkwamen met die van Møller en Pedersen[6], maar dan gebaseerd op breder gegevensmateriaal.

Er zijn wel verschillen tussen de resultaten van Delta de onze, maar deze zijn merendeels niet groot. Sommige van de bevindingen van Delta komen evenwel niet duidelijk terug in hun conclusies. De verschillen zijn groter tussen de resultaten en de interpretaties die worden gegeven in de persberichten van Delta, het Deense milieuagentschap en de windindustrie, die ervan verdacht zou kunnen worden sommige bevindingen en mogelijke nadelige effecten van het geluid van windturbines te onderschatten.

Hierbij is het relevant te vermelden dat Møller en Pedersen ook Nederlandse metingen van windturbinegeluid, oorspronkelijk gepubliceerd door Van den Berg et al.[18], hebben geanalyseerd. De geluidsniveaus en de verschillen tussen kleine en grote turbines waren nagenoeg dezelfde als in de Deense metingen.

Wij bevelen lezers aan om kennis te nemen van onze oorspronkelijke publicaties[6,17].

3.2 Wat zijn de voornaamste effecten van laagfrequent geluid op mensen en wanneer treden deze effecten specifiek op?

Geluid met aanzienlijke laagfrequente componenten heeft mogelijk meer effect op de gezondheid en het welzijn van de mens dan geluid waarin dergelijke componenten ontbreken.

Bij lage frequenties neemt de luidheid sterker toe boven de gehoordrempel dan bij hogere frequenties (zie bv. Whittle et al.[19], Møller en Andresen[20], Bellmann et al.[21], ISO 226[22]). Daardoor kan een geluid dat de gehoordrempel niet ver overstijgt, toch als luid worden ervaren en zelfs als hinderlijk (Andresen en Møller[23], Møller[24], Inukai et al.[25], Subedi et al.[26]). Vanwege de natuurlijke spreiding in gehoordrempels van persoon tot persoon, kan een laagfrequent geluid dat voor sommigen onhoorbaar of zacht is, voor anderen luid en hinderlijk zijn.

Laagfrequent geluid is vooral hinderlijk wanneer het afzonderlijk voorkomt of met weinig geluid in hogere frequenties. Dit betekent dat het meestal binnen hinderlijker is dan buiten, aangezien de geluidsisolatie van een huis hoge frequenties sterker dempt dan lage. Ook is het 's avonds of 's nachts vaak hinderlijker, omdat het dan verder stil is.

Langdurige blootstelling aan hoorbaar laagfrequent geluid kan vermoeidheid, hoofdpijn, concentratieverlies, verstoorde nachtrust en fysiologische stress, meetbaar door een verhoogd cortisolgehalte in het speeksel, veroorzaken (zie bv. Berglund et al.[27], Bengtsson et al.[28], Waye et al.[29], Waye et al.[30]).

Er is geen betrouwbaar bewijs voor fysiologische of psychologische effecten van infrasoon of laagfrequent geluid onder de gehoordrempel (zie bv. Berglund en Lindvall[31]).

(Bovenstaande alinea's zijn gedeeltelijk overgenomen uit Bolin et al.[32] en Møller en Pedersen[11]).

3.3 Naar aanleiding van de resultaten van uw onderzoek heeft de Deense regering de regelgeving voor het plaatsen van windturbines veranderd. Klopt dat? En zo ja, wat is er dan veranderd?

De Deense regelgeving is vervat in een wetsbesluit inzake geluid van windturbines[7]. In 2011 werden er regels voor de laagfrequente component van het geluid aan toegevoegd (van kracht per 1 januari 2012).

3.3.1 Achtergrond

Bij de voorgaande herziening van het wetsbesluit inzake het geluid van windturbines, in 2006, verklaarde het Deense milieuagentschap dat de regelgeving inzake laagfrequent geluid van windturbines niet nodig zou zijn, omdat aan de algemene drempel van 20 dB binnenshuis die voor andere bronnen wordt toegepast, automatisch zou worden voldaan als de normale geluidsgrenzen voor buiten werden nageleefd.

Uit de gegevens van het milieuagentschap zelf bleek echter dat dit niet zo was[33], en de jaren daarna voerden omwonenden die klaagden over laagfrequent geluid van windturbines, de druk op het milieuagentschap op. Bovendien werd de behoefte aan regelgeving ondersteund door wetenschappelijke bevindingen, waaronder de recentste in publicaties van Delta[16] en de Universiteit van Aalborg[6,17].

In oktober 2010 bracht een rapport van de Universiteit van Aalborg ernstige fouten aan het licht in de gedeelten over geluid van de milieueffectbeoordeling (MEB) voor een prestigieus Deens testcentrum voor grote windturbines[34]. De wet ter oprichting van het centrum moest worden herzien en de benadering van geluid van windturbines in de MEB kwam op de politieke agenda te staan in het parlement. De minister van Milieu beloofde daarop grenzen voor laagfrequent windturbinegeluid in te zullen voeren.

3.3.2 Grens voor laagfrequent geluid

De algemene (d.w.z. niet speciaal voor windturbines) Deense grens voor laagfrequent geluid in woningen is een A-gewogen geluidsniveau van 20 dB ('s avonds en 's nachts) en 25 dB (overdag) binnenshuis. Het gaat hierbij uitsluitend om het frequentiegebied 10-160 Hz (tertsbanden). Het geluidsniveau wordt gemeten als het gemiddelde vermogen op drie posities, waarvan er twee zich bevinden in de leefruimte van het vertrek waar de klager het geluid bij uitstek als luid ervaart. De derde positie bevindt zich bij een hoek van het vertrek (op 1-1,5 m hoogte en op 0,5-1 m van de muren). Door uit te gaan van het gemiddelde vermogen ligt het eindresultaat dichtbij het niveau in de aangewezen luide posities.

Met het herziene besluit is de 20 dB-grens ook van toepassing op windturbines bij windsnelheden van 6 en 8 m/s (windturbines die dag en nacht draaien).

In tegenstelling tot andere geluidsbronnen wordt het laagfrequente geluid niet gemeten maar berekend op grond van metingen vlakbij de turbine waar het geluid vandaan komt.

Het geluidsniveau binnen L_{pA} wordt berekend aan de hand van de volgende formule:

$$L_{pA} = L_{WA,ref} - 20\,\mathrm{dB} \cdot \log_{10}\left(\frac{d}{1\,\mathrm{m}}\right) - 11\,\mathrm{dB} + \Delta L_g - \Delta L_a - \Delta L_\sigma$$

$L_{WA,ref}$ is het A-gewogen bronvermogen in de referentierichting, volgens de standaardmeetmethode IEC 61400-11[35], d de afstand van de gondel tot de omwonende, L_g de terreincorrectie (bodemreflectie), L_a de

luchtabsorptie, gelijk aan $\alpha \cdot d$, waarbij α_a de luchtabsorptiecoëfficient is, en L_σ de geluidsisolatie. L_g, α_a en L_σ worden gegeven in een tabel die hier wordt overgenomen als tabel 1.

Tabel 1. Constanten gebruikt in de Deense regelgeving voor de berekening van laagfrequent geluid binnen $L_{pA,LF}$.

Frequentie (Hz)	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
L_g (land) (dB)	6,0	6,0	5,8	5,6	5,4	5,2	5,0	4,7	4,3	3,7	3,0	1,8	0,0
L_g (zee) (dB)	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	5,9	5,9	5,8	5,7	5,5	5,2	4,7	4,0
L_σ (dB)	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11.4	13,0	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2
α_a (dB/km)	0	0	0	0	0,02	0,03	0,05	0,07	0,11	0,17	0,26	0,38	0,55

De berekeningen worden uitgevoerd voor de tertsbanden 10-160 Hz en de geluidsniveaus worden samengenomen als A-gewogen laagfrequent geluidsniveau $L_{pA,LF}$.

3.3.3 Opmerkingen bij de regelgeving inzake laagfrequent geluid

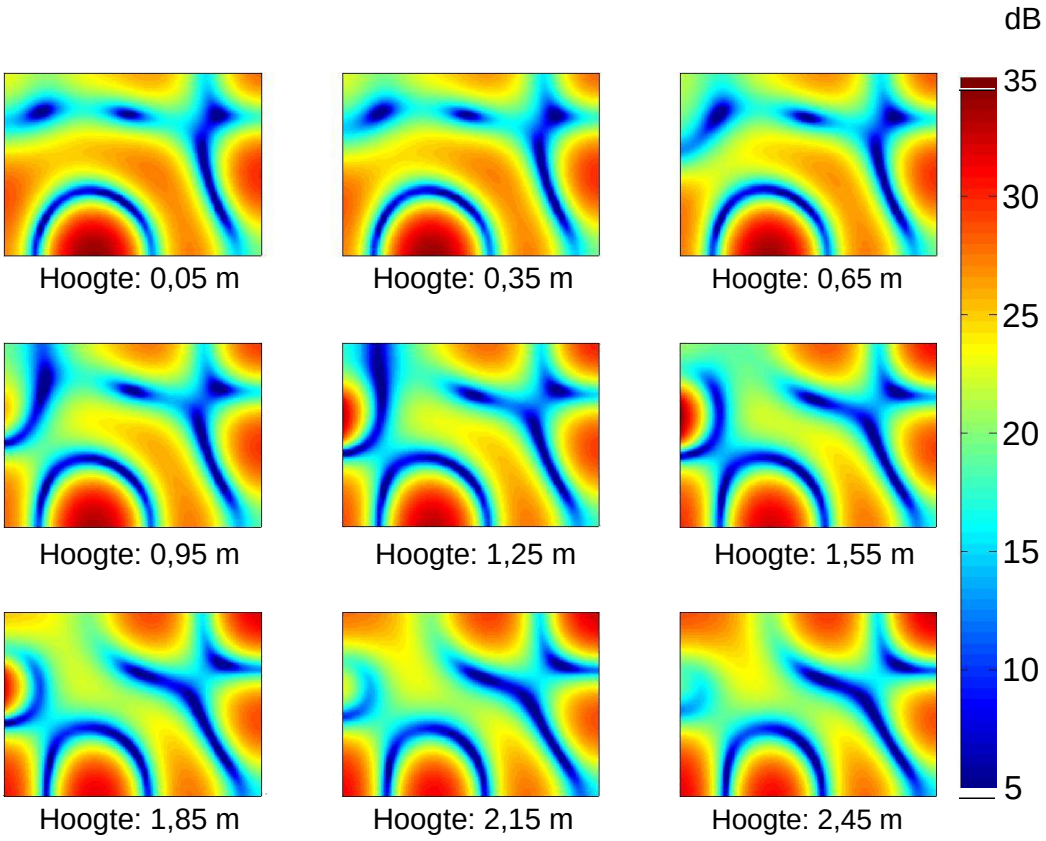
Op basis van de bestaande kennis van de effecten van laagfrequent geluid op mensen beschouwen wij de gekozen grens van 20 dB voor het A-gewogen geluidsniveau van het frequentiegebied 10-160 Hz als een redelijke grens.

In het nieuwe Deense wetsbesluit voor windturbines wordt het geluid niet gemeten maar berekend. Dit hoeft geen probleem te zijn als de berekeningen kloppen. Maar dat is niet het geval.

Het voornaamste probleem is de geluidsisolatie die in het wetsbesluit is opgenomen. Deze waarden zijn gebaseerd op metingen in 26 Deense huizen, gepubliceerd door Hoffmeyer en Jakobsen[36]. Helaas bleken deze metingen niet te kloppen.

Het probleem is dat geluid bij lage frequenties binnen een kamer varieert – doorgaans met vele decibels – en zoals vermeld in sectie 3.3.2 moet het geluidsniveau, kort gezegd, gemeten worden waar de persoon die hinder ondervindt, het geluid het luidste vindt. Om bruikbaar te zijn voor het berekenen van de relevante geluidsniveaus binnen op grond van de geluidsniveaus buiten moet de geluidsisolatie op dezelfde manier worden gemeten. Dat is niet gebeurd. De binnenmetingen werden zomaar op willekeurige posities verricht, die niet geselecteerd waren op grond van een hoog geluidsniveau. Daardoor zijn de verkregen waarden voor de geluidsisolatie te hoog.

In figuur 1 is een voorbeeld weergegeven van de geluidsverdeling in een vertrek. In elk diagram is de geluidsverdeling op een bepaalde hoogte weergegeven met een kleurschaal voor het geluidsniveau (schaal rechts).



Figuur 1. Voorbeeld van de gesimuleerde geluidsverdeling in een vertrek (5,0 m x 3,6 m x 2,5 m; L x B x H). Het geluid is een zuivere toon van 112 Hz. Het geluid komt binnen door een opening van 90 cm x 90 cm (venster) in de linkerwand. Het zal velen waarschijnlijk verbazen dat daar niet de hoogste geluidsniveaus worden aangetroffen maar onderaan de zijwand.

Te zien is dat er grote gebieden zijn waar het geluidsniveau hoger is dan 25 dB, terwijl op andere plaatsen minder dan 10 dB gemeten kan worden. De figuur betreft een extreme situatie met een zuivere toon in een lege ruimte, maar in bestaande, gemeubileerde vertrekken zijn variaties van 30 dB met zuivere tonen en 20 dB met geluid in één tertsband geen uitzondering.

Samen met een Zweedse collega hebben wij gewezen op de fout in de gegevens van Hoffmeyer en Jakobsen[36] in een ingezonden brief[37] in het wetenschappelijke tijdschrift waarin de metingen gepubliceerd waren.

In zijn reactie[38] op deze brief lijkt medewerker Jakobsen van het Deense milieuagentschap van mening te zijn dat het geen verschil maakt of de metingen op de luidste plaatsen worden verricht of niet. Het moge duidelijk zijn dat dit onjuist is. De reactie werd niet ondertekend door eerste auteur van de oorspronkelijke publicatie Hoffmeyer, en ondanks herhaald verzoek is het niet gelukt om duidelijkheid te krijgen over de vraag of hij de mening in de reactie van Jakobsen deelt.

Op grond van hun metingen stelden Hoffmeyer en Jakobsen[36] geluidsisolatiegegevens voor voor de berekening van laagfrequent geluid binnenshuis afkomstig van windturbines. Door de meetfout zijn deze waarden te hoog. Voor de Deense regelgeving werden de waarden zelfs nog verder verhoogd met 2,2 tot 4,1 dB, afhankelijk van de frequentie.

Daardoor geven berekeningen op grond van de Deense regelgeving te lage waarden voor het laagfrequente geluid dat in nabijgelegen woningen gemeten zou worden.

De fout wordt geschat op zo'n 5 dB, zie bijlage B.

Een fout van 5 dB lijkt weliswaar gering, maar is allesbehalve verwaarloosbaar. Zoals vermeld in sectie 3.2 nemen luidheid en hinder sneller toe boven de gehoordrempel dan bij hogere frequenties. Dit betekent dat een overschrijding van de drempel van 20 dB met een paar decibels meer uitmaakt dan als een grens bij hogere frequenties met eenzelfde aantal decibels wordt overschreden. Bij 20 dB zullen de meeste mensen een geluid horen en zullen sommigen het als hinderlijk ervaren. Een geluid van 25 dB 's nachts in huis zal voor weinig mensen aanvaardbaar zijn en een geluid van 30 dB voor bijna niemand.

In de motivering van de nieuwe regelgeving schrijft het milieuagentschap*: "Het Deense milieuagentschap beschouwt het als aanmerkelijke geluidshinder, indien het laagfrequente geluidsniveau binnenshuis 's avonds en 's nachts hoger is dan 20 dB. De hinder die wordt ondervonden van laagfrequent geluid neemt sterk toe wanneer het geluid de 20 dB overschrijdt".* [39]
(Onze vertaling).

3.3.4 Algemene geluidsgrenzen

Voor een volledige beschrijving van de Deense regelgeving dienen de berekeningen en grenzen voor het totale geluid kort genoemd te worden.

De grenzen voor het totale windturbinegeluid werden in de herziening niet gewijzigd. De grenzen liggen bij A-gewogen geluidsniveaus buiten van 39 dB in woongebieden, behalve voor woningen buiten de bebouwde kom, waar de grens 44 dB is. Deze grenzen gelden bij een windsnelheid van 8 m/s op een hoogte van 10 m. Bij een windsnelheid van 6 m/s zijn de grenzen respectievelijk 37 dB en 42 dB. De lagere grenzen gelden ook voor recreatiegebieden en gebieden voor uiteenlopende instellingen.

In tegenstelling tot bij andere geluidsbronnen wordt het geluid niet gemeten bij nabijgelegen woningen, maar worden geluidsmetingen vlakbij de turbines gebruikt om de theoretische geluidsniveaus bij omwonenden te berekenen.

Het geluidsniveau wordt berekend aan de hand van dezelfde formule als voor laagfrequent geluid binnenshuis, maar dan zonder de geluidsisolatie L_σ mee te rekenen. Voor de bodemreflectie L_σ wordt 1,5 dB aangehouden (3,0 dB boven zee), en de absorptiecoëfficienten α_a voor het gehele frequentiegebied staan in een tabel die hier wordt overgenomen als tabel 2.

Tabel 2. In de Deense regelgeving gebruikte absorptiecoëfficienten voor de berekening van het totale geluidsniveau buiten L_{pA}.

Frequentie (Hz)	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
α (dB/km)	0,07	0,11	0,17	0,26	0,38	0,55	0,77	1,02	1,3	1,6	2,0	2,4
Frequentie (Hz)	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
α (dB/km)	2,9	3,6	4,6	6,3	8,8	12,6	18,8	29,0	43,7	67,2	105	157

3.4 Zijn de berekeningen en de beoordeling van laagfrequent geluid in het rapport van Arcadis op de juiste manier uitgevoerd volgens de Deense methode en normen? Zo niet, waarin zitten de verschillen? Zal herberekening aanmerkelijk andere uitkomsten opleveren?

Wij hebben de volgende opmerkingen bij het rapport van Arcadis[5].

In tabel 2 van dit rapport staat een gegevenspunt voor het relatieve spectrum bij 20 Hz met als bronvermelding het artikel van Møller en Pedersen[6] (tabel III). Ons artikel bevat echter helemaal geen gegevens bij deze frequentie. Aan het andere uiteinde van het laagfrequente gebied zijn om de een of andere reden de frequenties 125 en 160 Hz niet in tabel 2 opgenomen.

Ook in de berekeningen heeft Arcadis gegevenspunten gebruikt bij 10; 12,5; 16 en 20 Hz die afkomstig zouden zijn uit ons artikel, terwijl dit helemaal geen gegevenspunten bij deze frequenties bevat. Bovendien is het gegevenspunt bij 20 Hz in de berekeningen niet hetzelfde als in tabel 2.

De waarden bij de extra gegevenspunten zijn echter wel plausibel, en aangezien het geluid bij de laagste frequenties slechts een geringe bijdrage levert aan het totale laagfrequente geluidsniveau, is de invloed van de precieze waarden ervan op het eindresultaat slechts marginaal. Dit neemt niet weg dat de toevoeging van gegevenspunten aan de Møller en Pedersen-gegevens natuurlijk in het rapport van Arcadis toegelicht en besproken had moeten worden.

Afgezien daarvan zijn de Møller en Pedersen-gegevens correct geïnterpreteerd en gebruikt.

Ook de interpretatie en het gebruik van de Deense regelgeving voor laagfrequent geluid zijn correct. We hebben de berekeningen van het laagfrequente geluid op vier geselecteerde nabijgelegen posities gecontroleerd en kregen daarbij dezelfde uitkomsten.

Er zij op gewezen dat de grens van 20 dB in alle scenario's op drie van de vier berekende posities overschreden werd en in één scenario op alle vier de posities, hetgeen niet helemaal zichtbaar is in tabel 3, waarin de cijfers zijn afgerond op hele decibels. In Denemarken is de grens een absolute grens, die niet mag worden overschreden.

Arcadis lijkt zich niet bewust van de meetfout in de isolatiemetingen waarop de gegevens in het Deense wetsbesluit zijn gebaseerd. Hoewel hierop gewezen is in de wetenschappelijke literatuur, kan dit als begrijpelijk worden beschouwd, aangezien het besluit zelf niet vermeldt hoe de gegevens tot stand zijn gekomen.

3.5 Is naar uw mening het geluidsspectrum zoals vermeld in het akoestisch onderzoek van Arcadis in de tabellen 1 en 2 een reëel worstcasescenario voor berekening van laagfrequent geluid van de 3 MW-windturbines? Zo niet, waarom niet en kunt u de juiste waarden aangeven? Zal dit leiden tot substantieel afwijkende resultaten?

Nee, het spectrum van het originele Arcadis-onderzoek in deze tabellen (Koppen[5], eerste rijen van tabel 1 en 2, vormt geen worstcasescenario. Dat geldt misschien wel voor het relatieve bronniveau bij bepaalde frequenties, maar niet voor alle frequenties, en niet voor het uiteindelijke resultaat, het geluid bij de omwonenden.

We weten niet hoe het relatieve spectrum van Arcadis precies is afgeleid van de eerdere niet-vertaalde Nederlandse rapporten (Koppen[2,4]), maar bij het bepalen van de twee andere relatieve spectra is geen rekening gehouden met worstcaseaspecten en de eindresultaten van het gebruik van de drie gegevenssets komen sterk overeen (Koppen[5], tabel 3).

De gegevens van Møller en Pedersen[6] zijn schattingen op basis van metingen van turbines van verschillende grootte en meerdere modellen. Het model bevat enkel de werkelijk gemeten gegevens zonder ruimte in te bouwen voor onzekerheden en variaties tussen modellen.

Verder wordt bij bepaling van het gemiddelde door Møller en Pedersen uitgegaan van tonen of semitonale componenten die voor een bepaald model typisch voorkomen in één bepaalde frequentieband, maar bij andere modellen in andere frequentiebanden. Door het optreden van kamerresonantie kunnen dergelijke tonale of semitonale geluidscomponenten opvallend luid en hinderlijk zijn binnen bepaalde huizen en/of kamers.

Er treden onvermijdelijk variaties op in geluidsemissies tussen turbines, zelfs als deze van hetzelfde model zijn. De kans dat een bepaalde geleverde turbine meer geluid veroorzaakt dan een gemiddelde turbine – of enige andere willekeurig gekozen turbine – van hetzelfde model, bedraagt in principe 50%.

Voor planningsdoeleinden moet de geluidsemissie daarom worden gespecificeerd volgens IEC TS 11400-14[40]. In dit document worden metingen gehanteerd voor verschillende soortgelijke turbines, waarbij rekening wordt gehouden met de variatie tussen turbines, om voor het model het *opgegeven bronvermogen* L_{Wd} te bepalen. Dit is het bronvermogen dat slechts door 5% van de productie wordt overschreden. Met dergelijke waarden zou men kunnen komen tot een redelijk worstcasescenario.

Het “Vestas V112”-scenario van tabel 3 is inderdaad gebaseerd op metingen met één turbine[8]. Zelfs als de niveaus enigszins zijn aangepast met het oog op de gespecificeerde totale geluidsemissie conform het gegevensblad van Vestas[9], vormen ze geen worstcasescenario. Vestas verwijst niet naar IEC TS 11400-14 en heeft niet geclaimd of gedocumenteerd dat hun waarden het maximale bronvermogen zouden zijn voor productiesamples. Wanneer men de gemeten windsnelheden beziet, liggen de waarden in het gegevensblad in feite dicht bij de gemeten niveaus voor de enkele turbine. (zie ook hoofdstuk 4.1).

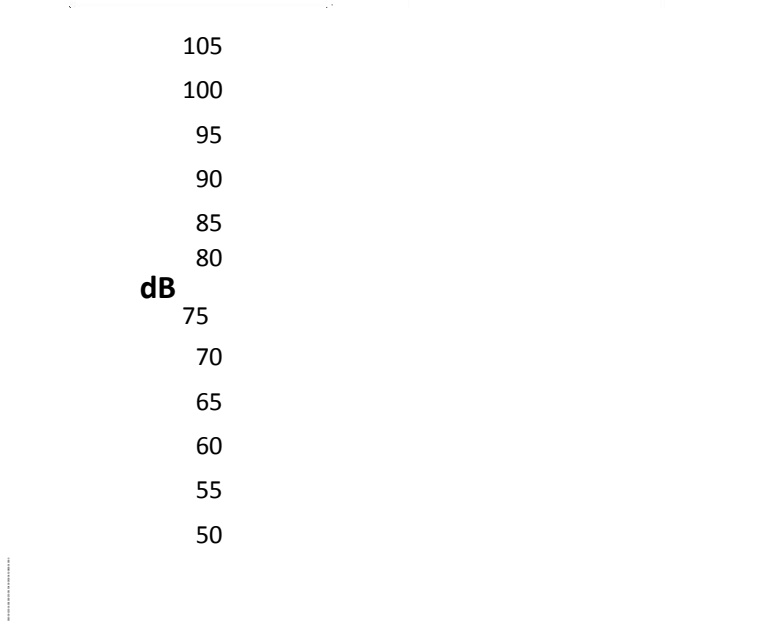
Hoeveel hoger de waarden in een worstcasescenario uitvallen, hangt af van de mate waarin turbines onderling afwijken en aangezien dat voor het desbetreffende model niet bekend is, kunnen we alleen algemene informatie geven. Møller et al.[17] stelt dat naar schatting 2,6-4,8 dB moet worden opgeteld bij de gemiddelde waarde van turbines om de niveaus volgens IEC TS 11400-14 te bepalen. Deze variatie kan ten dele het gevolg zijn van verschillen tussen soortgelijke turbines die in verschillende modi draaien, maar hierover wordt geen volledige duidelijkheid verschaft in de gegevens die ons ter beschikking staan. Alleen de producenten van turbines beschikken over de complete informatie over de turbine-instellingen en zij zouden de informatie moeten verstrekken, bijv. uitgaande van IEC TS 11400-14. De genoemde waarden betreffen de totale geluidsemissie en niet het laagfrequente geluid in het bijzonder.

Bij een recent project in Denemarken met acht Vestas V90-3.0 MW-turbines bleek dat het gemeten bronvermogen[41] hoger was dan werd verwacht in de voorafgaande milieueffectbeoordeling (MEB)[42]; inmiddels draaien meerdere turbines in stillere modi om aan de geluidseisen te voldoen. De turbines waren gebouwd voordat de nieuwe Deense regelgeving van kracht werd, maar uit de metingen blijkt dat

ze voldoen aan de nieuwe laagfrequentie-eisen[43]. Toch hebben omwonenden ernstige klachten kenbaar gemaakt en het is onze indruk dat de 50-Hz tertsband hierbij een belangrijke rol speelt. De dichtstbijzijnde omwonende bevindt zich op 545 meter van de nabijgelegen turbine. De in het gegevensblad vermelde geluidsspecificaties van de V90-3 MW-turbine[44] komen sterk overeen met die van de V112-3 MW, zij het dat ze iets lager zijn voor de meeste windsnelheden. Benadrukt moet worden dat we geen reden hebben om aan te nemen dat dergelijke problemen specifiek voor turbines van Vestas gelden.

De brongegevens die Arcadis voor het “Vestas V112”-scenario (Koppen[5], tabel 3 derde rij) heeft gebruikt, d.w.z. relatieve spectrumniveaus op basis van de metingen van de V112-3.0-turbine die zijn toegepast op gegevensbladwaarden voor het totale geluid van de V112- en V80-turbines, kunnen als realistisch en waarschijnlijk worden beschouwd.

Deze gegevens zullen dan ook worden gebruikt bij berekeningen in de rest van dit rapport. Aangezien in het Arcadis-rapport alleen waarden tot 160 Hz zijn opgenomen, zijn de waarden voor het volledige frequentiebereik in bijlage 3 vermeld. Zie ook figuur 2 voor een grafische weergave van de gegevens voor de V112-turbine.



Figuur 2. Tertsbandfrequenties voor Vestas V112-3.0 MW-turbines als grondslag voor de berekeningen.

Er zijn pieken te zien van 63 en 100 Hz, wat kan duiden op tonen en tonaal geluid in deze frequentiebanden.

Benadrukt moet worden dat alle berekeningen van het geluid bij de omwonenden in dit rapport niet alleen het geluid van de voorgestelde nieuwe turbines, maar ook dat van de bestaande Belgische turbines omvat.

3.6 Is het mogelijk een indicatie te geven van het te verwachten laagfrequente geluid van de geplande vier windturbines van het type Vestas V112 3MW, ashoogte 119 m?

Is het mogelijk een reële en waarschijnlijke inschatting (niet worstcasescenario) te geven van de mate waarin omwonenden aan laagfrequent geluid zullen worden blootgesteld?

Daarvoor wordt gebruik gemaakt van de brongegevens zoals uiteengezet in hoofdstuk 3.5 en weergegeven in figuur 2 en bijlage C. Voor de geluidstransmissie wordt de Deense regelgeving[7] (hoofdstuk 3.3.2) gebruikt en in de resultaten wordt de eerder genoemde fout van naar schatting 5 dB vanwege de onjuiste geluidsisolatiemeting gecorrigeerd (hoofdstuk 3.3.3 en bijlage B).

Gezien de verschillen in geluidsisolatie zal het gemeten geluidsniveau niet in alle woningen gelijk zijn, en in sommige woningen moet rekening worden gehouden met hogere geluidsniveaus dan was berekend. In de Deense regelgeving is als duidelijke doelstelling opgenomen om in 33% van de woningen met hogere niveaus rekening te houden[39]. Hoffmeyer en Jakobsen[36] gaan uit van overschrijding van het berekende niveau in niet meer dan 10-20% van de woningen. Bij de onderstaande berekeningen zijn ook de voorgestelde geluidsisolatiegegevens meegenomen (in het resultaat is de geschatte fout van 5 dB weer gecorrigeerd).

Deze berekeningen vormen een geloofwaardige schatting van het te overschrijden laagfrequente geluid in de 33% respectievelijk 10-20% woningen met de slechtste geluidsisolatie. In de berekeningen is geen rekening gehouden met afwijkingen in het geluid dat door de turbines daadwerkelijk wordt geproduceerd (hoofdstuk 3.6) (waaronder ook het richtingpatroon, het zogeheten 'directional pattern'), afwijkingen in het geëmitteerde geluid door de bestaande Belgische turbines (rekening houdend met het 'directional pattern'), verschillen in bouwstijl en geluidsisolatie tussen de Nederlandse en Deense woningen, eventueel openstaande ramen en verschillende atmosferische omstandigheden.

In tabel 3 zijn de berekende niveaus voor buiten en binnen weergegeven op de vier door Arcadis gekozen locaties van omwonenden[5].

Tabel 3. Berekende geluidsniveaus binnen en buiten op geselecteerde locaties van omwonenden. De gegevens voor binnen zijn de niveaus die worden overschreden in de 33% respectievelijk 10-20% woningen met de slechtste geluidsisolatie. Windsnelheid 8 m/s.

Locatie omwonenden	**Buiten L_{pA} (dB)**	**Binnen L_{pALF} (dB)**	
		Deense regelgeving	Hoffmeyer en Jakobsen†
7: nieuwbouw Malberg	45,1	25,3	28,1
7B: Toustruwe, Malberg	44,0	24,4	27,2
17: Kantoorweg	45,2	25,2	27,9
18: Europark, België	46,2	26,1	28,9

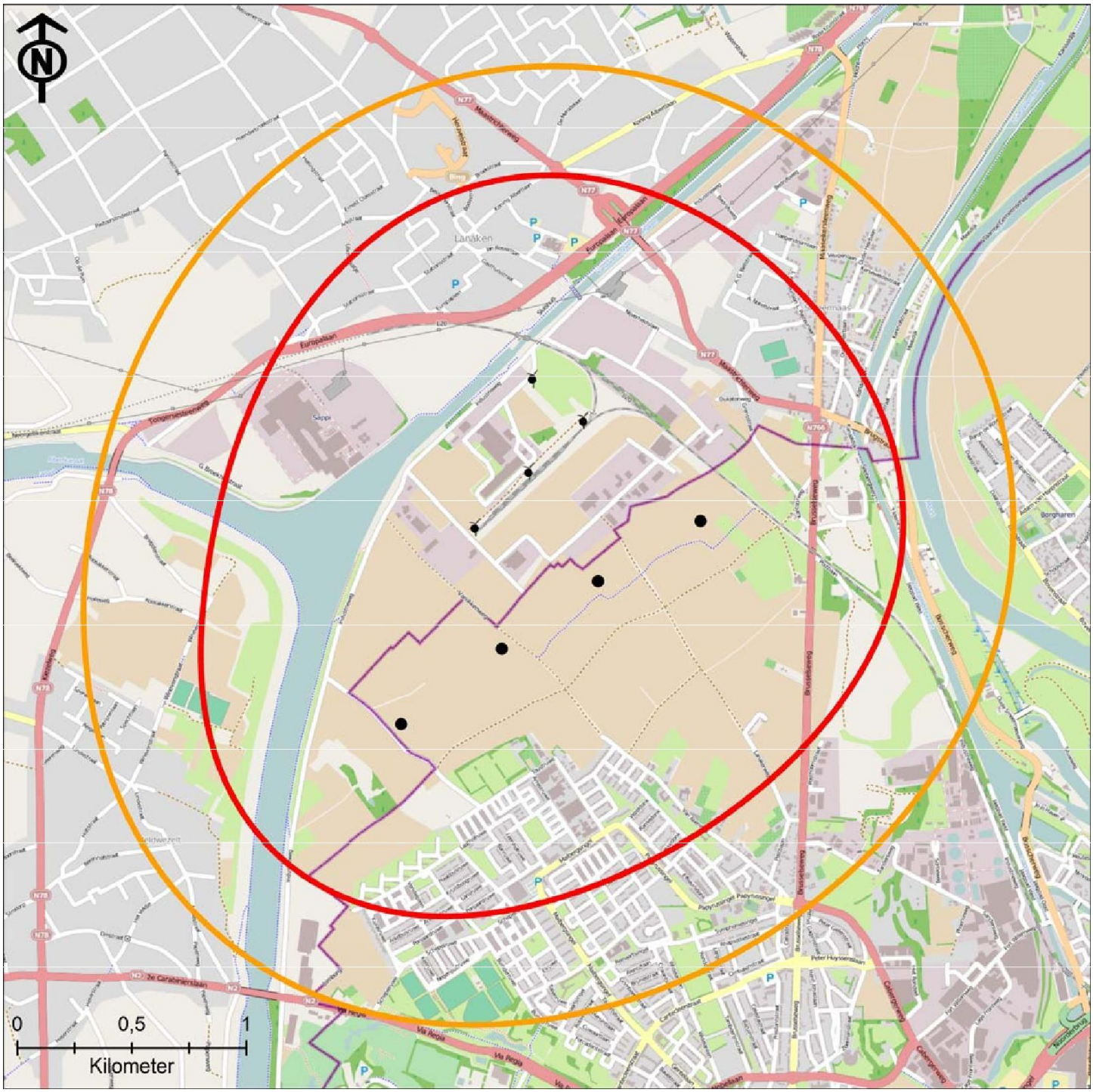
† in de niveaus is de fout van naar schatting 5 dB vanwege de onjuiste geluidsisolatiemeting gecorrigeerd (hoofdstuk 3.3.3 en bijlage B)

Afhankelijk van de locatie liggen de te verwachten niveaus buiten tussen 44,0 en 46,2 dB. Voor het laagfrequente geluid binnenshuis ligt de verwachting tussen 24,4 en 26,1 dB of hoger in 33% van de woningen (kolom Deense regelgeving) en tussen 27,2 en 28,9 dB of hoger in 10-20% van de woningen (kolom Hoffmeyer en Jakobsen).

Om aan te geven op welke afstand de grens van 20 dB binnenshuis wordt overschreden, zijn de contouren van het bereik van 20 dB voor het laagfrequente geluid binnenshuis berekend. De contouren zijn in kaart gebracht op een normale plattegrond (figuur 3) en een orthofoto (figuur 4) (Microsoft Bing Aerial).

De contouren kunnen ook online worden bekeken, waar kan worden geschakeld tussen de kaart- en de orthoweergave, en kan worden ingezoomd en met cursor kan worden genavigeerd. Er is ook een 'street view' beschikbaar waar bijvoorbeeld de Belgische turbines vanuit verschillende perspectieven kunnen worden bekeken. Internetadres: http://tinyurl.com/d7ht7xh.

De grens van 20 dB wordt overschreden in een zeer groot gebied met een groot aantal woningen en niet alleen de direct omwonenden. Het is van belang te benadrukken dat de luidheid sterker toeneemt boven de gehoordrempel dan bij hogere frequenties, zoals vermeld in hoofdstuk 3.2, en dat "*De waargenomen hinder van laagfrequent geluid sterk toeneemt wanneer het geluid de 20 dB overschrijdt"* (citaat van Deense EPA[39] zoals vermeld in hoofdstuk 3.3.3).



Figuur 3. Contouren van het bereik waar de grens van 20 dB laagfrequent geluid binnenshuis wordt overschreden in de 33% of 10-20% woningen met de slechtste geluidsisolatie (respectievelijk de rode en oranje lijn). Windsnelheid 8 m/s. Zie de tekst voor details over de berekening.



Figuur 4. Contouren van het bereik waar de grens van 20 dB laagfrequent geluid binnenshuis wordt overschreden in de 33% of 10-20% woningen met de slechtste geluidsisolatie (respectievelijk de rode en oranje lijn). Windsnelheid 8 m/s. Zie de tekst voor details over de berekening.

4 Algemene opmerkingen over het project

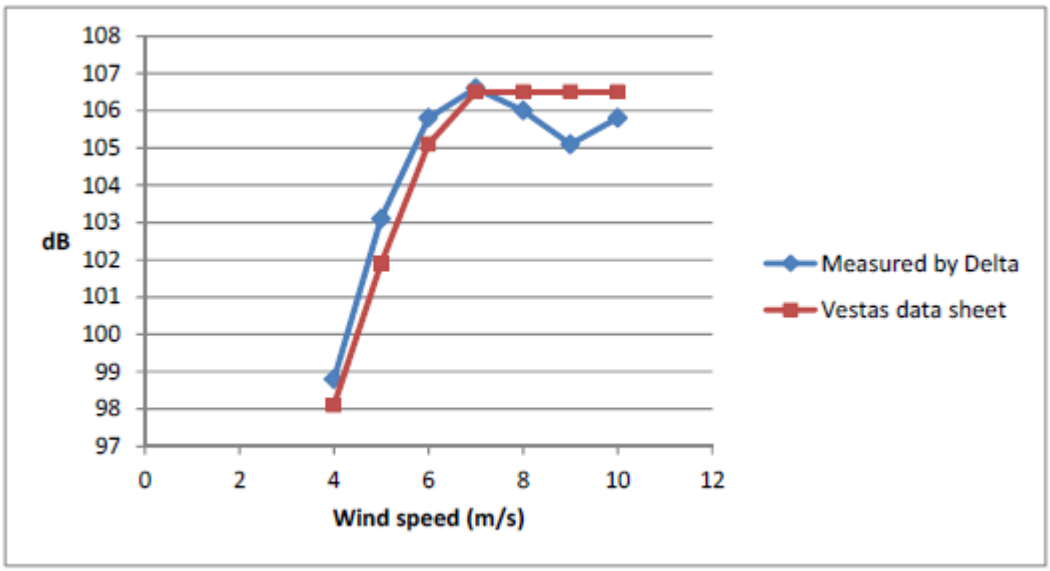
Alle gestelde vragen (bijlage A) en de voorgaande hoofdstukken waren gewijd aan laagfrequent geluid. We willen echter graag ook enkele algemene opmerkingen maken.

4.1 Totale geluid buiten

De in Nederland geldende geluidsgrenzen voor windturbines[45,46] zijn gebaseerd op de dag-avond-nacht-methodiek, L_{den}, het jaargemiddelde equivalente geluidsniveau, waarbij geluid in de avond wordt verhoogd met 5 dB en geluid in de nacht met 10 dB. Deze methodiek is ontwikkeld om het verkeersgeluid met een typisch 24-uurspatroon, in één cijfer te vatten. Een dergelijk equivalent patroon bestaat echter niet voor windturbines, aangezien windturbines dag en nacht draaien, en we achten L_{den} dan ook ongeschikt om het windturbinegeluid weer te geven. Pedersen[47] maakt eveneens bezwaar tegen het gebruik van L_{den} voor windturbinegeluid.

Aangezien de meeste klachten betrekking hebben op het windturbinegeluid in de avond en nacht, staan we positief tegenover de aanvullende Nederlandse grens voor het niveau in de nacht L_{night}. Deze grens refereert echter ook aan een jaargemiddelde, waarbij in sommige nachten meer geluid mag worden geproduceerd indien in andere nachten het geluidsniveau weer lager ligt. Zo werkt het menselijk lichaam echter niet. Als je 's nachts door geluid wordt gewekt, heb je er niets aan wanneer later (morgen, na enkele dagen, wellicht pas na een week) nachten zullen volgen met weinig of geen geluidsoverlast. Naar onze overtuiging moeten grenzen gelden voor het werkelijke geluid dat in regelmatig voorkomende situaties optreedt.

In Denemarken en Zweden zijn geluidsgrenzen van toepassing op een berekende windsnelheid van 8 m/s (10 m hoogte). (In Denemarken gelden lagere grenzen voor een snelheid van 6 m/s). Een windsnelheid van 8 m/s komt in het desbetreffende gebied rond Maastricht minder vaak voor dan in Denemarken, wat pleit voor het hanteren van de geluidgrenzen die gelden voor een lagere windsnelheid, zoals 6 m/s. Voor de voorgestelde turbines (grote rotor, hoge toren) is het verschil echter marginaal. Het is zelfs zo dat het gemeten geluid bij 7 m/s hoger was dan bij 8 m/s[8]. Figuur 5 toont het geproduceerde geluid als een functie van windsnelheid zoals gemeten door Delta[8] en zoals vermeld in het gegevensblad[9]. Bij lagere windsnelheden kwam de gemeten waarde tot 1,2 dB hoger uit dan het gegevensblad, bij hoge windsnelheden was de gemeten waarde 1,4 dB lager.



Windspeed (m/s): Windsnelheid (m/s)

Measured by Delta: Gemeten door Delta
Vestas data sheet: Gegevensblad Vestas

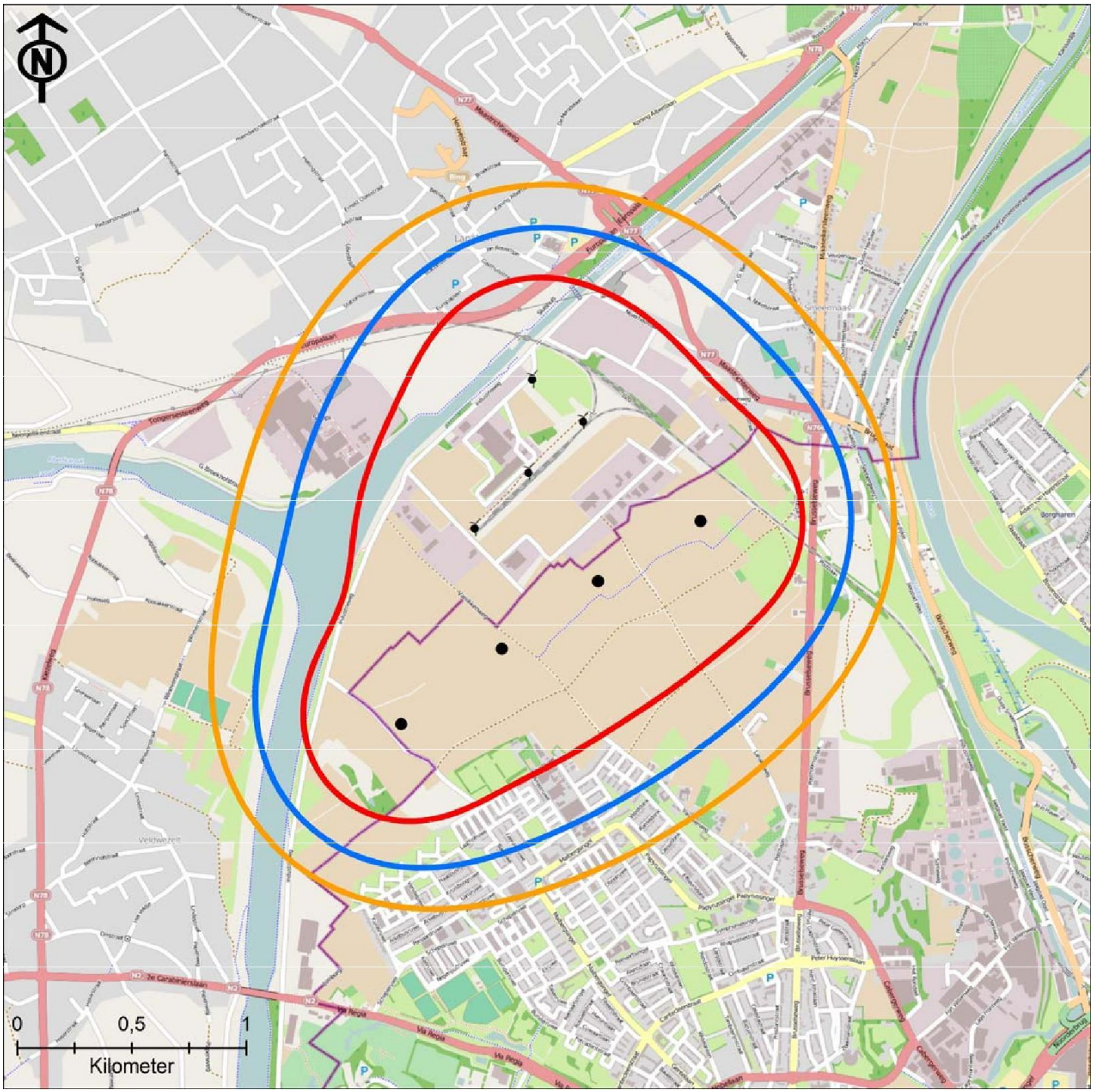
Figuur 5. Bronvermogen L_{WA} als een functie van windsnelheid zoals gemeten door Delta[8] en zoals vermeld in het gegevensblad van Vestas[9].

Verder zijn de drie meest erkende dosis-responscurves, waaronder de Nederlandse curven, bepaald bij een windsnelheid van 8 m/s op 10 m hoogte als de onafhankelijke variabele (Pedersen en Waye[48]; Pedersen en Waye[49]; van den Berg et al. [18] en Pedersen et al.[50]). We hebben er daarom voor gekozen het geluid te berekenen bij een windsnelheid van 8 m/s.

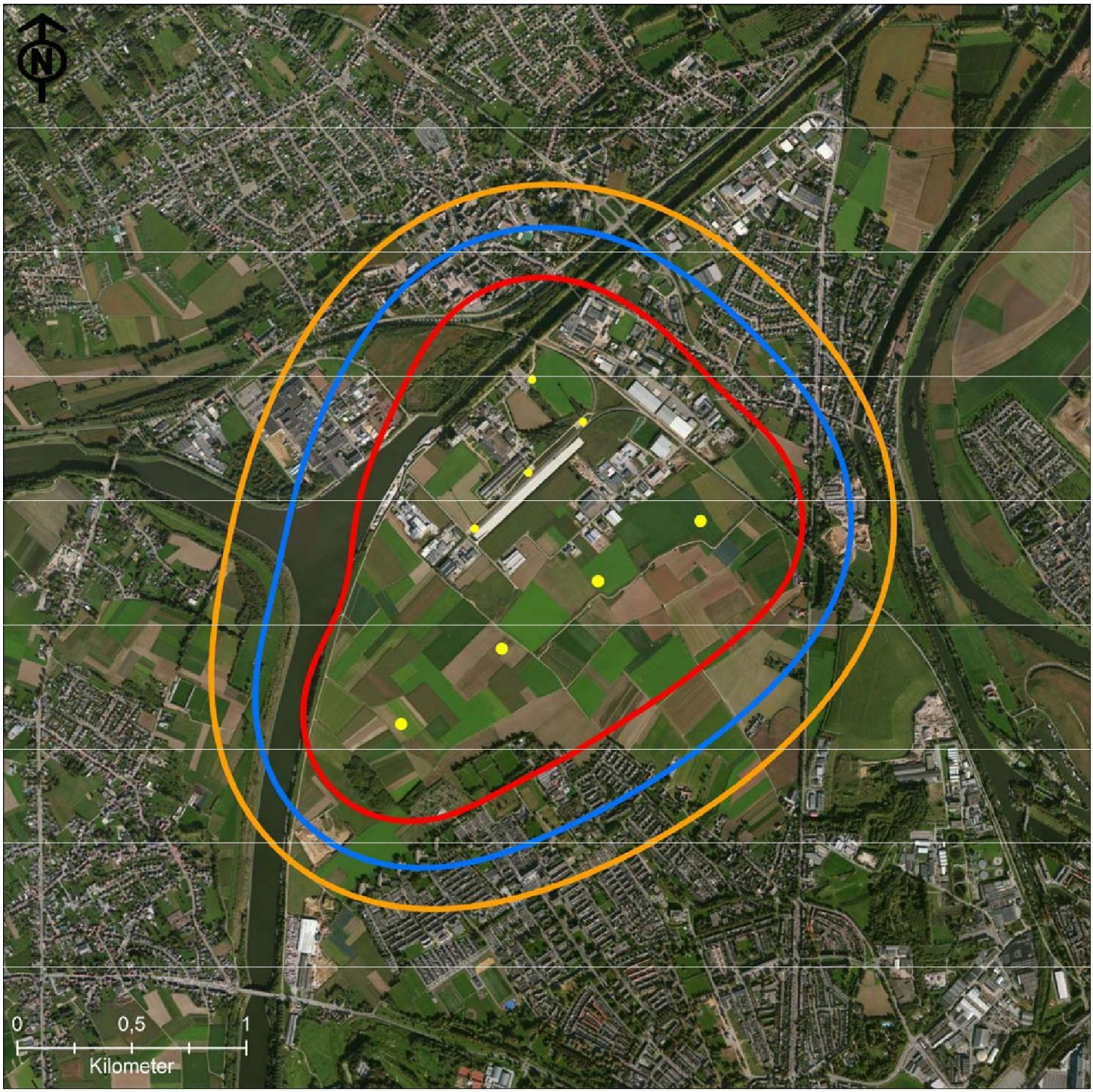
Zoals vermeld in hoofdstuk 3.3.4, bedragen de grenzen in Denemarken bij 8 m/s 39 dB in woongebieden en 44 dB op open terrein. In Zweden zijn de algemene grenzen 40 dB in woongebieden, maar 35 dB in gebieden met weinig achtergrondgeluid[51]. Het projectgebied heeft naar verluidt al een industrieel karakter, wat pleit voor het gebruik van de licht hogere Nederlandse nachtgrens van 41 dB met berekende niveaus voor 8 m/s. Uit de dosis-responscurves blijkt dat 23-24% enige/behoorlijke of grote hinder ondervindt bij een berekend niveau van 41 dB bij 8 m/s (geïnterpoleerd van Pedersen et al.[50], figuur 2).

De contouren van het bereik van 39, 41 een 44 dB bij een windsnelheid van 8 m/s zijn berekend middels de geluidvoortplantingsberekening volgens de Deense regelgeving. De resultaten zijn in kaart gebracht op een normale plattegrond (figuur 6) en op een orthofoto (figuur 7) (Microsoft Bing Aerial). (Bronspectra zoals vermeld in hoofdstuk 3.5 en bijlage C).

Deze contouren zijn ook online beschikbaar. Internetadres: http://tinyurl.com/cwv76ke.

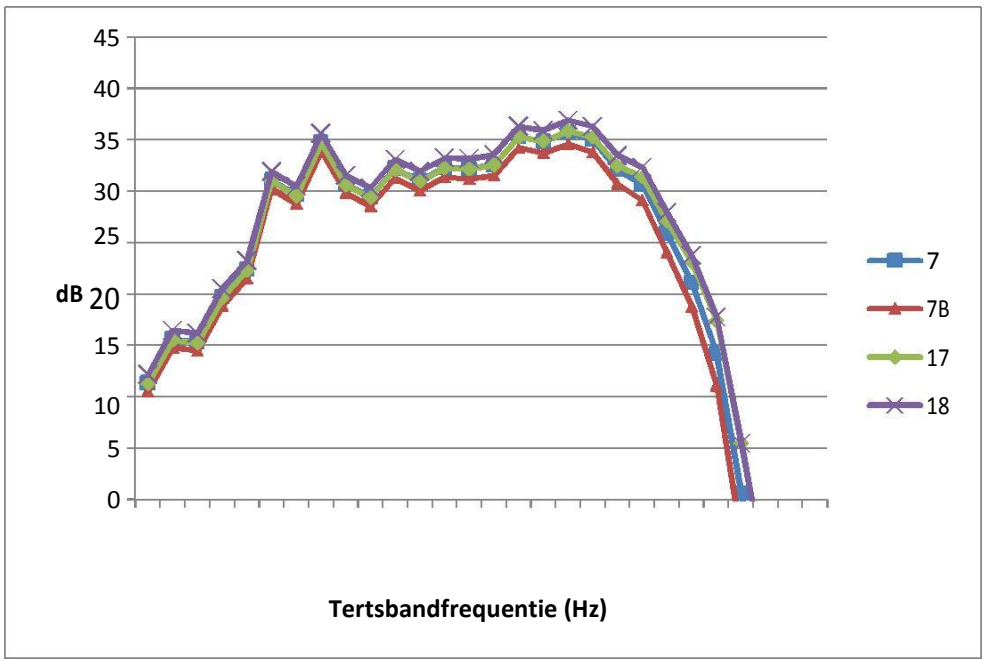


Figuur 6. Contouren voor A-gewogen geluidsniveaus buiten van 39 dB (oranje lijn), 41 dB (blauwe lijn) en 44 dB (rode lijn) op basis van de geluidvoortplantingsberekening volgens de Deense regelgeving. Windsnelheid 8 m/s.



Figuur 7. Contouren voor A-gewogen geluidsniveaus buiten van 39 dB (oranje lijn), 41 dB (blauwe lijn) en 44 dB (rode lijn) op basis van de geluidvoortplantingsberekening volgens de Deense regelgeving. Windsnelheid 8 m/s.

Geluidsspectra op de vier door Arcadis gekozen locaties[5] zijn weergegeven in figuur 8.



Figuur 8. Tertsbandspectra van het berekende A-gewogen geluid buiten op vier door Arcadis gekozen locaties[1,5]: 7 (nieuwbouw Malberg), 7B (Toustruwe, Malberg), 17 (Kantoorweg) and 18 (Europark, België). Totale A-gewogen geluidsniveaus L_{pA} zijn respectievelijk 45,1, 44,1, 45,2 en 46,2 dB. Afstanden tot dichtstbijzijnde turbine bedragen 467, 546, 381 en 385 m. Windsnelheid 8 m/s.

De pieken van 63 en 100 Hz zijn prominenter dan in het bronspectrum, aangezien op deze afstanden de hogere frequenties zijn gedempt als gevolg van de geluidsabsorptie door de lucht.

4.2 Aanvullende opmerkingen

Ons is verzocht om behalve op de formele vragen in de subsecties van hoofdstuk 3 zo mogelijk nog op bepaalde aspecten in te gaan (zie bijlage A). Het merendeel daarvan is vanzelfsprekend al aan bod gekomen en op een aantal zal hieronder verder worden ingegaan.

Een van de onderwerpen betreft de staat van onderhoud van de windturbines en de geluidsproductie. Wij hebben geen specifieke kennis op dit gebied, maar algemeen wordt aangenomen dat het geluid kan toenemen bij ondeugdelijk onderhoud en normale slijtage van de mechanische onderdelen en de bladen.

Een ander punt betreft de hoogte van de turbines en de mogelijke invloed daarvan op het geluid. De turbinetoren is bijzonder hoog en de rotordiameter is groot voor 3,0 MW-turbines, hetgeen vermoedelijk noodzakelijk is om voldoende energie op te wekken bij de geringe wind in het projectgebied.

Een specifiek probleem voor grote turbines is dat de reële windsnelheidsprofielen aanzienlijk variëren en vaak substantieel afwijken van het normaal aangehouden logaritmisch profiel (zie bijv. van den Berg[52], Botha[53], Palmer[54] en Bowdler[55]). In een stabiele atmosfeer, zoals vaak 's nachts het geval is, kunnen er veel grotere verschillen ontstaan dan verwacht met hoge windsnelheden op turbinehoogte en weinig wind op grondniveau.

Een grote variatie van windsnelheid ter hoogte van de rotor verhoogt de modulatie van het turbinegeluid, waardoor het normale “zoevende” geluid verandert in een hinderlijk “dreunend” impulsief geluid zoals geregistreerd door bijv. van den Berg[56,57] en Palmer[58]. Het effect is prominenter bij turbines met grote rotoren, waarbij de windsnelheid tussen de boven- en onderzijde van de rotor aanzienlijk kan verschillen. Dit effect wordt in geluidsmetingen vaak niet meegenomen, aangezien deze veelal overdag plaatsvinden, wanneer het logaritmisch profiel meer algemeen is.

Een ander punt wat betreft atmosferische omstandigheden is dat vaak wordt beweerd dat er sprake is van een worstcasesituatie wanneer wordt uitgegaan van geluidsvoortplanting bij meewind om het geluid bij omwonenden te berekenen. Daarvan is echter nauwelijks sprake. Het klopt weliswaar dat geluid vaak meer wordt gedempt bij tegenwind, wat de meeste mensen dagelijks ervaren. Dat effect ontstaat doordat de geluidsgolven afbuigen in de atmosfeer (refractie), wat resulteert in zogeheten schaduwzones. Voor geluidsbronnen op de hoogte van grote windturbines liggen schaduwzones normaliter echter verder weg dan bij gemiddelde geluidscontouren, waaronder ook die in dit rapport.

Wij hebben ook gemerkt dat klagende omwonenden meewindomstandigheden niet expliciet noemen als de slechtste situatie. Er wordt soms meer hinder ervaren bij andere windrichtingen, wat kan worden verklaard door het richtingpatroon ('directional pattern') van de turbine in combinatie met de oriëntatie ten opzichte van de omwonenden.

Het is verder van belang te melden dat er in Denemarken een absolute minimumafstand tot woningen geldt – ongeacht het geluid – van vier keer de totale hoogte van de turbine om te voorkomen dat de turbines voor omwonenden te omvangrijk en opvallend zijn. Aangezien de totale hoogte van de voorgestelde turbines 175 meter bedraagt, zou de absolute minimumafstand in Denemarken op 700 meter uitkomen.

5 Afsluitende opmerkingen

De wijze waarop Arcadis onze gegevens heeft geïnterpreteerd en gebruikt is op enkele kleine kwestie na correct. Ook hun interpretatie en toepassing van de nieuwe Deense regelgeving inzake laagfrequent geluid is correct.

Bij de berekening volgens de nieuwe Deense regelgeving wordt het laagfrequent geluid binnenshuis echter onderschat. In gevallen waar de grens van 20 dB maar net wordt gehaald, zullen metingen in de praktijk resulteren in waarden die de grenzen in veel woningen met meerdere decibels overschrijden.

Een reële berekening van het voorgestelde project wijst uit dat het laagfrequent geluid in veel woningen in een groot geografisch gebied boven 20 dB zal uitkomen.

Dit is belangrijk omdat de hinder die wordt ondervonden van laagfrequent geluid sterk toeneemt wanneer het geluid de 20 dB overschrijdt.

Langdurige blootstelling aan hoorbaar laagfrequent geluid kan vermoeidheid, hoofdpijn, concentratieverlies, verstoorde nachtrust en fysiologische stress veroorzaken.

Bij de berekeningen wordt van de meest waarschijnlijke geluidsniveaus uitgegaan, die geen worstcasescenario vormen. Er is geen marge voor onzekerheden en/of een toename van het geluid als gevolg van veroudering van de turbines.

Naar onze inschatting zijn geluidsgrenzen (zoals die in Nederland) op basis van een jaargemiddelde niet geschikt voor windturbinegeluid. In normale praktijksituaties worden de Nederlandse en Deense grenzen voor het totale geluid buiten op veel plaatsen overschreden.

In Denemarken geldt voor turbines een minimale afstand – ongeacht het geluid – van vier keer de turbinehoogte, in dit geval dus 700 meter voor de voorgestelde turbines.

Referenties:

[1] A. Boukich, H.D. Koppen, *Akoestisch onderzoek Windpark Lanakerveld te Maastricht,* Arcadis Nederland BV, reference 075734629:A, 30. September 2011.
[2] H.D. Koppen, *Aanvullend akoestisch onderzoek Windpark Lanakerveld to Maastricht*, Arcadis Nederland BV, reference 075723545:B, 30. September 2011.
[3] H.D. Koppen, *Geluids- en slagschaduwonderzoek optimalisatie alternatief Windpark Lanakerveld te Maastricht,* Arcadis Nederland BV, reference 075828351:B, 7. November 2011.
[4] H.D. Koppen, *Windpark Lanakerveld, kans op laagfrequent geluid vanwege optimalisatie alternatief,* Arcadis Nederland BV, reference 075898401:0.3, 27. November 2011.
[5] H.D. Koppen, *Laagfrequent geluid vanwege het Windpark Lanakerveld (Low-frequency noise from Windpark Lanakerveld),* Arcadis Nederland BV, reference 076249008:A, 13. February 2012.
[6] H. Møller, C.S. Pedersen, *Low-frequency noise from large wind turbines,* Journal of the Acoustical Society of America, **129** (6), 3727-3744 (2011).
[7] *Bekendtgørelse om støj fra vindmøller (Statutory order on noise from wind turbines)*, nr. 1284, Miljøministeriet (Ministry of the Environment), 15. december 2011.
[8] S. Nielsen, K.D. Madsen, *Measurement of noise emission from a Vestas V112-3.0 MW mode 0 wind turbine,* Delta report AV 161/11, performed for Vestas, revised version 20. September 2011.
[9] *General specification; V112-3.0 MW,* Vestas Wind Systems, Document 0011-9181 V05, 18. August 2011. [10] *General specification; V80-2.0 MW,* Vestas Wind Systems, Document 944406 V19, 22. July 2010.
[11] H. Møller, C.S. Pedersen, *Human hearing at low frequencies*, Noise & Health, **6** (23), 37-57, 2004.
[12] B. Søndergaard, K.D. Madsen, *Low frequency noise from large wind turbines – Results from previous sound power measurements*, Report AV 137/08, Delta, 30. April 2008.
[13] B. Søndergaard, K.D. Madsen, *Low frequency noise from large wind turbines – Results from sound power measurements*, Report AV 136/08, Delta, revised version 19. December 2008.
[14] B. Søndergaard, K.D. Madsen, *Low frequency noise from large wind turbines – Summary and conclusions on measurements and methods*, Report AV 140/08, Delta, revised version 19. December 2008.
[15] D. Hoffmeyer, B. Søndergaard, *Low frequency noise from large wind turbines – Measurements of sound insulation of facades*, Report AV 1097/08, Delta, 30. April 2008.
[16] K.D. Madsen and T.H. Pedersen, *Low frequency noise from large wind turbines – Final report*, Report AV 1272/10, Delta, 21. November 2010.
[17] H. Møller, C.S. Pedersen, S. Pedersen, *Lavfrekvent støj fra store vindmøller – opdateret 2011 (Low-frequency noise from large wind turbines – updated 2011),* Aalborg University, ISBN 978-87-92328-63-2, 26. May 2011.
[18] F. van den Berg, E. Pedersen, J. Bouma, R. Bakker, *WINDFARMperception—Visual and acoustic impact of wind turbine farms on residents,* Final Report, University of Groningen, University of Gothenburg, June 2008.
[19] L.D. Whittle, S.J. Collins, D.W. Robinson, *The audibility of low frequency sounds*, Journal of Sound and Vibration, **21** (4), 431-448 (1972).
[20] H. Møller, J. Andresen, *Loudness of pure tones at low and infrasonic frequencies*, Journal of Low Frequency Noise and Vibration, **3** (2), 78-87 (1984).
[21] M.A. Bellmann, V. Mellert, C. Reckhardt, H. Remmers, *Perception of sound and vibration at low frequencies*, collected papers from the Joint Meeting "Berlin 99" of ASA, EAA and DAGA, Berlin, Germany, 1999, ISBN 3-9804568-5-4. Abstract in Journal of the Acoustical Society of America, **105**, 1297.
[22] ISO 226 *Acoustics – Normal equal-loudness-level contours*, International Organization for Standardization, Geneva, 2003.
[23] J. Andresen, H. Møller, *Equal annoyance contours for infrasonic frequencies*, Journal of Low Frequency Noise and Vibration, **3** (3), 1-9 (1984).
[24] H. Møller, *Annoyance of audible infrasound*, Journal of Low Frequency Noise and Vibration, **6** (1), 1-17 (1987).
[25] Y. Inukai, N. Nakamura, H. Taya, *Unpleasantness and acceptable limits of low frequency sound*, Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, **19** (3), pp.135-140 (2000).
[26] J.K. Subedi, H. Yamaguchi, Y. Matsumoto, M. Ishiharatil, *Annoyance of low frequency tones and objective evaluation methods*, Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, **24** (2), 81-96 (2005).

[27] B. Berglund, P. Hassmén, S.R.F Job, *Sources and effects of low-frequency noise,* Journal of the Acoustical Society of America, **99**, 2985-3002 (1996).
[28] J. Bengtsson, K.P. Waye, A. Kjellberg, *Evaluations of effects due to low-frequency noise in a low demanding work situation,* Journal of Sound and Vibration, Vol. 278, 83-99 (2004).
[29] K.P. Waye, J. Bengtsson, A. Kjellberg, S. Benton, *Low frequency noise "pollution" interferes with performance*, Noise & Health, **4** (13), 33-49 (2001).
[30] K.P. Waye, A. Clow, S. Edwards, F. Hucklebridge, R. Rylander, *Effects of nighttime low frequency noise on the cortisol response to awakening and subjective sleep quality*, Life Sciences, **72**, 863-875 (2003).
[31] B. Berglund, T. Lindvall (Editors), *Community noise*, Archives of the Center for Sensory Research, **2** (1), Stockholm University and Karolinska Institute, 1995, prepared for the World Health Organization.
[32] K. Bolin, G. Bluhm, G. Eriksson, M.E. Nilsson, *Infrasound and low frequency noise from wind turbines: exposure and health effects,* Environmental Research Letters, **6**, 1-6 (2011).
[33] *Lavfrekvent støj fra vindmøller (Low frequency noise from wind turbines),* Memorandom, Danish Environmental Protection Agency, 31. May 2006.
[34] H. Møller, S. Pedersen, J.K. Staunstrup, *Støj fra testcenter for vindmøller ved Østerild (Noise from test centre for wind turbines at Østerild)*, Aalborg University, ISBN 978-87-92328-38-0 (October 2011).
[35] IEC 61400-11, *Wind turbine generator systems – Part 11: Acoustic noise measurement techniques*, Second edition 2002 plus Amendment 1 2006, International Technical Commission, Geneva.
[36] D. Hoffmeyer, J. Jakobsen, *Sound insulation of dwellings at low frequencies*, Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, **29**(1), 15-23 (2010).
[37] H. Møller, S. Pedersen, K.P. Waye, C.S. Pedersen, *Comments to the article "Sound insulation of dwellings at low frequencies"*, Letter to the Editor, Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, **30** (3), 229-231 (2011).
[38] J. Jakobsen, *Reply to "Letter to the Editor" by Professor Henrik Møller et al.*, Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, **30** (3), 233-234 (2011).
[39] *Revision af vindmøllebekendtgørelsen for fastsættelse af grænser for lavfrekvent støj (Revision of the statutory order with the aim of setting limits for low-frequency noise),* reference 001-05863 JJ/ALG, 23. September 2011.
[40] IEC TS 61400-14, *Wind turbines—Part 14: Declaration of Apparent Sound Power Level and Tonality Values*, International Technical Commission, Geneva, 2005).
[41] S.M. Nielsen, L.S. Søndergaard, *Dokumentation af støj fra vindmøller ved Bindesbøl (Documentation of noise from wind park at Bindesbøl),* Delta, Report AV 173/11, carried out for JKP Local Energy, 11. oktober 2011.
[42] *Miljørapport, Vindmøller Bindesbøl (Environmental report, Wind turbines Bindesbøl),* Ringkøbing Skjern Kommune, revised version May 2010.
[43] H. Møller, S. Pedersen, unpublished calculations, March 2012.
[44] *General specification: V90-3 MW*, Vestas Wind systems, Document 0000-5450 V04, 30. June 2009.
[45] *In werking hebben van een windturbine,* Clause 3.2.3, Article 3.14a, Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer, Besluit van de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 19 oktober 2007, houdende algemene regels voor inrichtingen as valid on 23. March 2012.
[46] *Reken- en meetvoorschrift windturbines,* Bijlage 4. bij de Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer, Regeling van de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 9 november 2007, nr. DJZ2007104180, houdende algemene regels voor inrichtingen as valid on 23. March 2012.
[47] E. Pedersen, *Human response to wind turbine noise – Perception, annoyance and moderating factors,* Doctoral thesis, Occupational and Environmental Medicine, Gothenburg University, 2007.
[48] E. Pedersen, K.P. Waye, *Perception and annoyance due to wind turbine noise—a dose-response relationship,* Journal of the Acoustical Society of America, **116**, 3460–3470 (2004).
[49] E. Pedersen, K.P. Waye, *Wind turbine noise, annoyance and self-reported health and well-being in different living environments,* Occupational and Environmental Medicine, **64**, 480–486 (2007).
[50] E. Pedersen, F. van den Berg, R. Bakker, J. Bouma, *Response to noise from modern wind farms in The Netherlands,* Journal of the Acoustical Society of America, **126**, 634–643 (2009).
[51] *Riktvärden för ljud från vindkraft (Guideline values for noise from wind turbines),* Naturvårdsverket, Swedish Environmental Protection Agency, 23. June 2011, http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Verksamheter-med-miljopaverkan/Buller/Vindkraft/Riktvarden-for-ljud-fran-vindkraft/
[52] G.P. van den Berg, *Wind gradient statistics up to 200 m altitude over flat ground,* Proceedings of First International Meeting on Wind Turbine Noise, Berlin, Germany (2005).
[53] P. Botha, *The use of 10 m wind speed measurements in the assessment of wind farm developments,* in Proceedings of First International Meeting on Wind Turbine Noise, Berlin, Germany (2005).
[54] W.K.G. Palmer, *Uncloaking the nature of wind turbines—Using the science of meteorology,* Proceedings of

Second International Meeting on Wind Turbine Noise, Lyon, France (2007).
[55] D. Bowdler, *Wind shear and its effect on noise assessment,"* Proceedings of Third International Meeting on Wind Turbine Noise, Aalborg, Denmark (2009).
[56] G.P. van den Berg, *Effects of the wind profile at night on wind turbine sound,* Journal of Sound and Vibration, **277**, 955–970 (2004).
[57] G.P. van den Berg, *The beat is getting stronger: The effect of atmospheric stability on low frequency modulated sound of wind turbines,* Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, **24** (1), 1–24 (2005).
[58] W.K.G. Palmer, *A new explanation for wind turbine whoosh—wind shear,* Proceedings of Third International Meeting on Wind Turbine Noise, Aalborg, Denmark (2009).

Bijlage A. Vragen van de gemeente Maastricht

1. Naar de effecten van laagfrequent geluid is veel onderzoek gedaan. Waarin verschilt de studie(aanpak) van Møller en Pedersen van die van andere onderzoekers?

2. Wat zijn de voornaamste effecten van laagfrequent geluid op mensen en wanneer treden deze effecten specifiek op?

3. Naar aanleiding van de resultaten van uw onderzoek heeft de Deense regering de regelgeving voor het plaatsen van windturbines veranderd. Klopt dat? En zo ja, wat is er dan veranderd?

4. Zijn de berekeningen en de beoordeling van laagfrequent geluid in het rapport van Arcadis op de juiste manier uitgevoerd volgens de Deense methode en normen? Zo niet, waarin zitten de verschillen? Zal herberekening aanmerkelijk andere uitkomsten opleveren?

5. Is naar uw mening het geluidsspectrum zoals vermeld in het akoestisch onderzoek van Arcadis in de tabellen 1 en 2 een reëel worstcasescenario voor berekening van laagfrequent geluid van de 3 MW-windturbines? Zo niet, waarom niet en kunt u de juiste waarden aangeven? Zal dit leiden tot substantieel afwijkende resultaten?

6. Is het mogelijk een indicatie te geven van het te verwachten laagfrequente geluid van de geplande vier windturbines van het type Vestas V112 3MW, ashoogte 119 m?

Zo ja, gelieve het volgende in uw antwoord te verwerken:

a. Toepasselijke Nederlandse en Belgische wet- en regelgeving en recente jurisprudentie;
b. De geluidsnormen (Lden en Lnight) in België en Nederland, hoe deze normen tot stand zijn gekomen (juridische geschiedenis) en hoe het begrip ‘bijzondere omstandigheden’ waarnaar in het Activiteitenbesluit wordt verwezen, in de praktijk wordt toegepast;
c. Laagfrequent en hoogfrequent geluid en de toepasselijke normen;
d. Het geluidsspectrum van de windturbine, tonaal en pulserend geluid;
e. Aspecten met betrekking tot cumulatie met bestaande bedrijven en windturbines in België;
f. De (voorlopige) resultaten van de geluidsmeting van de huidige situatie in Lanakerveld[1];
g. De betrouwbaarheid van de metingen vergeleken met berekeningen op basis van computermodellen;
h. Het verband tussen de windsnelheid en de geluidsproductie van de vier turbines;
i. Het akoestisch onderzoek betreffende laagfrequent geluid en de Deense norm;
j. De staat van onderhoud van de windturbines en de geluidsproductie.
k. De meerjarige windstatistieken van het KNMI, de masthoogte van de windturbine en de geluidsproductie (bronniveau);
l. De windsnelheid 's avonds/'s nachts op grote hoogte en de geluidsproductie (bronniveau);
m. De autonome ontwikkeling van Albertknoop en Lanakerveld en het effect daarvan op de totale geluidsproductie;
n. De bepaling van het maximale bronniveau door de leverancier en de door hem gegeven garanties voor het maximale bronniveau;
o. Het verband tussen de masthoogte van de windturbines en laagfrequent geluid;

[1] Deze metingen waren niet beschikbaar bij het opstellen van dit rapport

Bijlage B. Schatting van de fout door het gebruik van isolatiegegevens van Hoffmeyer en Jakobsen

Volgens Pedersen et al. [59] kunnen met een 3D-hoekmeting niveaus worden vastgesteld die rond de maximale niveaus voor laagfrequent geluid liggen waaraan mensen in ruimtes worden blootgesteld. Dit wordt ondersteund door gegevens van Brunskog en Jakobsen[60] die het geluidveld simuleerden in 100 ruimte/frequentiecombinaties; zij constateerden dat de 3D-hoekmethode een vrij adequate berekening vormt van de maximumniveaus waaraan bewoners in open ruimtes in de kamer worden blootgesteld (zie tabellen 3 en 4 in hun rapport, gemiddelde fout lager dan 1 dB).

In parallelmetingen in negen kamers werden afhankelijk van de frequentie gemiddelde verschillen tussen 0,3 - 9,6 dB waargenomen tussen de 3D-hoekmethode en de door Hoffmeyer en Jakobsen toegepaste methode[36] (metingen respectievelijk van Hoffmeyer en Søndergaard[15] en Hoffmeyer[61]).

Daarom wordt voorgesteld om voor het totale laagfrequente geluid uit te gaan van een foutwaarde die in het midden van dit bereik ligt, te weten 5 dB. Dit is een conservatieve schatting aangezien de voornaamste bijdragen afkomstig zijn van frequenties van 50 Hz of meer, en op deze frequenties de verschillen ca. 5 dB of hoger zijn.

Een vergelijkbaar verschil wordt ondersteund door metingen in drie kamers van Pedersen et al. (zie figuur 20 in hun rapport).

Tot slot constateerden Moorhouse en Ramadorai [62] dat het gemiddelde vermogen van metingen op een klein aantal willekeurige posities volgens de ISO 140-reeks[63] minimaal 2-3 dB lager ligt dan het werkelijke gemiddelde vermogen in de kamer bij frequenties onder de 125-160 Hz. ISO 140 hanteert vijf posities, Hoffmeyer en Jakobsen slechts drie. Pedersen et al. constateerden dat de gebieden met hoge niveaus 3-4 dB hoger liggen dat het werkelijke gemiddelde vermogen in de kamer. Ook dit levert een conservatieve schatting op van 5 dB voor de fout door gebruik van de gegevens van Hoffmeyer en Jakobsen.

Referenties:

[59] S. Pedersen, H. Møller, K.P. Waye, *Indoor measurements of noise at low frequencies - Problems and solutions*, Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, **26** (4), 249-270, 2007.
[60] J. Brunskog and F. Jacobsen, *Measurements of low-frequency noise in rooms,* Memorandum (Danish Environmental Protection Agency, 2008).
[61] D. Hoffmeyer, *Supplerende databehandling af resultater af lydisolationsmålinger gennemført i projektet "Lavfrekvent støj fra store vindmøller" (Supplementary data processing of sound insulation measurements carried out in the project "Low-frequency noise from large wind turbines"),* Report RL 20/08, Delta, 29. September 2008.
[62] A. Moorhouse, R. Ramadorai, *Measurement of the average sound pressure level in a room at low frequencies*, The Thirteenth International Congress on Sound and Vibration, Vienna, 2006.
[63] ISO 140, *Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements,* International Organization for Standardization, Geneva, 1998.

Bijlage C. Geluidsspectra gebruikt in berekeningen

De producent heeft geen frequentieverdelingen voor het geproduceerde geluid beschikbaar gesteld. Daarom zijn de relatieve spectrumwaarden op basis van metingen van de V112-3.0 MW[8]-turbine toegepast op de gegevensbladwaarden voor het totale geluid van de V80-2.0 MW[10]- en V112-3.0 MW[9]-turbines. Dit is dezelfde procedure die door Arcadis is toegepast[5]. Zie ook hoofdstuk 3.5.

Tabel 4. Bronspectra gebruikt voor de V80-2.0 MW- en V112-3.0 MW-turbines en de achtergrondgegevens. Alle gegevens zijn A-gewogen bronvermogens in decibels.

	Gemeten voor V112 bij 8 m/s		Gegevensblad 8 m/s	
			V80	V112
Totaal L_{WA}	**106,0**		**105,2**	**106,5**
Frequentie		Relatief	**Gebruikt in berekeningen**	
10	45,2	-60,8	44,4	45,7
12,5	49,9	-56,1	49,1	50,4
16	56,3	-49,7	55,5	56,8
20	65,9	-40,1	65,1	66,4
25	70,4	-35,6	69,6	70,9
31,5	70,3	-35,7	69,5	70,8
40	74,9	-31,1	74,1	75,4
50	77,9	-28,1	77,1	78,4
63	87,0	-19,0	86,2	87,5
80	86,2	-19,8	85,4	86,7
100	92,1	-13,9	91,3	92,6
125	89,3	-16,7	88,5	89,8
160	90,0	-16,0	89,2	90,5
200	91,4	-14,6	90,6	91,9
250	90,4	-15,6	89,6	90,9
315	91,9	-14,1	91,1	92,4
400	92,0	-14,0	91,2	92,5
500	92,6	-13,4	91,8	93,1
630	95,6	-10,4	94,8	96,1
800	95,5	-10,5	94,7	96,0
1000	96,9	-9,1	96,1	97,4
1250	96,9	-9,1	96,1	97,4
1600	95,0	-11,0	94,2	95,5
2000	95,2	-10,8	94,4	95,7
2500	92,8	-13,2	92,0	93,3
3150	91,6	-14,4	90,8	92,1
4000	89,9	-16,1	89,1	90,4
5000	84,1	-21,9	83,3	84,6
6300	80,8	-25,2	80,0	81,3
8000	78,8	-27,2	78,0	79,3
10000	77,8	-28,2	77,0	78,3

Industrial Wind Turbines and Health:
Wind Turbines Can Harm Humans if too close to Residents [1]

A summary of peer reviewed and conference articles, their abstracts and citations, regarding adverse health effects and industrial wind turbines [2]

Compiled September, 2012

Wind Turbine Acoustic Investigation: Infrasound and Low-Frequency Noise--A Case Study

Stephen E. Ambrose, Robert W. Rand and Carmen M. E. Krogh

DOI: 10.1177/0270467612455734
Bulletin of Science Technology & Society published online 17 August 2012
The online version of this article can be found at:
http://bst.sagepub.com/content/early/2012/07/30/0270467612455734



Bio: Stephen E. Ambrose has more than 35 years of experience in industrial noise control. Board Certified and Member INCE since 1978, he runs a small business providing cost-effective environmental noise consulting services for industrial and commercial businesses, municipal and state governments, and private citizens.

Bio: Robert W. Rand has more than 30 years of experience in industrial noise control, environmental sound and general acoustics. A Member INCE since 1993, he runs a small business providing consulting, investigator, and design services in acoustics.

Bio: Carmen M. E. Krogh, BScPharm, provided research and reference support. She is a retired pharmacist with more than 40 years of experience in health. She has held senior executive positions at a major teaching hospital, a professional association, and Health Canada. She was former Director of Publications and Editor-in-Chief of the Compendium of Pharmaceutical and Specialties (CPS), the book used in Canada by physicians, nurses, and other health professions for prescribing information on medication.

---

[1] Excerpted from Case Nos.: 10-121/10-122 Erickson v. Director, Ministry of the Environment Environmental Review Tribunal, Decision, p 207 "This case has successfully shown that the debate should not be simplified to one about whether wind turbines can cause harm to humans. The evidence presented to the Tribunal demonstrates that they can, if facilities are placed too close to residents. The debate has now evolved to one of degree."

[2] This summary focuses on published literature 2010 to March 2012 associated with risks to health. References are not intended to be exhaustive.

Abstract
Wind turbines produce sound that is capable of disturbing local residents and is reported to cause annoyance, sleep disturbance, and other health-related impacts. An acoustical study was conducted to investigate the presence of infrasonic and low-frequency noise emissions from wind turbines located in Falmouth, Massachusetts, USA. During the study, the investigating acousticians experienced adverse health effects consistent with those reported by some Falmouth residents. The authors conclude that wind turbine acoustic energy was found to be greater than or uniquely distinguishable from the ambient background levels and capable of exceeding human detection thresholds. The authors emphasize the need for epidemiological and laboratory research by health professionals and acousticians concerned with public health and well-being to develop effective and precautionary setback distances for industrial wind turbines that protect residents from wind turbine sound.

Falmouth, Massachusetts wind turbine infrasound and low frequency noise measurements

Stephen E. Ambrose, Robert W. Rand and Carmen M. E. Krogh

Invited paper presented at Inter-noise 2012m New York City, NY



Bio: Stephen E. Ambrose has more than 35 years of experience in industrial noise control. Board Certified and Member INCE since 1978, he runs a small business providing cost-effective environmental noise consulting services for industrial and commercial businesses, municipal and state governments, and private citizens.

Bio: Robert W. Rand has more than 30 years of experience in industrial noise control, environmental sound and general acoustics. A Member INCE since 1993, he runs a small business providing consulting, investigator, and design services in acoustics.

Bio: Carmen M. E. Krogh, BScPharm, provided research and reference support. She is a retired pharmacist with more than 40 years of experience in health. She has held senior executive positions at a major teaching hospital, a professional association, and Health Canada. She was former Director of Publications and Editor-in-Chief of the Compendium of Pharmaceutical and Specialties (CPS), the book used in Canada by physicians, nurses, and other health professions for prescribing information on medication.

Abstract
Falmouth, Massachusetts has experienced non-predicted adverse acoustic and health impacts from an industrial wind turbine (IWT) sited close to neighbors. The public response from this quiet rural area has been very vocal for a majority of homeowners living within 3000-ft. Complaints have ranged from the unexpectedly loud with constant fluctuations and the non-

audible pressure fluctuations causing a real loss of public health and well-being. Early research indicates that both the IHC and OHC functions of the ear receive stimulation during moderate to strong wind speeds. This research presents a challenge to noise control and health professionals to determine the causal factors for the adverse public health impacts. This case study will present sound level and analyzed measurement data obtained while living in a house 1700-ft from an operating IWT during moderate to strong hub height wind speeds. There was a strong correlation with wind speed, power output and health symptoms.

The Noise from Wind Turbines: Potential Adverse Impacts on Children's Well-Being
Arline L. Bronzaft

Bulletin of Science Technology & Society 2011 31: 256, DOI: 10.1177/0270467611412548,
http://bst.sagepub.com/content/31/4/291



Bio: Dr. Arline L. Bronzaft is a Professor Emerita of Lehman College, City University of New York. She serves on the Mayor's GrowNYC, having been named to this organization by three previous Mayors as well. Dr. Bronzaft is the author of landmark research on the effects of elevated train noise on children's classroom learning; has examined the impacts of airport-related noise on quality of life; and has published articles on noise in environmental books, academic journals and the more popular press. In 2007, she assisted in the updating of the New York City Noise Code.

Abstract
Research linking loud sounds to hearing loss in youngsters is now widespread, resulting in the issuance of warnings to protect children's hearing. However, studies attesting to the adverse effects of intrusive sounds and noise on children's overall mental and physical health and well-being have not received similar attention. This, despite the fact that many studies have demonstrated that intrusive noises such as those from passing road traffic, nearby rail systems, and overhead aircraft can adversely affect children's cardiovascular system, memory, language development, and learning acquisition. While some schools in the United States have received funds to abate intrusive aircraft noise, for example, many schools still expose children to noises from passing traffic and overhead aircraft. Discussion focuses on the harmful effects of noise on children, what has to be done to remedy the situation, and the need for action to lessen the impacts of noise from all sources. Furthermore, based on our knowledge of the harmful effects of noise on children's health and the growing body of evidence to suggest the potential harmful effects of industrial wind turbine noise, it is strongly urged that further studies be conducted on the impacts of industrial wind turbines on their health, as well as the health of their parents, before forging ahead in siting industrial wind turbines.

Wind Turbine Noise
John P. Harrison
Bulletin of Science Technology & Society 2011 31: 256, DOI: 10.1177/0270467611412549,
http://bst.sagepub.com/content/31/4/256

Bio: Dr. John P. Harrison has expertise in the properties of matter at low temperatures with emphasis on high frequency sound waves (phonons). For the past 5 years he has studied wind turbine noise and its regulation. He has presented invited talks on the subject at 3 conferences, including the 2008 World Wind Energy Conference.

Abstract
Following an introduction to noise and noise regulation of wind turbines, the problem of adverse health effects of turbine noise is discussed. This is attributed to the characteristics of turbine noise and deficiencies in the regulation of this noise. Both onshore and offshore wind farms are discussed.

Editorial
Wind turbine noise
Christopher D Hanning and Alun Evans
British Medical Journal, BM J2 012;344d oi: 10.1136/ bmj.e1527 (8 March 2012)
www.bmj.com

Bio: Christopher Hanning, BSc, MB, BS, MRCS, LRCP, FRCA, MD is an honorary consultant in sleep medicine Sleep Disorders Service, University Hospitals of Leicester, Leicester General Hospital, Leicester, UK
Dr Chris Hanning is Honorary Consultant in Sleep Disorders Medicine to the University Hospitals of Leicester NHS Trust, UK. He retired in September 2007 as Consultant in Sleep Disorders Medicine.

After initial training in anaesthesia, he developed an interest in Sleep Medicine. He founded and ran the Leicester Sleep Disorders Service, one of the longest standing and largest services in the UK. He was a founder member and President of the British Sleep Society

His expertise in this field has been accepted by the civil, criminal and family courts. He chairs the Advisory panel of the SOMNIA study, a major project investigating sleep quality in the elderly, and sits on Advisory panels for several companies with interests in sleep medicine.

Bio: Alun Evans, is an epidemiologist, Centre for Public Health, Queen's University of Belfast, Institute of Clinical Science B, Belfast, UK

Except from BMJ web site:

Seems to affect health adversely and an independent review of evidence is needed.

The evidence for adequate sleep as a prerequisite for human health, particularly child health, is overwhelming. Governments have recently paid much attention to the effects of environmental noise on sleep duration and quality, and to how to reduce such noise. However, governments have also imposed noise from industrial wind turbines on large swathes of peaceful countryside.

The impact of road, rail, and aircraft noise on sleep and daytime functioning (sleepiness and cognitive function) is well established. Shortly after wind turbines began to be erected close to housing, complaints emerged of adverse effects on health. Sleep disturbance was the main complaint. Such reports have been dismissed as being subjective and anecdotal, but experts contend that the quantity, consistency, and ubiquity of the complaints constitute epidemiological evidence of a strong link between wind turbine noise, ill health, and disruption of sleep.

The noise emitted by a typical onshore 2.5 MW wind turbine has two main components. A dynamo mounted on an 80 m tower is driven through a gear train by …

Literature Reviews on Wind Turbines and Health : Are They Enough?
Brett Horner, Roy D. Jeffery and Carmen M. E. Krogh
Bulletin of Science Technology & Society 2011 31: 399. DOI: 10.1177/0270467611421849
http://bst.sagepub.com/content/31/5/399



Bio: Brett Horner, BA, is a certified management accountant and has held senior manager positions in international business consulting groups. He has provided information technology consulting and accounting/auditing services to a wide variety of clientele. He has dedicated over 2 years reviewing and analyzing references on the subject of industrial wind turbines and reported health effects.

Bio: Roy D. Jeffery, MD, is a rural family physician and a clinical preceptor for the University of Ottawa and the Northern Ontario Medical Schools. He practices rural medicine with special interests regarding geriatric home care and rural health. He has the distinction of being awarded the Ontario Family Physician of the Year–Northern Division in 2008.

Bio: Carmen M. E. Krogh, BSc Pharm, is a retired pharmacist with more than 40 years of experience in health. She has held senior executive positions at a major teaching hospital, a professional association, and Health Canada. She was a former director of Publications and editor-in-chief of the Compendium of Pharmaceutical and Specialties, the book used in Canada by physicians, nurses, and other health professions for prescribing information on medication.

Abstract
Industrial wind turbines (IWTs) are a new source of community noise to which relatively few people have yet been exposed. IWTs are being erected at a rapid pace in proximity to human habitation. Some people report experiencing adverse health effects as a result of living in the environs of IWTs. In order to address public concerns and assess the plausibility of reported adverse health effects, a number of literature reviews have been commissioned by various organizations. This article explores some of the recent literature reviews on IWTs and adverse health effects. It considers the completeness, accuracy, and objectivity of their contents and conclusions. While some of the literature reviews provide a balanced assessment and draw reasonable scientific conclusions, others should not be relied on to make informed decisions. The article concludes that human health research is required to develop authoritative guidelines for the siting of IWTs in order to protect the health and welfare of exposed individuals.

Wind Turbine Infra and Low-Frequency Sound: Warnings Signs That Were Not Heard
Richard R James
DOI: 10.1177/0270467611421845
Bulletin of Science Technology & Society published online 15 December 2011
The online version of this article can be found at:
http://bst.sagepub.com/content/early/2011/11/07/0270467611421845



Bio: Richard R. James, Institute of Noise Control Engineering, has been actively involved in the field of noise control since 1969, participating in and supervising research and engineering projects related to control of occupational and community noise. He has performed extensive acoustical testing and development work for a variety of complex

environmental noise problems using both classical and computer simulation techniques. Since 2006, he has been involved with noise and health issues related to industrial wind turbines.

Abstract
Industrial wind turbines are frequently thought of as benign. However, the literature is reporting adverse health effects associated with the implementation of industrial-scale wind developments. This article explores the historical evidence about what was known regarding infra and low-frequency sound from wind turbines and other noise sources during the period from the 1970s through the end of the 1990s. This exploration has been accomplished through references, personal interviews and communications, and other available documentation. The application of past knowledge could improve the current siting of industrial wind turbines and avoid potential risks to health.

Wind Turbines Make Waves:
Why Some Residents Near Wind Turbines Become Ill
Magda Havas and David Colling
Bulletin of Science Technology & Society 2011 31: 414. DOI: 0.1177/0270467611417852
http://bst.sagepub.com/content/31/5/369

Bio: Magda Havas, PhD, is an associate professor at Trent University where she teaches and conducts research on the biological and health effects of electromagnetic and chemical pollutants. She received her BSc and PhD at the University of Toronto and did postdoctoral research at Cornell University on acid rain and aluminum toxicity.

Bio: David Colling has applied his electrical engineering studies at Ryerson Polytechnical Institute and his specialized training in electrical pollution to conduct electrical pollution testing for Bio-Ag on farms, homes, and office buildings. Some of the homes tested are located in the environs of industrial wind turbines.

Abstract
People who live near wind turbines complain of symptoms that include some combination of the following: difficulty sleeping, fatigue, depression, irritability, aggressiveness, cognitive dysfunction, chest pain/pressure, headaches, joint pain, skin irritations, nausea, dizziness, tinnitus, and stress. These symptoms have been attributed to the pressure (sound) waves that wind turbines generate in the form of noise and infrasound. However, wind turbines also generate electromagnetic waves in the form of poor power quality (dirty electricity) and ground current, and these can adversely affect those who are electrically hypersensitive. Indeed, the symptoms mentioned above are consistent with electrohypersensitivity.

Sensitivity to both sound and electromagnetic waves differs among individuals and may explain why not everyone in the same home experiences similar effects. Ways to mitigate the adverse health effects of wind turbines are presented.

Industrial Wind Turbine Development and Loss of Social Justice?
Carmen M.E. Krogh
Bulletin of Science Technology & Society 2011 31: 321, DOI: 10.1177/0270467611412550,
http://bst.sagepub.com/content/31/4/321



Bio: Carmen M. E. Krogh, BScPharm is a retired pharmacist with more than 40 years of experience in health. She has held senior executive positions at a major teaching hospital, a professional association and Health Canada. She was a former Director of Publications and Editor-in-chief of *the Compendium of Pharmaceutical and Specialties (CPS)*, the book used in Canada by physicians, nurses and other health professions for prescribing information on medication.

Abstract
This article explores the loss of social justice reported by individuals living in the environs of industrial wind turbines (IWTs). References indicate that some individuals residing in proximity to IWT facilities experience adverse health effects. These adverse health effects are severe enough that some families have abandoned their homes. Individuals report they welcomed IWTs into their community and the negative consequences were unexpected. Expressions of grief are exacerbated by the emotional and physical toll of individuals' symptoms, loss of enjoyment of homes and property, disturbed living conditions, financial loss, and the lack of society's recognition of their situation. The author has investigated the reported loss of social justice through a review of literature, personal interviews with, and communications from, those reporting adverse health effects. The author's intention is to create awareness that loss of social justice is being associated with IWT development. This loss of justice arises from a number of factors, including the lack of fair process, the loss of rights, and associated disempowerment. These societal themes require further investigation. Research by health professionals and social scientists is urgently needed to address the health and social impacts of IWTs operating near family homes.

WindVOiCe, a Self-Reporting Survey: Adverse Health Effects, Industrial Wind Turbines, and the Need for Vigilance Monitoring
Carmen M.E. Krogh, Lorrie Gillis, Nicholas Kouwen, and Jeffery Aramini
Bulletin of Science Technology & Society 2011 31: 334, DOI: 10.1177/0270467611412551,
http://bst.sagepub.com/content/31/4/334

BULLETIN OF SCIENCE, TECHNOLOGY & SOCIETY

Bio: Carmen M. E. Krogh, BScPharm is a retired pharmacist with more than 40 years of experience in health. She has held senior executive positions at a major teaching hospital, a professional association and Health Canada. She was a former Director of Publications and Editor-in-chief of the *Compendium of Pharmaceutical and Specialties (CPS)*, the book used in Canada by physicians, nurses and other health professions for prescribing information on medication.

Bio: Ms Lorrie Gillis is the process administrator for the WindVOiCe health survey. Ms Gillis volunteers her time and ensures the processes for administering the protocols are maintained.

Bio: Dr. Nicholas Kouwen is a Distinguished Professor Emeritus in the Department of Civil and Environmental Engineering of the University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada. He is a registered Professional Engineer (Ontario) and a Fellow of the American Society of Civil Engineers. His field of expertise is in hydraulic and hydrological modelling and is currently involved in studies dealing with the impact of climate change on water availability.

Bio: Dr. Jeff Aramini is a public health epidemiologist with expertise in the investigation of health concerns using epidemiological principles. DVM and M.Sc. from the University of Saskatchewan; Ph.D. from the University of Guelph. Former senior epidemiologist with Health Canada/Public Health Agency of Canada. Currently, President and CEO of an organization that addresses public health, patient care, public safety and information management for clients in government, industry and academia.

Abstract
Industrial wind turbines have been operating in many parts of the globe. Anecdotal reports of perceived adverse health effects relating to industrial wind turbines have been published in the media and on the Internet. Based on these reports, indications were that some residents perceived they were experiencing adverse health effects. The purpose of the WindVOiCe health survey was to provide vigilance monitoring for those wishing to report their perceived adverse health effects. This article discusses the results of a self reporting health survey regarding perceived adverse health effects associated with industrial wind turbines.

Wind turbines can harm humans: a case study
Carmen ME Krogh, Roy D Jeffery, Jeff Aramini, Brett Horner
Paper presented at Inter-noise 2012, New York City, NY



Bio: Carmen M. E. Krogh, BSc Pharm, is a retired pharmacist with more than 40 years of experience in health. She has held senior executive positions at a major teaching hospital, a professional association, and Health Canada. She was a former director of Publications and editor-in-chief of the Compendium of Pharmaceutical and Specialties, the book used in Canada by physicians, nurses, and other health professions for prescribing information on medication.

Bio: Roy D. Jeffery, MD, is a rural family physician and a clinical preceptor for the University of Ottawa and the Northern Ontario Medical Schools. He practices rural medicine with special interests regarding geriatric home care and rural health. He has the distinction of being awarded the Ontario Family Physician of the Year–Northern Division in 2008.

Bio: Dr. Jeff Aramini is a public health epidemiologist with expertise in the investigation of health concerns using epidemiological principles. DVM and M.Sc. from the University of Saskatchewan; Ph.D. from the University of Guelph. Former senior epidemiologist with Health Canada/Public Health Agency of Canada. Currently, President and CEO of an organization that addresses public health, patient care, public safety and information management for clients in government, industry and academia.

Bio: Brett Horner, BA, is a certified management accountant and has held senior manager positions in international business consulting groups. He has provided information technology consulting and accounting/auditing services to a wide variety of clientele. He has dedicated over 2 years reviewing and analyzing references on the subject of industrial wind turbines and reported health effects.

Abstract
In Canada the Ontario Government has adopted wind energy as a renewable energy source. Our research in Ontario documents some individuals living in the environs of wind turbines report experiencing physiological and psychological symptoms, reduced quality of life, degraded living conditions, and adverse social economic impacts. Some families have abandoned their homes or negotiated financial agreements with wind energy developers. Wind turbine noise is a reported cause of these effects; however, some commentators suggest sound from wind turbines does not pose a risk of any adverse health effect in humans. These competing claims can confuse authorities responsible for establishing noise guidelines. An Ontario Environmental Review Tribunal considered a wide body of evidence including expert testimony and found wind turbines can harm humans if placed too close to residents. Risks must be understood to ensure guidelines protect human health. Evidence including peer reviewed literature, case reports, freedom of information documents and expert testimony will be presented which support the conclusion that wind turbines, if placed too close to residents, can harm human health.

Wind turbine noise perception, pathways and effects: a case study
Carmen ME Krogh, Roy D Jeffery, Jeff Aramini, Brett Horner
Paper presented at Inter-noise 2012, New York City, NY



Bio: Carmen M. E. Krogh, BSc Pharm, is a retired pharmacist with more than 40 years of experience in health. She has held senior executive positions at a major teaching hospital, a professional association, and Health Canada. She was a former director of Publications and editor-in-chief of the Compendium of Pharmaceutical and Specialties, the book used in Canada by physicians, nurses, and other health professions for prescribing information on medication.

Bio: Roy D. Jeffery, MD, is a rural family physician and a clinical preceptor for the University of Ottawa and the Northern Ontario Medical Schools. He practices rural medicine with special interests regarding geriatric home care and rural health. He has the distinction of being awarded the Ontario Family Physician of the Year–Northern Division in 2008.

Bio: Dr. Jeff Aramini is a public health epidemiologist with expertise in the investigation of health concerns using epidemiological principles. DVM and M.Sc. from the University of Saskatchewan; Ph.D. from the University of Guelph. Former senior epidemiologist with Health Canada/Public Health Agency of Canada. Currently, President and CEO of an organization that addresses public health, patient care, public safety and information management for clients in government, industry and academia.

Bio: Brett Horner, BA, is a certified management accountant and has held senior manager positions in international business consulting groups. He has provided information technology consulting and accounting/auditing services to a wide variety of clientele. He has dedicated over 2 years reviewing and analyzing references on the subject of industrial wind turbines and reported health effects.

Abstract
In Ontario Canada wind turbines are being sited close to humans. Wind turbine noise is perceived to be more annoying than other equally loud sources of sound. This annoyance can contribute to stress related health impacts. An Ontario government commissioned report concludes a nontrivial percentage of exposed persons will be impacted. Our research documents some Ontarians living in the environs of wind turbines report experiencing physiological and psychological symptoms, reduced quality of life, degraded living conditions, and adverse social economic impacts including a loss of social justice. In some cases the effects resulted in families abandoning their homes. Others have negotiated financial agreements with wind energy developers. An Ontario Environmental Tribunal

considered a wide body of evidence including expert witness testimony and found that wind turbines can harm humans if placed too close to residents. Peer reviewed literature, case reports, freedom of information documents and expert testimony will be presented which support the conclusion that noise perception via the indirect pathway can result in serious negative effects.

Annoyance can represent a serious degradation of health: wind turbine noise a case study
Carmen ME Krogh, Roy D Jeffery, Jeff Aramini, Brett Horner
Paper presented at Inter-noise 2012, New York City, NY

Bio: Carmen M. E. Krogh, BSc Pharm, is a retired pharmacist with more than 40 years of experience in health. She has held senior executive positions at a major teaching hospital, a professional association, and Health Canada. She was a former director of Publications and editor-in-chief of the Compendium of Pharmaceutical and Specialties, the book used in Canada by physicians, nurses, and other health professions for prescribing information on medication.

Bio: Roy D. Jeffery, MD, is a rural family physician and a clinical preceptor for the University of Ottawa and the Northern Ontario Medical Schools. He practices rural medicine with special interests regarding geriatric home care and rural health. He has the distinction of being awarded the Ontario Family Physician of the Year–Northern Division in 2008.

Bio: Dr. Jeff Aramini is a public health epidemiologist with expertise in the investigation of health concerns using epidemiological principles. DVM and M.Sc. from the University of Saskatchewan; Ph.D. from the University of Guelph. Former senior epidemiologist with Health Canada/Public Health Agency of Canada. Currently, President and CEO of an organization that addresses public health, patient care, public safety and information management for clients in government, industry and academia.

Bio: Brett Horner, BA, is a certified management accountant and has held senior manager positions in international business consulting groups. He has provided information technology consulting and accounting/auditing services to a wide variety of clientele. He has dedicated over 2 years reviewing and analyzing references on the subject of industrial wind turbines and reported health effects.

Abstract
Annoyance is often discounted as a health concern. Wind turbine noise is perceived to be more annoying than other equally loud sources of sound. The Ontario government commissioned a report which concludes a non-trivial percentage those exposed to wind

turbine sound will be highly annoyed which can be expected to contribute to stress related health impacts. Our research in Ontario, Canada documents some individuals living in the environs of wind turbines report experiencing physiological and psychological symptoms, reduced quality of life, degraded living conditions, and adverse social and economic impacts. Some families have abandoned their homes or negotiated financial agreements with wind energy developers. An Ontario Environmental Review Tribunal considered a wide body of evidence including expert testimony and found wind turbines can harm humans if placed too close to residents. Evidence including peer reviewed literature, case reports, freedom of information documents and expert testimony are presented which support the conclusion that annoyance can represent a serious degradation of health.

Low-frequency noise from large wind turbines

Henrik Møller and Christian Sejer Pedersen
Section of Acoustics, Aalborg University,
Fredrik Bajers Vej 7-B5, DK-9220 Aalborg Ø, Denmark, Acoustical Society of America
[DOI: 10.1121/1.3543957] J. Acoust. Soc. Am. 129 (6), June 2011 PACS number(s): 43.50.Rq, 43.28.Hr, 43.50.Cb, 43.50.Sr [ADP] Pages: 3727–3744



Abstract
As wind turbines get larger, worries have emerged that the turbine noise would move down in frequency and that the low-frequency noise would cause annoyance for the neighbors. The noise emission from 48 wind turbines with nominal electric power up to 3.6 MW is analyzed and discussed. The relative amount of low-frequency noise is higher for large turbines (2.3–3.6 MW) than for small turbines (2 MW), and the difference is statistically significant. The difference can also be expressed as a downward shift of the spectrum of approximately one-third of an octave. A further shift of similar size is suggested for future turbines in the 10-MW range. Due to the air absorption, the higher low-frequency content becomes even more pronounced, when sound pressure levels in relevant neighbor distances are considered. Even when A-weighted levels are considered, a substantial part of the noise is at low frequencies, and for several of the investigated large turbines, the one-third-octave band with the highest level is at or below 250 Hz. It is thus beyond any doubt that the low-frequency part of the spectrum plays an important role in the noise at the neighbors.

Toward a Case Definition of Adverse Health Effects in the Environs of Industrial Wind Turbines: Facilitating a Clinical Diagnosis

Robert Y. McMurtry
Bulletin of Science Technology & Society 2011 31: 316, DOI: 10.1177/0270467611415075,

http://bst.sagepub.com/content/31/4/316



Bio: Dr. Robert Y. McMurtry is the former Dean of Medicine for the University of Western Ontario. He was a member of the Health Council of Canada for 3½ years and a member and special advisor to the Royal Commission under Roy Romanow on the future of health care in Canada. Dr. McMurtry was a visiting Cameron Chair to Health Canada for providing policy advice to the Minister and Deputy Minister of Health. He was the Founding and Associate Deputy Minister of Population & Public Health, Canada. Dr. McMurtry also sat on the National Steering Committee on Climate Change and Health Assessment. Presently Dr. McMurtry is Professor (Emeritus) of Surgery, University of Western Ontario.

Abstract
Internationally, there are reports of adverse health effects (AHE) in the environs of industrial wind turbines (IWT). There was multidisciplinary confirmation of the key characteristics of the AHE at the first international symposium on AHE/IWT. The symptoms being reported are consistent internationally and are characterized by crossover findings or a predictable appearance of signs and symptoms present with exposure to IWT sound energy and amelioration when the exposure ceases. There is also a revealed preference of victims to seek restoration away from their homes. This article identifies the need to create a case definition to establish a clinical diagnosis. A case definition is proposed that identifies the sine qua non diagnostic criteria for a diagnosis of adverse health effects in the environs of industrial wind turbines. Possible, probable, and confirmed diagnoses are detailed. The goal is to foster the adoption of a common case definition that will facilitate future research efforts.

Properly Interpreting the Epidemiologic Evidence About the Health Effects of Industrial Wind Turbines on Nearby Residents

Carl V. Phillips

Bulletin of Science Technology & Society 2011 31: 303, DOI: 10.1177/0270467611412554,
http://bst.sagepub.com/content/31/4/303



Bio: Dr. Carl V. Phillips is a consultant and author specializing in epidemiology, science-based policy making, and communicating scientific concepts to the public. He spent most of his career as a professor of public health and now works in litigation support, scientific

advising, and grant-supported research. He blogs at ep-ology.blogspot.com, which provides links to his other writings.

Abstract
There is overwhelming evidence that wind turbines cause serious health problems in nearby residents, usually stress-disorder type diseases, at a nontrivial rate. The bulk of the evidence takes the form of thousands of adverse event reports. There is also a small amount of systematically gathered data. The adverse event reports provide compelling evidence of the seriousness of the problems and of causation in this case because of their volume, the ease of observing exposure and outcome incidence, and case-crossover data. Proponents of turbines have sought to deny these problems by making a collection of contradictory claims including that the evidence does not "count," the outcomes are not "real" diseases, the outcomes are the victims' own fault, and that acoustical models cannot explain why there are health problems so the problems must not exist. These claims appeared to have swayed many nonexpert observers, though they are easily debunked. Moreover, though the failure of models to explain the observed problems does not deny the problems, it does mean that we do not know what, other than kilometers of distance, could sufficiently mitigate the effects. There has been no policy analysis that justifies imposing these effects on local residents. The attempts to deny the evidence cannot be seen as honest scientific disagreement and represent either gross incompetence or intentional bias.

Occupational Health and Industrial Wind Turbines: A Case Study
Robert W. Rand, Stephen E. Ambrose, and Carmen M. E. Krogh
Bulletin of Science Technology & Society 2011 31: 359DOI: 10.1177/0270467611417849
http://bst.sagepub.com/content/31/5/359



Bio: Robert W. Rand is a principal author with over 30 years of experience in industrial noise control, environmental sound, and general acoustics. A member of the Institute of Noise Control Engineering since 1993, he runs a small business providing consulting, investigator, and design services in acoustics.

Bio: Stephen E. Ambrose is a principal author with over 35 years of experience in industrial noise control. A member of the Institute of Noise Control Engineering since 1978, he runs a small business providing cost-effective environmental noise consulting services for industrial and commercial businesses, municipal and state governments, and private citizens.

Bio: Carmen M. E. Krogh, BScPharm, who provided health-related research and reference support, is a retired pharmacist with more than 40 years of experience in health. She has held senior executive positions at a major teaching hospital, a professional association, and Health

Canada. She was a former Director of Publications and Editor in Chief of the *Compendium of Pharmaceutical and Specialties (CPS)*, the book used in Canada by physicians, nurses, and other health professions for prescribing information on medication.

Abstract
Industrial wind turbines (IWTs) are being installed at a fast pace globally. Researchers, medical practitioners, and media have reported adverse health effects resulting from living in the environs of IWTs. While there have been some anecdotal reports from technicians and other workers who work in the environs of IWTs, little is known about the occupational health sector. The purpose of this case study is to raise awareness about the potential for adverse health effects occurring among workers. The authors propose that there is a need for research regarding occupational worker exposure relating to IWTs.

Responses of the ear to low frequency sounds, infrasound and wind turbines.

Alec N. Salt and T.E. Hullar.
Department of Otolaryngology,
Washington University School of Medicine, St. Louis, MO, 63110, USA.

Hearing Research 2010 Sep 1; 268(1-2):12-21. Epub 2010 Jun 16



Abstract
Infrasonic sounds are generated internally in the body (by respiration, heartbeat, coughing, etc) and by external sources, such as air conditioning systems, inside vehicles, some industrial processes and, now becoming increasingly prevalent, wind turbines. It is widely assumed that infrasound presented at an amplitude below what is audible has no influence on the ear. In this review, we consider possible ways that low frequency sounds, at levels that may or may not be heard, could influence the function of the ear. The inner ear has elaborate mechanisms to attenuate low frequency sound components before they are transmitted to the brain. The auditory portion of the ear, the cochlea, has two types of sensory cells, inner hair cells (IHC) and outer hair cells (OHC), of which the IHC are coupled to the afferent fibers that transmit "hearing" to the brain. The sensory stereocilia ("hairs") on the IHC are "fluid coupled" to mechanical stimuli, so their responses depend on stimulus velocity and their sensitivity decreases as sound frequency is lowered. In contrast, the OHC are directly coupled to mechanical stimuli, so their input remains greater than for IHC at low frequencies. At very low frequencies the OHC are stimulated by sounds at levels below those that are heard. Although the hair cells in other sensory structures such as the saccule may be tuned to infrasonic frequencies, auditory stimulus coupling to these structures is inefficient so that they are unlikely to be influenced by airborne infrasound. Structures that are involved in

endolymph volume regulation are also known to be influenced by infrasound, but their sensitivity is also thought to be low. There are, however, abnormal states in which the ear becomes hypersensitive to infrasound. In most cases, the inner ear's responses to infrasound can be considered normal, but they could be associated with unfamiliar sensations or subtle changes in physiology. This raises the possibility that exposure to the infrasound component of wind turbine noise could influence the physiology of the ear.

Infrasound From Wind Turbines Could Affect Humans
Alec N. Salt and James A. Kaltenbach
Bulletin of Science Technology & Society 2011 31: 296, DOI: 10.1177/0270467611412555,
http://bst.sagepub.com/content/31/4/296



Bio: Alec N. Salt received his PhD from the University of Birmingham, UK, in 1977 and has been actively involved in research into the physiology of the ear for over 35 years.

Bio: James A. Kaltenbach received his PhD from the University of Pennsylvania in 1984. He specializes in the neurobiology of hearing disorders and is currently the Director of Otology Research at the Cleveland Clinic.

Abstract
Wind turbines generate low-frequency sounds that affect the ear. The ear is superficially similar to a microphone, converting mechanical sound waves into electrical signals, but does this by complex physiologic processes. Serious misconceptions about low-frequency sound and the ear have resulted from a failure to consider in detail how the ear works. Although the cells that provide hearing are insensitive to infrasound, other sensory cells in the ear are much more sensitive, which can be demonstrated by electrical recordings. Responses to infrasound reach the brain through pathways that do not involve conscious hearing but instead may produce sensations of fullness, pressure or tinnitus, or have no sensation. Activation of subconscious pathways by infrasound could disturb sleep. Based on our current knowledge of how the ear works, it is quite possible that low-frequency sounds at the levels generated by wind turbines could affect those living nearby.

Perception-based protection from low-frequency sounds may not be enough
Alec N. Salt and Jeffery T. Lichtenhan
Invited paper presented at Inter-noise 2012, New York City, NY



Bio: Alec N. Salt, Department of Otolaryngology, Washington University School of Medicine, St. Louis, MO,received his PhD from the University of Birmingham, UK, in 1977 and has been actively involved in research into the physiology of the ear for over 35 years.

ACKNOWLEDGEMENTS
This work was supported by grant R01 DC001368 from the NIDCD, National Institutes of Health. We thank Jared Hartsock and Ruth Gill for their assistance with the experiments.

Abstract
Hearing and perception in the mammalian ear are mediated by the inner hair cells (IHC). IHCs are fluid-coupled to mechanical vibrations and have been characterized as velocity sensitive, making them quite insensitive to low-frequency sounds. But the ear also contains more numerous outer hair cells (OHC), which are not fluid coupled and are characterized as displacement sensitive. The OHCs are more sensitive than IHCs to low frequencies and respond to very low-frequency sounds at levels below those that are perceived. OHC are connected to the brain by type II afferent fibers to networks that may further attenuate perception of low frequencies. These same pathways are also involved in alerting and phantom sounds (tinnitus). Because of these anatomic configurations, low-frequency sounds that are not perceived may cause influence in ways that have not yet been adequately studied. We present data showing that the ear's response to low-frequency sounds is influenced by the presence of higher-frequency sounds such as those in the speech frequency range, with substantially larger responses generated when higher-frequency components are absent. We conclude that the physiological effects of low-frequency sounds are more complex than is widely appreciated. Based on this knowledge, we have to be concerned that sounds that are not perceived are clearly transduced by the ear and may still affect people in ways that have yet to be fully understood.

Public Health Ethics, Legitimacy, and the Challenges of Industrial Wind Turbines: The Case of Ontario, Canada

Martin Shain

Bulletin of Science Technology & Society, 2011 31: 256, DOI: 10.1177/0270467611412552,
http://bst.sagepub.com/content/31/4/346



Bio: Martin Shain S.J.D. is trained in law and social sciences. He is principal and founder of the Neighbour at Work Centre® and assistant professor at the Dalla Lana School of Public Health, Occupational and Environmental Health Division, University of Toronto.

Abstract
While industrial wind turbines (IWTs) clearly raise issues concerning threats to the health of a few in contrast to claimed health benefits to many, the trade-off has not been fully considered in a public health framework. This article reviews public health ethics justifications for the licensing and installation of IWTs. It concludes that the current methods used by government to evaluate licensing applications for IWTs do not meet most public health ethical criteria. Furthermore, these methods are contrary to widely held fundamental principles of administrative law and governmental legitimacy. A set of decision-making principles are suggested to address this situation that are derived from existing and emerging legal principles in Canada and elsewhere. These include the Precautionary Principle, the Least Impactful Means (Proportionality) Test, and the Neighbor Principle.

Mitigating the Acoustic Impacts of Modern Technologies: Acoustic, Health, and Psychosocial Factors Informing Wind Farm Placement

Daniel Shepherd and Rex Billington

Bulletin of Science Technology & Society 2011 31: 389, DOI: 10.1177/0270467611417841
http://bst.sagepub.com/content/31/5/389



Bio: Daniel Shepherd has a PhD in psychoacoustics and holds a lectureship at the Faculty of Health, AUT University. As an environmental psychologist, he researches the psychological response to noise from both individual and social perspectives.

Bio: Dr. Rex Billington is a research health psychologist at AUT University after 18 years with the World Health Organization including directorships in Mental Health and the Global Program on AIDS.

Abstract
Wind turbine noise is annoying and has been linked to increased levels of psychological distress, stress, difficulty falling asleep and sleep interruption. For these reasons, there is a need for competently designed noise standards to safeguard community health and well-being. The authors identify key considerations for the development of wind turbine noise standards, which emphasize a more social and humanistic approach to the assessment of new energy technologies in society.

Evaluating the impact of wind turbine noise on health related quality of life
by Daniel Shepherd, David McBride, David Welch, Kim N. Dirks, Erin M. Hill
Noise & Health, September-October 2011, 13:54,333-9, DOI:
10.4103/1463-1741.85502
www.noiseandhealth.org



Abstract
We report a cross-sectional study comparing the health-related quality of life (HRQOL) of individuals residing in the proximity of a wind farm to those residing in a demographically matched area sufficiently displaced from wind turbines. The study employed a nonequivalent comparison group posttest-only design. Self-administered questionnaires, which included the brief version of the World Health Organization quality of life scale, were delivered to residents in two adjacent areas in semirural New Zealand. Participants were also asked to identify annoying noises, indicate their degree of noise sensitivity, and rate amenity. Statistically significant differences were noted in some HRQOL domain scores, with residents living within 2 km of a turbine installation reporting lower overall quality of life, physical quality of life, and environmental quality of life. Those exposed to turbine noise also reported significantly lower sleep quality, and rated their environment as less restful. Our data suggest that wind farm noise can negatively impact facets of HRQOL.

Acknowledgements: We are grateful to our colleagues and others whose reviews substantially improved the manuscript. We are especially grateful for the thorough review undertaken by Professor Rex Billington, who as the WHO Director of Mental Health in the 1990s oversaw the development of the WHO's program into quality of life, health and the environment.

The Problems With "Noise Numbers" for Wind Farm Noise Assessment
Bob Thorne
Bulletin of Science Technology & Society 2011 31: 262, DOI: 10.1177/0270467611412557,
http://bst.sagepub.com/content/31/4/262



Bio: Bob Thorne, MSc, PhD, is the principal consultant of Noise Measurement Services Pty Ltd, Brisbane, Australia. He holds a PhD from Massey University, New Zealand, in health

science and is an environmental health research associate in the Institute of Food, Nutrition and Human Health at Massey University. His research work involves using advanced specialized technology for intrusive noise assessment, and a specific application is personalized sound reinforcement for hearing assistive devices.

Abstract
Human perception responds primarily to sound character rather than sound level. Wind farms are unique sound sources and exhibit special audible and inaudible characteristics that can be described as modulating sound or as a tonal complex. Wind farm compliance measures based on a specified noise number alone will fail to address problems with noise nuisance. The character of wind farm sound, noise emissions from wind farms, noise prediction at residences, and systemic failures in assessment processes are examined. Human perception of wind farm sound is compared with noise assessment measures and complaint histories. The adverse effects on health of persons susceptible to noise from wind farms are examined and a hypothesis, the concept of heightened noise zones (pressure variations), as a marker for cause and effect is advanced. A sound level of LAeq 32 dB outside a residence and above an individual's threshold of hearing inside the home are identified as markers for serious adverse health effects affecting susceptible individuals. The article is referenced to the author's research, measurements, and observations at different wind farms in New Zealand and Victoria, Australia.



DE 9ROENE REKENK4MER

Windenergie in Nederland

De dodelijke keerzijde van windenergie

De bouw van de in het energieakkoord genoemde duizenden windmolens kost aan honderden Chinese arbeiders het leven en maakt duizenden mensen ernstig ziek

Een uitgave van de Groene Rekenkamer
November 2013

Inhoudsopgave

1 Inleiding 3
2 Neodymium magneten 4
3 De poel van verderf 5
4 Het bewaakte meer 6
4.1 De sissende ketel 8
5 Westerse bezoekers worden na tien minuten ziek 9
5.1 Dag veeteelt 9
5.2 Ziektebeelden 9
6 Wat doet de Nederlandse politiek? 9
7 Betekent dit nu het einde van de windenergie? 10

1 Inleiding

Met de eerste herfststormen achter de rug weten windmolens nogal wat aandacht te trekken. Beveiligingen die niet werken waardoor de windmolen over z'n toeren gaat, wieken die afbreken, complete masten die omvallen, en helaas enkele dodelijke ongevallen bij een windmolen in Zuid Holland.
Over het algemeen zijn windmolens veilig. Behalve ongemak voor de omgeving van een windmolenpark op land in de buurt van woningen zijn er bij calamiteiten met windmolens helaas ook enkele burgerslachtoffers door brand in een windmolen te betreuren geweest. Vrijwel dagelijks lezen we over de betreurenswaardige dood van twee jonge medewerkers van een onderhoudsbedrijf uit Barneveld, zonder dat er ook maar één woord aandacht wordt besteed aan de dood van tientallen inwoners en werknemers van fabrieken in China die voor Nederlandse windmolens de magneten maken.

1.1 Doden in China

Hoe anders is dat bij de fabricage van één van de belangrijkste onderdelen van de generator, de neodymium magneten die in China worden gemaakt.
In de stad Baotou in Noord China aan de grens met Mongolië, voltrekt zich een humanitaire ramp van ongekende omvang, met dank aan de windmolens die in Nederland, Engeland, België, Denemarken, Duitsland, Frankrijk en Schotland het groene plaatje moeten inkleuren.

2 Neodymium magneten

Deze neodymium-magneten worden hoofdzakelijk in China gefabriceerd omdat daar, in de omgeving van de plaats Baotou, tegen de grens van Mongolië aan, de kostbare zeldzame grondstoffen worden gevonden die nodig zijn om de neodymium-magneten te maken. Deze regio herbergt meer dan 90 procent van alle wereldreserves van zeldzame metalen, in het bijzonder neodymium, het element dat nodig is om de magneten te maken die in de meest opvallende groene energieproducenten van dit moment, windmolens, worden gebruikt.

Neodymium is een zogeheten “zeldzaam aardmetaal”. Anders dan de naam doet vermoeden, is het helemaal niet zeldzaam, maar is het vooral moeilijk te winnen. Het zit niet, zoals koper, met een “ader” geconcentreerd in de grond, maar is vermengd met andere stoffen.

In Baotou moet het neodymium worden gescheiden van uranium en thorium, twee radioactieve materialen. De stoffen worden na winning en verwerking van neodymium samen met andere giftige chemicaliën gedumpt in nauwelijks beschermde bassins en meren. Grondwater wordt besmet met radio-actieve straling, de lucht bevat hoge concentraties giftige stoffen en planten, dieren en mensen worden dodelijk ziek.

3 De poel van verderf

Bij het naderen van de stad Baotou verraadt het aanzicht dat zich hier een humanitaire ramp voltrekt van ongekende omvang. Allereerst vallen de honderden hoge schoorstenen en koeltorens op van de honderden metaalfabrieken die de stad rijk is.
Van de onafzienbare tarwe- en maïsvlaktes die er tot voor tien jaar waren is niets meer terug te vinden.
In plaats daarvan is er een meer dan 120 km² grote poel van borrelend giftig afval ontstaan die bedekt is met zwarte stof. Deze poel vol gif, omgeven door een tientallen meters hoge dijk, is één van de verschrikkelijke gevolgen voor het milieu, die vragen oproept over de geloofwaardigheid van deze zogenaamde groene technologie: de windmolen.

Het plaatsen van windmolens in Nederland, Engeland, België, Denemarken, Duitsland, Frankrijk en Schotland draagt bij aan het ontstaan van een enorm kunstmatig meer van de meest giftige stoffen die er op aarde zijn.
Dit is de dodelijke en sinistere kant van de windmolenfabrikanten waar een mens liever niet aan herinnerd wil worden.



De neodymiumindustrie bij Baotou



De Gele Rivier stroomt langs Baotou

4 Het bewaakte meer

Verborgen en ver uit het zicht achter in rook gehulde fabrieken in Baotou en bewaakt door pelotons bewakers, ligt een 8 kilometer breed en 15 kilometer lang meer, omgeven door een tientallen meters hoge dijk. De landbouwgrond bestaat niet meer, duizenden inwoners van Baotou zijn ziek en het meer vormt een groot gevaar voor de drinkwatervoorziening van miljoenen mensen in de rest van China omdat het giftig water uit het meer zich langzaam vermengd met water van één van de belangrijkste waterwegen van China, de Gele Rivier.



Het gifmeer (links) bij Baotou. De neodymium fabrieken (de zwarte plekken) en de plaats Baotou (rechts)



Noordelijke detailopname van het gifmeer bij Baotou.
Duidelijk zijn de tientallen lozingspijpen te zien die per dag meer dan 100.000 liter zwaar verontreinigde grond met giftige vloeistoffen in het meer lozen.



Uit tientallen van dit soort afvoerbuizen stroomt het gif het meer in



Treinladingen vol met giftige slakken storten het gif om dijken van te maken

4.1 De sissende ketel

Deze enorme letterlijk sissende ketel van chemische producten is de dumpplaats voor 7 miljoen ton per jaar van de ontgonnen zeldzame aarde die de elementen van neodymium bevat nadat het overgoten is geweest met zuur en chemicaliën en verwerkt is in roodgloeiende ovens. Het gifmeer is al meer dan 30 meter diep en elk jaar stijgt het niveau met 1 meter.
Elke dag stromen honderdduizenden liters radioactief water vermengd met vergiftigde aarde door roestige pijpleidingen vanaf de fabrieken naar dit meer. Het stralingsniveau van het meer ligt 10 tot 40 keer hoger dan de normen die wij in het westen nog als veilig voor de mens hanteren.

Deze stinkende en misselijk makende smurrie is het resultaat van een industrieel proces dat ervoor moet zorgen dat in Nederland en omringende landen de windmolens draaien.



Twee inwoners aan de rand van het 8 kilometer brede en 15 kilometer lange meer

5 Westerse bezoekers worden na tien minuten ziek

Westerse bezoekers, die de bewakers om de tuin wisten leiden kregen, toen ze over de rand van de dijk keken die het complex omringt, de schrik van hun leven: De apocalyptische aanblik van deze grote geheime giftige en borrelende dump, die bij elke windturbine die gebouwd wordt, groter wordt en méér mensen ziek maakt.
De borrelende troep doet direct een aanval op de zintuigen van de bezoekers. Al na enkele seconden loopt het water uit de ogen en vullen de longen zich met een bijtende stank. De magen keren zich om en de hoofden bonkten. En dit allemaal slechts na een verblijf van amper tien minuten aan de rand van deze gifpoel

5.1 Dag veeteelt

De miljoenen bewoners van Baotou ademen dag in dag uit dezelfde giftige dampen in.
Vee kunnen de inwoners al jaren niet meer houden. Al het vee is de afgelopen jaren gestorven. Boeren verdwijnen naar andere delen van China.
Kinderen die op de ogenschijnlijk ingedroogde oevers spelen zakken door de korst en verdrinken. Op die manier zijn al tientallen kinderen verdwenen.

5.2 Ziektebeelden

Het is duidelijk dat de ruim 1.6 miljoen inwoners van de stedelijke agglomeratie van Baotou en de ruim 1.9 miljoen inwoners van de omgeving lijden onder de aanwezigheid van dit giftige meer. Tanden vallen uit, het haar wordt op ongewoon jonge leeftijd wit, ernstige huid- en luchtwegaandoeningen zijn aan de orde van de dag. Kinderen worden geboren met zachte botten en het aantal kankergevallen is sinds de uitbreiding van deze industrie omhoog geschoten omdat de vraag naar neodymium-magneten explosief gestegen is.

De instanties houden de resultaten van stralings- en toxiciteitstesten angstvallig geheim en politici in de omringende dorpen hebben geweigerd om publiekelijk te erkennen dat de gezondheidsrisico’s het gevolg zijn van het giftige meer.

6 Wat doet de Nederlandse politiek?

Het is opmerkelijk dat de Nederlandse politiek zich stil houdt ten aanzien van deze humanitaire ramp die mede hun schuld is. Het is stil vanuit de Tweede Kamer.
Hier zwijgt de heer Kamp alsmede mevrouw Liesbeth van Tongeren. Een mensenleven telt bij hen kennelijk niet mee als het aan de andere kant van de wereld ligt. Of men is/houdt zich onwetend.
Het blijft stil, want er moeten immers windmolens gebouwd worden….. het publiek zou zich eens kunnen keren tegen de doelstelling om duurzaam te zijn…..
Er werden na de brand in Ooltgensplaat wel vragen gesteld over de veiligheid van Nederlandse windmolens, maar over de tientallen dodelijke slachtoffers per jaar in China werd met geen woord gerept. Hoe hypocriet kan de politiek zijn.

Het zou de Nederlandse overheid sieren wanneer ze, sprekend over de zegeningen van windmolens ook de keerzijde van de medaille vermeldt, namelijk de enorme milieuvervuiling

die de fabricage van de neodymium-magneten veroorzaakt, de tientallen doden die de fabricage al op z'n geweten heeft en de duizenden zieke inwoners van de plaats Baotou die het gevolg zijn van de windmolenhype in Nederland en omringende landen.

Het windmolenplaatje wordt dan ineens minder groen en duurzaam.

Of is het gewoon de ver van ons bed show?

Het is te hopen dat overheid, banken en private investeerders van nog te bouwen (offshore) windparken zich bewust zijn van de dodelijke keerzijde van windenergie, welke humanitaire ramp zich in China voltrekt voor de constructie van windturbines die in Nederland en omringende landen voor 'duurzame' energie moeten zorgen.

En we willen ook de smoes, ja maar, er zijn toch ook windmolens zonder neodymium magneten, niet meer horen, want die worden niet aangeschaft. Men blijft hardnekkig windmolens met neodymium magneten gebruiken.

7 Betekent dit nu het einde van de windenergie?

Betekent dit dat de wereld windenergie kan afschrijven energiebron voor de toekomst? Niet direct, maar dan moeten er wel op zeer korte termijn maatregelen getroffen worden om dit neodymium uit China uit te bannen en dan bedoelen we ook kort, want de situatie in China is de afgelopen 5 jaar alleen maar verergerd door de grote vraag naar neodymium voor windmolens.

Dat China geen maatregelen neemt om milieuvervuiling tegen te gaan, betekent niet dat een schone winning van neodymium niet mogelijk is. Producten zijn pas echt schoon als ze van begin tot eind met respect voor mens en milieu gemaakt zijn. Voor de windindustrie in het algemeen en de Nederlandse windindustrie in het bijzonder, zal dit "ketenbewustzijn" van cruciaal belang zijn om als schone energiebron gezien te blijven worden. Zolang dit ketenbewustzijn niet bij de autoriteiten in China en de politiek in Den Haag is doorgedrongen blijven er honderden doden en duizenden voor het leven verminkte slachtoffers vallen.

Denkt u daaraan als u weer zo'n windmolen passeert.



DE 9ROENE REKENK4MER

Windenergie in Nederland

Kosten en Baten

Inclusief een berekening van de plannen voor een Nationaal Energieakkoord

Geschreven door ir. Jeroen R. F. Hetzler
Gecontroleerd door Prof. dr. Richard S. J. Tol

Een uitgave van de Groene Rekenkamer

Juni 2013

DE 9ROENE REKENK4MER

Windenergie in Nederland

Kosten en baten

Samenvatting

Het effect van windenergie op de Nederlandse terugdringing van CO_2 –emissie is marginaal tot onmeetbaar. Dit is mede het gevolg van de lager dan verwachte prestaties van windturbines en hun tegenvallende economische levensduur.

Door de Nederlandse windambities moet de belastingbetaler jaar na jaar tot tenminste 2031 tientallen euro's per maand meer aan koopkracht inleveren. In 2020 is een gemiddeld huishouden € 63 per maand aan energiebelasting kwijt. Door de netbeheerder doorberekende extra kosten komen hier nog bij. Hier bovenop komt mogelijk, vanwege het concept Nationaal Energieakkoord, nog eens € 9,- per maand, mits het akkoord in de huidige vorm daadwerkelijk van kracht wordt. De schatting is dat in 2020 de gemiddelde energiebelasting hierdoor uitkomt op ongeveer € 90 per maand per huishouden.

De haalbaarheid van de windambities wordt door het CBS en PBL betwijfeld. Het Parlementair onderzoek Kosten en baten energie- en klimaatbeleid van de Tweede Kamer laat zich bovendien kritisch uit over de kosten, de controle erop en het effect op CO_2-terugdringing door duurzame energie zoals windenergie.

De vraag is dan ook gerechtvaardigd of het wenselijk is deze weg te vervolgen ten koste van koopkracht, economische groei en onderzoek naar wel levensvatbare technologieën voor elektriciteitsopwekking.

Onbeantwoord blijven de vragen hoe groot het effect van de Nederlandse inspanning in graden Celsius is op het tegengaan van de opwarming van de aarde en hoe groot het effect op onafhankelijkheid van energie-import is.

Ongesubsidieerde Nederlandse windenergie is dan ook onhaalbaar. Een commercieel bedrijf zou zich zonder die subsidies nooit aan investeringen in windindustrie wagen.

DE 9ROENE REKENK4MER

Windenergie in Nederland

Kosten en baten

Inhoudsopgave

Blz. 1 - Inleiding

Blz. 1 - Effect windturbines op de Nederlandse CO_2-emissie

Blz. 2 - Prestaties van windturbines

Blz. 2 - Plannen voor wind op land tot 2020

Blz. 3–Kosten en baten

Blz. 5–Haalbaar en betaalbaar?

Blz. 6-Conclusies

Blz. 7–Geraadpleegde bronnen

Windenergie in Nederland
Kosten en Baten

Inleiding

Nederland is betrokken bij verschillende internationale afspraken over de aanpak van het broeikaseffect. Daarbij is de inzet van het kabinet 'een mondiaal en Europees klimaatbeleid dat haalbaar en betaalbaar is.' Dit valt te lezen in het rapport Internationale klimaatafspraken van de Rijksoverheid. [1] [2]

Over 'haalbaarheid en betaalbaarheid' van de Nederlandse ambities door inzet van windturbines handelt deze notitie.

Effect windturbines op de Nederlandse CO_2-emissie

Een van de redenen voor de introductie van windenergie is terugdringen van menselijke CO_2-emissie. In de Referentieraming van het PBL valt te lezen dat de emissie in 2020 tot 150 megaton teruggebracht moet zijn[3]. Deze bedroeg in 2011 ca. 196 megaton CO_2-equivalent. Een daling van 6,5% t.o.v. 2010. Oorzaken: de zachte winter en de economische terugval. Overigens ligt dit onder het plafond van het basisjaar van het Kyoto Protocol van 213 megaton CO2-equivalenten[4].

De opgegeven totale Nederlandse vermeden uitstoot bedraagt in 2011 2.183 kiloton [5]. Dit komt dus neer op 1,1% van de totale Nederlandse emissie. Valt een substantieel beter resultaat te verwachten?

Als voorbeeld kan het voorgenomen windturbineterrein Noordoostpolder (NOP) dienen. Volgens de specificatie van NOP is de jaarlijkse opbrengst ca. 1.400 GWh en de bijdrage aan de Nederlandse elektriciteitproductie 1,2% [6]. De vermeden uitstoot bedraagt dan ca. 800 kiloton/jaar (CO_2-emissiefactor 0,57kg/kWh[7]). Dit is 0,4% van de totale Nederlandse emissie en wordt bewerkstelligd door 86 windturbines met een gezamenlijk vermogen van ca. 430 MW.

Voor dit windturbineterrein is bijna €1 miljard subsidie uitgetrokken bestaande uit een eenmalige toezegging van € 116 miljoen en € 880 miljoen uit SDE[8].

Om de doelstelling van 2020 te halen, reductie van 196 naar 150 megaton/jaar, zou dus het equivalent van 58 (= 46 megaton /800 kiloton) van dergelijke windturbineterreinen nodig zijn. Vergeleken bij de jaarlijkse, en sterk stijgende, mondiale menselijke CO_2-uitstoot van 33 miljard (= giga) ton, valt het effect van NOP in het niet [9].

Men dient zich verder te realiseren dat elektriciteit ca. 15% van het Nederlandse energiegebruik vormt. De relatieve CO_2-besparing door elektriciteitsopwekking is dus ca. 1/6^{e} van het totaal [10].

Er valt bovendien het e.e.a. af te dingen op de vermeden uitstoot en prestaties van windturbines.

Prestaties van windturbines

Voor de berekening van de vermeden CO_2-uitstoot worden meerdere methoden gehanteerd [7]. Globaal bepaalt men de hoeveelheid geproduceerde elektriciteit d.m.v. fossiele brandstof. Vervolgens wordt bepaald hoeveel CO_2-emissie hiermee gepaard gaat. Dan wordt de gemiddelde emissie per kWh berekend. Dit is de factor die toegepast wordt op de hoeveelheid geproduceerde kWh van windenergie om tot de vermeden uitstoot te komen.

Geen rekening wordt echter gehouden met stilstand door windstilte of te veel wind. Evenmin met de beperkte economische levensduur van windturbines door slijtage. Windturbines op zee leveren afgerond in 60% van de tijd geen elektriciteit. Na 10 jaar is dit tot zelfs 85% gestegen. Op land is dit 75%, en na 15 jaar 90%. [11] [12 met koppeling naar het te downloaden rapport]

Dit heeft tot gevolg dat fossiel gestookte centrales, die overigens ca. 40 jaar meegaan, in bedrijf moeten blijven als vangnet voor de sterk fluctuerende elektriciteitlevering en soms (weken)lange windstiltes. De hiermee gepaard gaande CO_2-uitstoot, en het brandstofverbruik, moet vanzelfsprekend wel meegerekend worden. Hoe groot dit effect is, is niet, althans niet publiekelijk, bekend, maar de werkelijk vermeden uitstoot, evenals overigens ook de brandstofbesparing, zal zeker lager zijn. Door de voornoemde tegenvallende prestaties van windturbines, zal dit effect versterkt worden.

Onverbiddelijk geldt: geen wind, geen stroom.

De energie-investering bij bouw en plaatsing van windturbines bedraagt volgens Volker Wessels Stevin, bouwer van windturbines, 1,5 jaar productie van die turbine. Bekabeling en aanpassing van het net vergen aan energie-investering nog eens 2 jaar productie (Udo: Building wind turbines costs more energy thanyouthink).

Plannen voor wind op land tot 2020

Inmiddels is een akkoord tussen de provincies en de overheid bereikt over het op te stellen vermogen. De schatting van het aantal nieuw te plaatsen windturbines is gebaseerd op het gemiddeld vermogen van 5 MW/turbine bij het plan Noord Oost Polder (NOP).

	Nederland	Op zee	Op land	Groningen	Friesland	Flevoland	Noord-Holland	Zuid-Holland	Zeeland	Noord-Brabant	overige [1)]
	MW gerealiseerd vermogen										
2010	2 237	228	2 009	362	158	604	306	244	208	70	58
2011	2 316	228	2 088	363	160	612	326	263	223	82	60
	Aantal gerealiseerd										
2010	1877	96	1781	205	325	580	322	148	206	59	32
2011	1882	96	1786	205	328	578	319	155	199	65	33
	MW gepland										
2020			6001	855,5	530,5	1390,5	685,5	735,5	570,5	470,5	762,5
	Aantal geschat o.b.v. NOP										
2020			1200	171	106	278	137	147	114	94	152

1)Drenthe, Overijssel, Gelderland, Utrecht, Limburg

Tabel: Per provincie gerealiseerde aantallen windmolens en vermogen, per provincie gepland vermogen uit het Interprovinciaal Overleg (IPO) per 19 juni 2013 en het hieruit per provincie geschatte te plaatsen aantal windmolens

Gezien de in veel gevallen ongewenste hoogte van dergelijke turbines (ca. 200 m.), zal in de praktijk het gemiddeld vermogen lager uitvallen. Hierdoor zal het aantal te plaatsen turbines nog verder stijgen dan de schatting in de tabel. [13] [14]

De bijdrage aan de Nederlandse elektriciteitsproductie zou o.b.v. NOP dan wel neerkomen op ca. 15%.

Kosten en baten

Er blijkt geen eenduidige kosten-batenanalyse beschikbaar. Overheden geven miljarden uit zonder het vereiste zicht op de bestedingen, zo blijkt uit het Parlementair onderzoek Kosten en effecten klimaat- en energiebeleid [15]. Dit onderzoek laat zich terughoudend tot kritisch uit over het bereikte effect van duurzame energieopwekking op CO_2-terugdringing. De economische baten lijken vooralsnog verwaarloosbaar. Wat het scheppen van banen betreft moet men bedenken dat het de vraag is of deze bedrijfstak ooit op eigen benen zal kunnen staan. Daarnaast is de bijdrage aan werkgelegenheid bescheiden. [16] [17] [18; blz. 36].

Er bestaan ook andere “baten”, maar die beperken zich tot de eigenaren van de grond waarop windturbines geplaatst zijn. Deze eigenaren ontvangen subsidiebedragen ineens per geplaatste megawatt, per aantal omwentelingen of per geleverde kWh [19; tabel wind]. Hierdoor kunnen hun inkomsten tot rond een ton per jaar oplopen. Het uitgekeerde bedrag per kWh van ca. € 0,09 en hoger legt bovendien het prijsverschil bloot met niet door wind opgewekte elektriciteit.

Er valt verder te lezen: ‘*Op basis van de door ons geanalyseerde evaluatiestudies laat de periode na 2005 minder duidelijke en vooral minder kwantitatieve conclusies toe over de kosten(effectiviteit) van het beleid. Bovendien is de situatie na 2005 fundamenteel veranderd door de invoering van het EU-ETS (Europese emissiehandelssysteem). Hierdoor heeft duurzaam opgewekte elektriciteit geen directe invloed meer op CO2-emissies. Immers, de emissieruimte die ontstaat door meer elektriciteit duurzaam op te wekken zal andere partijen in het ETS ruimte bieden om meer te gaan uitstoten, waardoor de emissies per saldo gelijk blijven.’*[15; bladzijde 14]. Met andere woorden: wat hier wordt vermeden, wordt elders uitgestoten tegen meerkosten die aan de consument worden doorberekend. Wij kennen deze meerkosten o.a. als energiebelasting. De kosten van bekabeling, netaanpassing en hoogspanningsleidingen zijn voor rekening van de netbeheerder die ook deze kosten aan de afnemer doorberekent.

De energiebelasting is voor een gemiddeld huishouden met 3.500 kWh/jaar thans ca. € 40/maand (ca. € 0,135/kWh).Voor de gezamenlijke 7,5 miljoen Nederlandse huishoudens komt dit uit op €3,6 miljard/jaar.

Hier bovenop komen de kosten van SDE+ [20]

2013 € 9/jr
2014 € 19/jr
2015 € 30/jr
2016 € 45/jr
2017 € 81/jr
2018 € 150/jr
2019 € 228/jr
2020 € 284/jr
…….
2031 € 353/jr

In 2020 is een gemiddeld huishouden € 63 per maand aan energiebelasting kwijt.

Gesommeerd wordt er vanaf 2013 t/m 2020 € 34,8 miljard aan energiebelasting geheven.

Hier tegenover staat wel een heffingskorting. Dit is een korting die jaarlijks wordt vastgesteld en die energiebesparing tot doel heeft. Per huishouden bedraagt dit in 2013 € 385,53 (incl. BTW) per 12 maanden [21].In het voornoemde Parlementair onderzoek is te lezen dat energiebesparing veruit het meest effectief is gebleken dit i.t.t. de implementatie van duurzame energie [15; bladzijde 8].

Bovenop SDE+ komen nu mogelijk de plannen voor sterke uitbreiding van windmolenterreinen op zee. Volgens voorlopige berichten over het Nationale Energieakkoord zou, om deze plannen te kunnen bekostigen, per huishouden € 0,06 per kuub gas geheven worden. Deze heffing kan via de belastingdienst worden teruggekregen o.b.v. energiezuinigheid van de woning, althans volgens de berichtgeving. Het gasverbruik van een gemiddeld huishouden is per jaar 1.800 m^3[22]. Per maand komt dit neer op € 9,-. Van de 7,5 miljoen Nederlandse huishoudens wordt er dan jaarlijks bruto € 810 mln. geheven. Tot en met 2020 komt dit op totaal € 5,7 mrd.

Het in dit voorlopige Nationale Energieakkoord beoogde vermogen op zee in 2020 bedraagt 3.200 MW [Het Financieele Dagblad 31 mei 2013]. Thans staan er 2 parken in zee met een gezamenlijk vermogen van 228 MW. Het nog te bouwen park Gemini van 150 windmolens zal een vermogen van 700 MW leveren. Voor dit park is een subsidie van € 4,5 mrd. uitgetrokken voor de komende 15 jaar [23]. Tenzij andere financieringsbronnen gevonden worden, zou de subsidie die voor de beoogde capaciteit van 3.200 MW nodig is, dus grofweg 4,6 x € 4,5 mrd. = € 20,7 mrd. kunnen bedragen voor eenzelfde periode van 15 jaar. Dit komt per jaar neer op € 1,4 mrd. Dit ligt ruim boven de hiervoor genoemde € 810 mln. In het conceptakkoord [Het FD 31 mei 2013] staat ook dat er uiterlijk in 2023 extra 1800 MW op zee geplaatst moet zijn. Dus nog eens € 11,6 mrd. voor dezelfde periode.

Haalbaar en betaalbaar?

Het CBS stelt vast: [24; blz. 150]: “The market-based resource rent for wind energy production is negative. This means that the market-based value of wind for the Dutch economy is equal to zero”.
De verliezen in 2010 bedroegen € 150 miljoen [24 blz. 143] [25]. Deze verliezen zijn mede bepaald door het aantal geleverde kWh met andere woorden: het had onvoldoende gewaaid. Dit maakt de afhankelijk van de wisselvallige wind duidelijk [24 blz. 142]. De subsidies voor 2010 zijn gebaseerd op € 0,081/kWh. Ze bleken onvoldoende, ondanks dat de Nederlandse Staat in 2011 € 326 miljoen aan subsidie op kasbasis uitkeerde [18; blz. 37].

Offshore windparken brengen volgens het PBL miljoenen extra kosten met zich mee bij de bouw, elektrische infrastructuur (bekabeling e.d.), netaanpassing en onderhoud. [25]

Gegeven de ambities en de economische levensduur van windturbines, valt het te betwijfelen of door windturbines opgewekte elektriciteit ooit buiten subsidies zal kunnen. Het CBS is na 20 jaar dan ook niet optimistisch. [26]. Technisch lijkt de windturbine bovendien uitontwikkeld [27].

Eerder in deze notitie is aangegeven dat een equivalent van ca. 58 windturbineterreinen zoals het NOP ter waarde van € 1 miljard subsidie per stuk nodig zou zijn om de CO_2 - doelstelling van 2020 te behalen. Dit overtreft met een factor 1,7 het voornoemde bruto totaal bedrag van € 34,8 miljard van SDE en SDE+ aan energiebelasting tot 2020. Door de bijkomende kosten van de ambities in het concept Nationaal Energieakkoord lijkt dit overtroffen te worden. Mede door de in het Parlementaire onderzoek genoemde geringe bijdrage van duurzame energie roept dit vragen op over de haalbaarheid en betaalbaarheid van de plannen.
De voornoemde lastenverzwaringen voor de belastingbetaler staan bovendien in contrast met een zinsnede in het Energierapport 2011. Op pagina 4 staat: *De positie van de Nederlandse consument mag er niet op achteruit gaan*[28].Of dit ook geldt voor de koopkrachtpositie van de consument valt immers te betwijfelen.

Tot slot: Het rapport Burgerinitiatieven COB (27 december 2012) van het Sociaal Cultureel Planbureau laat zien dat slechts 22% (was in 2011 37%) van de ondervraagde burgers vindt dat er meer geld moet naar klimaatbeleid. [29] Dit zet vraagtekens bij het democratische gehalte van het Nederlandse klimaatbeleid met name het windbeleid.

Conclusies

Het effect van de Nederlandse windenergie op de CO_2 – emissie is marginaal tot onmeetbaar gering.

De haalbaarheid en betaalbaarheid van de voorgenomen Nederlandse CO_2-reductie in 2020 is discutabel. Het CBS en het PBL uiten zelf twijfels.

De oplopende kosten hebben een sterk negatief effect op de koopkracht van de belastingbetaler in weerwil van de voorwaarde door de Rijksoverheid gesteld.

Er is gegronde reden om aan te nemen dat elektriciteitsproductie en -levering door windturbines niet zonder subsidie kan.

De vraag lijkt gerechtvaardigd of het verstandig is door te gaan met windenergie. Bovendien, intrigerend is de vraag hoe groot het effect van deze Nederlandse inspanningen in graden Celsius is op het tegengaan van de opwarming van de aarde. Een andere vraag betreft het effect op de mate van onafhankelijkheid van energie-import. Windenergie lijkt financieel een doodlopende weg.

Geraadpleegde bronnen:

[1]http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/klimaatverandering/internationale-klimaatafspraken?ns_campaign=Thema-milieu-ruimte-en-water&ro_adgrp=Klimaatverandering_kyoto&ns_mchannel=sea&ns_source=google&ns_linkname=kyoto%20protocol&ns_fee=0.00&gclid=CNi-7KymqrUCFXIPtAoddmQAcw

[2]http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/klimaatverandering/nieuws/2011/06/08/nederland-haalt-klimaatdoelen-zonder-hulp-van-buiten.html

[3]http://www.pbl.nl/publicaties/2010/Referentieraming-energie-en-emissies-2010-2020

[4]http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0165-Broeikasgasemissies-in-Nederland.html?i=5-20

[5]http://www.agentschapnl.nl/programmas-regelingen/voor-hoeveel-co2-besparing-zorgen-windturbines

[6]http://www.windkoepelnop.nl/feiten

[7]http://www.cbs.nl/NR/rdonlyres/C6171FC2-656F-4777-A4EC-1AF88FE66560/0/Notitie_EnergieCO2_effecten_elektriciteit_Sept_2012_FINAAL.pdff

[8]http://www.windenergie-nieuws.nl/26/verhagen-kent-eenmalige-subsidie-nop-toe/

[9] http://www.pbl.nl/nieuws/persberichten/2011/sterke-groei-mondiale-co2-uitstoot-in-2010-ondanks-reducties-door-industrielanden

[10]http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?DM=SLNL&PA=37281&D1=a&D2=a&D3=l&VW=T

[11]http://www.telegraph.co.uk/earth/energy/windpower/9770837/Wind-farm-turbines-wear-sooner-than-expected-says-study.html

[12]http://www.ref.org.uk/press-releases/281-wearnandntearnhitsnwindnfarmnoutputnandneconomicnlifetime

[13]http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=70960ned&LA=NL

[14] http://www.ipo.nl/publicaties/verdeling-6000-mw-windenergie-over-de-provincies

[15] http://www.tweedekamer.nl/images/Onderzoek_K%26E_2012-11-21_118-231018.pdf

[16]http://www.staatvanhetklimaat.nl/2012/06/20/richard-tol-groene-groei-is-een-loze-belofte/

[17]http://www.instituteforenergyresearch.org/wp-content/uploads/2009/03/morriss-green-jobs-myths.pdf]

[18] http://www.cbs.nl/NR/rdonlyres/3047C025-FC03-4457-B7D2-BC0783F52EF1/0/2012c89pub.pdf

[19]http://www.agentschapnl.nl/programmas-regelingen/berekening-stimulering-duurzame-energieproductie-sde

[20]https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-33115-D.html

[21]http://www.energieleveranciers.nl/energie/energierekening/heffingskorting-energiebelasting

[22]http://www.energiewereld.nl/nieuws/jaarverbruik-gas-gemiddeld-huishouden-naar-1800-m3.aspx

[23] http://www.nom.nl/artikelen/72035/Financiering-windpark-Gemini-is-rond--bouw-kan-in-2014-beginnen

[24]http://www.cbs.nl/NR/rdonlyres/A3AF6855-3FF1-4344-8699-7C181A293979/0/2010c174pub.pdf

[25]http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/vi_matrix_derde_kwartaal_pag26_27.pdf

[26]http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/industrie-energie/publicaties/artikelen/archief/2011/2011-3497-wm.htm

[27]http://www.windenergy.lr.tudelft.nl//fileadmin/Faculteit/LR/Organisatie/Afdelingen_en_Leerstoelen/Afdeling_AEWE/Wind_Energy/Research/Publications/Publications_2007/doc/The_Lancheste_Betz_Joukowsky_limit_WE10-3_GvK.pdf

[28] http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/documenten-en-publicaties/rapporten/2011/06/10/energierapport-2011.html

[29]http://www.scp.nl/Publicaties/Alle_publicaties/Publicaties_2012/Burgerperspectieven_2012_4

De invloed van windmolens op ons klimaat

De invloed van windmolens op ons klimaat

Zaterdag 29 maart 2014

Grootschalig gebruik van windenergie kan het klimaat danig in de war schoppen.

De interactie tussen de hogere en lagere luchtlagen, als gevolg van het draaien van de wieken, zorgt ervoor dat een deel van de door windmolens gebruikte windenergie opnieuw wordt aangevuld vanuit de hogere luchtlagen.

Deze interactie heeft een ingrijpende ontregeling van het klimaat tot gevolg.

Maar dat niet alleen.

Ook de windsnelheid achter de windparken zal verminderen als gevolg van het onttrekken van energie aan de wind door windmolens.

Met name in landen die aan zee liggen, Nederland, België en Denemarken, kan daardoor de neerslaghoeveelheid toenemen. De toenemende neerslag in Nederland wordt nu toegeschreven aan de klimaatsveranderingen en opwarming van de aarde, maar is dat wel zo? De invloed van windmolenparken voor de kust wordt namelijk schromelijk onderschat.

Duitse wetenschappers hebben berekend dat indien wereldwijd alle door fossiele energie opgewekte elektriciteit door windmolens zou worden opgewekt er op een globaal niveau absolute veranderingen worden geregistreerd die even ingrijpend zijn als bij een verdubbeling van de hoeveelheid CO2 in de atmosfeer (800 ppm).

Wetenschappelijk onderzoek

Als eerste volgen hieronder enkele links naar artikelen en wetenschappelijk onderzoek over de temperatuurstijging die veroorzaakt wordt door grootschalige windparken.

Wind farms can cause climate change

Impacts of wind farms on land surface temperature

Potential climatic impacts and reliability of very large-scale wind farms

Positive surface temperature feedback in the stable nocturnal boundary layer

Unresolved issues with the assessment of multi-decadal global land surface temperature trend

An alternative explanation for differential temperature trends at the surface and in the lower troposphere

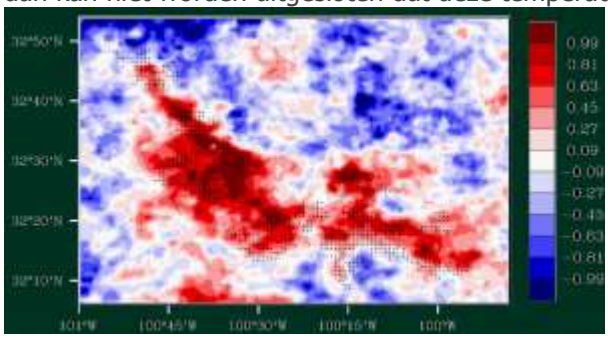
Screen level temperature increase due to higher atmospheric carbon dioxide in calm and windy nights revisited

Veroorzaken windparken Global Warming?

Het korte antwoord hierop zou luiden: Naar alle waarschijnlijkheid wel.

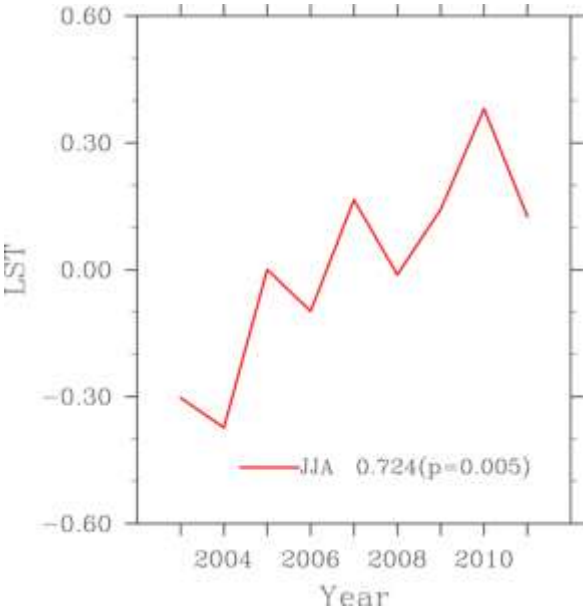
We gaan echter wat uitgebreider in op het artikel in ***Nature Climate Change***, waarin een wetenschappelijk onderzoek wordt gepubliceerd dat laat zien dat grote windparken een enorm opwarmend effect hebben op de landtemperatuur rondom, in- en achter die windparken.

De zes auteurs van het artikel in Nature Climate Change hebben gegevens van satellieten gebruikt om naar een deel van Texas te kijken waar zich ’s werelds grootste windparken bevinden. De meetgegevens betreffen de periode van 2003 t/m 2010 en waren er op gericht te kijken hoe het klimaat in deze streek zich in deze periode ontwikkelde.
De wetenschappers ontdekten een temperatuurstijging van bijna 1 graad Celsius per tien jaar, om precies te zijn 0.72 graad Celsius. Omgezet naar de meer algemene trend van presenteren zou dit een temperatuuurstijging van 7.2 graad Celsius per 100 jaar betekenen.
Nu moeten we niet direct geloven dat over 100 jaar de temperatuur met deze waarde is gestegen, maar als inderdaad het aantal windmolens gebouwd gaat worden dat men nog van plan is te doen, dan kan niet worden uitgesloten dat deze temperatuurstijging zich inderdaad gaat voor doen.



Opwarming van het land in Texas waar grote windparken staan. Klik om te vergroten

De kaart hierboven laat een stuk land in Texas zien dat vol staat met windparken.
Het gebied is bijna 1 vierkante graad groot.
De windmolens staan op de plaatsen waar de stipjes (kruisjes) staan.
De plaatsen waar de windmolens staan komen verbluffend nauwkeurig overeen met de gebieden die opgewarmd zijn.
De lokale en regionale temperaturen van het landoppervlak in de buurt van windparken zijn tussen 2003 en 2010 sterk toegenomen en de bron lijkt duidelijk.
(Klik op de kaart om te vergroten)



De temperatuurstijging tussen 2003 en 2010

De stijging van de temperatuur tussen 2003 en 2010 in het gebied van de windparken

De zes onderzoekers die het onderzoek hebben uitgevoerd kregen veel vragen over hun werk.

De vragen en antwoorden van de onderzoekers staan in **deze bijlage** .

Grootschalige plannen voor de Noordzee kunnen effect hebben op het klimaat in de omringende landen

Er is geen gebrek aan ambitieuze plannen voor de grootschalige inzet van windturbines op zee en op land.

Vooral de hoge windmolens met een tophoogte (inclusief wieken) van meer dan 100 meter hebben invloed op het klimaat. Niet alleen lokaal maar ook internationaal. Niet alleen op land maar ook en vooral op zee en aangrenzende kustgebieden.

Een klassiek voorbeeld is het Horns Rev I windpark dat op de Noordzee, 14 km voor de kust van Denemarken ligt. Het is een van de grotere windparken ter wereld. Vanaf de westkust van Jutland is het windpark bij helder weer goed te zien.

Het windpark bestaat uit 80 windmolens in een grid van 560 meter op een oppervlakte van 20 km² en kan 160 Megawatt aan elektriciteit produceren. Het windpark voorziet een equivalent van ongeveer 120.000 huishoudens van elektriciteit. Als alle windmolens goed werken tenminste.

Het komt namelijk regelmatig voor dat minstens de helft van de windmolens stil staat vanwege onderhoud of defecten.

In de praktijk is de opbrengst dus aanmerkelijk lager dan achter het bureau is uitgerekend.

Voor en tijdens de bouw van het windpark zijn uitgebreide milieu-onderzoeken gedaan wat de invloed van het windpark op de flora en de fauna zou zijn. De planten en dieren kregen alle aandacht, maar aan de gevolgen voor het klimaat werd volledig voorbijgegaan.

Computersimulaties tonen aan dat grote aantallen windturbines het klimaat ingrijpend beïnvloeden tot op duizenden kilometers afstand

Maar niet alleen computersimulaties hebben nu de invloed van windmolenparken op het klimaat aangetoond. Metingen in de praktijk bij grote windmolenparken in Texas en in China hebben aangetoond dat de temperatuur de afgelopen 10 jaar met bijna 1 graad Celsius is gestegen.
Vanwege de hoogte van de windmolens, meer dan 120 meter, inclusief wieken, wekt het draaien van de windmolens turbulentie op in de verschillende luchtlagen. Omdat warme lucht in hogere luchtlagen door het draaien van de molens vermengd wordt met koude lucht vlak boven het wateroppervlak, ontstaat er vlak achter de windmolens een hoeveelheid zeer vochtige lucht, wolken of dikke mist, die tot meer dan 100 km achter het windpark nog invloed heeft en vaak zware neerslag veroorzaakt.
Duitse wetenschappers hebben berekend dat indien wereldwijd alle door fossiele energie opgewekte elektriciteit door windmolens zou worden opgewekt er op een globaal niveau absolute veranderingen worden geregistreerd die even ingrijpend zijn als bij een verdubbeling van de hoeveelheid CO2 in de atmosfeer (800 ppm). Het gaat onder meer om veranderingen in temperatuur, neerslag, wolkenvorming, windsnelheid en luchtdruk.
Die zijn het gevolg van het naar beneden sleuren van hogere luchtlagen, die een hogere potentiële temperatuur hebben. Wanneer die lucht zich mengt met de lucht uit de lagere luchtlagen, resulteert dat in een temperatuurstijging (kinetische energie wordt omgezet in warmte).
Zie de foto hieronder die vanuit een vliegtuig is gemaakt op 12 februari 2008 en waar het turbulentie patroon achter de windmolens duidelijk te zien is en waar de wolken zich tot ver achter de horizon bewegen, waarbij het zwaar regende.



Turbulentiepatroon achter windmolens

Het turbulentiepatroon achter de windmolens is een praktijkvoorbeeld hoe windmolens het klimaat kunnen beïnvloeden.
De kegelvormige wolk achter elk van de voorste rij windturbines maakt het zog zichtbaar.
Daardoor hebben de andere turbines van het park een veel turbulentere aanstroom.
Het windpark, Horns Rev I, voor de kust bij Denemarken veroorzaakte op 12 februari 2008

zoveel turbulentie dat de bewolking op meer dan 100 km zichtbaar was.
(Klik op de foto voor een vergroting)
De Technische Universiteit in Denemarken heeft een uitgebreide studie gedaan, **Wind Farm Wake: The Horns Rev Photo Case**, naar aanleiding van de bovenstaande foto die door de piloot van een helikopter van Vattenfall is gemaakt die op weg was van de Deense kust naar een olieplatform op de Noordzee.
Het is niet het eerste onderzoek dat er op wijst dat grote aantallen windturbines het klimaat kunnen verstoren. De mechanismen achter de verstorende werking van windturbines werden gedetailleerd uit de doeken gedaan in studies uit 2008 ("On the impact of surface roughness anomalies") en 2004 ("The influence of large-scale wind power on global climate").
Hoewel deze onderzoeken geen berekeningen maken voor de invloed van specifieke hoeveelheden windturbines, laten ze weinig twijfel over het feit dat er een groter dan verwachte invloed is.
Vooral het optreden van klimaatwijzigingen op duizenden kilometers afstand van de windparken baart de onderzoekers zorgen. Hoewel kinetische energie slechts 0,3 procent van de energiebalans van de aarde uitmaakt, heeft ze een relatief grote invloed op het klimaat omdat wind in grote mate verantwoordelijk is voor het transport van warmte en vochtigheid over de aarde.
Het onderzoek wijst uit dat de invloed op het klimaat van een grote verzameling windturbines veel groter is dan gedacht. Vlak achter een offshore windpark is de windsnelheid maar liefst 40 procent lager dan vlak ervoor en het vraagt honderden kilometers voordat de wind weer op hetzelfde niveau zit.
Het windpark "steelt" dus bijna de helft van de aanwezige energie in de wind. Als de windturbines verder uit elkaar worden geplaatst, bijvoorbeeld op een onderlinge afstand van 1.400 meter (14 rotorlengtes), "steelt" het park uiteraard minder wind: slechts 6 procent in dit geval. Maar dan gaat de energie-opbrengst van het windpark flink omlaag. Worden de turbines dichter bij elkaar geplaatst, bijvoorbeeld op een onderlinge afstand van 500 meter (5 rotorlengtes), dan neemt de windschaduw toe: tot 100 procent in dit geval, wat dus betekent dat er vlak achter het windpark *geen wind* meer is. In dit geval heeft een windpark dus hetzelfde effect als een muur op zee.
Afhankelijk van de windsnelheid is er een afstand van enkele honderden tot meer dan duizend kilometer nodig alvorens de windsnelheid terug op hetzelfde niveau zit (=99 procent van de oorspronkelijke windsnelheid, de "*velocity recovery distance*"). Bij een windsnelheid van 6 meter per seconde is die afstand 178 kilometer, bij een windsnelheid van 8 meter per seconde 554 tot 1047 kilometer en bij een windsnelheid van 10 meter per seconde 90 tot 832 kilometer.
Individuele windparken groter maken of meer windturbines in een windpark plaatsen, lost het probleem niet op. In beide gevallen veroorzaakt het windpark een langere windschaduw.
Windturbines in grotere windparken stelen bovendien meer wind van elkaar, tenzij de onderlinge

afstanden toenemen. Uit eerdere onderzoeken bleek al dat de achterste rij windturbines in een windpark 5 tot 40 procent minder vermogen kan opleveren dan de eerste rij.
Onderzoekers wijzen erop dat windmolenparken te dicht op elkaar worden gebouwd. Het zou zelfs conflicten tussen landen kunnen veroorzaken als blijkt dat het windmolenpark bij de 'buren' de oorzaak is van overmatige neerslag of de wind wegneemt waardoor het eigen windpark te weinig wind vangt.

Onderzoek door *National Oceanic and Atmospheric Administration* (*NOAA*)

Ter verbetering van de productie van energie door windmolenparken zijn onderzoekers van NOAA in april 2011 een studie begonnen naar het zichtbaar maken van het zog, of turbulentiepatroon dat wordt geproduceerd achter de windturbines.
"Deze turbulentie kan schade aan de windturbines veroorzaken, maar is tevens de oorzaak van een verminderde energie-opbrengst," zegt één van de onderzoekers, Bob Banta, een wetenschapper bij NOAA's Earth System Research Laboratory (ESRL) in Boulder, Colorado die onderzoek doet naar luchtstromingen in de atmosfeer.
Banta en collega's van de Universiteit van Colorado (CU), van het US Department of Energy's National Renewable Energy Laboratory (NREL) en van het Livermore National Laboratory hebben een experiment ten zuiden van Boulder in Colorado opgezet, waar met behulp van een dopplerlaserinstallatie drie-dimensionale afbeeldingen van windsnelheden en -richtingen in de turbulentiestroom achter windturbines worden gemaakt.



High Resolution Doppler Lidar (HRDL) op een schip gemonteerd, maar kan als platform ook de vaste grond of een vliegtuig hebben. Klik om te vergroten

Het testcentrum bevindt zich in Eldorado Canyon bij Boulder, waar de heersende krachtige oostelijke wind die vanuit de bergen komt, doorheen waait.



Eén van de windturbines van NOAA in Boulder, Colorado. De as van de windturbine bevindt zich op 100 meter hoogte met bladen van 45 meter lang. Klik om te vergroten.

"Het turbulentie patroon is onderzocht en gemodelleerd in windtunnel studies en numerieke modellen, maar de atmosfeer is anders, meer variabel en ingewikkelder," zegt Banta.

"Normaal is het turbulentiepatroon op land onzichtbaar, maar op zee wordt het anders, daar zien we de effecten die we in windtunnel studies al berekend hadden. Zoals we duidelijk zien bij één van de grootste windparken in Europa, het Horns Rev I windpark, ten westen van Denemarken.

De huidige generatie windturbines zit met een wiekhoogte van 150 meter in een ingewikkeld deel van de atmosfeer. Vooral op zee zullen windturbines invloed op het klimaat hebben, maar ook op de mechanische eigenschappen. Het onderzoek is er dan ook op gericht de turbulente lagere lagen van de atmosfeer beter te leren kennen en om de productiviteit van windturbineparken te verhogen,"^ zegt Banta. "Als we kunnen begrijpen hoe windstoten en snelle veranderingen in de windrichting de turbine activiteiten beïnvloeden en hoe het turbulentiepatroon zich achter de windturbines gedraagt, kunnen we tot verbetering van de ontwerp normen komen, die op zijn beurt de efficiëncy van de windparken vergroot en de kosten van opwekking van energie omlaag brengt."

Het is dus de bedoeling met behulp van de hoge resolutie doppler laser gedetailleerde profielen van de atmosfeer achter windturbines te maken. Het drie-dimensionale turbulentiepatroon wordt vastgelegd in een brede wig van lucht tot 7 km lang en 1 km hoog achter de windturbine.

De studie naar het ontstaan en het gedrag van turbulentiepatronen achter windturbines, genaamd Turbine Wake and Inflow Characterization Study, is onderdeel van een Memorandum of Understanding, "Weather-dependent and Oceanic Renewable Energy Resources", ondertekend door NOAA en het Amerikaanse ministerie van Energie (DOE).

De plannen voor de Noordzee zijn ambitieus

Windparken worden dus te dicht bij elkaar gebouwd.

De reden daarvoor is dat de meest winstgevende plek voor een windpark – de kustzone van de Randstad – grotendeels in beslag wordt genomen door scheepvaartroutes.



Bestaande en geplande windmolenparken op de Noordzee. Klik om te vergroten.

Bestaande windparken liggen erg dicht bij elkaar. In Nederland liggen het Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ) en het Prinses Amalia windpark, beide blauw in bovenstaande afbeelding, op 15 kilometer van elkaar, in Denemarken zijn Horns Rev I en Horns Rev II slechts 23 kilometer van elkaar verwijderd.

De Noordzee is groot genoeg, en dus lijkt het probleem gemakkelijk oplosbaar door windparken verder uit de kust te bouwen, op een grotere onderlinge afstand. Die aanpak roept echter nieuwe problemen op. Ten eerste is de bouw van windparken in dieper water een stuk duurder, en ten tweede gaat er meer energie verloren tijdens het transport van de elektriciteit.

Bovendien lijken Nederlandse windparken ver uit de kust niet compatibel met, bijvoorbeeld, Engelse windparken ver uit de kust. De Britten hebben al plannen voor drie gigantische windparken in water van 60 meter diep, langs de westelijke grens van het Nederlandse Noordzeegebied: Doggersbank, Hornsea en Norfolk. Samen moeten ze 20 gigawatt gaan leveren en de bouw is gepland voor 2014 en verder.

Volgens deskundigen als het ECN worden vooral Norfolk (westelijk van de Randstad) en Doggersbank zo groot dat ze aanzienlijke windschaduwen zullen leggen over de belangrijkste Nederlandse zones.

Hoeveel windenergie kunnen we dan oogsten zonder het klimaat te beïnvloeden?

Daar is recent meer onderzoek naar gedaan wat we hieronder publiceren bij **Het overschatte potentieel van windenergie**.

Computersimulaties tonen aan dat een door windturbines geleverde elektriciteitsproductie van 4,4 TW (tien procent van het verwachte energieverbruik in 2100) een temperatuurstijging veroorzaakt van 1 graad Celsius op de plaatsen waar windparken op land staan opgesteld. Bovendien werden er opnieuw ook op plaatsen ver weg van de windparken temperatuur-verschillen genoteerd, net als veranderingen in wolkenvorming en regenval.

De afgelopen winters kenmerkten zich door veel sneeuwval

In Nederland, België en Denemarken zorgt de wind ervoor dat de winters mild zijn. De wind waait in deze streken meestal uit het westen en brengt zo de warmte van de zee mee. Maar als deze wind door grote offshore windmolenparken 'geoogst' wordt, dan wordt de warmte ook niet meegenomen. Waardoor onze winters wel eens veel kouder en natter, met veel sneeuw, zouden kunnen worden.

Theorie en praktijk

Alle onderzoeken aan dat duurzame energiebronnen niet de ideale oplossing zijn waar ze vaak voor worden gehouden. Er wordt nogal vlug beweerd dat het potentieel van duurzame energie zo groot is dat het makkelijk de bestaande energieconsumptie kan opvangen. Dat klopt in theorie, maar niet in de praktijk.

Het massaal plaatsen van grote windmolenparken kan wel eens een grotere invloed op het klimaat hebben dan we juist van plan waren te bestrijden door over te schakelen van fossiele brandstoffen naar duurzame energie.

De voorstanders van de bouw van windmolenparken grijpen de volgens hen genoemde klimaatverandering door het gebruik van fossiele brandstoffen aan om windmolens te plaatsen.
Het is opvallend dat de door windmolenparken veroorzaakte klimaatverandering, aantoonbaar bij het Horns Rev I windpark bij Denemarken, nooit door hen wordt genoemd.

Het overschatte potentieel van windenergie

Over beschikbare windenergie boven land

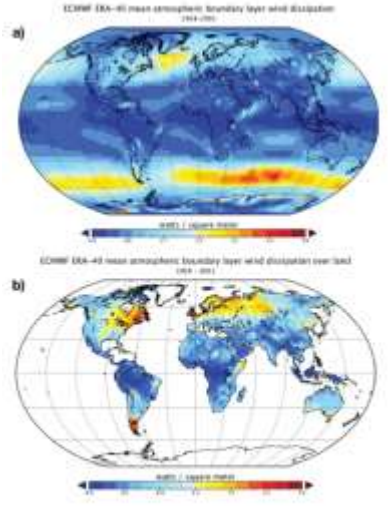


Fig. 2. Distribution of estimated boundary layer wind dissipation (a) globally and (b) over non-glaciated land as a proxy for wind power extractability from ECMWF ERA-40 reanalysis data.

Klik op de afbeelding om te vergroten

De discussie over windenergie laait op. Dat is goed want nu wordt er ook aandacht besteed aan de punten die bij de energieconsumenten minder bekend zijn omdat de projectleiders van grootschalige windparken u dit liever niet vertellen.
Steeds meer wetenschappelijke onderzoeken bevestigen deze trend.
Nu hebben wetenschappers van twee Max-Planck instituten hebben een onderzoek gedaan hoeveel windenergie er eigenlijk nodig is voor de opwekking van elektriciteit door windmolens op land en wat de invloed van al die windmolens is op het klimaat.
De Duitse wetenschappers, Muller, Gans en Kleidon schatten de winbare windenergie met vaste windturbines wereldwijd op 18 – 68 TeraWatt terwijl schattingen van klimaatmodellen uitkomen op 18 – 34 TeraWatt.
Beide uitkomsten liggen verrassend dicht bij elkaar, maar zijn toch typisch 15 tot 100 keer zo klein als traditionele schattingen.
Gegeven een huidige globale energievraag van 17 TeraWatt en een geschatte verandering de komende 100 jaar tot misschien wel 120 TeraWatt (berekening van het Internationaal Energie Agentschap) suggereert dit dat windenergie geen haalbare kaart is, tenzij je min of meer al het beschikbare land en alle kustgebieden vol zet met windturbines.
Volgens Muller en collegae is de traditionele berekening van beschikbare windenergie (bottom-up of ingenieursbenadering) onjuist omdat ze geen rekening houdt met het feit dat je door winning van windenergie er energie uit het klimaatsysteem onttrokken wordt.
Dan bedoelen ze niet het "wake" –effect, maar letterlijk dat grootschalige windenergiewinning de wereldwijde productie van wind zal doen afnemen.
Omdat in het klimaatsysteem wind evenredig is met drukverschillen welke van invloed zijn op de energietransporten in het klimaatsysteem wordt met grootschalige windenergiewinning ook het klimaatsysteem grootschalig beïnvloed.
De energie balans wordt als het ware ernstig verstoord.
Dat laatste is overigens ook al eerder door anderen gesuggereerd.

dodelijke keerzijde van windmolens

Neodymium magneten

Zie volledig document bij studies en documenten

De bouw van de in het energieakkoord genoemde duizenden windmolens kost aan honderden Chinese arbeiders het leven en maakt duizenden mensen ernstig ziek

Met de eerste stormen achter de rug weten windmolens nogal wat aandacht te trekken. Beveiligingen die niet werken waardoor de windmolen over z'n toeren gaat, wieken die afbreken, complete masten die omvallen, en helaas enkele dodelijke ongevallen bij een windmolen in Zuid Holland.

Over het algemeen zijn windmolens veilig. Behalve ongemak voor de omgeving van een windmolenpark op land in de buurt van woningen zijn er bij calamiteiten met windmolens helaas ook enkele burgerslachtoffers door brand in een windmolen te betreuren geweest.

Vrijwel dagelijks lezen we over de betreurenswaardige dood van twee jonge medewerkers van een onderhoudsbedrijf uit Barneveld (Telegraaf 26-01-2018), zonder dat er ook maar één woord aandacht wordt besteed aan de dood van tientallen inwoners en werknemers van fabrieken in China die voor Nederlandse windmolens de magneten maken.

Hoe anders is dat bij de fabricage van één van de belangrijkste onderdelen van de generator, de neodymium magneten die in China worden gemaakt.

In de stad Baotou in Noord China aan de grens met Mongolië, voltrekt zich een humanitaire ramp van ongekende omvang, met dank aan de windmolens die in **Nederland**, Engeland, België, Denemarken, Duitsland, Frankrijk en Schotland het groene plaatje moeten inkleuren.

Deze neodymium-magneten worden hoofdzakelijk in China gefabriceerd omdat daar, in de omgeving van de plaats Baotou, tegen de grens van Mongolië aan, de kostbare zeldzame grondstoffen worden gevonden die nodig zijn om de neodymium-magneten te maken.

In Baotou moet het neodymium worden gescheiden van uranium en thorium, twee radioactieve materialen. De stoffen worden na winning en verwerking van neodymium samen met andere giftige chemicaliën gedumpt in nauwelijks beschermde bassins en meren.

Grondwater wordt besmet met radio-actieve straling, de lucht bevat hoge concentraties giftige stoffen en planten, dieren en mensen worden dodelijk ziek.

Het plaatsen van windmolens in Nederland, Engeland, België, Denemarken, Duitsland, Frankrijk en Schotland draagt bij aan het ontstaan van een enorm kunstmatig meer van de meest giftige stoffen die er op aarde zijn.

Dit is de dodelijke en sinistere kant van de windmolenfabrikanten waar een mens liever niet aan herinnerd wil worden.

Elke dag stromen honderdduizenden liters radioactief water vermengd met vergiftigde aarde door roestige pijpleidingen vanaf de fabrieken naar dit meer. Het stralingsniveau van het meer ligt 10 tot 40 keer hoger dan de normen die wij in het westen nog als veilig voor de mens hanteren.

Deze stinkende en misselijk makende smurrie is het resultaat van een industrieel proces dat ervoor moet zorgen dat in Nederland en omringende landen de windmolens draaien.

Westerse bezoekers kregen de schrik van hun leven: De apocalyptische aanblik van deze grote geheime giftige en borrelende dump, die bij elke windturbine die

gebouwd wordt, groter wordt en méér mensen ziek maakt.

De borrelende troep doet direct een aanval op de zintuigen van de bezoekers. Al na enkele seconden loopt het water uit de ogen en vullen de longen zich met een bijtende stank. De magen keren zich om en de hoofden bonkten. En dit allemaal slechts na een verblijf van amper tien minuten aan de rand van deze gifpoel

De instanties houden de resultaten van stralings- en toxiciteitstesten angstvallig geheim en politici in de omringende dorpen hebben geweigerd om publiekelijk te erkennen dat de gezondheidsrisico’s het gevolg zijn van het giftige meer.

Wat doet de Nederlandse politiek?

Het is opmerkelijk dat de Nederlandse politiek zich stil houdt ten aanzien van deze humanitaire ramp die mede hun schuld is. Het is stil vanuit de Tweede Kamer.

Een mensenleven telt bij hen kennelijk niet mee als het aan de andere kant van de wereld ligt. Of men is/houdt zich onwetend.

Het blijft stil, want er moeten immers windmolens gebouwd worden….. het publiek zou zich eens kunnen keren tegen de doelstelling om duurzaam te zijn….

Het windmolenplaatje wordt dan ineens minder groen en duurzaam. Denkt u daaraan als u weer zo'n windmolen passeert.

INGEZONDEN BRIEVEN

Brieven die in deze rubriek geplaatst worden dienen voorzien te zijn van naam en adres. Anoniem ingezonden brieven worden niet geplaatst. Wanneer tot plaatsing wordt overgegaan hoeft dit niet te betekenen dat de redactie de daarin weergegeven mening deelt. Tevens heeft de redactie het recht bijdragen te bekorten of niet te plaatsen.

Wetenschappelijke onderzoeken : Windturbines maken ziek

Hieronder een opsomming van een aantal onderzoeken en de gezondheidsrisico's tot zeker 2 kilometer afstand:
Industriële windturbineparken hebben een niet te onderschatten impact op de gezondheid van de omwonenden, tot twee kilometer in de omtrek, zo blijkt uit onderzoek. De medische wereld trekt aan de alarmbel.

Geluidsoverlast blijkt het grootste probleem te vormen. De Nederlandse fysicus Frits van den Berg (universiteit Groningen) beschrijft het in zijn doctoraatsthesis als volgt: "De lange wieken maken een geluid dat tot op twee kilometer afstand te horen is en 's nachts aanzwelt: een sterke ruis met daar bovenop een 'klots' of 'bonk'. De ene hoort er een passerende roeiboot in, de andere denkt aan een oude laars in een droogtrommel, een eindeloze trein, de branding of een opstijgende 747."
De Franse Academie van Geneeskunde bestudeerde de gezondheidsimpact van windturbines in een uitgebreid rapport. "Lawaai vormt het grootste risico", zegt Claude-Henri Chouard, hoofdauteur van het rapport. "Omwonenden van windturbines klagen het meest over geluidsoverlast. Dat kan reële gevolgen hebben voor de gezondheid."
Het gaat dan om stress, slaapstoornissen, hoofdpijn, depressie, prikkelbaarheid, vermoeidheid.
Nachtlawaai jaagt ook de bloeddruk omhoog, zo blijkt uit onderzoek van de Londense Lars Jarup et al. Zij kwamen tot de bevinding dat de bloeddruk van testpersonen steeg zodra de geluidsgrens van 35 decibel overschreden raakte.

Uit de WGO-studie Lares (Large Analysis and Review of European Housing and Health Status) bleek in 2004 al dat nachtlawaai één op de vier mensen ziek maakt. Bij volwassenen staan depressiegebonden aandoeningen voorop (slapeloosheid, anhedonie, verlies aan eetlust en zelfrespect), artrose, maagaandoeningen, luchtwegeninfecties en migraine. Bij kinderen (1 tot 17 jaar) springen vooral de verhoogde risico's voor bronchitis, luchtwegeninfecties en depressie in het oog.

Onderzoeker Kinanya Piil, Universi-

helder: direct omwonenden hebben binnen een straal van 1.400 meter significant meer slaapgebrek, zijn overdag meer vermoeid en presteren slechter. 75% van de omwonenden binnen 1.400 meter geeft bovendien aan zo snel mogelijk te willen verhuizen als gevolg van deze klachten.
Eerdere publicaties, waaronder die van de American Acoustical Society, maakte al aannemelijk dat het overigens niet alleen om hoorbaar geluid gaat, de mens blijkt ook trillingen (en met name laagfrequent geluid) via het skelet op te vangen. Voor deze effecten is in 1999 al gewaarschuwd, maar toen was er nog geen gevalideerd onderzoek voorhanden waaruit blijkt dat de mens op deze manier eveneens hoort. Nu dus wel.

De Britse krant Daily Mail veroorzaakte veel opschudding enige jaren geleden met een rapportage over de Chinese industriestad Baotou, de plek waar een groot deel van de wereldvoorraad van neodymium gewonnen wordt. De rapportage bevatte schokkende foto's over gezondheidsproblemen zoals kanker, huidproblemen en uitvallende tanden.
Neodymium wordt gebruikt bij de productie van magnetische motoren van windmolens.
De Groene Rekenkamer had al een paar maanden het rapport De dodelijke keerzijde van windenergie op de plank liggen. De actualiteit heeft ervoor gezorgd dat het rapport op veler verzoek online ter beschikking werd gesteld. Het is opmerkelijk dat de Nederlandse politiek zich stil houdt ten aanzien van deze humanitaire ramp.
Resume!
Onderzoeken zoals hierboven beschreven zijn ook van toepassing op de gezondheid van inwoners Gemeenten Borne, Hengelo en Hof van Twente tot op zeker 2 km afstand.
De industriële windturbines die de familie Kristen aan de Veldweg in Ambt Delden overweegt te plaatsen meten elk liefst 210 m hoog!
Dit is een schrikbeeld voor de bewoners van Borne Zuid-West.

H. Mulder
Vijverlaan 23
7621 EL Borne

A en W
in- en verk
m
Ambach
Tel. (
Openingstijden: m
za. 0

YinYog
Holistisch Centrum A
YinYoga. YinYoga is
van yoga waarbij je la
neemt.
YinYoga yoga werkt
se, verminderd spier
nend/meditatief. Iede
sieke gesteldheid kan
De lessen worden ge
Nele is afgestudeerd
docent aan de bekend
heeft zij samengewer
centen en ook zelf les
mogelijkheden. Woe
derdag 20.45-22.15 u
kunnen dan bieden v
Yoga, PowerYoga en
Aanmelden/Info: ww

The Han
Filmh
Woensdag 17 januar
20.15 uur de film 'Th
Een kostuumdrama
van 1930, tijdens de
haal gaat over een
een Japanse graaf en
een rijke Japanse erf
moet hem daar als h
zorgvuldig uitgewe
in het honderd, war

Deze spannende en
de meesterlijke reg
spireerd op de best
van de Britse schrij
Wook is bekend va
(2003), waarmee hij
van Cannes de juryp
genomineerd voor ee
tival van Cannes 201
national Film Festiva

Aanvang film: 20.15
Entree: €8,00, voor
€5,00
De volgende film in F
A United Kingdom

Joris Lentfert naar Win
Joris Lentfert gaat in 2018 Winteb Racing en Joris ho-

le,
aratie
ve prijs.
rkstraat 12.
04590

Batterij
goud
udsmid

180 Borne
68961

aan:
voor schil-
sausen en
ssen. Goed
op
11279

>> Kom
n GRATIS
S
krijg weer
Ontspannen
en
(Buik/Rug/
b o d e m ,
demhaling)
ans, Aikido,
oga, bewust
net plezier)
Yoga (ont-
eries bewe-
editatie)
e: De
m, Akker 7,

nBM.nl
02
olfijnbm.nl

es, zwem
aden, hou-
huisjes en
ls, etc.
uren ook
ens. Alles
r scherpe

oink,

50
olines.nl
enspeel-
nk.nl

elfstandige
akster
voor detail.
twee weken

nsen/bellen
00 uur
6

RAAKT in
23 decem-
verkleurige
met geis-
ing.
50976

INGEZONDEN BRIEVEN

Brieven die in deze rubriek geplaatst worden dienen voorzien te zijn van naam en adres. Anoniem ingezonden brieven worden niet geplaatst. Wanneer tot plaatsing wordt overgegaan hoeft dit niet te betekenen dat de redactie de daarin weergegeven mening deelt. Tevens heeft de redactie het recht bijdragen te bekorten of niet te plaatsen.

Wetenschappelijke onderzoeken : Windturbines maken ziek

Hieronder een opsomming van een aantal onderzoeken en de gezondheidsrisico's tot zeker 2 kilometer afstand:
Industriële windturbineparken hebben een niet te onderschatten impact op de gezondheid van de omwonenden, tot twee kilometer in de omtrek, zo blijkt uit onderzoek. De medische wereld trekt aan de alarmbel.

Geluidsoverlast blijkt het grootste probleem te vormen. De Nederlandse fysicus Frits van den Berg (universiteit Groningen) beschrijft het in zijn doctoraatsthesis als volgt: "De lange wieken maken een geluid dat tot op twee kilometer afstand te horen is en 's nachts aanzwelt: een sterke ruis met daar bovenop een 'klots' of 'bonk'. De ene hoort er een passerende roeiboot in, de andere denkt aan een oude laars in een droogtrommel, een eindeloze trein, de branding of een opstijgende 747."
De Franse Academie van Geneeskunde bestudeerde de gezondheidsimpact van windturbines in een uitgebreid rapport. "Lawaai vormt het grootste risico", zegt Claude-Henri Chouard, hoofdauteur van het rapport. "Omwonenden van windturbines klagen het meest over geluidsoverlast. Dat kan reële gevolgen hebben voor de gezondheid."
Het gaat dan om stress, slaapstoornissen, hoofdpijn, depressie, prikkelbaarheid, vermoeidheid.
Nachtlawaai jaagt ook de bloeddruk omhoog, zo blijkt uit onderzoek van de Londense Lars Jarup et al. Zij kwamen tot de bevinding dat de bloeddruk van testpersonen steeg zodra de geluidsgrens van 35 decibel overschreden raakte.

Uit de WGO-studie Lares (Large Analysis and Review of European Housing and Health Status) bleek in 2004 al dat nachtlawaai één op de vier mensen ziek maakt. Bij volwassenen staan depressiegebonden aandoeningen voorop (slapeloosheid, anhedonie, verlies aan eetlust en zelfrespect), artrose, maagaandoeningen, luchtwegeninfecties en migraine. Bij kinderen (1 tot 17 jaar) springen vooral de verhoogde risico's voor bronchitis, luchtwegeninfecties en depressie in het oog.

Onderzoeker Kinanya Piil, Universi-

helder: direct omwonenden hebben binnen een straal van 1.400 meter significant meer slaapgebrek, zijn overdag meer vermoeid en presteren slechter. 75% van de omwonenden binnen 1.400 meter geeft bovendien aan zo snel mogelijk te willen verhuizen als gevolg van deze klachten.
Eerdere publicaties, waaronder die van de American Acoustical Society, maakte al aannemelijk dat het overigens niet alleen om hoorbaar geluid gaat, de mens blijkt ook trillingen (en met name laagfrequent geluid) via het skelet op te vangen. Voor deze effecten is in 1999 al gewaarschuwd, maar toen was er nog geen gevalideerd onderzoek voorhanden waaruit blijkt dat de mens op deze manier eveneens hoort. Nu dus wel.

De Britse krant Daily Mail veroorzaakte veel opschudding enige jaren geleden met een rapportage over de Chinese industriestad Baotou, de plek waar een groot deel van de wereldvoorraad van neodymium gewonnen wordt. De rapportage bevatte schokkende foto's over gezondheidsproblemen zoals kanker, huidproblemen en uitvallende tanden.
Neodymium wordt gebruikt bij de productie van magnetische motoren van windmolens.
De Groene Rekenkamer had al een paar maanden het rapport De dodelijke keerzijde van windenergie op de plank liggen. De actualiteit heeft ervoor gezorgd dat het rapport op veler verzoek online ter beschikking werd gesteld. Het is opmerkelijk dat de Nederlandse politiek zich stil houdt ten aanzien van deze humanitaire ramp.
Resume!
Onderzoeken zoals hierboven beschreven zijn ook van toepassing op de gezondheid van inwoners Gemeenten Borne, Hengelo en Hof van Twente tot op zeker 2 km afstand.
De industriële windturbines die de familie Kristen aan de Veldweg in Ambt Delden overweegt te plaatsen meten elk liefst 210 m hoog!
Dit is een schrikbeeld voor de bewoners van Borne Zuid-West.

H. Mulder
Vijverlaan 23
7621 EL Borne

A en W
in- en verk
m
Ambach
Tel.
Openingstijden: m
za. 0

YinYog
Holistisch Centrum A
YinYoga. YinYoga is
van yoga waarbij je la
neemt.
YinYoga yoga werkt
se, verminderd spier
nend/meditatief. Iede
sieke gesteldheid kan
De lessen worden ge
Nele is afgestudeerd
docent aan de bekend
heeft zij samengewer
centen en ook zelf les
mogelijkheden. Woe
derdag 20.45-22.15 u
kunnen dan bieden v
Yoga, PowerYoga en
Aanmelden/Info: ww

The Han
Filmh
Woensdag 17 januar
20.15 uur de film 'Th
Een kostuumdrama
van 1930, tijdens de
haal gaat over een
een Japanse graaf en
een rijke Japanse erf
moet hem daar als h
zorgvuldig uitgewe
in het honderd, war
Deze spannende en
de meesterlijke reg
spireerd op de best
van de Britse schrij
Wook is bekend va
(2003), waarmee hij
van Cannes de juryp
genomineerd voor ee
tival van Cannes 201
national Film Festiva
Aanvang film: 20.15
Entree: €8,00, voor
€5,00
De volgende film in
A United Kingdom

Joris Lentfert naar Wi
Joris Lentfert gaat in 2018 Winteb Racing en Joris ho-

e,
aratie
ve prijs.
kstraat 12.
04590

Batterij
goud
udsmid
180 Borne
68961

aan:
voor schil-
sausen en
ssen. Goed
op
11279

>> Kom
GRATIS
krijg weer
ntspannen
n
(Buik/Rug/
b o d e m ,
demhaling)
ans, Aikido,
oga, bewust
net plezier)
Yoga (ont-
eries bewe-
editatie)
e: De
m, Akker 7,
BM.nl
02
olfijnbm.nl

es, zwem
aden, hou-
huisjes en
ls, etc.
uren ook
ens. Alles
r scherpe
pink,
50
plines.nl
enspeel-
nk.nl

elfstandige
akster
voor detail.
twee weken
nsen/bellen
00 uur
6

RAAKT in
23 decem-
verkleurige
met geis-
ing.
60976



De 210 meter hoge windmolens. © actiegroep Borne zuid-west

Hebben Bornenaren straks slapeloze nachten door het gezoef?

BORNE - Buurtbewoners van Borne Zuid-West maken zich zorgen over de plannen van de familie Kristen om twee 210 meter hoge windmolens te bouwen. Ze maken zich zorgen over het geluid en de slagschaduw.

Redactie 09-12-17, 11:05

Gerard Sleumer, van de actiegroep van ongeruste bewoners in Borne Zuid-West, heeft het internet afgezocht naar de effecten van windturbines. "Ik ben erg geschrokken van een filmpje op YouTube van een huis dat op zo'n 900 meter van een windturbine staat. Dat zoef-geluid elke keer als een wiek voorbijraast, was zo hard. De windturbine staat op 700 meter van mijn huis aan de Kerkedennen gepland. Een woning aan de Bospoort slechts 400 meter. We zijn het constante geruis van de A1 wel gewend, maar het geluid dat de windmolens produceren is anders, een andere frequentie."

Met name bewoners van de wijk Veldhoven zullen last ervaren van het geluid, doordat de wind vaak uit het zuidwesten komt. "Tijdens de inloopavond kregen we te horen dat het geluid van de windmolens weg zou vallen bij het geruis van de A1, maar al kent de A1 topdrukte tijdens de spits, 's avonds en in het weekend is het rustig. De windturbines zouden 's nachts juist meer lawaai maken, heb ik gelezen in het onderzoek van de Groningse professor Van den Berg. Doordat het 's nachts op grotere hoogte harder waait. Met slapeloze nachten tot gevolg."

Constant wisselende schaduw

Bovendien maken de leden van de actiegroep zich zorgen over de slagschaduw, de constante wisselende schaduw die door de zon die door de draaiende wieken schijnt, wordt veroorzaakt. De zon die normaal in de tuin en de achterkamer van Sleumer schijnt, zal hierdoor worden onderbroken.

Op internet schrijft een Amerikaanse radioloog over de effecten van de windturbines op de omgeving. Mensen die dicht bij turbines wonen krijgen last van hoofdpijn, duizeligheid en psychische problemen. "Ik kan het me wel voorstellen", aldus Sleumer. "De overheid wuift de negatieve gevolgen weg, maar er blijkt nog veel onduidelijk. We willen weten wat de effecten zijn van deze molens. Blijken onze zorgen onterecht, dan juichen we ontwikkelingen op het gebied van duurzaamheid toe."

Binnenkort gaat Sleumer met een groep bezorgde buurtbewoners naar een vergelijkbare locatie om te ervaren wat voor een geluid en schaduw een windturbine maakt.

GWPF

DE 9ROENE REKENK4MER

EEN GEVOELIGE KWESTIE

Hoe het IPCC goed nieuws over klimaatverandering verborg

Nicholas Lewis en Marcel Crok

Stichting De Groene Rekenkamer

DE 9ROENE
REKENK4MER

Objectief en neutraal

Objectiviteit en neutraliteit behoren vanzelfsprekend te zijn bij lastige beleidskwesties. Cijfermatige controle van resultaten, vrij van emotie en een vooringenomen standpunt is de enige manier om een doeltreffend beleid te kunnen vormen.

De Groene Rekenkamer voert deze controle uit, op eigen initiatief of op verzoek, en vrij van politieke voorkeur en absoluut onafhankelijk van wie dan ook. De Groene Rekenkamer stelt zich strikt neutraal op bij verzoeken om cijfermatige controle. In elke overeenkomst met een opdrachtgever staat daarom dat deze geen invloed heeft op de uitkomsten.
Dit is de kracht van de Groene Rekenkamer.

Artikel 1 van de Statuten zegt immers:
Het doel van de stichting is het kritisch volgen van het overheidsbeleid op het gebied van milieu, gezondheid, technologie en verwante gebieden en te bevorderen dat dit wordt gebaseerd op wetenschappelijke analyses van risico's en kosteneffectiviteit van maatregelen.

Dit rapport is een vertaling van het rapport "A Sensitive Matter - How the IPCC Buried Evidence Showing Good News About Global Warming", dat is uitgegeven door de Global Warming Policy Foundation. Er bestaat ook een kortere Engelse versie van het rapport getiteld "Oversensitive - How The IPCC Hid The Good News On Global Warming".
Beide rapporten zijn gratis te downloaden op de website van de Global Warming Policy Foundation, http://www.thegwpf.org/category/gwpf-reports/ en van de website van de Groene Rekenkamer, http://www.groenerekenkamer.nl/rapporten/

Het rapport is vertaald door Marcel Crok en is eveneens via bovenstaande link te downloaden.

EEN GEVOELIGE KWESTIE

Hoe het IPCC goed nieuws over klimaatverandering verborg

Nicholas Lewis en Marcel Crok

Voorwoord door Professor Judith Curry

©Copyright 2014 De Groene Rekenkamer en The Global Warming Policy Foundation

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Over de auteurs	5
Samenvatting	7
Introductie	11
Onverwachte beslissing in AR5	13
De geschiedenis van klimaatgevoeligheid	15
Observaties duiden op een lage klimaatgevoeligheid	17
De bewijzen voor een lage klimaatgevoeligheid stapelen zich op	27
Zwakke studies vertroebelen het zicht	32
Instrumentele schattingen zijn superieur	39
Modellen overschatten de opwarming	44
Overgangsklimaatgevoeligheid in AR5	47
Wat zal de toekomst brengen?	51
Conclusies	55
Appendix	58
Verklarende woordenlijst/afkortingen	63
Referenties	66

Voorwoord

Hoe gevoelig ons klimaat is voor broeikasgassen is een sleutelvraag in het wetenschappelijke debat over antropogene klimaatverandering en ook in het publieke debat over wat nu het juiste beleid is in reactie op de stijgende concentratie aan broeikasgassen in de atmosfeer. Klimaatgevoeligheid en de onzekerheden daaromheen zijn belangrijke invoergegevens voor de economische modellen waarmee kosten-baten analyses worden gedaan en waarmee schattingen worden gedaan van de maatschappelijke kosten van CO_2.

De complexiteit en de nuances rond het begrip klimaatgevoeligheid zijn niet gemakkelijk op te maken uit de Summary for Policy Makers (SPM) van de rapporten van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). In de uitgebreidere discussies over klimaatgevoeligheid in het volledige Werkgroep I-rapport ontbreekt de juiste context of uitleg die gemakkelijk te begrijpen is voor diegenen die niet actief de wetenschappelijke literatuur bijhouden.

Dit rapport van Nic Lewis en Marcel Crok dicht dit gat tussen de IPCC-assessments en de onderliggende wetenschappelijke literatuur, door een overzicht te geven van de verschillende methodes om klimaatgevoeligheid te schatten en door het historische perspectief te geven van klimaatgevoeligheid in de verschillende IPCC-rapporten. Zij doen in het rapport ook een eigen onafhankelijke assessment van de verschillende methodes om klimaatgevoeligheid te schatten en ze bekritiseren de assessment van klimaatgevoeligheid in het vierde en vijfde IPCC-rapport.

Het rapport benadrukt dat de bewijzen voor een lage klimaatgevoeligheid zich opstapelen. Ik vind dit rapport een nuttige bijdrage aan het wetenschappelijke debat over dit onderwerp en ook een belangrijke impuls voor de publieke dialoog en het debat over klimaatbeleid.

Ik heb ermee ingestemd om dit rapport te reviewen en om een voorwoord te schrijven omdat ik beide auteurs hoog heb zitten. Ik heb de opkomst van Nic Lewis als een onafhankelijke klimaatonderzoeker en zijn succes bij het publiceren van artikelen over klimaatgevoeligheid in vooraanstaande peer-reviewed tijdschriften met veel belangstelling gevolgd, en ik heb getracht zijn werk te steunen en het te publiceren. Ik heb de afgelopen jaren geregeld contact gehad met Marcel Crok, recent nog als een deelnemer aan climatedialogue.org, en ik waardeer zijn inzichtelijke analyses.

De samenwerking tussen deze twee auteurs heeft geresulteerd in een degelijk, goed opgebouwd en begrijpelijk rapport over de wetenschappelijke kwesties rondom klimaatgevoeligheid en de afwegingen daarover van het IPCC.

Tijdens het schrijven van dit voorwoord realiseerde ik me hoe weinig mogelijkheden er eigenlijk zijn om een dergelijk rapport te publiceren. Ik ben de GWPF dan ook erkentelijk voor het publiceren van dit rapport en voor de publiciteit die ze eraan geven. De publieke verantwoording van nationale en intergouvernementele klimaatwetenschap en beleidsanalyses wordt vergroot door onafhankelijke assessments van hun conclusies en argumenten.

Judith Curry
Atlanta, Georgia, Verenigde Staten van Amerika
Februari 2014

Judith Curry is hoogleraar en hoofd van de School of Earth and Atmospheric Sciences aan het Georgia Institute of Technology. Ze is een fellow van de American Meteorological Society, de American Association for the Advancement of Science en de American Geophysical Union.

Over de auteurs

Nicholas Lewis

Nicholas Lewis is een onafhankelijke klimaatonderzoeker. Hij studeerde wiskunde en natuurkunde aan Cambridge University, maar werkte tot vijf jaar geleden in andere sectoren. Sindsdien doet hij klimaatonderzoek en bestudeert hij statistische methoden die relevant zijn voor klimaatonderzoek. De laatste jaren heeft hij zich voornamelijk geconcentreerd op de moeilijkheid van het schatten van klimaatgevoeligheid en verwante sleutelbegrippen van het klimaat. Met een aantal prominente IPCC-hoofdauteurs publiceerde hij een belangrijke paper op dit gebied. Hij is tevens auteur van een recent artikel dat een klimaatgevoeligheidsstudie, die in het vierde IPCC-rapport figureerde, opnieuw onder de loep nam. Zijn artikel laat zien dat de subjectieve Bayesiaanse methode die in die studie gebruikt werd leidde tot een grove overschatting van het risico op hoge waarden voor klimaatgevoeligheid. Beide papers van Lewis worden geciteerd en bediscussieerd in het recent gepubliceerde vijfde IPCC-rapport.

Marcel Crok

Marcel Crok is een freelance wetenschapsjournalist die woont en werkt in Amsterdam. Hij werkte in het verleden voor het populairwetenschappelijke maandblad *Natuurwetenschap & Techniek* (recent omgedoopt tot de Nederlandse editie van *New Scientist*). In 2005 publiceerde hij een lang artikel over de beruchte hockeystickgrafiek, waarin de kritiek van Stephen McIntyre en Ross McKitrick op die grafiek uitgebreid aan de orde kwam. Crok publiceerde in 2010 een boek (*De Staat van het Klimaat*) over de opwarming van de aarde. Na Climategate en de commotie over fouten in het vierde IPCC-rapport vroeg de Nederlandse overheid hem om het vijfde IPCC-rapport als expert reviewer te reviewen. Samen met de Nederlandse overheidsinstituten KNMI en PBL (Planbureau voor de Leefomgeving) heeft Crok tevens een internationaal discussieplatform opgezet, climatedialogue.org, dat een constructieve dialoog faciliteert tussen klimaatonderzoekers met verschillende visies.

Samenvatting

1. Het wetenschappelijke deel (WGI) van het onlangs gepubliceerde[1] vijfde IPCC-rapport (AR5) bevat opwekkende informatie. De beste observationele schattingen wijzen erop dat het klimaat aanzienlijk minder gevoelig is voor broeikasgassen dan klimaatonderzoekers tot nu toe dachten. De aanwijzingen hiervoor en de relevante wetenschappelijke artikelen worden alle genoemd in het volledige IPCC-rapport. Deze belangrijke conclusie is echter niet getrokken in het volledige rapport – het wordt slechts als een mogelijkheid geopperd – en is niet gemeld in de Summary for Policymakers (SPM).

2. De dertig jaar voorafgaand aan AR5 veranderde er bijna niets aan de beste schatting en de onzekerheidsmarge voor klimaatgevoeligheid. De beste schatting voor de zogenaamde evenwichtsklimaatgevoeligheid (*equilibrium climate sensitivity* (ECS)) begon en eindigde op 3°C en de onzekerheidsmarge[2] had in het algemeen een ondergrens van 1,5°C[3] en een bovengrens van 4,5°C. Diverse recente wetenschappelijke studies komen echter uit op beste schattingen van tussen de 1,5°C en 2°C, aanzienlijk lager dus dan het merendeel van de oudere studies aangeven.

3. In het vierde IPCC-rapport waren de empirische schattingen van klimaatgevoeligheid niet alleen gebaseerd op data die inmiddels achterhaald zijn maar ook op een verkeerde statistische methode, met een bias naar hogere waarden tot gevolg, wat het klimaatprobleem 'erger' leek te maken. In het vijfde IPCC-rapport gebruiken vele studies nog altijd achterhaalde data en/of een verkeerde statistische methodiek. Er zijn nu echter diverse empirische schattingen van klimaatgevoeligheid beschikbaar, gebaseerd op een degelijke methodiek en geschikte data, die substantieel lagere waarden geven dan simulaties met klimaatmodellen, zowel voor de opwarming op de lange termijn alsmede de opwarming aan het eind van deze eeuw.

4. Sinds het vierde IPCC-rapport is de concentratie aan broeikasgassen verder gestegen, maar de mondiale temperatuur niet; en nog belangrijker, de schattingen voor het afkoelende effect van aerosolen zijn naar beneden bijgesteld. Deze combinatie van factoren is indicatief voor een klimaatsysteem dat minder gevoelig is voor broeikasgassen dan voorheen werd gedacht. De nieuwe

[1] De 'final draft' van het Werkgroep I-rapport van AR5 en de goedgekeurde Summary for Policymakers (SPM) werden in september 2013 gepubliceerd. Een gecorrigeerde definitieve versie van de SPM werd eind januari 2014 vrijgegeven.

[2] 'Waarschijnlijk' (likely) is in de laatste twee IPCC-rapporten gedefinieerd als tweederde kans; voor die tijd werd er geen kansverwachting aan gekoppeld.

[3] Het vierde IPCC-rapport uit 2007 verhoogde de ondergrens tot 2°C.

bewijzen voor het effect van aerosolen zijn echter nog niet toegepast in de klimaatmodellen.

5. De mondiale klimaatmodellen die gebruikt worden om toekomstige klimaatverandering te voorspellen genereren nog altijd een klimaatgevoeligheid in de orde van 2–4,5°C, met een gemiddelde van iets boven de 3°C. Grote delen van het IPCC-rapport leunen op deze computersimulaties. Vrijwel alle projecties van toekomstige klimaatverandering zijn erop gebaseerd,[4] en een heel hoofdstuk is gewijd aan de performance van de modellen. In het IPCC-rapport toegeven dat de beste observationele schattingen[5] voor klimaatgevoeligheid nu slechts 1,5–2°C zijn zou erop neerkomen dat grote delen van het IPCC-rapport uit de pas lopen met de laatste stand van de wetenschap.

6. Naar onze mening zaten de IPCC WGI-onderzoekers opgezadeld met een dilemma. Hoe moesten ze omgaan met de discrepantie tussen de schattingen voor klimaatgevoeligheid gebaseerd op modellen enerzijds en op waarnemingen, die in overeenstemming zijn met de meest recente inzichten voor aerosolen, anderzijds? In samenwerking met de landendelegaties – die het laatste woord hebben over de precieze formulering van de SPM – lijken ze besloten te hebben dit dilemma op de volgende wijze op te lossen. Ze pasten ten eerste de waarschijnlijkheidsrange (*'likely' range*) voor klimaatgevoeligheid iets aan. Het was 2–4,5°C in het vierde IPCC-rapport (AR4) in 2007. De ondergrens is nu verlaagd tot 1,5°C en de range is dus 1,5–4,5°C. Door dit te doen gaven ze aan rekening te houden met de nieuwe lagere schattingen die recent zijn gepubliceerd in de literatuur.

7. Ze besloten ten tweede om geen beste schatting voor klimaatgevoeligheid te geven. Sinds het Charney-rapport in 1979 hebben vrijwel alle internationale assessments (de enige uitzondering is het derde IPCC-rapport uit 2001) altijd een beste schatting voor klimaatgevoeligheid gegeven. In het vierde IPCC-rapport was de beste schatting 3°C. Bij de goedkeuring van de SPM door alle landen, in september 2013, werd de beslissing om geen beste schatting te geven voor klimaatgevoeligheid slechts vermeld in een voetnoot, met als reden 'een gebrek aan overeenstemming over de waardes tussen verschillende bewijzen en studies'. Pas in het definitieve rapport, dat eind januari 2014 werd

[4] Geprojecteerde opwarming, die minder dan evenredig toeneemt met ECS vanwege het dempende effect van de warmte-opname door de oceaen, zou in de modellen in theorie overeen kunnen komen met de waarnemingen ondanks het feit dat dat voor de ECS niet geldt. Maar het blijkt niet het geval te zijn.

[5] Observationele methoden maken enigszins gebruik van modellen, maar de manier waarop ze gebruikt worden om klimaatgevoeligheid uit observaties af te leiden verschilt enorm van de manier waarop mondiale klimaatmodellen dat doen.

gepubliceerd, was er een paragraaf over toegevoegd in de Technical Summary die iets meer uitleg gaf.

8. De SPM had op zijn minst een uitgebreidere uitleg kunnen geven over de beslissing om de waarschijnlijkheidsrange voor klimaatgevoeligheid te verbreden en om geen beste schatting te geven. Dat had gekund in de vorm van een onomwonden statement dat het beste observationele bewijs, gebaseerd op de verbeterde schattingen voor het effect van aerosolen en de langere tijdreeks voor de mondiale temperatuur, wijst op een beste schatting voor de evenwichtsklimaatgevoeligheid van 2°C of iets minder terwijl klimaatmodellen nog steeds suggereren dat het 3°C is of iets meer. Wij – de auteurs van dit rapport – waren beiden expert reviewers van AR5 en in onze review commentaren hebben we gesuggereerd dat het IPCC een stap verder moest gaan en verschillende ranges voor klimaatgevoeligheid zou moeten presenteren gebaseerd op enerzijds de modellen en anderzijds de kwalitatief hoogwaardige observationele studies.

9. In dit rapport stellen wij voor dat de nieuwe op observaties gebaseerde waarschijnlijkheidsrange 1,25–3,0°C zou kunnen zijn met een beste schatting van 1,75°C.[6] Als het IPCC die stap had gezet – wat in overeenstemming zou zijn geweest met de beste wetenschappelijke kennis van dit moment – dan zou dat door alle media in de wereld opgepikt zijn als een van de, zo niet de belangrijkste, conclusie van het rapport. En terecht.

10. Het IPCC voelde zich er in AR5 nog zekerder van (95% zeker terwijl het 90% was in AR4) dat de mens het merendeel (tenminste 50%) van de opwarming sinds 1950 veroorzaakt heeft. De media beschouwden dit als de belangrijkste conclusie van AR5 terwijl het in feite een relatief onbeduidende uitspraak is. De kwalitatief hoogwaardige observationele schattingen voor klimaatgevoeligheid, die in dit rapport besproken worden, gaan ervan uit dat vrijwel alle opwarming (en niet sinds 1950, maar over de afgelopen 100-150 jaar) door de mens komt. De veel belangrijkere vraag nu is hoeveel opwarming we in de toekomst bij verschillende scenario's kunnen verwachten.

11. De overgangsklimaatgevoeligheid (transient climate response (TCR)), een maat voor de opwarming als gevolg van een verdubbeling van de CO_2-concentratie over een periode van zeventig jaar, is verwand aan de klimaatgevoeligheid en weerspiegelt ook de efficiency waarmee de oceanen warmte opnemen en wordt vaak gezien als een betere indicatie voor opwarming in de 21e

[6] Dit is gebaseerd op onze keuze om het meeste belang te hechten aan kwalitatief hoogwaardige schattingen voor ECS die instrumentele data gebruiken, overeenkomstig IPCC's eigen oordeel, en door studies met flinke tekortkomingen te negeren.

eeuw dan de evenwichtsklimaatgevoeligeid.[7] AR5 verlaagt de 10–90% range voor TCR van 1–3°C in AR4 tot een waarschijnlijkheidsrange van 1–2,5°C. In dit rapport suggereren wij dat een op observaties gebaseerde waarschijnlijkheidsrange voor TCR redelijkerwijs 1–2°C kan zijn, met een beste schatting van 1,35°C. De TCR van klimaatmodellen ligt met een gemiddelde van iets onder 2°C veel hoger.

12. Deze lagere, op waarnemingen gebaseerde schattingen voor klimaatgevoeligheid en TCR suggereren dat we in de toekomst aanzienlijk minder opwarming en zeespiegelstijging hoeven te verwachten dan de modelprojecties aangeven. De verwachte opwarming gebaseerd op de 'observationele' TCR ligt 35–50% lager dan de op modellen gebaseerde projecties van het IPCC. Bij het op een na hoogste emissiescenario van het IPCC zou de opwarming in de periode 2081-2100 liggen in de buurt van de internationale tweegradendoelstelling.

13. Onze kritiek is gericht op de IPCC als organisatie,[8] op de beperkingen die het IPCC-proces met zich meebrengt en op de overdreven nadruk die het IPCC legt op projecties en andere uitkomsten van klimaatmodellen. De IPCC-auteurs waren met handen en voeten gebonden aan dit proces; de scope en zelfs de titels van de verschillende hoofdstukken waren al bepaald. Zelfs onderscheid maken tussen verschillende modellen zou politiek gezien lastig geweest zijn.

14. Het doel van het IPCC is om op een 'allesomvattende, objectieve, open en transparante wijze de wetenschappelijke, technologische en socio-economische kennis, die van belang is om het risico van antropogene klimaatverandering te begrijpen, te beoordelen'.[9] Wij zijn van mening dat, grotendeels als gevolg van de beperkingen die de model-geörienteerde aanpak van het IPCC met zich meebrengt, zowel het WGI-rapport als de SPM er in het geval van klimaatgevoeligheid, een van de belangrijkste zo niet de belangrijkste parameter uit de klimaatdiscussie, niet in geslaagd is een bevredigende assessment te doen.

[7] Zeespiegelstijging hangt af van de verhouding tussen ECS en TCR alsmede TCR zelf.

[8] Het IPCC is zelf geen onderzoeksorganisatie, maar het IPCC-proces heft wel degelijk een grote invloed op het onderzoek van klimaatonderzoekers, met name op het doen van simulaties met klimaatmodellen.

[9] http://www.ipcc.ch/organization/organization_history.shtml.

Introductie

Het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) van de Verenigde Naties (VN) publiceerde eind september 2013 het eerste en belangrijkste deel van haar vijfde assessment-rapport (AR5): het Werkgroep I (WGI) rapport, getiteld *Climate Change 2013, The Physical Science Basis*.[10] Concepthoofdstukken van het rapport waren al ruim daarvoor uitgelekt en besproken in de media. De belangrijkste conclusie, gepresenteerd in de Summary for Policymakers (SPM), was voor velen daarom geen verrassing. Het IPCC voelde zich nog zekerder over de rol van de mens op het klimaat dan in het vorige rapport in 2007. De SPM beweert dat wetenschappers er nu 95% (ten opzichte van 90% in 2007) zeker van zijn dat het merendeel van de opwarming sinds 1950 het gevolg is van menselijke invloeden.[11]

Dit rapport is een reactie op het AR5 WGI-rapport. Wij – de auteurs van dit rapport – waren beiden expert reviewers van AR5. Heel wat van onze commentaren hadden betrekking op klimaatgevoeligheid, een sleutelbegrip in het klimaatdebat. Dit rapport bespreekt hoe AR5 is omgegaan met klimaatgevoeligheid.

Simpel gezegd, als het klimaat erg gevoelig is voor broeikasgassen en klimaatgevoeligheid dus hoog is, dan kunnen we de komende eeuw aardig wat opwarming verwachten als de emissie van broeikasgassen niet drastisch aan banden gelegd wordt. Als klimaatgevoeligheid laag is, dan zal er aanzienlijk minder opwarming plaatsvinden en ook de stijging van de zeespiegel zal kleiner zijn.

Klimaatgevoeligheid is gedefinieerd als de toename van de mondiale temperatuur aan het oppervlak als gevolg van een verdubbeling van de CO_2-concentratie in de atmosfeer. De term verwijst in het algemeen naar de totale mondiale opwarming nadat het systeem volledig is opgewarmd, een proces dat

[10] Het definitieve WGI-rapport, gepubliceerd op 30 januari 2014 is te downloaden via http://www.climatechange2013.org/. Er zijn in het definitieve rapport heel wat kleine wijzigingen aangebracht ten opzichte van de versie die eind September werd vrijgegeven daags na goedkeuring van de SPM. Er werden ook kleine wijzigingen aangebracht in de SPM. Als wij 'AR5' schrijven in dit rapport dan bedoelen we het WGI-rapport van AR5 tenzij anders is aangegeven.

[11] Er is enige verwarring over deze belangrijke conclusie. AR5 herhaalde de claim uit AR4 dat het zeer waarschijnlijk is (very likely, 90% zeker) is dat antropogene broeikasgassen verantwoordelijk zijn voor meer dan de helft van de opwarming sinds 1950. Zij verhoogden de waarschijnlijkheid echter tot extreem waarschijnlijk (extremely likely, 95% zeker) voor de bredere term 'menselijke invloed'. Hiertoe behoren ook andere menselijke invloeden zoals roet, sulfaataerosolen en veranderd landgebruik. De beste schattingen in AR5 geven echter aan dat alle opwarming sinds 1950 het gevolg is van antropogene invloeden.

meer dan duizend jaar in beslag neemt vanwege de enorme warmtecapaciteit van de oceanen. Deze zogenaamde evenwichtsklimaatgevoeligheid (*equilibrium climate sensitivity* (ECS)) is de traditionele en nog altijd meest gebruikte maat. In de praktijk is het meestal de 'effectieve klimaatgevoeligheid' die geschat wordt,[12] een begrip dat nauw verwand is aan ECS en dat praktischer is om mee te werken. De twee termen worden als synoniemen beschouwd in dit rapport, zoals feitelijk ook in AR5 gebeurd.

Een variant van klimaatgevoeligheid voor de kortere termijn is de zogenaamde overgangsklimaatgevoeligheid (*transient climate response* (TCR)). De TCR is gedefinieerd als de opwarming over een periode van zeventig jaar waarin de CO_2-concentratie verdubbelt.[13] TCR kan makkelijker geschat worden dan ECS en is relevanter voor projecties van de opwarming – hoewel niet voor zeespiegelstijging – gedurende de rest van deze eeuw.[14] We zullen later in dit rapport schattingen laten zien van zowel ECS als TCR.[15]

Je zou kunnen opmerken dat het concept klimaatgevoeligheid nogal simplistisch is. Studies[16] met complexe klimaatmodellen laten echter zien dat veranderingen in allerlei belangrijke klimaatvariabelen nauw samenhangen met veranderingen in de mondiale temperatuur. Dat pleit voor de bruikbaarheid van een mondiale klimaatgevoeligheid.

Hoewel er een hoop valt te zeggen over de relevantie van het concept evenwichtsklimaatgevoeligheid, is het een feit dat klimaatgevoeligheid een belangrijke rol heeft gespeeld en nog steeds speelt in de debatten over de opwarming van de aarde, niet alleen in wetenschappelijke maar ook in politieke discussies.

In de internationale politieke arena is het uiteindelijke doel, al twee decennia lang, om de opwarming van de aarde, zoals het UN Framework Convention

[12] Dit geldt ook voor schattingen met klimaatmodellen. Merk op dat langzame processen (zoals de reactie van ijskappen en vegetatie) niet bij de definitie van ECS zijn inbegrepen.

[13] De toename aan CO_2 vindt bij de definitie in een constant tempo plaats, maar kleine fluctuaties daarin zijn onbelangrijk. De schatting voor TCR wordt niet beïnvloed door het precieze tempo waarin CO_2 toeneemt zolang de verandering in de mondiale temperatuur dienovereenkomstig geschaald worden, en ook de lengte van de periode heeft weinig invloed op TCR, tenminst zolang het om 60–80 jaar gaat.

[14] Hoewel TCR gemakkelijk te schatten is heeft het minder dan ECS een bruikbare interpretatie wat betreft de fysica van het klimaatsysteem. TCR is kleiner dan ECS omdat de energie die in de oceanen gaat zitten bijdraagt aan ECS maar niet aan TCR.

[15] De opwarming door CO_2 neemt logaritmisch toe met de concentratie. ECS en TCR kun je gebruiken om de toename in de mondiale temperatuur te schatten voor iedere willekeurige stijging in CO_2 door ze naar rato aan ta passen aan de verandering in $\log_2$ (CO_2-concentration).

[16] Harris et al. (2006) bijvoorbeeld stelde dat het ruimtelijke patroon bij evenwicht na en verdubbeling van CO_2 een goede benadering is voor het patroon gedurende de hele periode van CO_2-toename. Zie ook sectie 12.4.2 van AR5.

on Climate Change het zegt te beperken tot een niveau dat een 'gevaarlijke menselijke verstoring' van het klimaat voorkomt. De laatste jaren is dit enigszins willekeurig gedefinieerd als het voorkomen van twee graden opwarming ten opzichte van de temperatuur van voor de industriële revolutie. We zijn al 0,8°C onderweg en hebben dus nog slechts 1,2°C te gaan. Met een klimaatgevoeligheid van 3°C, wat de gemiddelde waarde is van klimaatmodellen, zal de tweegradengrens zeer waarschijnlijk later deze eeuw bereikt worden, voornamelijk afhankelijk van hoe snel de emissies van broeikasgassen toenemen.

De wetenschappelijke validiteit van de tweegradendoelstelling is ter discussie gesteld.[17] Jaeger (2011) bijvoorbeeld merkte op dat:

> De tweegradenlimiet is bijna bij toeval opgekomen en heeft zich op een wat tegenstrijdige manier ontwikkeld: beleidsmakers behandelen het als een wetenschappelijke bevinding, wetenschappers daarentegen als een politieke kwestie. Het is gepresenteerd als een scheidslijn tussen een veilig en een catastrofaal klimaat en als een richtpunt voor een optimale strategie om kosten te minimaliseren en baten te maximaliseren. Wij stellen voor om het als focus te gebruiken in een coördinatiespelletje, waarbij een veelvoud aan deelnemers een nieuw coördinatie-evenwicht dienen te vinden in de omgang met klimaatrisico's.

Tol (2007) concludeerde dat 'deze doelstelling nogal zwak onderbouwd is en gebaseerd is op ondermaatse methodes, slordige redenering en het selectief citeren van een klein aantal studies'. Desalniettemin merkte Van der Sluijs[18] in 1998 in een zeer toepasselijk artikel op dat het concept klimaatgevoeligheid 'opereert als een "anker" dat de wetenschappelijke basis legt voor het debat over klimaatbeleid'. Om deze reden blijven het concept klimaatgevoeligheid en afgeleide parameters zoals TCR zeer belangrijk, zowel in wetenschappelijke als politieke kringen.

Onverwachte beslissing in AR5

Al meer dan dertig jaar publiceren internationale assessments, inclusief die van het IPCC, een onzekerheidsmarge en doorgaans een beste schatting voor de evenwichtsklimaatgevoeligheid (ECS). Meestal was de onzekerheidsmarge

[17] Jaeger and Jaeger (2011); Tol (2007).
[18] J.P. van der Sluijs et al. (1998).

1,5–4,5°C en de beste schatting 3°C. Het laatste IPCC-rapport, AR4,[19] stelde de ondergrens iets naar boven bij waardoor de range 2–4,5°C werd,[20] maar AR5 herstelde de ondergrens weer tot 1,5°C, waarmee de range voor ECS weer 1,5–4,5°C was. In feite gaf AR5 hiermee toe dat de assessment in AR4 dubieus was. AR5 gaf echter geen beste schatting voor ECS.

Gezien het belang van deze beslissing zou je verwachten dat de SPM, en het volledige WGI-rapport dat een paar dagen later werd vrijgegeven, in enige detail zou treden over de redenen om geen beste schatting te geven. Dat was echter niet het geval. De beleidsmaker en de geïnteresseerde lezer moeten het doen met voetnoot 16 in de SPM die zegt:

> Er kan nu geen beste schatting voor de evenwichtsklimaatgevoeligheid gegeven worden vanwege een gebrek aan overeenstemming over de waardes tussen verschillende bewijzen en studies.

De ECS is misschien wel de belangrijkste parameter in de klimaatwetenschap en de beslissing om geen verdere indicatie te geven of de beste schatting aan de onderkant van de waarschijnlijkheidsrange ligt, in het midden of aan de bovenkant was onverwacht.[21] Dat het IPCC slechts een beperkte uitleg gaf en slechts in een voetnoot was nogal verrassend.

De volledige paragraaf in de SPM over klimaatgevoeligheid luidt als volgt (onze nadruk):[22]

> De evenwichtsklimaatgevoeligheid kwantificeert de respons van het klimaatsysteem op een constante stralingsforcering over een tijdschaal van meerdere eeuwen. Het is gedefinieerd als een verandering in de mondiale oppervlaktetemperatuur bij evenwicht als gevolg van een verdubbeling van de CO_2-concentratie in de atmosfeer. De evenwichtsklimaatgevoeligheid ligt waarschijnlijk in de range van 1,5°C to 4,5°C (hoog vertrouwen). Het is extreem onwaarschijnlijk dat de evenwichtsklimaatgevoeligheid kleiner dan 1°C is (hoog vertrouwen) en zeer onwaarschijnlijk dat die groter is dan 6°C (middelmatig vertrouwen). De ondergrens van de waarschijnlijkheidsrange is dus lager dan de 2°C in het AR4-rapport,

[19] Het vierde IPCC-rapport uit 2007.

[20] Waarschijnlijkheidsrange, gedefinieerd als de kans van 66% of meer – of anders gezegd een 17–83% waarschijnlijkheidsrange – in AR4 en AR5; voor AR4 niet gedefinieerd in termen van kans.

[21] De Second Order Draft van AR5 stelde in Box 12.2 over ECS: 'De meest waarschijnlijke waarde blijft in de buurt van de 3°C.'

[22] In sectie D.2 van de SPM. Het concept stralingsforcering wordt uitgelegd in de sectie over de energiebalans-schatting voor ECS op pagina 17.

> maar de bovengrens is hetzelfde. *Deze assessment weerspiegelt ons toegenomen inzicht, de langere tijdreeks van temperatuurmetingen in de atmosfeer en de oceanen, en de nieuwe schattingen voor de stralingsforcering.* {TFE6.1, Figure 1; Box 12.2}

De sleutel achter de beslissing om geen beste schatting te geven ligt opgesloten in de laatste zin van deze paragraaf. Wij vermoeden dat slechts weinig beleidsmakers dit opgemerkt zullen hebben. Met deze zin geeft het IPCC aan dat ze de ondergrens voor ECS moesten verlagen tot 1,5°C vanwege 'ons toegenomen inzicht, de langere tijdreeks van temperatuurmetingen in de atmosfeer en de oceanen, en de nieuwe schattingen voor de stralingsforcering'. Wij zijn het met bovenstaande zin eens maar we vinden dat de consequenties van dit 'toegenomen inzicht' veel verregaander zijn dan het AR5-rapport ons heeft doen willen geloven. In dit rapport zullen we uitleggen waarom.

De geschiedenis van klimaatgevoeligheid

Het concept klimaatgevoeligheid gaat helemaal terug naar het werk van Arrhenius (1896), een van de grondleggers van de broeikastheorie, die als eerste het effect van een verdubbeling van de CO_2-concentratie in de atmosfeer becijferde. Later, in jaren '60 en '70, bevestigden berekeningen met grootschaligere modellen de berekeningen van Arrhenius en zodoende werd het concept klimaatgevoeligheid stevig verankerd.[23]

Een rapport van de National Academy of Sciences in 1979 (het Charney-rapport) wordt gezien als de eerste belangrijke assessment van klimaatgevoeligheid. In die periode waren schattingen voor klimaatgevoeligheid al gebaseerd op numerieke klimaatmodellen, zogenaamde *general circulation models* (GCMs; ook wel mondiale klimaatmodellen genaamd). Ten tijde van het Charney-rapport waren er slechts twee van zulke modellen beschikbaar. De een had een klimaatgevoeligheid van 2°C en de ander van 4°C, wat de beste schatting van 3°C verklaart.

Tabel 1 laat de ontwikkeling zien van zowel de range als de beste schatting voor ECS gedurende de afgelopen 35 jaar. Zoals te zien is er weinig veranderd. De tabel laat ook de ontwikkeling van de range voor de TCR zien sinds die in 2001 voor het eerst werd gegeven. Geen enkel rapport gaf ooit een beste schatting voor TCR.

[23] Schlesinger et al. (2007).

Tabel 1: Ontwikkeling van de schattingen voor evenwichtsklimaatgevoeligheid (ECS) in de afgelopen 35 jaar en voor de range van de overgangsklimaatgevoeligheid (TCR) sinds 2001

	ECS Range (°C)	**ECS Beste schatting** (°C)	**TCR Range** (°C)
Charney Report 1979	1,5–4,5	3,0	
NAS Report 1983	1,5–4,5	3,0	
Villach Conference 1985	1,5–4,5	3,0	
IPCC First Assessment 1990	1,5–4,5	2,5	
IPCC Second Assessment 1995	1,5–4,5	2,5	
IPCC Third Assessment 2001	1,5–4,5	Geen	1,1–3,1[a]
IPCC Fourth Assessment 2007	2,0–4,5[b]	3,0	1,0–3,0[c]
IPCC Fifth Assessment 2013	1,5–4,5[d]	Geen	1,0–2,5[d]

[a]Range voor AOGCMs. [b]17–83% range; voor AR4 waren de ranges niet duidelijk gedefinieerd in kanstermen. [c]10–90% range. [d] Waarschijnlijkheidsrange.

Simulaties met mondiale klimaatmodellen hebben altijd een sleutelrol gespeeld bij het bepalen van ECS. Aanvankelijk simuleerden GCMs de oceanen nog niet maar tegenwoordig worden GCMs gebruikt met gekoppelde atmosfeer-oceaanmodellen (AOGCMs). AOGCMs hebben wisselende klimaatgevoeligheden maar het gemiddelde van alle door het IPCC gebruikte modellen ligt rond de 3°C, dichtbij de waarde voor de beste schatting in de afgelopen 35 jaar. Zoals te zien is in de tabel viel de beste schatting voor ECS meestal ongeveer middenin de gegeven range.

De TCR van klimaatmodellen is ook af te leiden uit modelsimulaties. Gemiddeld komen AOGCMs uit op een TCR van ongeveer 1,8°C.

Van der Sluijs (1998)[24] besprak de redenen waarom de range voor klimaatgevoeligheid zo weinig veranderde in een periode waarin de wetenschap enorm evolueerde. Hij concludeerde dat de range slechts gedeeltelijk bepaald werd door de wetenschap zelf en dat diverse andere factoren ook een rol speelden. Een daarvan was 'de noodzaak om een solide wetenschappelijke basis te creëren en te handhaven' voor klimaatbeleid.

Zoals dit rapport duidelijk zal maken zijn de conclusies die Van der Sluijs in 1998 trok tegenwoordig nog steeds toepasselijk. Wij zullen echter beargumenteren dat het observationele bewijs voor een flinke verandering in zowel

[24] J.P. van der Sluijs et al. (1998).

de range als de beste schatting voor klimaatgevoeligheid nu zo sterk is dat elke serieuze wetenschappelijke assessment die zou moeten bespreken.

Observaties duiden op een lage klimaatgevoeligheid

Sinds het Charney-rapport in 1979 zijn GCMs een belangrijk middel geweest om klimaatgevoeligheid te schatten. En inderdaad was het opkomende antropogene signaal tot aan het eind van de 20e eeuw te klein ten opzichte van meetfouten en de ruis van de natuurlijke klimaatvariabiliteit om tot een betrouwbare observationele schatting voor ECS te komen.

Sindsdien is het signaal echter sterker geworden het is mogelijk geworden om goed afgebakende schattingen te maken voor ECS op basis van observationele meetgegevens uit de instrumentele periode; dat wil zeggen de periode sinds ongeveer 1850, het moment waarop er voldoende temperatuurmetingen beschikbaar zijn om een gemiddelde mondiale temperatuur te berekenen. Het IPCC noemt zulke schattingen 'instrumenteel'.[25]

Energiebalans schattingen

In 2002 publiceerde de Britse onderzoeker Jonathan Gregory samen met collega's een paper[26] waarin ze een simpele en rechttoe rechtaan-methode beschreven om klimaatgevoeligheid af te leiden uit observaties. De auteurs beschreven het voordeel van hun nieuwe methode in hun samenvatting:

> Omdat de methode geen gebruik maakt van de klimaatgevoeligheid zoals die wordt gesimuleerd door klimaatmodellen, voorziet zij in een onafhankelijke op waarnemingen gebaseerde afbakening van deze belangrijke parameter van het klimaatsysteem.

[25] Observationele methoden maken enigszins gebruik van modellen, maar de manier waarop ze gebruikt worden om klimaatgevoeligheid uit observaties af te leiden verschilt enorm van de manier waarop mondiale klimaatmodellen dat doen.

[26] Gregory et al. (2002).

Gezien het belang van deze solide 'energiebalans'-methode voor het schatten van klimaatgevoeligheid zullen we haar in enig detail uitleggen.

Wanneer er sprake is van een evenwicht wordt de binnenkomende zonnestraling bovenin de atmosfeer gedeeltelijk in balans gehouden door de weerkaatsing van zonlicht maar voornamelijk door uitgaande infrarode straling afkomstig uit de atmosfeer en deels zelfs direct van het oppervlak. Als de concentratie aan broeikasgassen stijgt, wat de atmosfeer 'troebeler' maakt voor infrarode straling, of als andere drijvende krachten voor opwarming toenemen, dan leidt dat tot een stralingsonbalans bovenin de atmosfeer. Met andere woorden, ervan uitgaande dat de temperatuur aan het oppervlak niet toeneemt ter compensatie, er komt meer zonlicht binnen dan er aan infrarode straling weer uit gaat. Deze onbalans wordt ook wel de stralingsforcering (*radiative forcing*) genoemd (RF, gemeten in watts per vierkante meter: W/m^2 or Wm^{-2}).

Veronderstel nou dat men de veranderingen meet tussen twee periodes in:[27]

- de gemiddelde forcering
- de toename van de warmte-inhoud van het klimaatsysteem

Aangezien in iedere periode energie behouden moet blijven, moeten de verschillen tussen deze twee veranderingen wel gecompenseerd zijn door een toename aan straling die het gevolg is van een stijging van de mondiale oppervlaktetemperatuur. Uit onze kennis over al deze veranderingen, gecombineerd met de stralingsforcering die een verdubbeling van de CO_2-concentratie zal veroorzaken ($F_{2\times CO_2}$) kunnen we de ECS afleiden.[28]

[27] Typisch aan het begin en aan het eind van de instrumentele periode, en elke periode tenminste een decennium lang om de effecten van de interne variabiliteit van het klimaat te beperken.

[28] Aannemende dat we weten hoe groot de forcering door een verdubbeling van de CO_2-concentrations ($F_{2\times CO_2}$) is, dan kan ECS als volgt bepaald worden: ECS = $F_{2\times CO_2} \times \Delta T/(\Delta F - \Delta Q)$, waar ΔT de verandering in de mondiale temperatuur is, ΔF de verandering in de forcering en ΔQ de verandering in de warmte-opname door de oceanen. Hoewel je in principe ook rekening zou moeten houden met de warmte-opname door de atmosfeer, de ijskappen en andere onderdelen van het klimaatsysteem zijn deze vrijwel verwaarloosbaar ten opzichte van de warmte-opname door de oceanen. Als de toename in forcering ΔF eindigt in een periode van 60 tot 80 jaar dan kan TCR op nagenoeg dezelfde wijze geschat worden: TCR = $F_{2\times CO_2} \times \Delta T/\Delta F$. Merk op dat er voor de schatting van de forcering enige inbreng is van klimaatmodellen. Schattingen voor ECS en TCR uit energiebalans-methodes kunnen beïnvloed zijn door factoren zoals interne klimaatvariabiliteit. Ook neem je aan dat deze vergelijkingen constant zijn in de tijd en opgaan voor een klimaat dat iets warmer is dan dat van vandaag de dag. Maar andere observationele methoden voor het schatten van ECS en TCR hebben ook last van deze en ergere issues en doen over het algemeen veel meer aannames.

De energiebalans-methode wordt ook beschreven in AR5, waarbij wordt opgemerkt dat de berekening van ECS een rechtstreeks gevolg is van behoud van energie.[29] AR5 verwoordt het mooi:

> ECS= $F_{2\times CO_2}/\alpha$, waar α de gevoeligheidsparameter is, een maat voor de toegenomen energieflux naar de ruimte per graad opwarming gegeven alle feedbacks die op deze tijdschalen actief zijn. Op basis van behoud van energie geldt daarom dat ECS= $F_{2\times CO_2}\times\Delta T/(\Delta F-\Delta Q)$), waar ΔQ de verandering is in de warmte-inhoud als gevolg van de stralingsforcering ΔF.

Omdat energiebalans-schattingen van ECS gegrond zijn op fundamentele fysica en omdat er weinig bijkomende aannames worden gedaan, in tegenstelling tot alle andere methoden (inclusief de AOGCMs), zijn ze bijzonder robuust. De methode is echter wel afhankelijk van betrouwbare en redelijk afgebakende schattingen van:

- veranderingen in de mondiale stralingsforcering
- stralingsonbalans bovenin de atmosfeer (of diens tegenhanger, de warmteopname van het klimaatsysteem, voornamelijk de oceanen)
- de mondiale temperatuur.

Maar ervan uitgaande dat dat is gebeurd, bestaat er weinig twijfel over dat die benadering de meest robuuste schattingen voor ECS oplevert. Energiebalansschattingen zijn in feite de gouden standaard.

De belangrijkste antropogene veranderingen in de troposfeer zijn:

- de toename aan broeikasgassen, leidend tot een positieve forcering met opwarming als gevolg
- de toename aan aerosolen, die door weerkaatsing van zonlicht, al met al leidt tot een negatieve forcing en dus afkoeling.

In tegenstelling tot de voornaamste broeikasgassen is de verblijftijd van aerosolen in de troposfeer erg kort – slechts dagen tot weken – doordat ze met neerslag uit de atmosfeer gehaald worden.

[29] Sectie 10.8.1 van WGI. Voor de duidelijkheid is het vermenigvuldigingsteken ($\times$) in de tweede formule expliciet getoond.

Het stralingseffect van broeikasgassen is vrij goed begrepen. Het effect van aerosolen is echter nog heel onzeker. De aerosol-forcering afleiden uit waarnemingen is moeilijk en was praktisch onmogelijk voor de ontwikkeling van geschikte satelliet-instrumentatie.

Gregory et al. vergeleek de staat van het klimaat tussen de periodes 1861–1900 en 1957–1994. Destijds in 2002 moesten ze schattingen voor de aerosolforcering gebruiken die gebaseerd waren op klimaatmodellen en niet op waarnemingen,[30] dus was de studie niet volledig gebaseerd op observaties. Hun beste[31] schatting voor ECS kwam uit op 6,2°C met een range van 1,1°C tot oneindig en werd, afgebroken bij 10°C, getoond in een prominente Figuur in AR4.[32]

Een van ons (Lewis) deed het werk van Gregory et al. over. Hij ontdekte dat Gregory's data voor de warmte-opname door de oceanen in de periode 1957–1994 van een verkeerde dataset afkomstig waren.[33] Die data waren in 2005 naar beneden bijgesteld. Hij ontdekte bovendien dat de verandering in forcering die Gregory had gebruikt slechts half zo groot was als de waarde die NASA gebruikte in hun bekende GISS klimaatmodel. De combinatie van een lage verandering in de forcering en een hoge warmte-opname door de oceanen leidde tot een hoge schatting voor ECS en een zeer lange staart (*long tail* of *fat tail*). Door de gecorrigeerde dataset te gebruiken voor de warmte-inhoud van de oceanen en de GISS modelforceringen zakt de beste schatting voor ECS van 6,2°C tot 1,8°C en ontstaat er een kansverdeling die veel beter afgebakend is.[34]

Hoe AR4 op een verkeerde schatting voor ECS uitkwam

Voordat we het gaan hebben over hoe klimaatgevoeligheid is behandeld in het AR5-rapport is het nuttig om eerst terug te blikken op het vierde IPCC-rapport uit 2007. Figuur 9.20 in het WGI-rapport van AR4 gaf de geschatte

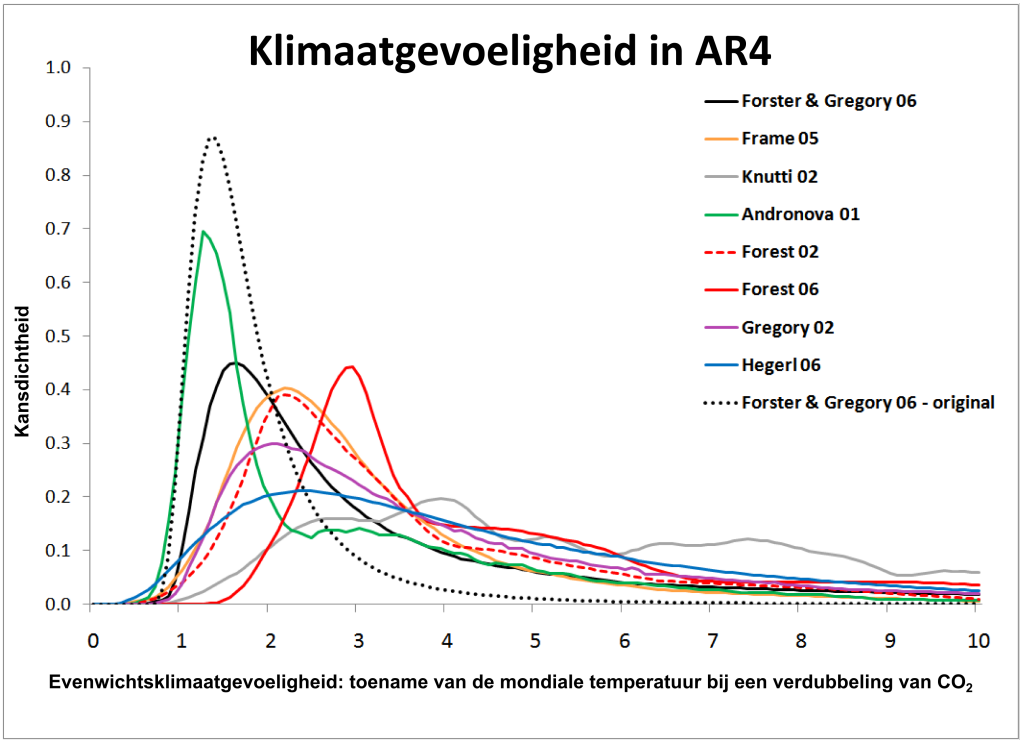
[30] Hoewel Gregory een attributiemethode gebruikte om zijn modelschatting voor de aerosolforcering te schalen met observaties, was zijn modelschatting voor aerosolforcering nog altijd twee keer zo hoog als de beste schatting in AR5. Gregory moest ook een modelschatting gebruiken voor de warmte-opname door de oceanen in de periode 1861–1900, maar dat had veel minder invloed dan de aerosolforcering.

[31] Alle beste schattingen zijn medianen.

[32] http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/figure-9Ű20.html. Weergegeven in Figuur 1.

[33] Levitus et al. (2000).

[34] http://judithcurry.com/2011/07/07/climate-sensitivity-follow-up/. Merk op dat de ECS-schattingen nog lager zouden zijn als de beste schattingen voor de forcering uit AR5 worden gebruikt in plaats van de forceringen uit het GISS-model.



Figuur 1: Replicatie van de PDFs in Figuur 9.20 uit het AR4 WGI-rapport

De gestippelde zwarte lijn is toegevoegd aan de PDFs die oorspronkelijk werden weergegeven in Figuur 9.20 en laat de oorspronkelijke resultaten zien uit de paper Forster/Gregory (2006). Alle PDFs zijn zo geschaald in AR4 dat de volledige kansverdeling tussen (kans van 1 in totaal) tussen 0°C en 10°C komt te liggen.

waarschijnlijkheidsdistributies (*probability density functions* (PDFs)) voor acht op observaties gebaseerde ECS-studies (een ervan was een paleo-studie gebaseerd op data uit het afgelopen millennium[35]). Deze PDFs zijn weergegeven in Figuur 1. De gestippelde zwarte lijn is door ons toegevoegd. We zullen elk van de studies waarop deze PDFs gebaseerd zijn kort becommentariëren.

Het merendeel van de ECS-schattingen in Figuur 1 is gebaseerd op opwarming gedurende het grootste deel of de volledige instrumentele periode en vergelijkt observaties van diverse klimaatvariabelen, meestal meer dan alleen de mondiale oppervlaktetemperatuur. De meeste studies gebruiken een veelvoud aan simulaties door een simpel model of een gematigd complex klimaat-

[35] Schattingen uit eerdere perioden, gebaseerd op proxy-data, worden paleoklimaat-schattingen genoemd door het IPCC. Zoals we later zullen bespreken zijn die omgeven met grotere onzekerheden en bakenen ze de ECS-range voor de instrumentele schattingen dus niet verder af.

model (model-observatie vergelijkingsstudies). In tegenstelling tot de AOGCMs hebben deze modellen verstelbare parameters die afgestemd zijn op de modelgevoeligheid en vaak worden naast ECS ook andere belangrijk eigenschappen van het klimaat geschat, zoals de aerosolforcering en de efficiëntie waarmee warmte wordt opgenomen door de oceanen. Hoe beter de match is tussen de gemodelleerde en de waargenomen waarden bij een bepaalde afstelling van de modelparameters[36] hoe groter de kans dat die afstelling de werkelijke waarden van die parameters vertegenwoordigt.

Het merendeel van de studies hanteerde een Bayesiaanse statistische methode. Bayesiaanse statistiek maakt gebruik van het feit dat de onderzoeker al beschikt over informatie (de prior) en de nieuwe data zouden grotendeels een update moeten zijn van die voorafgaande schatting. Dus in plaats van simpelweg een uitkomst te berekenen, wordt er een weging aangebracht die de 'oude' data bijstelt. De kennis die van tevoren beschikbaar was wordt niet volledig vervangen maar aangepast. De Bayesiaanse benadering is zeer geschikt als je te maken hebt met structurele onzekerheid en het gebruik ervan is niet echt controversieel. Maar lezers van wetenschappelijke rapporten die gebaseerd zijn op Bayesiaanse statistiek kunnen gemakkelijk over het hoofd zien dat de keuze voor de prior een aanzienlijk effect kan hebben op het resultaat. Als de gekozen prior zelf controversieel is, dan tast dat de robuustheid van de resultaten flink aan.

Hoewel bij de opzet van wetenschappelijke studies bestaande kennis gebruikt kan worden, is het normaal dat, als de studie-opzet eenmaal vastligt, de resultaten de inzichten weergeven van de gebruikte data. Het is daarom noodzakelijk dat de voorafgaande schatting een eerlijke weergave is, in wiskundige termen, van onze onwetendheid over klimaatgevoeligheid en niet datgene wat de onderzoeker gelooft voordat hij de nieuwe data heeft gezien. Met andere woorden, de prior zou zo gekozen moeten worden dat de invloed op de uiteindelijke schatting voor ECS minimaal is: de prior zou de data voor zichzelf moeten laten spreken. Vrijwel geen van de priors die in AR4 en AR5 zijn gebruikt voldoet aan dat criterium.

Over de Gregory et al. (2002) schatting hebben we het al gehad. Alle andere studies, met uitzondering van Forster and Gregory (2006), waren model–observatie vergelijkingsstudies, waaronder een paleostudie. Die studie, Hegerl et al. (2006), gaf geen bruikbare afgebakende schatting voor ECS. Knutti

[36] Hoe waarschijnlijk, gegeven de onzekerheden, het verkrijgen van de waargenomen waarden is ervan uitgaande dat de modelwaarden correct zijn.

et al. (2002) constateerden eveneens dat hun observationele randvoorwaarden een goed afgebakende ECS-schatting niet mogelijk maakte; Ze stelden wel een ondergrens vast voor ECS van 1,2°C, maar die waarde is te hoog door het gebruik van dezelfde verkeerde dataset die Gregory et al. (2002) gebruikten. Bovendien gebruikten beide studies ongeschikte 'uniform priors'[37] voor ECS, met eveneens een bias naar hogere schattingen als gevolg. Sinds AR4 is het gebruik van 'uniform priors' voor ECS-schattingen sterk bekritiseerd.[38] Drie van de overige studies gebruikten ook 'uniform priors', zowel voor ECS als voor de efficiency waarmee de oceanen warmte opnemen, wat een nog grotere bias naar hogere waarden voor ECS gaf. Een[39] van deze drie studies was slecht opgezet en had last van statistische fouten; een tweede[40] gebruikte verkeerde data voor oceaanwarmte; en de derde[41] werd door beide beïnvloed. Weer een andere studie, Andronova en Schlesinger (2001) deed onrealistische aannames voor de forcering en lijkt ook last te hebben gehad van een fout in hun softwareprogramma dat de resultaten omhoog stuwde.[42]

Uiteindelijk blijft er slechts één studie ter overweging over: Forster en Gregory (2006). In tegenstelling tot alle andere instrumentele studies ontleende die studie een schatting voor ECS die vrijwel volledig gebaseerd was op observaties en die geen verder geen overduidelijke tekortkomingen heeft zoals verkeerde data of een gebrekkige methodologie. Forster and Gregory gebruikten satellietmetingen van veranderingen in de stralingsbalans bovenin de atmosfeer en koppelden die aan veranderingen in de mondiale temperatuur. Dat levert een directe schatting op van klimaatgevoeligheid, die vrijwel niet afhankelijk is van veranderingen in aerosolen.[43] In hun oorspronkelijke artikel waren de resultaten behoorlijk goed afgebakend, wat wil zeggen dat

[37] Hierbij geef je aanvankelijk alle mogelijke waarden in een brede (of zelfs oneindig brede) range evenveel gewicht, voordat je de kansverdeling bijstelt op basis van de werkelijke data. Het gebruik van 'uniform priors' gaat normaal gesproken goed als er een lineair verband bestaat tussen je data en de te schatten parameters. Maar als zoals hier de relaties met de klimaatparameters sterk niet-lineair zijn dan verstoren de 'uniform priors' de schattingen enorm (tenzij de PDF zeer smal is).

[38] Annan and Hargreaves (2011) schreven dat 'de uniform priors, die vaak gebruikt zijn, gaan uit van aannames die naar onze mening extreem zijn en moeilijk te verantwoorden'. Jewson (2013) stelde dat 'Vlakke [uniform] priors zijn vrijwel nooit te rechtvaardigen…', en dat geen van de klimaatgevoeligheidsstudies in AR4 die er gebruik van maakte betrouwbare schattingen zou opleveren.

[39] Forest et al. (2006).

[40] Frame et al. (2005).

[41] Forest et al. (2002).

[42] Zie Ring et al. (2012).

[43] Hoewel dit type studie, zoals ook besproken in voetnoot 60, geen onderscheid kan maken tussen de effecten van veranderingen in wolken die het gevolg zijn van temperatuurveranderingen en de effecten spontane veranderingen in het wolkendek, concluderen Forster en Gregory dat dat bij hun regressiemethode eerder leidt tot een bias in ECS naar boven dan naar beneden. Bovendien leidt het meenemen van het jaar 1992, waarin de mondiale temperatuur daalde door de uitbarsting van de Pinatubo, waarschijnlijk tot verdunning van de verstorende effecten van de interne wolkenvariabiliteit.

de range voor de mogelijke waarden van klimaatgevoeligheid beperkt was. Hun beste schatting was 1,6°C, de waarschijnlijkheidsrange was 1,2–2,3°C en 95% van de waarschijnlijkheidsverdeling lag in de range 1,0–4,1°C.

AR4 verdraaide echter de resultaten van Forster en Gregory door ze om te zetten naar een schatting gebaseerd op een 'uniform prior' voor ECS. De kansverdeling in AR4 – de zwarte lijn in Figuur 1 – is scheef getrokken naar aanzienlijk hogere waarden voor klimaatgevoeligheid en heeft een veel langere staart dan de oorspronkelijke curve, zoals te zien aan de gestippelde zwarte lijn in Figuur 1. De bovengrens van de waarschijnlijkheidsmarge is verdubbeld, van 2,3 naar 4,7°C, en de beste schatting nam toe van 1,6 tot 2,3°C.

Er zijn diverse fouten ontdekt in AR4 waaronder de veelbesproken overschatting van de snelheid waarmee de gletsjers in de Himalaya zouden smelten. Diegenen die het IPCC verdedigen wijzen erop dat de fouten onopzettelijk waren en ook onbelangrijk: ze ondermijnden het wetenschappelijke fundament van AR4 niet.

De verdraaiing die we hier hebben beschreven, die het gevolg was van de onverantwoorde aanpassing door het IPCC van een peer-reviewed grafiek, vond in tegenstelling tot alle andere ontdekte fouten, die uit het Werkgroep II rapport kwamen, plaats in het Werkgroep I rapport van AR4. De fout was zeer cruciaal,[44] aangezien het de enige kwalitatief hoogwaardige schatting voor ECS betrof in het rapport en omdat de verdraaiing het risico op veel opwarming door de toename van CO_2 aanzienlijk vergrootte.

De boodschap is duidelijk. Het AR4-rapport uit 2007 had op basis van de beschikbare instrumentele observaties al kunnen concluderen dat de gevoeligheid van het echte klimaat best eens lager zou kunnen zijn dan de ondergrens van 2°C die de AOGCMs lieten zien. In plaats daarvan krikten de AR4-auteurs de ondergrens van de waarschijnlijkheidsrange voor klimaatgevoeligheid zelfs op van 1,5 tot 2°C en behielden ze een beste schatting van 3°C. Merk op dat de beste schatting uit de paper van Forster en Gregory (1,6°C) *buiten* deze waarschijnlijkheidsmarge viel.

[44] Het IPCC erkent niet dat het om een 'fout' gaat omdat het de aanpassing van de PDF uit Forster en Gregory (2006) (maar niet het effect van de aanpassing) meldde en omdat de aanpassing toelaatbaar is als je een subjectieve Bayesiaanse filosofie hanteert (waar binnen kans geen objectieve betekenis heeft). Vanuit wetenschappelijk oogpunt is de keuze echter onverdedigbaar.

Het goede nieuws in AR5

Onderzoekers gaan ervan uit dat aerosolen – vanwege hun afkoelende werking op het klimaat – een deel van de opwarming door broeikasgassen teniet hebben gedaan. Het effect van aerosolen is de grootste onzekerheid bij onze schattingen voor de totale antropogene forcering. Kennis over aerosolen is daarom van cruciaal belang voor schattingen van klimaatgevoeligheid.

Op dit vlak heeft AR5 uitstekend nieuws voor ons in petto: de schattingen voor het afkoelende effect van aerosolen zijn aanzienlijk kleiner dan die in AR4. Dat betekent dan weer dat de gevoeligheid voor broeikasgassen – zowel de evenwichtsklimaatgevoeligheid (ECS) als de overgangsklimaatgevoeligheid (TCR) – lager moeten zijn. De redenering gaat als volgt.

Er heeft ongeveer 0,8°C opwarming plaatsgevonden over de afgelopen anderhalve eeuw. Het IPCC-rapport draagt bewijzen aan dat deze opwarming vrijwel volledig het gevolg is van een verandering in de forcering, voornamelijk antropogeen, en dat interne variabiliteit slechts een kleine rol speelt. Sinds AR4 is de concentratie aan broeikasgassen gestegen en dus de forcering. Er is weinig verandering geweest in de emissies van aerosolen, maar de schatting voor aerosolforcering is flink naar beneden bijgesteld, van $-1{,}3$ W/m^2 in AR4 tot $-0{,}9$ W/m^2 in AR5. Dit is puur een kwestie van wat het IPCC 'verbeterd inzicht' noemt. Als gevolg hiervan is de totale antropogene forcering flink toegenomen, tot 2,29 W/m^2. Dit is ook gerapporteerd in de SPM die stelt (onze nadruk):

> De totale antropogene stralingsforcering (RF) voor 2011 ten opzichte van 1750 is 2,29 [range van 1,13 tot 3,33] Wm^{-2} (zie Figuur SPM.5), en die toename verliep na 1970 sneller dan in de decennia ervoor. *De beste schatting voor de totale antropogene stralingsforcering in 2011 is 43% hoger dan de gerapporteerde waarde in AR4 voor het jaar 2005*. Dit wordt veroorzaakt door een blijvende toename in concentraties van de meeste broeikasgasconcentraties in combinatie met verbeterde schattingen voor de stralingsforcering van aerosolen, die duiden op een kleiner afkoelend effect (negatieve stralingsforcering) {8.5}.

Sinds AR4 liggen de schattingen voor de totale antropogene forcering dus 43% hoger terwijl de mondiale temperatuur nagenoeg onveranderlijk is gebleven.[45] Dezelfde 0,8°C aan opwarming moet nu dus over aanzienlijk meer

[45] De mondiale temperatuur was in 2012 marginaal lager dan in 2007 net als het vijfjarig gemiddelde. Het tienjarig gemiddelde was net iets hoger.

eenheden forcering verdeeld worden. Logischerwijs is de opwarming per eenheid forcering dan 30%[46] lager. Die opwarming per eenheid forcering is een maat voor klimaatgevoeligheid, in dit geval een die in de buurt komt van de TCR en niet ECS, omdat de toename in forcering heeft plaatsgevonden over de afgelopen 60 tot 70 jaar.

Zoals AR5 ook stelt,[47] als er een toename in de forcering is over een periode van 70 jaar, dan is de TCR te bepalen aan de hand van de volgende formule:

$$\text{TCR} = \frac{\text{Toename mondiale temperatuur}}{\text{Toename forcering}} \times \text{Forcering voor verdubbeling } CO_2$$

De stijging van de mondiale temperatuur, in de teller, is nagenoeg gelijk aan die in AR4. De verandering in de forcering staat in de noemer: als die groter wordt moet de quotiënt wel kleiner worden. Aangezien de forcering ($F_{2\times CO_2}$) die gemoeid is met een (theoretische) verdubbeling van de CO_2-concentratie gelijk is gebleven moet de waarde voor TCR dalen als de forcering stijgt. Men kan vrij eenvoudig berekenen wat de nieuwe beste schattingen voor de forcering in AR5 betekenen voor de TCR. AR5 schat de forcering voor een verdubbeling van de CO_2-concentratie op 3,71 W/m^2. Dus krijgen we voor TCR:

$$\text{TCR} = \frac{0{,}8^\circ\text{C}}{2{,}29\,\text{Wm}^{-2}} \times 3{,}71\,\text{Wm}^{-2} = 1{,}30^\circ\text{C}$$

De daaruit volgende waarde voor TCR is slechts 1,3°C – veel lager dan de gemiddelde waarde van tussen de 1,8°C en 1,9°C voor klimaatmodellen.

Als we nog iets dieper het IPCC-rapport induiken dan wordt het nieuws nog beter. De beste schatting die het IPCC geeft voor de totale aerosolforcering is niet volledig gebaseerd op waarnemingen. Het is samengesteld op basis van schattingen van mondiale klimaatmodellen en satellietwaarnemingen. Zes op satellietwaarnemingen gebaseerde studies[48] met een gemiddelde beste schatting van $-0{,}78$ W/m^2 waren meegenomen in de samengestelde beste schatting voor de totale aerosolforcering van $-0{,}9$ W/m^2 in AR5. Een beste schatting voor aerosolforcering die puur is gebaseerd op satellietwaarnemingen zou dus nog lager uitkomen dan de $-0{,}9$ W/m^2 van AR5.

[46] 100%−100%/143% = 30%. De verandering in geschatte totale forcering tussen AR4 and AR5 is voornamelijk toe te schrijven aan een verschil in antropogene forcering.

[47] Sectie 10.8.1.

[48] Op basis van negen satellietstudies met beste schattingen tussen $-0{,}09$ W/m^2 en $-0{,}95$ W/m^2 zoals te zien in Figuur 7.19 van AR5.

Een ECS-schatting op basis van IPCC-cijfers

We kunnen de robuuste energiebalans-methode uit de Gregory 2002 paper toepassen op de data uit AR5.[49] We vergelijken de periode 1859–1882 met 1995–2011. Dat zijn de langste periodes in respectievelijk het vroege en late deel van de instrumentele tijdvak die grotendeels vrij waren van grote vulkaanuitbarstingen. Zulke uitbarstingen kunnen van invloed zijn op de schattingen voor klimaatgevoeligheid. Een ander voordeel van de periode 1995–2011 is dat de verschillende datasets voor de warmte-inhoud van de oceanen vrij goed met elkaar overeenkomen.[50]

We gebruiken de aerosolforcering uit AR5 van $-0{,}78$ W/m^2 die gebaseerd is op satellietwaarnemingen. Stoppen we dit allemaal in de formules voor ECS en TCR dan krijgen we een beste schatting van 1,7°C voor ECS en van 1,30°C voor TCR. Zouden we de iets grotere samengestelde aerosolforcering uit AR5 gebruiken (satelliet + klimaatmodellen) dan geeft dat een ECS van 1,76°C en een TCR van 1,36°C.

Dus op basis van de meest actuele cijfers uit het IPCC-rapport zelf en gebruik makend van een solide methodiek kom je uit op observationele schattingen voor ECS en TCR die zeer laag zijn: de beste schatting voor ECS van 1,7°C ligt erg dicht bij de ondergrens van 1,5°C en de beste schatting voor TCR van 1,3°C ligt dicht bij de ondergrens in AR5 van 1°C.

De bewijzen voor een lage klimaatgevoeligheid stapelen zich op

De laatste twee jaar zijn er diverse schattingen van ECS gepubliceerd in de peer-reviewed literatuur[51] die gebaseerd zijn op metingen uit de instrumentele periode en op methodes die bevredigend lijken. Deze studies gebruikten doorgaans observationele schattingen voor aerosolforcering. Een van ons (Lewis) was de enige auteur van een van die studies, die meerdere malen aangehaald wordt in AR5. Hij is ook co-auteur van Otto et al. (2013), een opmerkelijke paper, omdat bijna alle vijftien co-auteurs ervan tevens hoofdauteurs of

[49] De HadCRUT4 v2-dataset is gebruikt omdat de andere datasets niet verder terug gaan dan 1880.

[50] Wij zijn conservatiever dan Gregory et al. (2002) en nemen de helft van de waarde (0,08 W/m^2) die zij gebruikten voor de opname van warmte door de oceanen aan het begin van de periode.

[51] Aldrin et al. (2012), Ring et al. (2012), Lewis (2013) en Otto et al. (2013).

coördinerende hoofdauteurs zijn van hoofdstukken in het AR5 WGI-rapport die relevant zijn voor het onderwerp klimaatgevoeligheid.

In zijn eigen studie komt Lewis tot een beste schatting voor klimaatgevoeligheid (ECS) van 1,6°C met een waarschijnlijkheidsrange van 1,3–2,2°C.[52] De Otto et al.-studie geeft een iets hogere gevoeligheid van 2,0°C[53] met een waarschijnlijkheidsrange van 1,5–2,8°C.

Alle studies waarover we het hier hebben waren op tijd gepubliceerd om meegenomen te kunnen worden in AR5. Alle komen met beste schattingen voor klimaatgevoeligheid van tussen de 1,6°C en 2°C. Deze resultaten zijn te zien in Tabel 2, die ook de beste schattingen en ranges geeft voor ECS uit AR4 en AR5, waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen de overall assessments en de schattingen gebaseerd op alleen GCMs.

Ring et al. (2012), Aldrin et al. (2012), Lewis (2013) and Otto et al. (2013) zijn alle gebaseerd op observaties die een groot deel van de instrumentele periode bestrijken en ze gebruiken alle zowel meetgegevens over de warmteinhoud van de oceanen als oppervlaktetemperatuurmetingen. Hun ranges maken ruimte voor natuurlijke interne variabiliteit alsmede andere bronnen van onzekerheid.[54] Otto et al. pasten de energiebalans-vergelijking toe om ECS en TCR te schatten, gebruik makend van forcering, warmte-opname door de oceanen en de mondiale temperatuur over vier verschillende decennia alsmede de volledige 40-jarige periode 1970–2009. De moderne periodes werden vergeleken met de periode 1860–1879. De forcering was het sterkst tijdens het laatste decennium, 2000–2009, waarin ook sprake was van geringe vulkanische activiteit. Dat decennium levert dus misschien wel de betrouwbaarste schattingen op voor ECS en TCR.

De schattingen daarna op basis van de volledige periode van 40 jaar zijn waarschijnlijk het betrouwbaarst, omdat de kleinere bijdrage van interne variabiliteit over die langere periode gedeeltelijk compenseert voor de zwakkere gemiddelde forcering. Overigens komen de beste schattingen voor ECS die gebaseerd zijn op alleen data uit de jaren '80 of '90 ook goed overeen met de

[52] Waarbij rekening is gehouden met niet-aerosolforcering en onzekerheden in de gemeten oppervlaktetemperatuur.

[53] Met data uit het meest recente decennium, 2000–09, wat de betrouwbaarste resultaten zou moeten opleveren. De Otto et al. studie had op een lagere schatting voor klimaatgevoeligheid uit kunnen komen als het een andere dataset had gebruikt voor de warmte-opname door de oceanen. Zie http://bishophill.squarespace.com/blog/2013/5/19/new-energy-budget-derived-estimates-of-climate-sensitivity-a.html. De schatting uit Loeb et al. (2012) zou hebben geresulteerd in een beste schatting voor ECS van 1,7°C, of zelfs 1,6°C als de periode 2000–09 wordt verlengd tot 2012.

[54] Met uitzondering van de simpele niet-probabilistische range in Ring et al. (2012).

Tabel 2: Recente op observaties gebaseerde schattingen voor ECS die gebruik maken van observationele schattingen voor aerosolforcering, vergeleken met schattingen van modellen en in IPCC-rapporten

Study	**Beste schatting**	**Likely range**	
		Van	Tot
	°C	°C	°C
Ring 2012 (4 datasets voor oppervlaktetemperatuur)	1,80	1,4	2,0[a]
Aldrin 2012 (voornaamste resultaten)	1,76[b]	1,3	2,5
Lewis 2013 (verkozen voornaamste resultaten[c])	1,64	1,3	2,2
Otto et al. 2013 (data laatste decennium)	2,00	1,5	2,8
Otto et al. 2013 ('70–'09 data))	1,91	1,3	3,0
Gemiddelde[d]	**1,79**[e]	**1,3**	**2,4**[f]
CMIP3 modellen (in AR4)	3,20	2,1	4,4[g]
CMIP5 modellen (in AR5)	**2,89**[h]	**1,9**	**4,5**[i]
IPCC AR4	3,00	2,0	4,5
IPCC AR5	**Geen**	**1,5**	**4,5**

[a]Een niet-probabilistische range van vier schattingen. [b]1,53°C bij gebruik van een uniform in 1/ECS prior verdeling, wat objectiever lijkt dan de resultaten op basis van een uniform in ECS prior. [c]Zie voetnoot 52. [d]Door elk van de twee schattingen uit de Otto (2013)-studie even zwaar mee te tellen. [e]1,73°C als we de alternatieve schatting van Aldrin gebruiken op basis van de objectievere prior voor ECS. [f]1,3–2,5°C op basis van alleen de kansverdelingen, dus met uitsluiting van de range in Ring et al. (2012) [g]5–95% statistische range, feitelijk aangepast in AR4 tot de 17–83% waarschijnlijkheidsrange. Het is in feite niet duidelijk of ECS-ranges afkomstig van een ensemble van klimaatmodellen wel een geldige interpretatie hebben in kanstermen. [h]De CMIP5-modellen hebben een gemiddelde van 3,22°C voor ECS maar een mediaan (beste schatting) van 2,89°C. Bij de in AR4 gebruikte CMIP3-modellen kwamen de mediaan en het gemiddelde voor ECS goed overeen. [i]5–95% statistische range, aangepast zoals in AR4.

schattingen voor de gehele periode 1970–2009, wat de robuustheid van de energiebalans-methode aantoont.

De andere drie waren model–observatie vergelijkingsstudies. De gebruikte (eenvoudige) klimaatmodellen werden vele malen gerund met verschillende combinaties van ECS, aerosolforcering en efficiency voor de warmte-opname door de oceanen. Elk van deze drie onbekende parameters werden dan geschat door te analyseren hoe goed de modelsimulaties overeenkwamen met de historische observaties van de oppervlakte- en oceaantemperatuur. De modellen gebruikten temperaturen die gesimuleerd waren per breedtegraad, tenminste op halfrond-niveau en waren daardoor in staat om tot een eigen

schatting voor aerosolforcering te komen.[55] Otto et al. (2013) daarentegen pasten de totale forcering aan met de op satellietwaarnemingen gebaseerde schattingen voor aerosolen. Alle vier de studies gebruikten derhalve op satellietwaarnemingen gebaseerde schattingen voor aerosolforcering.

Al deze observationele studies met uitzondering van Aldrin et al. (2012) gebruikten objectieve statistische methodes, wat ertoe geleid moet hebben dat de resultaten een goede weerspiegeling zijn van de gebruikte data, in tegenstelling tot vele van de Bayesiaanse observationele studies uit AR4 en AR5. Hoewel Aldrin et al. (2012) een uniform prior voor ECS gebruikten, gaf de studie ook alternatieve resultaten, die gebaseerd zijn op wat een meer objectieve Bayesiaanse prior voor ECS lijkt te zijn:[56] Dat gaf een beste schatting voor ECS van tussen de 1,5°C en 1,6°C met een waarschijnlijkheidsrange van 1,2–2,0°C.

Warmte in de oceanen

Rond de publicatie van het vijfde IPCC-rapport in september 2013 richtte de media-aandacht zich op wat ook wel de 'hiaat' (pauze, stagnatie) in de opwarming genoemd wordt: het feit dat de mondiale temperatuur al 15 jaar amper stijgt. Diverse verklaringen zijn hiervoor geopperd door de klimaatgemeenschap. Een van de favoriete is dat de warmte-accumulatie in de oceanen gewoon is doorgegaan – of zelfs versnelde sinds ongeveer 2000 – en dat het daardoor niet mogelijk is om te zeggen dat de opwarming van de aarde gestopt is.

De studies die recente data gebruiken voor de warmte-inhoud van de oceanen houden echter rekening met de energie die recent door de oceanen is opgenomen. Van de ECS-schattingen in Otto et al. (2013) bijvoorbeeld, is de schatting die gebaseerd is op het laatste decennium inderdaad hoger dan de schattingen op basis van de jaren '90 of de periode 1970–2009. Hoewel dit

[55] Aerosolen verspreiden zich niet heel ver van de bronnen van de vervuiling, die voornamelijk op het noordelijk halfrond liggen. Als de temperatuur tenminste op halfrond-niveau wordt opgelost dan kunnen dit soort studies goed afgebakende 'inverse' schattingen geven voor de totale aerosolforcering – doorgaans vergelijkbaar met de schattingen op basis van satellietmetingen. Als echter alleen mondiale temperatuurgegevens worden gebruikt dan is het onmogelijk om schattingen voor aerosolforcering te onderscheiden van schattingen voor klimaatgevoeligheid of de efficiëntie waarmee oceanen warmte opnemen.

[56] Een uniform in 1/ECS prior, levert een ECS-schatting op die vergelijkbaar is met die van een niet-Bayesiaanse statistische methode.

wellicht tegen het gevoel ingaat is de reden dat – volgens de 0–700m dataset[57] voor de warmte in de oceanen die gebruikt werd (en die ook werd gebruikt in AR5) – de warmte-opname door de oceanen veel hoger was in het eerste decennium van deze eeuw dan in het decennium daarvoor.

Andere datasets voor de warmte-inhoud van de oceanen en schattingen voor de stralingsonbalans met satellieten laten geen versnelling in de warmte-opname zien in de jaren '00. Als Otto et al. (2013) die datasets hadden gebruikt, dan was de ECS-schatting voor de jaren '00 uitgekomen op ergens tussen de 1,7 en 1,9°C, afhankelijk van welke specifieke dataset je zou gebruiken.

Dus deze schattingen voor ECS houden volledig rekening met de er-gaat-meer-warmte-in-de-oceanen-verklaring voor de recente stagnatie van de opwarming: hoewel meer warmte naar de diepe oceaan een verklaring zou kunnen zijn voor de stagnatie van de opwarming aan het oppervlak verandert het de schattingen voor ECS niet noemenswaardig. Deze zijn nog altijd aanzienlijk lager dan de beste schatting van 3°C die de laatste dertig jaar het meest gangbaar was. De stagnatie verlaagt wel de schattingen voor TCR, dat gezien wordt als een beleidsrelevantere parameter.

Beste schatting

Om de 'beste observationele' schatting te bepalen voor ECS kunnen we redelijkerwijs eenvoudigweg het gemiddelde nemen van de verschillende observationele schattingen in Tabel 2, omdat al deze studies vergelijkbare waarnemingen gebruiken. Dat levert een beste schatting op voor ECS van 1,75°C en een waarschijnlijkheidsrange van ongeveer 1,3–2,5°C.[58] Een beste schatting van 1,75°C wordt ondersteund door de energiebalans-schatting op basis van de data uit AR5 die we hierboven besproken hebben, zelfs als je niet de puur observationele schattingen voor aerosolen gebruikt maar de samengestelde waarde die AR5 presenteerde.

Als we echter rekening houden met het feit dat er onzekerheid is als gevolg van interne variabiliteit, dat meet- en modelfouten groter kunnen zijn dan nu is aangenomen, en dat die onzekerheden vooral van invloed zijn op de bovenkant van de range, dan komen we tot een conservatieve schatting voor de

[57] Een actualisatie van Domingues et al. (2008).

[58] Gebaseerd op de beste schatting in Aldrin et al. (2012) die gebruik maakt van de meer objectieve uniform in 1/ECS prior, enige afronding en alleen gebruik makend van de probabilistische ranges.

waarschijnlijkheidsrange van 1,25–3,0°C. Die range omsluit volledig de 17–83% waarschijnlijkheidsrange van de geciteerde observationele schattingen.

Vergelijk die range nu eens met de beste schatting en de range in AR4 en AR5 (zie ook Tabel 1 voor een langer historisch overzicht van de range). De 'beste observationele' schatting van 1,75°C is meer dan 40% lager dan de beste schatting van 3°C in AR4. Minstens zo belangrijk is dat de bovengrens van de observationele waarschijnlijkheidsrange voor ECS van 3.0°C een derde lager is dan die in AR5 (4,5°C), zelfs als we de observationele range aan de bovenkant wijder maken dan een simpele middeling van de ranges van de observationele schattingen suggereert.

Zwakke studies vertroebelen het zicht

De vier studies die in Tabel 2 zijn opgenomen vertegenwoordigen natuurlijk maar één categorie van bewijzen voor de waarde van ECS in AR5. Figuur 1 in Box 12.2 in AR5, hier beneden getoond als Figuur 2, laat de ranges van verschillende type studies zien. Door alleen naar de Figuur te kijken lijkt het logisch waarom AR5 geen beste schatting voor ECS gaf: de schattingen voor ECS zijn niet geclusterd rond één waarde en vele schattingen bevinden zich buiten de 5–95% onzekerheidsmarge van andere studies. De auteurs van AR5 wilden mogelijk geen oordeel vellen over welke studies de betere zijn of ze wilden niet kiezen tussen observationele en model-gebaseerde schattingen, maar naar onze mening gaat het in een assessment juist daarom: kennis van deskundigen gebruiken om verschillende bewijsgronden tegen elkaar af te wegen. Hieronder geven we weldoordachte argumenten voor een andere assessment dan die van AR5.

We zullen daarom de schattingen in Figuur 2 in enig detail bespreken, waarbij we laten zien waarom weinig waarde te hechten is aan alle schattingen die inconsistent zijn met de waarschijnlijkheidsranges voor de 'beste observationele' studies in Tabel 2, hetzij omdat er sprake is van ernstige tekortkomingen hetzij omdat ze een methode gebruiken waar AR5 zelf vraagtekens bij zet. We zullen in verband hiermee de conclusie accepteren in AR5[59] dat schattingen gebaseerd op:

- het klimaat in het (verre) verleden dat afwijkt van het huidige klimaat

[59] Sectie 12.5.3.

- tijdschalen die afwijken van de tijdschaal die relevant is voor het stabiliseren van het klimaat (bijv. het effect van vulkaanuitbarstingen op het klimaat)
- andere forceringen dan broeikasgassen (bijv. vulkaanuitbarstingen of zonforcering)

kunnen afwijken van de klimaatgevoeligheid gebaseerd op klimaatfeedbacks in het huidige klimaat. Dus zo lang het gaat om observationele schattingen van ECS zijn wij het eens met de AR5-auteurs dat we de meeste waarde zouden moeten hechten aan instrumentele schattingen gedurende een groot deel van de periode of de gehele periode sinds 1850.

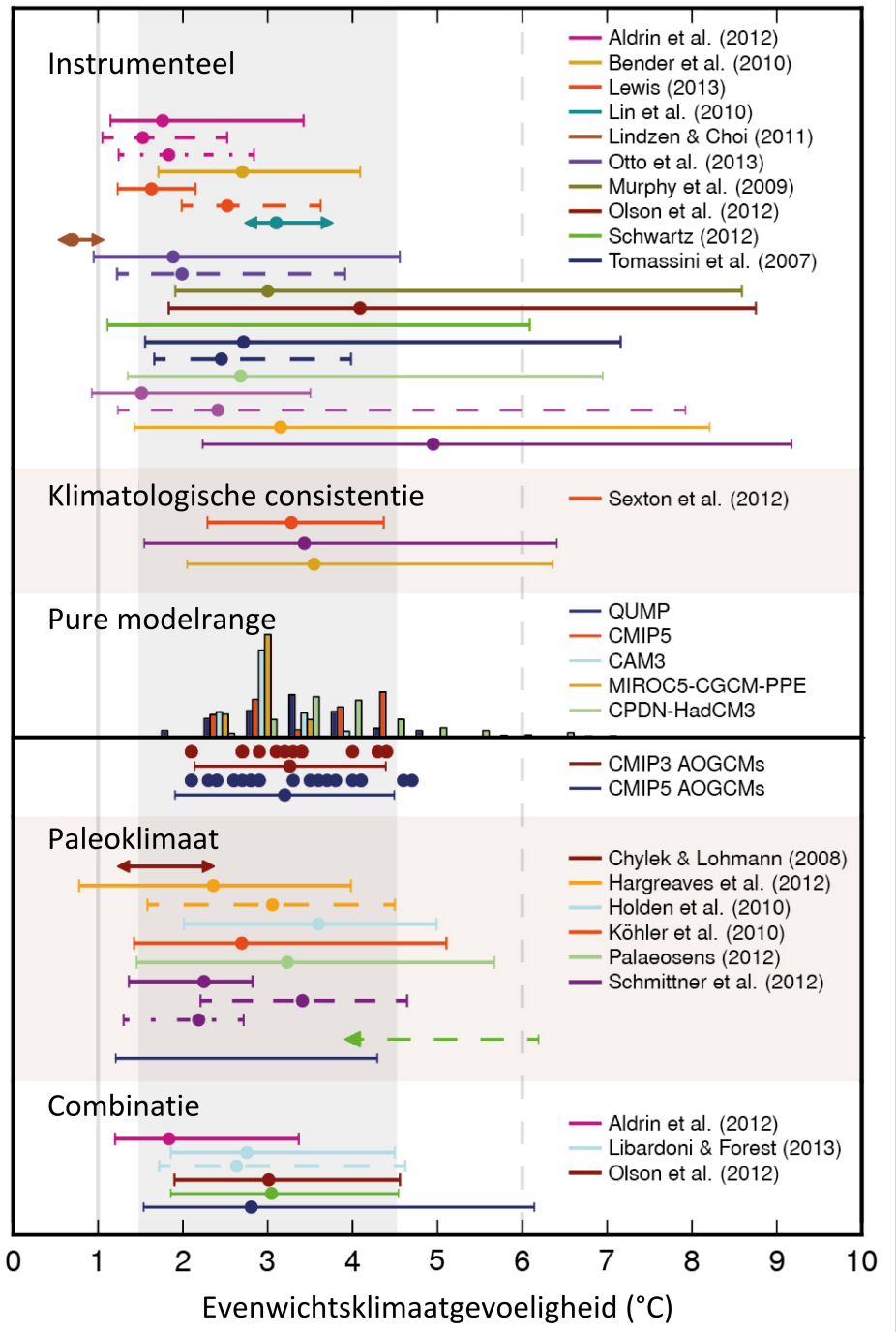
Instrumentele schattingen

De ongelabelde ranges in Figuur 2 verwijzen naar studies in AR4. Al die studies hebben we al besproken en hebben we op één na te licht bevonden. De uitzondering is de range zoals die oorspronkelijk gepubliceerd werd in Forster en Gregory (2006)(de ongelabelde paarse streep vierde van onder in de categorie 'instrumentele schattingen' in Figuur 2) en die goed overeenkomt met de range van Lewis (2013) in Tabel 2.

Over de gelabelde ranges voor instrumentele schattingen die niet zijn opgenomen in Tabel 2 kunnen we het volgende zeggen:[60] Bender et al. (2010) is gebaseerd op de respons op vulkanische forcering. De studies van Lindzen en Choi (2011) en Murphy et al. (2009) zijn gebaseerd op kortetermijnvariaties in de stralingsflux bovenin de atmosfeer gemeten vanuit een satelliet.[61] Beide

[60] Alleen de doorlopende lijnen voor Aldrin et al. (2012) en Lewis (2013) in Figuur 2, die de voornaamste resultaten weergeven, zijn opgenomen in Tabel 2 (voor Lewis (2013) na rekening te hebben gehouden met niet-aerosolforcering en onzekerheden in de gemeten temperaturen); de andere ranges hebben een andere basis. De hogere gestippelde range voor Lewis (2013) is gebaseerd op een kortere periode en op een minder bevredigende methode, overeenkomstig Forest et al. (2006), en zou buiten beschouwing gelaten moeten worden aangezien het bekend is dat de parameters waarmee de beste fit wordt verkregen overdreven gesimuleerde opwarming geven. Voor Aldrin et al. (2012) geldt dat de lagere gestreepte range degene is die de uniform-in-1/ECS-prior gebruikt waarover we het eerder hadden, terwijl de deels gestippelde lijn genegeerd zou moeten worden vanwege een opwaartse bias door een overdreven negatieve aerosolforcerings-prior.

[61] Een grote onzekerheid in dit soort studies is dat het lastig is om onderscheid te maken tussen de effecten van wolkenveranderingen als gevolg van temperatuurveranderingen (en dus feedbacks) en spontane wolkenveranderingen (interne variabiliteit die hier opereert als forcering). Lindzen en Choi (2011) proberen dit onderscheid te maken door een regressie met tijdverschil te doen; hun resultaten geven aan dat ECS zeer laag is. Dit is een slimme aanpak maar het is nog niet duidelijk hoe robuust hun resultaten zijn. Murphy et al. (2009) gebruiken normale regressie (zonder tijdsverschil) en komen tot hoge schattingen voor ECS die slecht afgebakend zijn. Forster en Gregory (2006) verkregen een lage (1.6°C), goed-afgebakende schatting voor ECS na regressie op bijna dezelfde data die Murphy et al. gebruikten (zie voetnoot 43 voor een mogelijk verklaring van dit verschil).



Figuur 2: Reproductie van Figuur 1 in Box 12.2 in AR5

De balken geven de 5–95% onzekerheidsranges weer voor ECS, waarbij de beste schattingen gemarkeerd zijn met stippen. De Figuur vermeldt ook de ECS-waardes van alle gebruikte CMIP3- and CMIP5-modellen. Ranges zonder label verwijzen naar studies die in AR4 geciteerd worden.

methodes worden in AR5 betiteld als een ontoereikende manier om ECS te bepalen.[62]

De overigen studies waar AR5 naar verwijst, Lin et al. (2010), Olson et al. (2012), Schwartz (2012) en Tomassini et al. (2007) hebben alle tekortkomingen die hun schattingen van ECS onbetrouwbaar maken.[63] Die tekortkomingen zetten we uiteen in de appendix.

Klimatologische consistentie

Climatological constraint -studies (klimatologische consistentie) geven aan hoe goed GCMs in staat zijn om verschillende variabelen van het recente klimaat te simuleren. Dit gebeurt door de modellen te verstoren om zo verschillend modelgedrag en dus ook verschillende ECS-waarden te genereren. De aanname is dat zo'n exercitie het mogelijk maakt om af te leiden welke range voor ECS het meest waarschijnlijk is. De methode veronderstelt dat een GCM, door parameters te verstoren, in staat zal zijn om alle combinaties van aerosolforcering en ECS-waarden te verkennen. Maar zelfs als dat zo is, is het onduidelijk of vergelijkingen met waarnemingen van deelaspecten van het recente klimaat, in plaats van met waarnemingen van *klimaatverandering*, betrouwbare ranges voor ECS kan opleveren.

De Sexton et al. (2012)-studie verstoorde parameters in het HadCM3-klimaatmodel en genereerde op die manier verschillende ECS-waarden.[64] Vanwege structurele starheden in het HadCM3-model lukt het alleen om lage waarden voor ECS te simuleren als de aerosolforcering sterk negatieve waarden[65] aanneemt. De waarnemingen sluiten die combinatie echter uit. De Sexton-studie was niet in staat om de combinatie lage tot gematigde waarden voor ECS en lage tot gematigd negatieve waarden voor de aerosolforcering – de combinatie die het meest aannemelijk is volgens de waarnemingen – te onderzoeken. Het is dus niet verrassend dat die studie lage waarden voor ECS uitsluit. De

[62] Secties 10.8.2.2 en 10.8.2.3 in AR5 geven een gedetailleerd overzicht van de redenen om de bruikbaarheid van deze schattingen in twijfel te trekken.

[63] In het geval van Schwartz (2012) bepertk de kritiek zich tot het deel van de range voor ECS boven de 3 °C.

[64] Omdat HadCM3 zo star is dat het geen lage ECS-waarden kan bereiken ongeacht hoe de parameters worden ingesteld, wordt er nabootsing gebruikt om te extrapoleren naar waarden beneden de 2 °C.

[65] Zie Box 1 in het document dat beschikbaar is op http://niclewis.files.wordpress.com/2013/09/metoffice_response2g.pdf. De Sexton et al. (2012)-studie is identiek aan de eerste fases van de Harris et al. (2013)-studie die het bespreekt, en de Harris et al. bijna definitieve posterior-regio in Figure B.1 komt overeen met de uiteindelijke resultaten van de Sexton et al. (2012)-studie.

ECS-schattingen in de Sexton-studie weerspiegelen voornamelijk de eigenschappen van het HadCM3-model en niet die van de observaties.

De twee ongelabelde AR4-studies gebruiken, hoewel ze in details verschillen van Sexton et al. (2012), eveneens het HadCM3-model. Die zullen daarom ook niet in staat zijn geweest de combinatie van lage tot gematigde waarden voor ECS en lage tot gematigd negatieve waarden voor de aerosolforcering af te tasten. Het lijkt er bovendien op dat die studies ECS-waarden beneden de 2°C nauwelijks beproefd hebben. Het is te verwachten dat deze twee beperkingen in de twee AR4-studies hebben geleid tot een flinke opwaartse bias in de schatting voor ECS.

Samenvattend, aangezien de *climatological constraint* -studies vooral een afspiegeling zijn van de eigenschappen van de modellen en maar voor een klein deel van de observaties, zijn ze van weinig tot geen waarde voor de ECS-schattingen.

Pure modelrange

Omdat het conflict tussen observationele en AOGCM-schattingen van ECS van cruciaal belang is en AR5 feedbackanalyse (de analyse van feedbacks zoals gesimuleerd door AOGCMs) nog eens opvoert als een additionele vorm van bewijs, is het gepast om de feedbacks en ECS in klimaatmodellen redelijk gedetailleerd te bespreken.

Het is bijna algemeen geaccepteerd dat de evenwichtsopwarming door een verdubbeling van de CO_2-concentratie iets meer dan 1°C is. Die temperatuurstijging is nodig om de aarde als zwarte straler (*Planck radiation*) krachtiger te laten uitstralen ter compensatie van de toegenomen CO_2-forcering. Waarom hebben klimaatmodellen dan een gemiddelde ECS van 3°C? Dat komt door de zogenaamde 'positieve feedbacks' die het gevolg zijn van de stijging van de oppervlaktetemperatuur. Positieve feedbacks versterken het opwarmende effect van CO_2. De voornaamste feedbacks in de modellen zijn waterdamp, de verticale temperatuurgradiënt (*lapse rate*), wolken en albedo.

De waterdampfeedback is sterk positief: een warmere atmosfeer kan meer waterdamp bevatten en waterdamp is zelf ook een krachtig broeikasgas. De waterdampfeedback wordt gedeeltelijk teniet gedaan door de eraan gekoppelde negatieve verticale temperatuurgradiënt: als de lucht vochtiger is, dan daalt de temperatuur langzamer met de hoogte.

De aarde reflecteert minder zonlicht als sneeuw- en zeeijsbedekking afnemen door de opwarming, waardoor de albedofeedback positief is, hoewel maar licht. Alles bij elkaar impliceren deze drie feedbacks samen met de verandering in Planck-straling een ECS van ongeveer 2°C.[66] ECS-waarden van boven de 2°C in de modellen zijn voornamelijk het gevolg van positieve wolkenfeedbacks en aanpassingen, waarbij niet-lineaire effecten en/of afhankelijkheid van de toestand van het klimaat in sommige gevallen ook een behoorlijke impact hebben.

Maar de simulatie van wolken is al jaren een hoofdpijndossier voor de modelleurs. Het blijkt zeer lastig te zijn om wolken te simuleren, laat staan om te voorspellen hoe de wolkenbedekking in de toekomst zal veranderen. Observationele bewijzen voor een positieve feedback in plaats van negatieve zijn op z'n zachtst gezegd zwak.[67] Maar zelfs de observationele bewijzen voor de gemodelleerde positieve waterdampfeedback zijn op de tijdschaal die relevant is voor klimaat (dertig jaar) nog tamelijk zwak.[68]

Er is geen knop voor klimaatgevoeligheid als zodanig in mondiale klimaatmodellen, maar er zijn diverse instelbare parameters die van invloed zijn op de simulatie van processen (zoals bijv. processen die van belang zijn bij wolkenvorming) die de GCMs niet direct berekenen op basis van de fysica. De modelklimaatgevoeligheid tentoongespreid door modellen die een realistisch klimaat simuleren en realistische veranderingen in klimaatvariabelen in de instrumentele periode, wordt geacht representatief te zijn voor de klimaatgevoeligheid van het werkelijke klimaat. Er is echter geen wetenschappelijke grond voor deze aanname. Een ervaren team van klimaatmodelleurs stelde vast[69] dat verschillende combinaties van modelparameters realistische simulaties van het huidige klimaat kunnen opleveren, maar met heel verschillende waarden voor klimaatgevoeligheid. Zij erkennen ook dat een goede match tussen de modelsimulaties en de waargenomen veranderingen in de mondiale temperatuur in de twintigste eeuw – een zeer gebruikelijke test, in het AR4-rapport goedgekeurd als een manier om de *skill* van modellen te bewijzen – eigenlijk heel weinig bewijst. Modellen met een klimaatgevoeligheid van 3°C kunnen ongeveer de historische mondiale temperatuur nabootsen, maar alleen door een aerosolforcering te gebruiken die hoger is dan de waarnemingen nu aangeven, door positieve forceringen te onderschatten, door te veel warmte in

[66] Soden en Held (2006); Tabel 9.5 in AR5. ECS is geschat via $F_{2\times CO_2}/\alpha$ in overeenstemming met sectie 10.8.1 in AR5, maar in dit geval met alleen de Planck-, waterdamp-, verticale temperatuurgradiënt- en albedofeedbacks meegenomen in α; Voor $F_{2\times CO_2}$ is 3,71 W/m^2 genomen.

[67] Sectie 7.2.5.7 in AR5.

[68] VonderHaar et al. (2012).

[69] Forest et al. (2008).

de oceanen te stoppen en/of door het optreden van niet-lineaire effecten of door sterke afhankelijkheid van de toestand van het klimaat.[70]

Als de belangrijke feedbacks in AOGCMs in grote lijnen met elkaar overeen zouden komen zowel qua teken als – laten we zeggen binnen een factor twee – qua grootte, en als de ruimtelijke afhankelijkheid van de feedbacks, en afhankelijkheid van niet-lineaire effecten en van de toestand van het klimaat tussen verschillende AOGCMs kwalitatief vergelijkbaar zouden zijn, dan zou het wellicht redelijk zijn om grote waarde te hechten aan de klimaatgevoeligheid op basis van klimaatmodellen. Hoewel de ontwikkeling van de modellen continu gevoed wordt met verschillende observaties, is dat echter niet het geval. Wij vinden dus dat schattingen voor klimaatgevoeligheid gebaseerd op AOGCMs buiten beschouwing gelaten moeten worden. Dat geldt dus voor alle schattingen in de sectie 'Raw model range'. Aangezien ze nauwelijks gestoeld zijn op observaties, is het onduidelijk in hoeverre de pure modelwaarden voor ECS überhaupt als wetenschappelijk bewijs in aanmerking komen.

Ook gerelateerd bewijs voor ECS gebaseerd op analyses van feedbacks in modellen (besproken in Hoofdstuk 12 van AR5, maar niet getoond in Figuur 1 van Box 12.2) moet terzijde geschoven worden enerzijds omdat niet duidelijk is dat alle belangrijke feedbackprocessen meegenomen worden in de modellen en anderzijds omdat de belangrijkste feedback – die van de wolken – nog zeer slecht in de modellen zit.

Paleoklimaat

Paleoklimaatstudies gebaseerd op proxies schatten klimaatgevoeligheid door gebruik te maken van meetreeksen uit het wat verdere verleden (het laatste millennium, het Laatste Glaciale Maximum of zelfs miljoenen jaren terug). Het vierde IPCC-rapport uit 2007 concludeerde echter (Box 10.2) dat de onzekerheden in studies gebaseerd op het Laatste Glaciale Maximum te groot waren om als primair bewijs te dienen voor ECS, en de enige paleoschatting die AR4 gaf, gebaseerd op een proxy-studie over het laatste millennium, leverde een zeer zwak afgebakende range voor ECS op.[71] Resultaten van andere millenniumstudies werden niet opgenomen in Figuur 1 van Box 12.2.

[70] Dit is de implicatie van Otto (2013) op basis van de forcering uit AR5, en de beste schattingen voor de warmte-opname door de oceanen.

[71] Hegerl et al. (2006). Zoals hierboven besproken gebruikte deze studie een ongeschikte uniform prior voor ECS, met een bias naar hogere waarden voor ECS tot gevolg.

AR5 bespreekt paleoklimaatschattingen ook. Het schrijft over een recente review-artikel:[72] 'Ze schatten, voornamelijk op basis van de laatste 800.000 jaar, een 95% range van 1,1°C–7,0°C. De onzekerheden in [ECS] zijn waarschijnlijk echter nog groter, bijvoorbeeld omdat feedbacks anders kunnen zijn in verschillende klimaattoestanden.' Met zulke wijde onzekerheidsmarges leveren paleoklimaatschattingen voor ECS nauwelijks enige informatie op.

AR5 is dus van mening dat paleoklimaatschattingen voor ECS, gebaseerd op klimaattoestanden uit het verleden die heel anders dan nu waren, wellicht niet representatief zijn voor het huidige klimaat en dat zulke schattingen ECS minder goed afbakenen dan de instrumentele schattingen dat doen. Dat is ongeveer wat AR4 ook al zei. Het beschouwde paleoklimaatschattingen veel meer als bruikbare aanvullende informatie dan als primair bewijs voor de hoogte van ECS. Er kan dus weinig waarde gehecht worden aan de paleoklimaatschattingen voor ECS.

Combinatie

Combinatie-studies zijn schattingen die tot stand komen door informatie uit verschillende methoden te combineren. Van de gelabelde studies in AR5 wijkt de ECS-schatting uit Aldrin et al. (2012) weinig af van de instrumentele schatting in dezelfde studie. De Libardoni en Forest (2013) en Olson et al. (2012) papers en de ongelabelde AR4-studies hebben ernstige tekortkomingen en de gecombineerde schattingen erin van ECS zijn onbevredigend (see Appendix).

Instrumentele schattingen zijn superieur

Samenvattend zijn wij van mening dat van de drie voornaamste methodes om ECS te schatten (instrumentele observaties, paleoklimaat op basis van proxy's en GCM-simulaties/feedbackanalyse), de instrumentele schattingen – met name die schattingen die gebaseerd zijn op een aanzienlijk deel van de instrumentele periode doorlopend tot in de 21e eeuw – verreweg de beste zijn. Deze observationele schattingen geven de beste indruk hoe ons huidige klimaat in feite heeft gereageerd op de toename van broeikasgassen.

[72] Paleosens Members (2012), besproken in sectie 10.8.2.4 in AR5.

Onze mening over welk type observationele studie nu het betrouwbaarst is om ECS te schatten wordt gesteund door wat Hoofdstuk 12 van AR5 erover heeft te zeggen:[73]

> De evenwichtsklimaatgevoeligheid blijft zonder twijfel een sleutelbegrip, dat nuttig is om veranderingen in broeikasgassen of andere forceringen te relateren aan veranderingen in de mondiale temperatuur. Maar de bovenstaande voorbehouden impliceren dat schattingen voor ECS op basis van het klimaat in het (verre) verleden dat afwijkt van het huidige klimaat, schattingen op basis van tijdschalen die afwijken van de tijdschaal die relevant is voor het stabiliseren van het klimaat (bijv. het effect van vulkaanuitbarstingen) of schattingen op basis van andere forceringen dan broeikasgassen (bijv. ruimtelijk ongelijk verdeelde veranderingen in landgebruik, vulkaanuitbarstingen of zon-forcering) kunnen verschillen van de klimaatgevoeligheid op basis van feedbacks in ons huidige klimaat, en deze waarde kan op haar beurt – op tijdschalen van millennia – weer afwijken van de gevoeligheid van een Aards klimaat dat veel warmer is dan dat van tegenwoordig.

We hebben bovendien geconstateerd dat alle observationele schattingen in AR5 voor de instrumentele periode, met uitzondering van de observationele studies die we in Tabel 2 vermelden en die beste schattingen hebben in de range 1,6–2°C, flinke tekortkomingen hebben die hun schattingen onbetrouwbaar maken. Als een studie immers schattingen voor de forceringen en de warmte-opname gebruikt die overeenkomen met die in AR5, dan zijn ECS-schattingen van die orde van grootte op basis van behoud van energie onvermijdelijk het gevolg.[74]

Volgens onze lezing van AR5 zijn de IPCC-onderzoekers het grotendeels eens met onze analyse over het observationele bewijs voor ECS.[75] Zij zaten echter opgezadeld met de ECS-range op basis van de CMIP5-modellen en de bewijzen voor ECS die daarvan afgeleid zijn plus de op observaties gebaseerde schattingen die wij bekritiseren. De discrepantie tussen de ECS-schattingen op basis van de nieuwe observationele studies en de modelschattingen was

[73] Section 12.5.3.

[74] Door vergelijking met de resultaten van de energiebalans-analyses. De enige uitzondering zou zijn wanneer een studie haar eigen goed afgebakende inverse schatting van de onzekere aerosolforcering zou geven, die veel groter is dan de beste schatting daarvan in AR5. Geen van de instrumentele studies deed dat.

[75] De Technical Summary in AR5 rechtvaardigt het verlagen van de ondergrens voor de waarschijnlijkheidsrange van ECS met het bewijs uit nieuwe studies, die op basis van langere tijdreeksen tot een beste fit komen met de waargenomen temperatuur van de oceanen en de atmosfeer met ECS-waarden die aan de onderkant van de range liggen.

naar onze mening waarschijnlijk de belangrijkste reden voor de IPCC-auteurs om deze keer niet een beste schatting voor ECS te geven.

Het conflict tussen de observationele en modelschattingen zadelde de IPCC-auteurs op met een dilemma. Grote delen van het IPCC-rapport zijn gebouwd rond de simulaties van de klimaatmodellen. Vrijwel alle projecties van het toekomstige klimaat zijn erop gebaseerd en een compleet hoofdstuk is gewijd aan de performance van modellen.

In de SPM stellen dat de beste observationele schattingen voor klimaatgevoeligheid nu duiden op een waarde van tussen de 1,5 en 2°C zou neerkomen op een bekentenis dat het merendeel van de CMIP5-modellen ECS op zijn minst flink overschatten. Aangezien de verwachte opwarming aan het eind van deze eeuw in GCMs sterk gekoppeld is aan de ECS van modellen,[76] zou dat betekenen dat beleidsmakers niet te veel waarde zouden moeten hechten aan de toekomstverwachtingen van de modellen.

Het lijkt erop dat de IPCC-auteurs besloten hebben om dit dilemma op te lossen door de ondergrens voor ECS te verlagen tot 1,5°C en de beste schatting volledig weg te laten. Door dit te doen gaven ze aan rekening te houden met de nieuwe lagere schattingen die recent zijn gepubliceerd in de literatuur. Nu staat het IPCC-onderzoekers uiteraard volledig vrij om tot een andere conclusie te komen dan wij met betrekking tot de vraag hoeveel gewicht toegekend zou moeten worden aan de modelschattingen voor ECS. Zij lieten echter na om deze kwestie duidelijk te bespreken in de SPM, waardoor ze beleidsmakers in het ongewisse lieten.

Het IPCC had kunnen zeggen: 'er zijn twee belangrijke methodes om ECS te schatten en één – gebaseerd op observaties en gebruik makend van de beste data en een degelijke methodiek – wijst op een meest waarschijnlijke waarde voor ECS van 2°C of iets minder. De ander – gebaseerd op modellen – duidt op een waarde van ongeveer 3°C.' Dat zou een stap in de goede richting geweest zijn omdat beleidsmakers er dan tenminste op attent waren gemaakt dat modelschattingen flink beginnen af te wijken van de observationele schattingen.

Een van ons (Lewis) adviseerde de AR5-auteurs in een review commentaar om beste schattingen te geven voor zowel de instrumentele als de op modellen gebaseerde methode:

[76] Zie ook voetnoot 4.

> Het is erg belangrijk om de range voor ECS geschat met observaties – in het bijzonder de instrumentele observaties, die naast het feit dat ze accurater zijn ook betrekking hebben op het huidige klimaat – te scheiden van de range op basis van AOGCM-simulaties. AOGCMs kunnen, direct of indirect, forcering of andere input gebruiken die niet consistent is met het beste observationele bewijs van dit moment. Dat is vooral van belang met betrekking tot aerosolforcering en ook met betrekking tot de effectieve verticale diffusie in de oceanen. Een van deze of beide factoren kunnen flink overschat worden in AOGCMs, wat leidt tot een flinke overschatting van de ECS terwijl de modellen toch de recente opwarming realistisch weten te reproduceren. De mondiale klimaatmodellen van NASA GISS gaan er nu (2010) bijvoorbeeld vanuit dat de totale aerosolforcering $-2{,}42$ W/m^2 is (http://data.giss.nasa.gov/modelforce/RadF.txt), meer dan drie keer zoveel als de beste puur obervationele schatting in AR5 van $-0{,}73$ W/m^2.

Merk op dat dit commentaar geschreven was in november 2012 tijdens de review van de Second Order Draft. Sindsdien zijn er enkele andere studies (Ring et al. 2012; Lewis 2013; Otto et al.2013) gepubliceerd en het is nu mogelijk om een veel beter afgebakende range te geven voor ECS van 1,25–3.0°C gebaseerd op (maar conservatiever dan) de schattingen die zijn weergegeven in Tabel 2. Het IPCC had aanvullend een 'beste observationele' schatting van 1,75°C of (door rekening te houden met hogere schattingen uit andere instrumentele studies) van 2°C. Als het IPCC dat had gedaan – wat in overeenstemming zou zijn geweest met de beste wetenschappelijke kennis van dit moment – dan zou dat door alle media in de wereld opgepikt zijn als een van de, zo niet de belangrijkste conclusie van het rapport. En terecht.

AR5 schiet tekort

AR5 stelt in een voetnoot in de SPM dat het dit keer geen beste schatting voor ECS kan geven vanwege 'een gebrek aan overeenstemming over de waardes tussen verschillende bewijzen en studies'. Zo'n belangrijke beslissing slechts uitleggen in een voetnoot is onbevredigend. Beleidsmakers hadden een volledige uitleg moeten krijgen.

Meerdere onderliggende hoofdstukken behandelen deze kwestie: de Technical Summary en de hoofdstukken 9, 10 en 12. Op pagina 84 van de Technical Summary wordt het verlagen van de ondergrens van de waarschijnlijkheidsrange voor ECS besproken (onze nadruk):

> Deze verandering weerspiegelt het bewijs van nieuwe studies op basis van de langere tijdreeksen van temperatuurmetingen in de atmosfeer en de oceanen. *Deze studies suggereren dat ECS-waarden aan de onderkant van de waarschijnlijkheidsrange het beste overeenkomen met de waargenomen opwarming van het oppervlak en de oceanen*. Merk op dat deze studies niet puur observationeel zijn omdat voor de schatting voor de respons op de stralingsforcering een model nodig is. Daar komt bij dat de onzekerheid in de warmte-opname door de oceanen aanzienlijk blijft.

Hier geeft AR5 vrij openlijk toe dat deze nieuwe (observationele) studies beste schattingen hebben die dichtbij de ondergrens van 1,5°C liggen. De probabilistische ECS-ranges van de nieuwe studies houden rekening met de onzekerheid in de warmte-opname van de oceanen en AR5 schat die onzekerheid trouwens veel kleiner in dan de onzekerheid in aerosolforcering.

Toen de goedgekeurde SPM eind september 2013 werd gepubliceerd bleek ook het onderliggende rapport vrijwel volledig te zwijgen over het ontbreken van een beste schatting voor ECS. De sectie over klimaatgevoeligheid in hoofdstuk 10 eindigt met de volgende statement:

> Schattingen voor de evenwichtsklimaatgevoeligheid (ECS) gebaseerd op verschillende en deels onafhankelijke bewijzen van waargenomen klimaatverandering, waaronder schattingen die gebruik maken van langere meetreeksen voor de oppervlaktetemperatuur en nieuw paleoklimatologisch bewijs, duiden erop dat we met veel vertrouwen (*high confidence*) kunnen stellen dat het extreem onwaarschijnlijk is dat ECS kleiner is dan 1°C en dat we er enig vertrouwen (*medium confidence*) in hebben dat ECS waarschijnlijk tussen 1,5°C en 4,5°C ligt en zeer onwaarschijnlijk groter is dan 6°C. Dat is een aanvulling op de evaluatie in hoofdstuk 9 en bevestigt de algehele evaluatie in hoofdstuk 12 met als conclusie dat alle bewijsgronden vertrouwen (*high confidence*) geven in de waarschijnlijkheidsrange van 1,5°C tot 4,5°C. Feedbacks van het aardse systeem kunnen op zeer lange termijn leiden tot een andere, waarschijnlijk grotere opwarming dan ECS impliceert.

Een beste schatting voor ECS werd opnieuw niet eens genoemd. Waar je het ontbreken van een gedetailleerde uitleg over het niet geven van een beste schatting voor ECS in de SPM nog zou kunnen verantwoorden met een gebrek aan ruimte, is de stilte erover in de relevante hoofdstukken (10 en 12), waar je een uitgebreide bespreking had mogen verwachten, des te verrassender.

In het definitieve rapport dat eind januari 2014 werd gepubliceerd was er echter een paragraaf toegevoegd aan de Technical Summary die bespreekt waarom

er geen beste schatting voor ECS kan worden gegeven.[77] Dat is nogal verrassend. Aanpassingen in dit late stadium zijn bedoeld om fouten te corrigeren.[78] De paragraaf met uitleg over het ontbreken van een beste schatting voor ECS beschrijft echter niet de correctie van een fout maar bevat geheel nieuwe tekst. De nieuwe paragraaf, die is vrijgegeven lang nadat landen de SPM goedkeurden, zegt het volgende:

> In tegenstelling tot AR4 is ditmaal geen beste schatting voor ECS gegeven vanwege een gebrek aan overeenstemming over de beste schatting tussen verschillende bewijzen en studies en een beter begrip van de onzekerheden in de schattingen gebaseerd op de waargenomen opwarming. Klimaatmodellen met ECS-waarden aan de bovenkant van de waarschijnlijkheidsrange komen zeer goed overeen met het waargenomen klimaat, terwijl schattingen op basis van waargenomen klimaatverandering de beste overeenkomst geven met de waargenomen opwarming van land en oceanen voor ECS-waarden aan de onderkant van de waarschijnlijkheidsrange. Bij observationele schattingen is de meest waarschijnlijke waarde gevoelig voor observationele en modelonzekerheden, interne klimaatvariabiliteit en voor aannames over de prior-distributie voor ECS. Bovendien zijn 'beste schatting' en 'meest waarschijnlijke waarde' op verschillende manieren gedefinieerd in diverse studies.

Hier geeft AR5 dus eindelijk enige aanvullende uitleg. De lezer kan echter op het verkeerde been gezet worden door de opmerking dat klimaatmodellen (AOGCMs) met hoge ECS-waarden goed overeenkomen met het 'waargenomen klimaat'. Dit betekent simpelweg dat die modellen bepaalde eigenschappen van het huidige klimaat vrij aardig kunnen simuleren; het betekent niet dat ze de opwarming van de aarde (d.w.z. klimaatverandering) goed simuleren. De auteurs plaatsen dan enkele kanttekeningen de observationele schattingen, waar in degelijke studies normaal gesproken, als ze belangrijk zijn, rekening mee wordt gehouden.

Modellen overschatten de opwarming

Veel van de informatie in het AR5-rapport is gebaseerd op de nieuwste generatie AOGCMs (de zogenaamde CMIP5-modellen). Meer dan twintig groepen

[77] IPCC gaf een lange lijst met aanpassingen vrij die zijn aangebracht in de laatste conceptversie van het rapport: http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/docs/review/WG1AR5_SubstantiveEditsList_All_Interim.pdf.

[78] De cover van de 'final draft' die op 30 september 2013 werd vrijgegeven stelde: 'Voor de publicatie van het rapport zal er eindredactie plaatsvinden en zullen eventuele fouten gecorrigeerd worden, overeenkomstig het IPCC-protocol voor de omgang met mogelijke fouten.'

in de wereld deden speciale runs met hun klimaatmodellen voor het vijfde IPCC-rapport. De modellen simuleren eerst de opwarming over de afgelopen 150 jaar en gaan dan verder met het geven van projecties van toekomstige klimaatverandering, gebruik makend van verschillende scenario's voor toekomstige broeikasgasconcentraties. Deze projecties zijn belangrijk voor beleidsdoeleinden. Ze geven een idee van de hoeveelheid opwarming die we kunnen verwachten bij verschillende emissie-scenario's en daarom hoe ambitieus mitigatiebeleid zal moeten zijn om doelstellingen voor de maximale stijging van de mondiale temperatuur te kunnen halen.

Het virtuele klimaat in de GCMs blijkt echter veel gevoeliger te zijn voor CO_2 en andere broeikasgassen dan het werkelijke klimaat. Dat is althans wat de beste observationele studies in Tabel 2 suggereren. De CMIP5-modellen geven uiteindelijk een opwarming van gemiddeld 3.2°C[79] als de concentratie van CO_2 wordt verdubbeld. Dit is bijna twee keer zoveel als de observationele studies aangeven. Door geen beste schatting te geven ontkwam het IPCC eraan om de verschillen tussen observationele en modelgebaseerde schattingen voor klimaatgevoeligheid te benoemen.

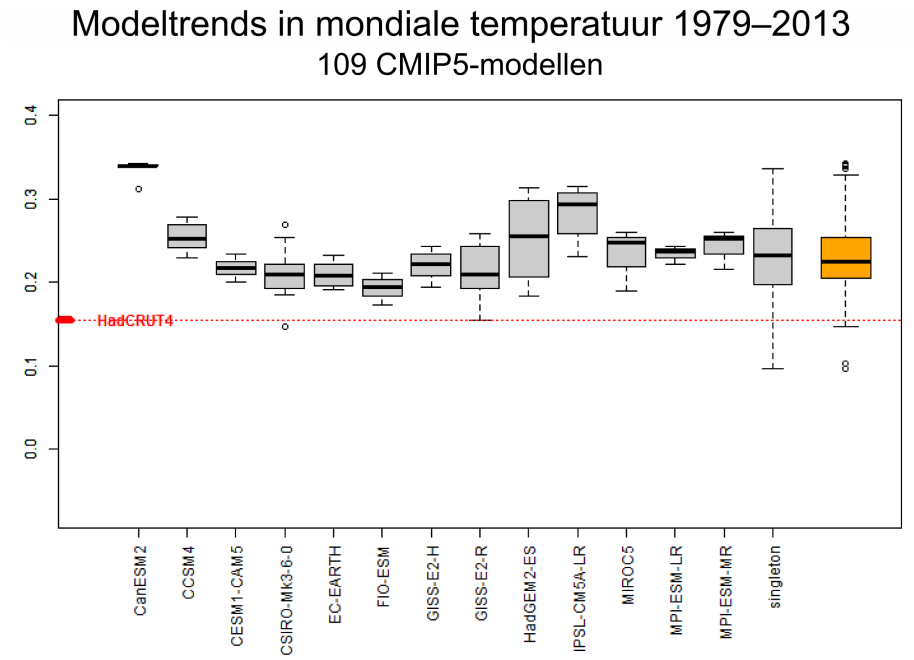
Veel recente media-aandacht is gericht op de stagnatie in de mondiale opwarming in de laatste vijftien jaar, die de modellen niet zagen aankomen. Verdedigers van de modellen zijn geneigd toe te geven dat problemen hebben met natuurlijke fluctuaties in het klimaat, die tien tot vijftien jaar kunnen duren. De situatie is echter veel erger. Vrijwel alle modellen die het IPCC in haar rapport gebruikt, geven ook te veel opwarming als we naar langere periodes tot wel 35 jaar kijken, lang genoeg om te beschouwen als een tijdschaal voor klimaat. Zie Figuur 3 hieronder.[80]

Merk op dat de Figuur hierboven afkomstig is van een blogartikel. Nergens in AR5 is een vergelijkbare grafiek te vinden. Degene die het dichtst in de buurt komt is Figuur 1 in Box 9.2, hier weergegeven als Figuur 4.

Met deze Figuur probeert het IPCC te laten zien dat de recente stagnatie voornamelijk te maken heeft met de keuze voor het warme El Niño-jaar 1998 als

[79] De gemiddelde CMIP5-waarde voor ECS is hier vermeld in plaats van de mediaan, omdat AR5 gemiddelden toont in plaats van medianen bij de projecties van de modellen.

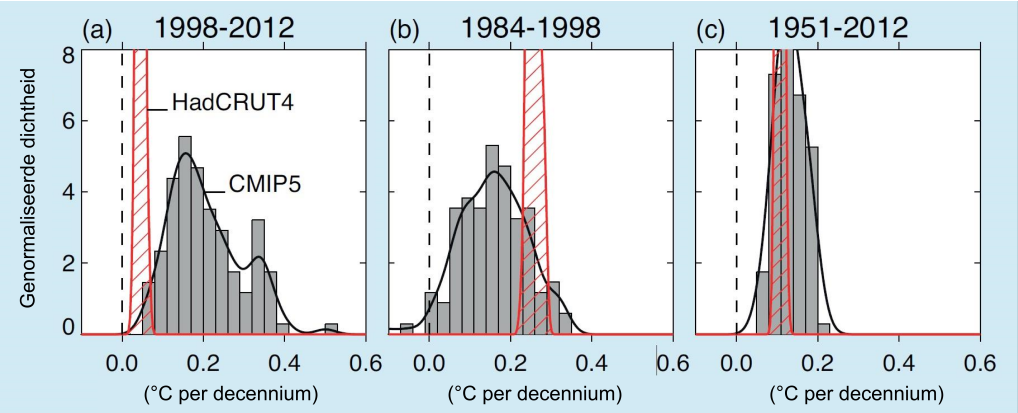
[80] De opwarmingstrends van de drie in AR5 gebruikte mondiale datasets voor de periode 1979–2013 zijn zeer vergelijkbaar; de trend in HadCRUT4 is de middelste van de drie. Meerdere bloggers lieten recent zien dat modellen de opwarming in de laatste 15-35 jaar overschatten. Zie http://climateaudit.org/2013/09/24/two-minutes-to-midnight/, http://rankexploits.com/musings/2013/leaked-spm-ar5-multi-decadal-trends/ en http://rogerpielkejr.blogspot.nl/2013/09/global-temperature-trends-and-ipcc.html. Een recent commentaar in Nature Climate Change kwam tot dezelfde conclusie: Fyfe et al. (2013).



Figuur 3: Gemodelleerde versus geobserveerde temperatuurtrends 1979–2013

Temperatuurtrends in °C/decennium. Vrijwel alle modellen warmden de afgelopen 35 jaar aanzienlijk sneller op dan het werkelijke klimaat. Bron: http://climateaudit.org/2013/09/24/two-minutes-to-midnight/. Modellen met meerder runs hebben gescheiden doosdiagrammen; modellen met maar één run zijn samengevoegd tot één doosdiagram getiteld 'singleton'. Het oranje doosdiagram helemaal rechts is het gemiddelde van alle modelruns. De standaardinstellingen voor de boxplot-functie in R zijn gebruikt; de uiteinden van de diagrammen vertegenwoordigen het 25e en 75e percentiel. De rode gestippelde lijn toont de waargenomen opwarmingstrend op basis van de HadCRUT4-dataset.

startpunt. Figuur 4(a) laat zien dat de CMIP5-modellen de HadCrut4-trend sinds 1998 overschatten. In Figuur 4(b) kun je vervolgens echter zien dat de modellen de waarnemingen over de periode 1984–1998 juist onderschatten. De boodschap is dus dat als je kijkt naar korte periodes van 15 jaar, de modellen soms 'te warm' zijn en soms 'te koud'. Figuur 4(c) laat dan ten slotte zien dat de modellen het over een langere periode, in dit geval 60 jaar, goed doen. Verrassend is dit niet want modellen zijn waarschijnlijk zo afgesteld (*tuned*) dat ze redelijk goed overeenkomen met de toename in de mondiale temperatuur, die voornamelijk plaatsvond na 1950. De discrepantie tussen modellen en observaties gedurende de laatste 35 jaar wordt gemakshalve niet getoond. Die periode is lang genoeg om relevant te zijn voor het klimaat.



Figuur 4: Frequentieverdeling van trends in de mondiale temperatuur gebaseerd op 114 CMIP5-modelruns

De grijze balken vertegenwoordigen de modelruns voor de perioden (a) 1998–2012, (b) 1984–1998, (c) 1951–2012. Die worden vergeleken met de onzekerheidsmarge voor de waargenomen trend voor dezelfde periodes op basis van de HadCRUT4-dataset (rood gearceerd). Uit AR5, Box 9.2, Figuur 1.

Dus modellen overschatten de werkelijke opwarming van het klimaat over de laatste 35 jaar met 50%. En diezelfde modellen hebben ECS- en TCR-waarden die aanzienlijk hoger zijn dan de observationele schattingen. Geen van deze belangrijke observaties werd expliciet gemaakt door het IPCC in AR5.

Overgangsklimaatgevoeligheid in AR5

Tot nu toe hebben we het voornamelijk gehad over het wetenschappelijke bewijs voor schattingen van ECS. Maar het duurt eeuwen tot millennia voordat het klimaatsysteem een nieuwe evenwichtstoestand bereikt en daarom zijn klimaatonderzoekers geneigd om de overgangsklimaatgevoeligheid (*Transient Climate Response*, TCR) als beleidsrelevanter te beschouwen. Andrews en Allen (2008) schreven dat 'TCR tevens van doorslaggevend belang is voor klimaatverandering in de 21e eeuw'.[81]

AR5 toonde in Figuur 10.20(a), hier weergegeven als Figuur 5, een range voor observationele schattingen van TCR. Een van ons (Lewis) heeft een kritische

[81] Hoewel dit voor het werkelijke klimaat bijna per definitie waar is, is het niet zeker of TCR in de CMIP5-modellen ook een betere indicator is voor toekomstige opwarming dan ECS, als beide optimaal geschaald zijn.

analyse geschreven over het merendeel van die TCR-studies.[82] De analyse constateert ernstige tekortkomingen in alle studies met uitzondering van Gillett et al. (2013), Otto et al. (2013) en Schwartz (2012). De met observaties afgebakende TCR-schattingen door een aantal individuele CMIP5-modellen, te zien in een Figuur in de Gillett et al. (2013)-studie duiden op een beste schatting voor TCR van 1,4°C, met een 5–95% range van 0,8–2,0°C.[83] De Otto et al. (2013) TCR-range van 0,9–2,0°C op basis van het decennium 2000–2009 heeft een beste schatting van 1,3°C. Met data uit de periode 1970–2009, waarin de signaal-ruisverhouding lager is, komt dezelfde studie uit op iets meer dan 1,35°C. De range in Schwartz (2012) ligt met 0,85–1,9°C iets lager en heeft een beste schatting van 1,3°C.

Een beste schatting van 1,3°C voor TCR hebben we eerder in dit rapport ook afgeleid (zie pagina 27) met een energiebalans-analyse en met de AR5-schattingen voor de forcering en 1995–2011 als eindperiode.[84] Voor een gedetailleerde bespreking van die schatting en van de observationele TCR-schattingen die meegenomen zijn in Figuur 10.20(a) in AR5 verwijzen we naar een blogbericht op Climate Audit.[85]

De waarschijnlijkheidsrange voor TCR in AR5 is 1–2,5°C, waarbij het volgens IPCC 'extreem onwaarschijnlijk' is dat TCR groter is dan 3°C. Dat wijkt slechts marginaal af van het AR4-rapport, waarin gesteld werd dat TCR 'zeer waarschijnlijk' in de range 1–3°C ligt. In geen van beide rapporten werd een beste schatting voor TCR gegeven. Een beste schatting van TCR van 1,3 of 1,4°C (1,3°C als je de puur observationele schatting voor de aerosolforcering in AR5 gebruikt) kan afgeleid worden uit informatie[86] in de SPM over de veranderingen in de periode 1951–2010, een goed gedocumenteerde periode. Al het

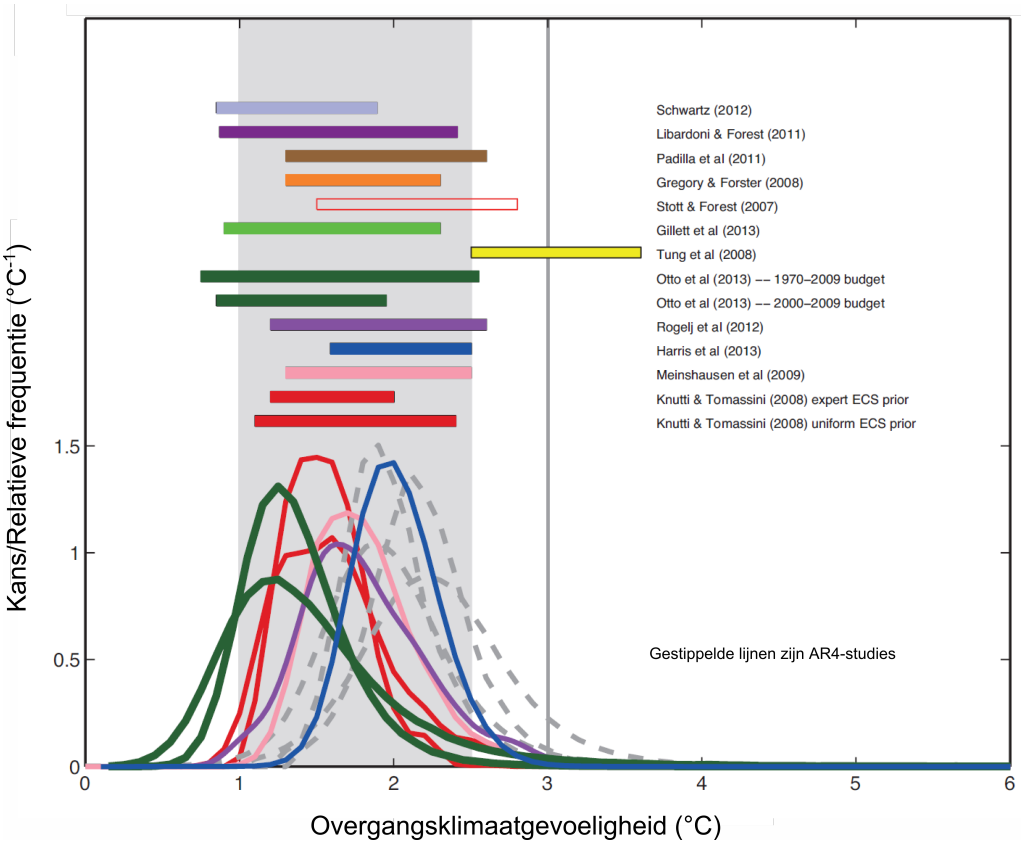
[82] Zie http://niclewis.files.wordpress.com/2013/11/ar5_tcr_estimates2.pdf.

[83] Omdat de regressie per model werd gedaan in plaats van een enkele regressie op alle modellen, geeft deze range niet alle onzekerheden weer die wel te zien zijn in Figuur 5.

[84] Met de aerosolforcering aangepast aan het gemiddelde van de schattingen in AR5 op basis van satellietmetingen; zonder die aanpassing zou de beste schatting voor TCR uitkomen op 1,36°C.

[85] http://climateaudit.org/2013/12/09/does-the-observational-evidence-in-ar5-support-itsthe-cmip5-models-tcr-ranges/.

[86] Een TCR van 1,4°C kan afgeleid worden uit cijfers in de SPM. We nemen steeds het midden van de range van de geschatte bijdragen in sectie D.3 in de SPM, 0,9°C graden opwarming door broeikasgassen en een bijdrage van −0,25°C van andere antropogene forcering over de periode 1951–2010, totaal dus 0,65°C als gevolg van een geschatte toename in de forcering tussen 1950 en 2011 van 1,72 Wm^{-2} op basis van Figuur SPM.5, waarvan we 0,04 Wm^{-2} aftrekken om te corrigeren voor het extra jaar 2011. We vermenigvuldigen tenslotte met $F_{2\times CO_2}$ van 3,71 Wm^{-2}. Als we de lineaire trendtoename nemen van 0,64°C over 1951–2010 uit Jones et al. (2013) – de studie waarnaar deze sectie uit de SPM naar verwijst – (de geschatte bijdrage van interne variabiliteit zijnde nul) en we de lineaire trendtoename in de totale forcering nemen uit AR5 van 1,73 Wm^{-2}, dan is de TCR eveneens 1,4°C. Gebruiken we echter de aerosolforcering die is gebaseerd op satellietmetingen dan daalt de TCR tot 1,3°C.



Figuur 5: Schattingen voor de overgangsklimaatgevoeligheid TCR in Figuur 10.20(a) in het vijfde IPCC-rapport

De balken geven de 5–95% onzekerheidsmarges voor TCR weer.

kwalitatief hoogwaardige observationele bewijs wijst dus op een beste schatting voor TCR van tussen de 1,3 en 1,4°C;[87] het midden hiervan nemen, dus 1,35°C, lijkt het meest gepast. Op basis van de 5–95% ranges voor Gillett et al. (2013), Otto et al. (2013) en Schwartz (2012) – alle andere schattingen in Figuur 10.20(a) bevatten fouten – lijkt een waarschijnlijkheidsrange voor TCR van 1–2°C nog tamelijk conservatief.[88]

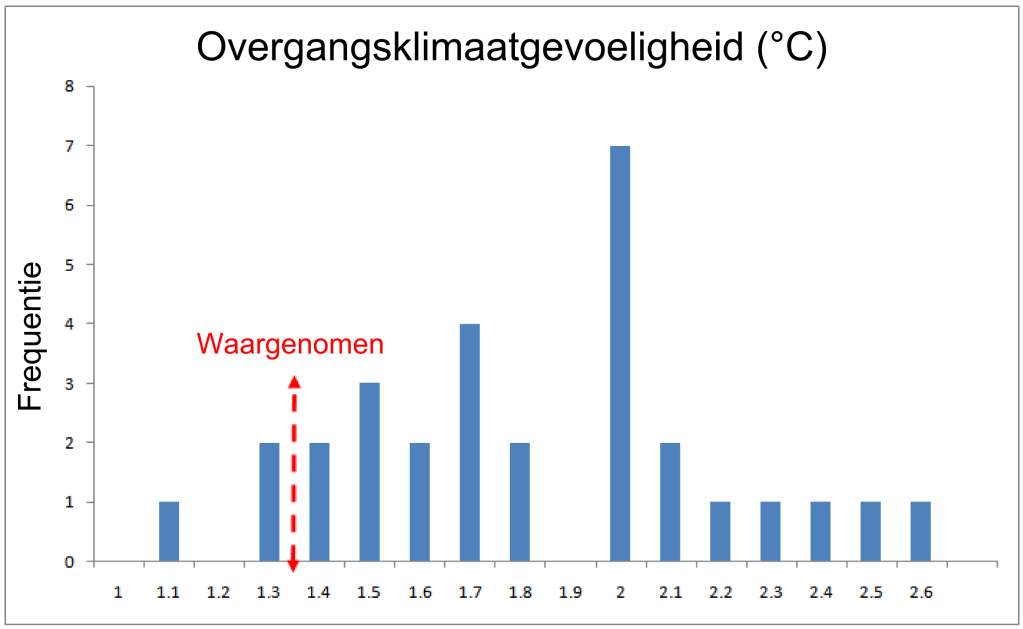
De TCR van de CMIP5-modellen daarentegen zit met een gemiddelde van 1,8°C

[87] Hoewel het geen peer reviewed publicatie betreft is het zinvol op te merken dat de zeer gerespecteerde klimaatonderzoeker Isaac Held beargumenteert dat TCR waarschijnlijk beneden de 1,8°C ligt en dat hij met een beste schatting komt van 1,4°C. Zie www.gfdl.noaa.gov/blog/isaac-held/2012/04/30/27-estimating-tcr-from-recent-warming/.

[88] Zelfs de Otto et al. (2013)-schatting gebaseerd op de periode 1970–2009, die de breedste 5–95% range geeft (0,7–2,5°C) van de drie genoemde studies, geeft een 17–83% waarschijnlijkheidsrange van 1,0–1,9°C.

gemiddeld 35% boven de beste observationele schatting van 1,35°C. Sommige 'gevoelige' modellen zitten nog aanzienlijk hoger (het Britse Met Office HadGEM2-ES model heeft bijvoorbeeld een TCR van 2,5°C).

Figuur 6 vergelijkt de beste empirische schatting voor TCR met de TCR-waarden van de 30 klimaatmodellen die gebruikt zijn in het vijfde IPCC-rapport.



Figuur 6: Spreiding van de TCR van CMIP5-modellen in Tabel 9.5 van AR5

De hoogte van de balken geeft aan hoeveel modellen in Tabel 9.5 die specifieke waarde voor TCR hebben.

Figuur 6 laat duidelijk zien dat de beste observationele schatting en de TCR van modellen niet met elkaar overeenkomen. Niettemin stelt AR5 in Box 12.2 dat:

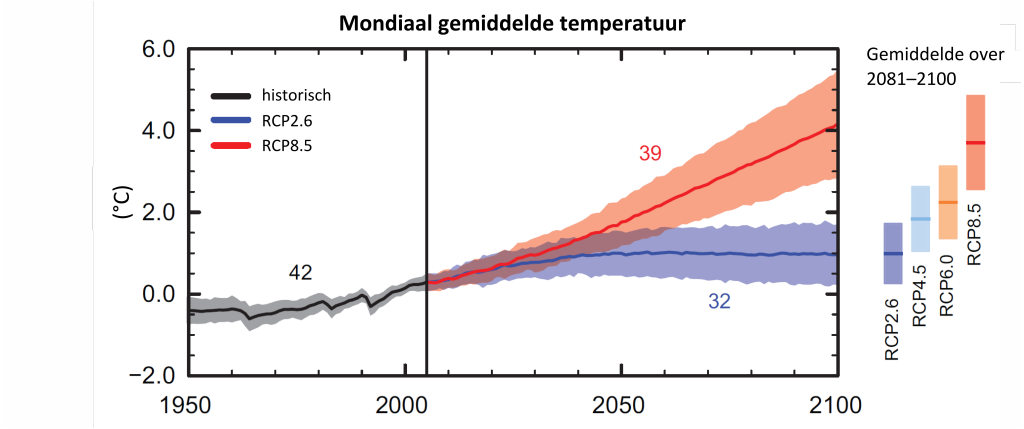
> …de observationele en model-gebaseerde schattingen voor de ranges van TCR komen goed overeen, wat ons vertrouwen vergroot in de beoordeling van de onzekerheden rond de projecties voor de 21e eeuw.

Hoe kan dit een eerlijke conclusie zijn als de gemiddelde TCR van de modellen 35% hoger is dan de beste observationele schatting van 1,35°C, en terwijl

bijna de helft van de modellen een TCR hebben die 50% of meer boven dat niveau ligt? Door niet een grafiek als onze Figuur 6 te tonen en door een misleidend statement in het rapport verdoezelde het IPCC de enorme discrepantie tussen modellen en observaties.[89]

Wat zal de toekomst brengen?

Het AR5-rapport presenteerde in de SPM projecties van de mondiale oppervlaktetemperatuur tot aan 2100, gebaseerd op vier scenario's voor toekomstige broeikasgasconcentraties. Deze projecties zijn gebaseerd op simulaties met de CMIP5-AOGCMs. Figuur 7 hieronder (een weergave van Figuur SPM7) toont de projecties voor twee scenario's. RCP8.5 is het hoogste scenario en RCP2.6 het laagste. De recente toename van broeikasgasconcentraties zit dicht tegen de twee middelste scenario's aan, RCP4.5 and RCP6,[90] ook al lijken de emissies toe te nemen met een tempo dat dicht bij het RCP8.5-scenario ligt.



Figuur 7: Projecties voor veranderingen in de mondiale temperatuur in de rest van de eeuw

Reproductie van Figuur SPM.7 in AR5. De temperatuurveranderingen zijn ten opzicht van het gemiddelde over de periode 1986–2005, dat 0,6 °C boven het pre-industriële niveau lag. De getallen in de Figuur geven aan op hoeveel modellen het modelgemiddelde gebaseerd is.

[89] http://climateaudit.org/2013/12/09/does-the-observational-evidence-in-ar5-support-itsthe-cmip5-models-tcr-ranges/.

[90] Emissies en de daaruit voortvloeiende broeikasgasconcentraties tussen de RCP4.5- en RCP6-scenario's wijken tot 2050 niet noemenswaardig van elkaar af.

De CMIP5-modellen voorzien, ongeacht het scenario, een opwarming voor de komende twee decennia van 0,48–1,15°C.[91] In de final draft van het AR5-rapport was die schatting echter met 40% naar beneden bijgesteld tot 0,3–0,7°C, waarmee het IPCC klaarblijkelijk erkent dat de modellen over het geheel genomen onrealistisch snel opwarmen. De langetermijnprojecties werden echter niet aangepast. Het gevolg is een sprong in de verwachte temperatuur tussen 2016–2035 en 2046–2065.

'Observationele' projecties voor 2100

Zoals we zullen laten zien liggen de projecties gedaan met CMIP5-modellen voor 2081–2100 ver boven projecties die gebaseerd zijn op de 'beste observationele' schatting voor TCR die we eerder in dit rapport afleidden.[92] In Tabel 3 tonen we voor elk scenario hoeveel opwarming AR5 verwacht voor de periode 2081– 2100, gebaseerd op de verschillende scenario's die het IPCC gebruikt ten opzichte van de referentieperiode 1850–1900 en ook ten opzichte van 2012 (door dus de opwarming tussen 1850–1900 en 2012 ervan af te trekken). De tweede en derde kolom laten de projecties zien van de CMIP5-klimaatmodellen.

De volgende twee kolommen tonen de opwarming gebaseerd op een beste observationele schatting voor TCR van 1,35°C. De getallen zijn tot stand gekomen door de schatting voor TCR voor elk scenario naar rato aan te passen aan de verwachte toename van de totale forcering tussen 2012 en 2081–2100 en door rekening te houden met nog niet gerealiseerde opwarming als gevolg van historische emissies (de zogenaamde warming in the pipeline).

De meest rechtse kolom geeft de verhouding weer tussen de op CMIP5-modellen gebaseerde opwarming en de op TCR-gebaseerde projecties vanaf het jaar 2012.

Het is overduidelijk dat de klimaatmodellen de mate van opwarming in de toekomst flink overschatten in vergelijking met wat de beste observationele

[91] 2016–2035 ten opzichte van 1986–2005.

[92] De schattingen voor de opwarming zijn tot stand gekomen door de beste schatting voor TCR van 1,35°C te vermenigvuldigen met de verandering in de totale forcering tussen 2012 en 2081–2100 voor de verschillende RCP forceringsdata, en 0,15°C extra opwarming te rekenen voor de niet-gerealiseerde opwarming door bestaande forcering, die in 2012 de oceanen opwarmde maar die tegen die tijd (2081–2100) is omgezet in een temperatuurstijging aan het oppervlak. Deze op TCR gebaseerde projecties zijn consistent met meer geavanceerde berekeningen met een zogenaamd 2-box model. De gemiddelde temperatuur gebruiken voor het decennium dat in 2012 eindigt in plaats van 2012 zelf maakt geen verschil.

Tabel 3: Opwarming tot aan het eind van de 21e eeuw

Scenario	Opwarming in 2081–2100 op basis van: de CMIP5-modellen		een TCR van 1,35°C		CMIP5/TCR ratio
	°C t.o.v.	°C t.o.v.	°C t.o.v.	°C t.o.v.	t.o.v.
Referentie	1850–1900	2012*	1850–1900*	2012	2012
RCP2.6	1,6	0,8	1,0	0,2	3,4×
RCP4.5	2,4	1,6	1,6	0,8	2,0×
RCP6.0	2,8	2,0	2,0	1,2	1,7×
RCP8.5	4,3	3,5	2,9	2,1	1,7×

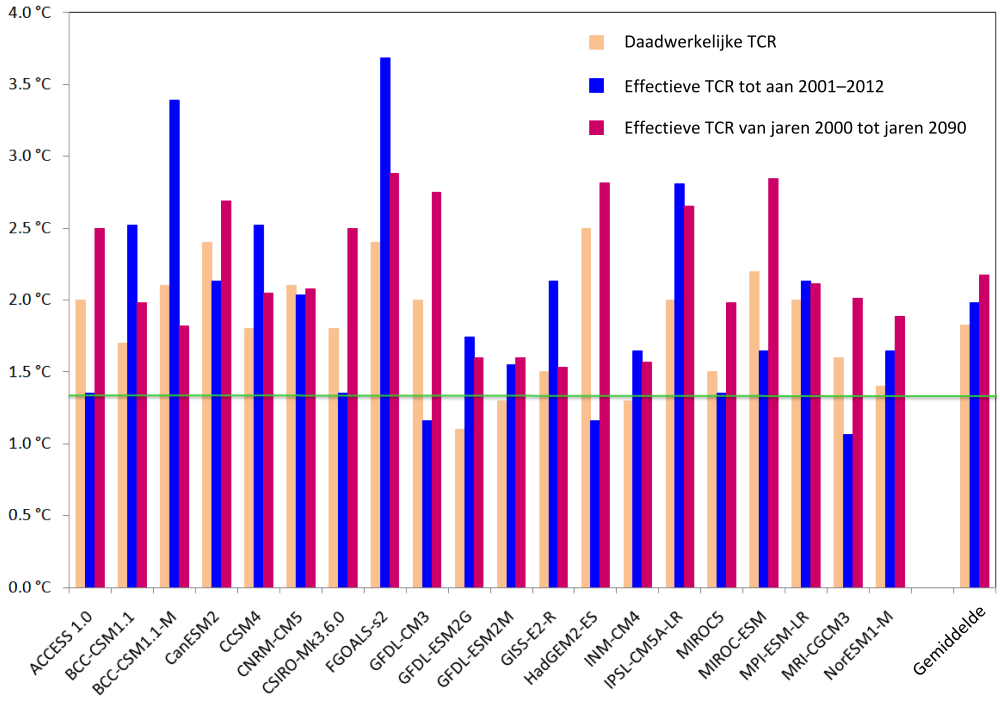
*De opwarming tussen 2012 en de referentieperiode 1850–1900 bedroeg 0,76°C. Deze onafgeronde waarde is gebruikt voor het berekenen van de verhouding tussen de op CMIP5-modellen en op TCR-gebaseerde opwarming in de laatste kolom. Voor de derde en vierde kolom is een afgeronde waarde van 0,8°C gebruikt.

schatting van TCR voor de toekomst impliceert. Vergelijken we de twee typen projecties met elkaar (zoals in de laatste kolom gebeurt), waarbij we het lage RCP2.6-scenario weglaten, dan geven de op modellen gebaseerde projecties 1,6 tot 2 keer zoveel opwarming dan de projecties met de beste observationele schatting voor TCR. Bij het RCP6.0-scenario bevindt de totale opwarming in 2081–2100 – een stijging van 1,3°C ten opzichte van 2012 vergeleken met 2°C opwarming in de CMIP5-modellen – zich nog altijd rond de internationaal gehanteerde tweegradendoelstelling.

Deze exercitie legt nog iets anders bloot dat niet duidelijk gemaakt wordt in AR5: veel CMIP5-modellen simuleren een snellere toename van de mondiale temperatuur, met name in de toekomst, dan de modelwaarden voor de TCR uitwijzen. Terwijl de gemiddelde TCR-waarde van de modellen 1,8°C is, 35% hoger dan de beste observationele schatting van 1,35°C, liggen de projecties op basis van de CMIP5-modellen veel meer dan 35% hoger dan de projecties op basis van de beste observationele TCR. Met data uit Forster et al. (2013) kunnen we schattingen maken van de effectieve gemiddelde modelwaarde voor TCR voor de instrumentele periode en die voor de rest van de eeuw. Die schattingen komen uit op 2,0°C voor de instrumentele periode en 2,2°C voor de 21e eeuw.[93] Figuur 8 toont deze TCR-waarden. In veel modellen is de relatie tussen de effectieve TCR en de daadwerkelijke TCR (volgens de definitie) niet

[93] De effectieve TCRs voor de instrumentele periode (effectieve historische TCRs) zijn voor elk model geschat als het gemiddelde van de gesimuleerde toename in de mondiale temperatuur vanaf de start van de simulatie (1850 of 1860) tot aan 2001–05 voor de historische run en tot aan 2008–12 voor de RCP4.5 run, gedeeld door de gemiddelde toename in de totale forcering bij het RCP4.5-scenario over dezelfde perioden en vermenigvuldigd met $F_{2\times CO_2}$ (van 3,71 W/m^2) voor de omzetting naar een effectieve TCR. De effectieve TCRs van de jaren 2000 tot de jaren 2090 zijn op dezelfde manier berekend, gebaseerd

stabiel en voor het merendeel van de modellen geldt dat de effectieve model-TCR hoger is in de 21e eeuw.



Figuur 8: Waarden voor de effectieve TCR in CMIP5-modellen

De zalmkleurige staven tonen de TCR-waarden van de verschillende modellen, geschat op basis van de definitie voor TCR, dus door de CO_2-concentration in het model gedurende 70 jaar met 1% per jaar te laten toenemen. De blauwe staven tonen de modelschattingen voor TCR op basis van simulaties gedurende de instrumentele periode, tot aan de periode 2001–12. Dit noemen we de 'effectieve' historische modelwaarde voor TCR. De magenta staven tonen de TCR-schattingen op basis van projecties tussen nu en 2091–99 (gebaseerd op het RCP8.5-scenario). Dit noemen we de 'effectieve' toekomstige modelwaarde voor TCR. Zie voetnoot 92 voor details over de berekeningen. Het gemiddelde van alle modellen (*mean*) is helemaal rechts weergegeven. De horizontale groene lijn geeft de beste observationele schatting voor TCR weer van 1,35 °C. Bron: Forster et al. (2013)

Er zijn waarschijnlijk meerdere oorzaken voor dit gedrag. Een ervan is dat

op de veranderingen in de modelgesimuleerde temperatuur tot aan 2091–99 bij het RCP8.5-scenario en de daarbij horende verandering in de totale forcering. Er is bij elk van de veranderingen in de modeltemperatuur 0,15 °C in mindering gebracht vanwege de opwarming die in het werkelijke klimaat zou zijn opgetreden in de jaren 2090 als gevolg van de forcering uit het verleden. Deze twee definities van de effectieve TCR komen redelijk overeen met de algemene definitie voor TCR in sectie 10.8.1 van AR5, dat voorziet in een 'warming-in-the-pipeline' in de modellen van 0,15 °C.

CMIP5-modellen doorgaans meer *warming-in-the-pipeline* zullen genereren tussen nu en 2091–2099 dan de observationele schattingen voor ECS en TCR aannemelijk maken. Een andere is dat in sommige modellen de effectieve klimaatgevoeligheid toeneemt gedurende de 21e eeuw, wat te maken heeft met afhankelijkheid van de toestand van het klimaat en/of niet-lineaire effecten. Een derde is dat volgens de RCP-scenario's aerosolemissies bijna zullen halveren tot 2100 terwijl de broeikasgasemissies tegelijkertijd sterk zullen stijgen. Dit betekent dat modellen met aerosolforceringen die hoger zijn dan de schattingen in de RCP-dataset, een kleinere toename van de totale forcering zullen simuleren in het verleden dan de RCP-dataset maar een grotere totale forcering in de toekomst. Als de RCP-forceringen aangepast waren aan de beste schattingen in AR5, wat neerkomt op het minder negatief maken van de aerosolforcering,[94] dan zou het verschil tussen de effectieve toekomstige model-TCR en de effectieve historische model-TCR aanzienlijk groter geweest zijn.

Conclusies

De klimaatwetenschap heeft de laatste jaren onder vuur gelegen. Een enorme klap voor de geloofwaardigheid van het vakgebied was Climategate, de duizenden gehackte e-mails van klimaatonderzoekers van de Climatic Research Unit (CRU) aan de University of East Anglia, waaronder diverse hoofdauteurs van IPCC-rapporten. De e-mails lieten zien dat sommige onderzoekers sceptische studies uit de *peer-reviewed* -literatuur en uit het IPCC-rapport probeerden te houden en dat ze *Freedom of Information* -aanvragen blokkeerden. Vlak daarna werden er fouten ontdekt in het vierde IPCC-rapport waarvan het smelten van de Himalaya-gletsjers in 2035 de meest zichtbare was. Alle fouten maakten klimaatverandering 'erger', wat duidde op een bias in het IPCC-proces.

De wetenschappelijke gemeenschap van klimaatonderzoekers benadrukte dat alle fouten gevonden waren in Werkgroep II, dat zich richt op de impact van klimaatverandering en dat er geen fouten waren ontdekt in het Werkgroep I-rapport. Zelfs de InterAcademy Council,[95] die het IPCC-proces onderzocht, concludeerde dat de voornaamste bevindingen van het rapport overeind bleven staan: het klimaat verandert en de mens is de oorzaak.[96]

[94] De met tussenpozen aanwezige vulkanische forcering zou sterker hebben moeten worden, maar dat zou weinig effect hebben op de berekening.

[95] http://reviewipcc.interacademycouncil.net/.

[96] Een vreemde conclusie aangezien de IAC niet gevraagd was de wetenschap te reviewen maar alleen het IPCC-proces en de organisatie.

Werkgroep I-rapporten bevatten weinig fouten van het type 'de Himalaya-gletsjers zijn in 2035 gesmolten'. De tekortkomingen in Werkgroep I-rapporten zijn veel subtieler maar kunnen ook veel belangrijker zijn. In dit rapport hebben wij laten zien dat AR4 in 2007 een verkeerde voorstelling gaf van een belangrijke observationele schatting voor klimaatgevoeligheid. Het IPCC gaf een hogere schatting voor klimaatgevoeligheid dan de oorspronkelijke studie en door deze aanpassing lijkt het klimaatprobleem derhalve 'erger'. Misschien nog wel belangrijker is dat deze episode erop wijst dat de IPCC-auteurs de Bayesiaanse statistische methoden die gebruikt worden bij het schatten van klimaatgevoeligheid niet helemaal onder de knie hebben.

Het IPCC had in het recent gepubliceerde AR5-rapport de kans beleidsmakers goed nieuws te brengen. Het beste observationele bewijs geeft aan dat de klimaatgevoeligheid waarschijnlijk dicht bij de ondergrens ligt van de range die het IPCC al dertig jaar hanteert. De beste schatting voor klimaatgevoeligheid ligt zelfs onder de wat hogere ondergrens van 2,0°C in het AR4-rapport. Zoals we hebben laten zien bracht het IPCC dit nieuws niet in duidelijke bewoordingen.

Hoofdauteurs zijn gebonden aan de beperkingen van het IPCC-proces. De richtlijnen van het IPCC zeggen dat het doel van het IPCC is om op een 'allesomvattende, objectieve, open en transparante wijze de wetenschappelijke, technologische en socio-economische kennis, die van belang is om het risico van antropogene klimaatverandering te begrijpen, te beoordelen'.[97] 'Allesomvattend' betekent dat de auteurs rekening moeten houden met alle gepubliceerde literatuur, behalve met die studies die inmiddels achterhaald zijn danwel aantoonbaar onjuist. Dit is wat de IPCC-auteurs deden in AR5, ze presenteerden netjes de schattingen voor klimaatgevoeligheid uit een groot aantal gepubliceerde studies (zie onze Figuur 2), waaronder diverse studies die wij als onvoldoende bestempelen. De auteurs gaven de informatie die te halen is uit de recente instrumentele periode, met name de veranderingen in temperatuur en ze erkenden dat het afbakenen van de aerosolforcering en de warmte-opname door de oceanen cruciaal is voor het schatten van de evenwichtsklimaatgevoeligheid. Daar zijn wij het mee eens maar we zouden willen toevoegen dat de statistische methodiek wel solide moet zijn. Voor veel studies gold dat niet.

Naar onze mening hadden de observationele assessments van ECS en TCR in AR5 primair gevoed moeten worden door schattingen die gebaseerd zijn op

[97] http://www.ipcc.ch/organization/organization_history.shtml.

temperatuurveranderingen in de instrumentele periode en die gebruik maken van goed afgebakende observationele schattingen voor aerosolforcering en (voor ECS) voor de warmte-opname van de oceanen en die gebruik maken van een degelijke statistische methode. Met die criteria hadden de auteurs alle hoge schattingen voor ECS en TCR in de Figuren 2 en 6 moeten afwijzen. De studies die aan de criteria voldoen, zouden beste observationele schattingen voor ECS en TCR hebben ondersteund die aanzienlijk onder de gemiddelde waarden van klimaatmodellen liggen, en een lagere observationele range voor ECS dan de range in AR5.

Wij hebben wat gespeculeerd over de redenen waarom AR5 geen 'beste schatting' geeft voor klimaatgevoeligheid. Het lijkt vooral te gaat om de groeiende kloof tussen schattingen gebaseerd op modellen en die op observaties. Het lijkt aannemelijk dat het IPCC deze discrepantie geen aandacht wilde geven omdat het de suggestie zou kunnen wekken dat beleidsmakers de projecties van de modellen met argusogen zou moeten bekijken.

Door de IPCC-aanpak om 'allesomvattend' te zijn kunnen de auteurs zich onthouden van de duidelijke statement die wij in dit rapport wel hebben afgegeven, namelijk dat klimaatgevoeligheid dichtbij de – sinds AR4 weer omlaag gebrachte – ondergrens van 1,5°C ligt. Figuur 2 (Figuur 1 in Box 12.2 van AR5) wekt de indruk dat, zelfs als je alleen de observationele studies in ogenschouw neemt, diverse studies een hogere waarde voor klimaatgevoeligheid onderbouwen. Zolang de zwakheden in studies niet zijn gedocumenteerd in *peer reviewed* -papers is het lastig voor de IPCC-auteurs om deze studies resoluut af te wijzen. In dit geval vertroebelen 'zwakke studies', en studies die aerosolforcering uit modellen gebruiken, het beeld.

Samenvattend: wij vinden dat het WGI-rapport en de SPM, voornamelijk door de beperkingen die het modelgeoriënteerde IPCC-proces met zich meebrengt, er niet in geslaagd zijn om een adequate assessment te maken voor zowel ECS als TCR, wat zonder meer de belangrijkste parameters zijn in het klimaatdebat. Meer specifiek heeft AR5 de lezer niet attent gemaakt op de divergentie die is ontstaan tussen observationele en op modellen gebaseerde schattingen voor ECS en TCR.

Dankbetuiging

De auteurs willen graag dr. James Annan, professor Judith Curry, professor David Henderson en professor Ross McKitrick en Andrew Montford bedanken voor hun hulp en feedback.

Appendix – Kritiek op een aantal op waarnemingen gebaseerde ECS-schattingen uit AR5

Libardoni en Forest (2013) – gecombineerd

Deze Bayesiaanse multimodelsimulatie-waarnemingen vergelijkingsstudie (feitelijk een corrigendum van een studie gepubliceerd in 2011) gebruikt een informatieve 'expert'-priorverdeling voor de ECS en een ongeschikte uniforme priorverdeling voor de efficiëntie van de warmteopname door de oceanen (de vierkantswortel van de effectieve diffusiviteit van de oceaan, K_v). Het gebruik van een dergelijke priorverdeling leidt in deze studie tot een – waarschijnlijk positieve - bias in de schatting van de ECS. Door het gebruik van één oppervlaktetemperatuurreeks vinden Libardoni en Forest een lagere ECS, een K_v die nergens door begrensd wordt, en een aerosolforcering die negatiever is dan wanneer ze twee andere reeksen gebruiken. Maar ondanks een broeikasgasforcering die voor een groter deel gecompenseerd wordt door negatieve afkoeling door aerosolen en meer absorptie van warmte door de oceanen, suggereert energiebehoud dat de ECS significant groter zou moeten zijn om de toename in wereldwijde temperaturen te reproduceren, niet kleiner. Omdat de resultaten van Libardoni & Forest daarmee de wet van behoud van energie schenden, moeten ze worden verworpen. Hoewel diverse fouten die in Lewis (2013) onder de aandacht zijn gebracht gecorrigeerd zijn in dit corrigendum, is er niettemin tenminste één fout op onjuiste manier aangepast, en is de ontoereikende manier waarop oppervlaktetemperaturen gebruikt worden helemaal niet aangepast (zie Lewis, 2013), wat de oorzaak zou kunnen zijn van de hierboven genoemde problemen.

Lin et al. (2010) – instrumenteel

Hoewel deze studie besproken wordt in AR5 tezamen met studies die satellietwaarnemingen van jaarlijkse en jaar tot jaar veranderingen in de TOA stralingsinbalans meenemen, is dit in werkelijkheid een energiebalans-studie die numerieke resultaten van een energiebalansmodel gebruikt. De recente TOA onbalans wordt afgeleid uit een op een gedateerde AOGCM gebaseerde klimaatsysteem warmteopname/TOA stralingsonbalans-schatting (Hansen et al. 2005) van 0,85 W/m^2, die wordt toegepast over het laatste decennium van de 1885–2005 periode zoals gebruikt in deze studie. De warmteopname is twee

keer zo groot als de beste schattingen in AR5 voor hetzelfde decennium. Daarnaast is er geen rekening gehouden met de warmtetoevoer in de oceanen aan het begin van de 120-jaars periode. De methode en het model welke gebruikt worden, in het bijzonder de manier waarop er met het warmtetransport naar de diepe oceaan wordt omgegaan, zijn moeilijk te volgen en lijkt nogal ongebruikelijk. Rekening houdend met de bijzonder grote warmteopname in de diepe oceaan en de twijfelachtige methodiek, is het moelijk om de resultaten van deze studie als een realistische schatting van ECS te kwalificeren. Auteurs van het IPCC laten duidelijk hun twijfels doorschemeren over de ECS-schatting van deze studie; de resulten worden gekenmerkt als zijnde incompleet voor zowel de grootste als de kleinste waardes die de studie vermeldt.

Olson et al. (2012) – instrumenteel en combinatie

Deze multimodelsimulatie-waarneming Bayesiaanse vergelijkinsstudie schat de ECS, de effectieve diffusiviteit van de oceaan en een aerosolforcering schalingsfactor met slechts mondiaal gemiddelde temperaturen en een brede uniforme prior voor de aerosolforcering-schalingsfactor. Dat is een niet afdoende methodiek. Omdat de trendontwikkeling van broeikasgassen en aerosolforcering sterk negatief gecorreleerd zijn, kan men een goede vergelijking krijgen met historische mondiaal gemiddelde temperaturen met een veelheid aan mogelijke combinaties van de ECS en de sterkte van de aerosolforcering. Dat probleem leidt er in deze studie toe dat de geschatte waarschijnlijkheidsverdeling van de ECS vrijwel niet begrensd is wanneer een uniforme priorverdeling gebruikt wordt, wat leidt tot een overschatting van de ECS. Het gebruik van veranderingen in 0–700-m oceaantemperaturen en oppervlaktetemperaturen maken het nagenoeg onmogelijke de ECS-aerosol combinaties te begrenzen. De ozonforcering, die significant positief is, is niet meegenomen. Het valt te verwachten dat dat de schatting van de ECS aanzienlijk naar boven zal hebben beïnvloed. Gezien al deze problemen, kan de op waarnemingen gebaseerde ECS van Olson et al. niet als realistisch gezien worden.

De waarschijnlijkheidsverdeling van Olson en de spreiding van de ECS uit de gecombineerde schattingen wordt gedomineerd door een niet-uniforme priorverdeling van de ECS welke overeenkomt met de hoge ECS-schattingen uit het AR4-tijdperk, inclusief die van AOGCMs, zoals beschreven in Knutti en Hegerl (2008). Omdat de gecombineerde ECS-schatting in deze studie gedomineerd wordt door een beginverdeling die gebaseerd is op de ECS-schattingen uit het AR4 tijdperk, had de studie niet meegenomen mogen worden in AR5 als ware het een onafhankelijke en op waarnemingen gebaseerde schatting. De

Olson et al. combinatie-schatting voor de ECS zou daarom genegeerd moeten worden.

Schwartz (2012) – Instrumenteel

Deze studie leidt de ECS af uit veranderingen tot en met 2009 in mondiaal gemiddelde oppervlaktetemperaturen en 0–700-m oceaantemperaturen, en veranderingen in forcering gebaseerd op historische reeksen die gebruikt worden voor historische modelsimulaties. Twee methodes worden gebruikt. Een methode was een door het nulpunt gaande regressie van temperatuurveranderingen met de forcering minus de sterkte van de opwarming, die gefit wordt op post-1964 data. Hoewel dit in beginsel als redelijk beschouwd kan worden, zijn de regressies erg ruizig. De mogelijkheid van warmtetransport in de oceanen in de late 19e eeuw was uitgesloten (daar waar een schatting in Gregory et al. 2002 die als niet-verwaarloosbaar kwalificeert). Het is waarschijnlijk dat dat de schatting van de ECS ietwat te hoog heeft gemaakt. Voor twee van de zes datasets met forceringen die gebruikt worden kunnen de regressies geen variaties in de temperatuurdata verklaren – hun R^2-waardes zijn negatief. De beste schatting van de ECS van de andere vier forceringsdatasets varieert tussen 1,1°C en 2,6°C. De gemiddelde R^2-waarde was bij benadering 0,5. De tweede methode leidt de ECS af door resultaten van vergelijkbare regressies (maar zonder de mate van opwarming af te leiden uit de forcering) met een op waarnemingen gebaseerde schatting van de warmteopname-coefficient. Deze regressies geven significant hogere R^2-waardes. De tweede methode geeft vergelijkbare resultaten voor de vier forceringsdatasets waarvoor de eerste methode een valide schatting van de ECS geeft, met een range van 1,07–3,0°C (met inachtneming van onzekerheden in de regressie). Een vijfde forceringsdataset, welke alleen een positieve R2 gaf voor de regressie waarbij de mate van opwarming niet was afgeleid uit de forcering, gaf, gebruik makend van deze methodiek, een schatting van de ECS van $4{,}9 \pm 1{,}2$°C. Dat verklaart waarom de spreiding in de ECS in deze studie zoals vermeld in Box 12, Figuur 1, van AR5, tot 6,1°C loopt. De regressie R2 voor deze forceringsdataset was klein (0,29) en de studie concludeert dat de forceringsdataset niet consistent is met een energiebalansmodel waarin de verandering van de netto uitgaande warmtestraling aan de rand van de atmosfeer proportioneel verandert met toegenomen oppervlaktetemperatuur. Het 3,0–6,1°C segment van de ECS spreiding uit deze studie zoals vermeld in AR5 is in zijn geheel gebaseerd op deze ene forceringsdataset, en gegeven de problemen die hiermee zijn gemoeid, zou het beschouwd moeten worden als aanzienlijk minder belangrijk dan dit resultaat voor een-vijfde mee te rekenen.

Tomassini et al. (2007) – Instrumenteel

Deze multi-model-simulatie-waarneming vergelijkingsstudie gebruik een ingewikkelde subjectieve Bayesiaanse methode. Voor de ECS wordt een set van priors gebruikt die varieert tussen een uniforme prior en een opgelegde informatieve lognormale prior met een gemiddelde van 3°C, beide beperkt tot de range van 1–10°C. Een zeer ontoereikende uniforme prior is gebruikt voor de effectieve diffusiviteit van de oceaan (K_v) – het kwadraat van de warmteopname-coëfficient door de oceaan. De keuzes van de prior voor de ECS en K_v hebben beiden tot een te hoge schatting van de ESC geleidt. Hoewel de gebruikte methode een inverse schatting van de aerosolforcering doet via een schalingsfactor, is alleen globaal gemiddelde waargenomen temperatuurdata gebruikt, waardoor de inverse schatting onbetrouwbaar is. De zeer hoge (negatieve) correlatie tussen de tijdsevolutie van broeikasgassen en aserosolforceringen op globale schaal leiden ertoe dat het onmogelijk is om op robuuste wijze onderscheid te maken tussen combinaties van de ECS en waardes voor de aerosolforcering die voldoen aan begrenzingen uit het energiebudget. De posteriori verdeling voor K_v leidt tot meerdere pieken, iets wat onwenselijk is. De Figuur met de "trace" van de Markov-keten Monte Carlo sample die gebruikt wordt om de parameters te schatten laat instabiliteiten zien, niet alleen voor wat betreft welke K_v-waardes de voorkeur genieten maar ook voor wat betreft welke combinatie van ECS en (indirecte) aerosolforcering. Voor sommige delen van de Figuur is het niet duidelijk dat de combinatie van K_v, ECS en waardes voor de aerosolforcering consistent zijn met begrenzingen vanwege behoud van energie. Gezien al deze issues zouden de ECS-schattingen van deze studie genegeerd moeten worden.

Ongelabelde combinatiestudies in AR4

De eerste range op basis van een AR4-studie zoals vermeld in AR5, Box 12.2, en Figuur 1, die niet als AR4-studie aangemerkt is, is die van Annan en Hargreaves (2006). Deze studie is gebaseerd op een combinatie van schattingen van een paleoklimaatstudie van het meest recente glaciale maximum en een studie gebaseerd op de invloed van vulkanische uitbarstingen, gebruik makend van een initiële prior-verdeling met pieken rond 3°C en een 2,5–97,5% bereik van 1–10°C. Omdat ECS-schattingen gebaseerd op deze beide methodes in AR5 afgekeurd worden, en de prior-verdeling hoge ECS-waardes meer gewicht geeft, zou geen belang aan deze resultaten gehecht moeten worden. De andere marge op basis van AR4 die niet als zodanig aangemerkt is komt

uit Hegerl et al. (2006). Deze studie combineert de eigen afgelopen millennium proxy-schattingen met een op waarnemingen gebaseerde variant van Frame et al. (2005). Problemen met deze studies, in het bijzonder Frame et al. (2005), worden hierboven besproken in de context van de waarschijnlijkheidsverdelingen in Figuur 9.20 van AR4. De Aldrin et al. (2012) gecombineerde schatting welke ook gebruik maakt van de op het afgelopen millennium gebaseerde proxy-schattingen van Hegerl et al. (2006), en welke de voorkeur verdient, geeft een veel lagere en betere begrenzing van het ECS-bereik, wat laat zien dat de paleoklimaatschatting weinig invloed heeft.

Verklarende woordenlijst/afkortingen

AOGCM	Atmosphere-ocean coupled general circulation model; mondiaal klimaatmodel met een gekoppelde atmosfeer en oceaan.
AR4	het vierde IPCC assessment rapport, gepubliceerd in 2007
AR5	het vijfde IPCC assessment rapport, gepubliceerd in 2013-2014. Tenzij anders aangegeven verwijst AR5 in dit rapport naar de geaccepteerde versie van het Werkgroep I-rapport.
Beste schatting	dit verwijst naar de mediaan, tenzij anders vermeld.
CMIP3 modellen	de generatie van AOGCMs voor AR4 (CMIP3) simulaties
CMIP5 modellen	de generatie van AOGCMs voor AR5 (CMIP5) simulaties
ECS	*equilibrium climate sensitivity*; evenwichtsklimaatgevoeligheid. De verandering in de jaarlijkse gemiddelde wereldwijde oppervlaktetemperatuur als gevolg van een verdubbeling van de atmosferische CO2-concentratie, nadat de diepe oceanen in evenwicht zijn gekomen met de atmosfeer. Daarbij wordt geen rekening gehouden met onderdelen van het klimaatsysteem die op nog langere tijdschalen dan de diepe oceaan reageren (bijvoorbeeld ijskappen en vegetatie).
Effectieve klimaatgevoeligheid	een schatting van de evenwichtsklimaatgevoeligheid die afgeschat wordt uit niet-evenwichtsomstandigheden. De twee uitdrukkingen worden in dit rapport door elkaar gebruikt, en naar beide wordt verwezen als zijnde ECS, zoals ook gebeurt in AR5.
Forcing	zie stralingsforcering.
GCM	*general circulation model*; algemeen circulatiemodel, een wiskundig model van de algemene circulatie in planeetatmosferen (en soms ook oceanen). Worden net als de AOGCMs ook wel mondiale klimaatmodellen genoemd.
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
LGM	*last glacial maximum*; het meest recente glaciale maximum, het tijdperk met de grootste ijskappen tijdens de laatste ijstijd, ongeveer 21.000 jaar geleden.

Gemiddelde, mediaan, modus verschillende soorten middelwaardes in gegevens. Het gemiddelde wordt bepaald door alle gegevens op te tellen en te delen door het aantal punten. De mediaan is de middelste waarde in een getallenreeks waarbij de getallen geordend zijn van laag naar hoog. De modus is de waarde die het meest voorkomt in een getallenreeks. Voor continue gegevens, of een onzekerheidsparameter die een waarschijnlijkheidsverdeling hebben in plaats van een reeks van discrete getallen, wordt het gemiddelde bepaald door de waardes van de gegevens of de waarschijnlijkheidsverdeling te integreren. Het gemiddelde is het 50 percentiel van de waarschijnlijkheidsverdeling, waarbij de waarschijnlijkheden dat de gegevens groter of kleiner zijn dan die waarde gelijk aan elkaar zijn. De modus is de waarde behorende bij de piek van de waarschijnlijkheidsverdeling. Verdelingen voor klimaatgevoeligheid zijn vaak behoorlijk assymetrisch (*skewed*). Voor zulke verdelingen is de mediaan een betere maat voor de beste schatting dan de modus of het gemidelde.

Ocean heat uptake efficiency efficiëntie van warmteopname door de oceanen. Een maat voor hoe snel warmte wordt geabsorbeerd door de oceanen dieper dan een relatief dunne menglaag (typisch 100 meter). Voor een diffuus oceaanmodel is de relevante maat voor efficiëntie de vierkantswortel van de effectieve verticale oceaandiffusiviteit.

OHC *ocean heat content* ; warmteinhoud van de oceanen, de warmte opgeslagen in de oceaan.

PDF *probability density function* ; waarschijnlijkheidsverdeling, een functie die de relatieve waarschijnlijkheid beschrijft dat een variabele een bepaalde waarde heeft. De integraal van de functie over alle mogelijke waardes is in totaal één, en de integraal (het oppervlak onder de waarschijnlijkheidsverdeling) onder een deel van de verdeling geeft de kans dat een variabele zich binnen die range bevindt.

RF	*radiative forcing*; stralingsforcering of forcering: de verandering in de netto stralingsbalans bovenin de atmosfeer door een verandering in CO_2-concentratie, of in welke andere externe sturende factor dan ook. Het wordt uitgedrukt in de eenheden watt per vierkant meter (W/m^2 or Wm^{-2}). De uitdrukking wordt gebruik in zowel dit rapport als AR5 om te verwijzen naar de effectieve stralingsforcering (effective radiative forcing, ERF), een concept dat de effecten van snelle niet-oppervlaktetemperatuur gerelateerde aanpassingen van het klimaatsysteem aan de stralingsforcering meeneemt.
SPM	*Summary for Policymakers*; samenvatting voor beleidsmakers (van AR5 WG1 tenzij anders vermeld).
TOA	*top-of-atmosphere*; bovenzijde van de atmosfeer.
TCR	*transient climate response*; overgangsklimaatgevoeligheid, gedefinieerd als de veranderingen in de globaal gemiddelde oppervlaktetemperatuur, gemiddeld over een 20-jaar periode rondom de tijd van de verdubbeling van atmosferisch CO_2 in een klimaatmodelsimulatie in welke CO_2 toeneemt met 1% per jaar, waarbij het 70 jaar duurt voor die verdubbeling in CO_2 bereikt wordt. De waarde van de TCR kan afgeleid worden uit een andere toename in CO_2 door het te schalen met de verandering in de mondiaal gemiddelde temperatuur. De TCR kan makkelijker geschat worden dan de ECS, en is meer relevant voor klimaatprojecties van opwarming deze eeuw, maar niet van zeespiegelstijging.
Troposfeer	het laagste deel van de atmosfeer, typisch van het aardoppervlak tot 10 km hoogte op gematigde breedtegraden, waar wolken en het weer zich voordoen. Boven de troposfeer ligt de stratosfeer.
WGI	IPCC Werkgroep I

Referenties

Aldrin, M., M. Holden, P. Guttorp, R.B. Skeie, G. Myhre and T.K. Berntsen, 2012. Bayesian estimation of climate sensitivity based on a simple climate model fitted to observations of hemispheric temperatures and global ocean heat content. *Environmetrics*, 23: 253–271.

Andrews, D. and M. Allen, 2008. Diagnosis of climate models in terms of transient climate response and feedback response time, *Atmos. Sci. Lett.*, 9: 7–12.

Andronova, N.G. and M.E. Schlesinger, 2001. Objective estimation of the probability density function for climate sensitivity. *J. Geophys. Res.*, 106: 22605–22611.

Annan, J.D. and J.C. Hargreaves, 2006. Using multiple observationally-based constraints to estimate climate sensitivity. *Geophys. Res. Lett.*, 33: L06704.

Annan, J.D. and J.C. Hargreaves, 2011. On the generation and interpretation of probabilistic estimates of climate sensitivity. *Clim. Change.*,104, 423-436.

Domingues, C.M., J.A.Church, N.J. White, P.J. Gleckler, S.E. Wijffels, P.M. Barker and J.R. Dunn, 2008. Improved estimates of upper-ocean warming and multi-decadal sea-level rise. *Nature*, 453: 1090–3.

Forest, C.E., P.H. Stone, A.P. Sokolov, M.R. Allen and M.D. Webster, 2002. Quantifying uncertainties in climate system properties with the use of recent climate observations. *Science*, 295: 113–117

Forest, C.E., P.H. Stone and A.P. Sokolov, 2006. Estimated PDFs of climate system properties including natural and anthropogenic forcings. *Geophys. Res. Lett.*, 33: L01705

Forest, C.E., P.H. Stone, and A.P. Sokolov, 2008. Constraining climate model parameters from observed 20th century changes. *Tellus A*.

Forster, P.M.D. and J.M. Gregory, 2006. The climate sensitivity and its components diagnosed from Earth radiation budget data. *J. Clim.*,19: 39–52.

Forster, P.M., T. Andrews, P. Good, J.M. Gregory, L.S. Jackson, and M. Zelinka, 2013. Evaluating adjusted forcing and model spread for historical and future scenarios in the CMIP5 generation of climate models. *J. Geophys. Res.*, 118: 1139–1150.

Frame D.J., B.B.B. Booth, J.A. Kettleborough, D.A. Stainforth, J.M. Gregory, M. Collins and M.R. Allen, 2005. Constraining climate forecasts: The role of prior assumptions. *Geophys. Res. Lett.*, 32, L09702.

Fyfe, J.C., N.P. Gillett, and F.W. Zwiers, 2013. Overestimated global warming over the past 20 years. *Nature Clim. Ch.*, 3.9: 767–769.

Gillett, N.P., V.K. Arora, D. Matthews, P.A. Stott, and M.R. Allen, 2013. Constraining the ratio of global warming to cumulative CO_2 emissions using CMIP5 simulations. *J. Clim.*, doi:10.1175/JCLI-D-12–00476.1.

Gregory, J.M., R.J. Stouffer, S.C.B. Raper, P.A. Stott, and N.A. Rayner, 2002. An observationally based estimate of the climate sensitivity. *J. Clim.*,15: 3117–3121.

Hansen, J., Nazarenko, L., Ruedy, R., M. Sato, J. Willis, A. Del Genio, D Koch, A. Lacis, K. Lo, S. Menon, T. Novakov, J. Perlwitz, G. Russell, G. Schmidt and N. Tausnev, 2005. Earth's energy imbalance: Confirmation and implications. *Science*, 308: 1431–1435.

Harris, G.R., D.M.H. Sexton, B.B.B. Booth, M. Collins, J.M. Murphy and M.J. Webb, 2006. Frequency distributions of transient regional climate change from perturbed physics ensembles of general circulation model simulations. *Clim. Dynam.*, 27: 357–375.

Harris, G.R., D.M.H. Sexton, B.B.B. Booth, M. Collins, and J.M. Murphy, 2013. Probabilistic projections of transient climate change. *Clim. Dynam.*, 40: 2937–2972.

Hegerl, G.C., T.J. Crowley, W.T. Hyde, and D.J. Frame, 2006. Climate sensitivity constrained by temperature reconstructions over the past seven centuries. *Nature*, 440: 1029–1032.

Jaeger, C.C., and J. Jaeger, 2011. Three views of two degrees. *Reg. Env. Change*, 11, S15–S26.

Jewson, S., 2013. Methods for the inclusion of parameter uncertainty in weather and climate forecasts. Presentation at the European Meteorological Society 11th European Conference on the applications of meteorology. Available at: http://presentations.copernicus.org/EMS2013-151_presentation.pdf.

Jones, G.S., P.A. Stott and N. Christidis, 2013. Attribution of observed historical near surface temperature variations to anthropogenic and natural causes using CMIP5 simulations. *J. Geophys. Res. Atmos*, doi:10.1002/jgrd.50239.

Knutti, R., T.F. Stocker, F. Joos and G.-K. Plattner, 2002. Constraints on radiative forcing and future climate change from observations and climate model ensembles. *Nature*, 416: 719–723.

Knutti, R. and G.C. Hegerl, 2008. The equilibrium sensitivity of the Earth's temperature to radiation changes. *Nature Geosc.*, 1: 735–743.

Levitus, S., J. Antonov, T. Boyer and C Stephens, 2000. Warming of the world ocean, *Science*, 287: 5641.2225–2229.

Lewis, N., 2013. An objective Bayesian, improved approach for applying optimal fingerprint techniques to estimate climate sensitivity. *J. Clim.*, 26: 7414–7429.

Libardoni, A.G. and C. E. Forest, 2011. Sensitivity of distributions of climate system properties to the surface temperature dataset. *Geophys. Res. Lett.*, 38, L22705.

Libardoni, A.G. and C. E. Forest, 2013. Correction to 'Sensitivity of distributions of climate system properties to the surface temperature dataset'. *Geophys. Res. Lett.*, doi:10.1002/grl.50480.

Lin, B., L. Chambers, P. Stackhouse Jr., B. Wielicki, Y. Hu, P. Minnis, N. Loeb, W. Sun, G. Potter, Q. Min, G. Schuster and T.-F. Fan, 2010: Estimations of climate sensitivity based on top-of-atmosphere radiation imbalance. *Atmos. Chem. Phys.*, 10: 1923–1930.

Lindzen, R.S. and Y.S. Choi, 2009. On the determination of climate feedbacks from ERBE data. *Geophys. Res. Lett.* 36, L16705.

Lindzen, R.S. and Y.S. Choi, 2011. On the observational determination of climate sensitivity and its implications. *Asia-Pacific J. Atmos. Sci.*, 47: 377–390.

Loeb, N.G., J.M. Lyman, G.C. Johnson, R.P. Allan, D.R. Doelling, T. Wong, B.J. Soden and G.L. Stephens, 2012. Observed changes in top-of-the-atmosphere radiation and upper-ocean heating consistent within uncertainty. *Nature Geoscience.*, 5: 110–113.

Masters, T., 2013. Observational estimate of climate sensitivity from changes in the rate of ocean heat uptake and comparison to CMIP5 models. *Clim. Dyn.*, DOI 10.1007/s00382–013–1770–4

Murphy, D.M., S. Solomon, R.W. Portmann, K.H. Rosenlof, P.M. Forster and T. Wong, 2009. An observationally based energy balance for the Earth since 1950. *J. Geophys. Res. Atmos.*,114: D17107.

Olson, R., R. Sriver, M. Goes, N.M. Urban, H.D. Matthews, M. Haran and K. Keller, 2012. A climate sensitivity estimate using Bayesian fusion of instrumental observations and an Earth System model. *J. Geophys. Res. Atmos.*,117: D04103.

Otto, A., F. E. L. Otto, O. Boucher, J. Church, G. Hegerl, P. M. Forster, N. P. Gillett, J. Gregory, G. C. Johnson, R. Knutti, N. Lewis, U. Lohmann, J. Marotzke, G. Myhre, D. Shindell, B Stevens and M. R. Allen, 2013. Energy budget constraints on climate response. *Nature Geosci.*, 6: 415–416.

Paleosens Members, 2012. Making sense of palaeoclimate sensitivity. *Nature*, 491: 683–691.

Ring, M.J., D. Lindner, E.F. Cross, and M.E. Schlesinger, 2012. Causes of the global warming observed since the 19th century. *Atmos. Clim. Sci.*, 2: 401–415.

Schlesinger, M., H. Kheshgi, J. Smith, F. de la Chesnaye, J.M. Reilly, T. Wilson, and Ch. Kolstad, 2007. *Human-induced Climate Change: An Interdisciplinary Assessment*. Cambridge University Press.

Schwartz, S.E., 2012. Determination of Earth's transient and equilibrium climate sensitivities from observations over the twentieth century: Strong dependence on assumed forcing. *Surv. Geophys.*, 33: 745–777.

Sexton, D.M. H., J.M. Murphy, M. Collins and M.J. Webb, 2012. Multivariate probabilistic projections using imperfect climate models. Part I: outline of methodology. *Clim. Dynam.*, 38: 2513–2542.

Soden, B.J. and I.M. Held, 2006. An assessment of climate feedbacks in coupled ocean-atmosphere models. *J. Clim.*, 19: 3354–3360.

Tol, R.S.J., 2007. Europe's long-term climate target: A critical evaluation. *Energy Policy*, 35: 424–432.

Tomassini, L., P. Reichert, R. Knutti, T.F. Stocker, and M.E. Borsuk, 2007. Robust Bayesian uncertainty analysis of climate system properties using Markov chain Monte Carlo methods. *J. Clim.*, 20: 1239–1254.

Van der Sluijs, J.P., J.C.M. van Eijndhoven, B. Wynne, and S. Shackley, 1998. Anchoring devices in science for policy: The case of consensus around climate sensitivity. *Soc. Studies Sci.*, 28; 2: 291–323.

VonderHaar, T.H., J.L. Bytheway, and J. M. Forsythe, 2012. Weather and climate analyses using improved global water vapor observations. *Geophys. Res. Lett.*, 39: L15802, doi:10.1029/2012GL052094.

Wind Turbine Noise Effect on Human's Health and Well-being

The European Human Rights Perspective

By: Kinanya Pijl

Contact: K.C.I.Pijl@students.uu.nl

Under supervision of: Dr. A.C. Buyse (Utrecht University)

August 30, 2012



Universiteit Utrecht

TABLE OF CONTENTS

Introduction 3

Chapter 1 5
Wind Turbine Noise and Adverse Health Effects
1.1 Wind turbine noise 5
1.1.1 Infra - & low frequency sound 6
1.1.2 Sound character 7
1.2 Adverse health effects 7
1.2.1 Adverse event reporting 8
1.2.2 Systematic studies 10
1.2.3 Set back distance 12
1.2.4 Concluding remarks 13

Chapter 2 14
Article 8 and the Right to Live in a Healthy Environment
2.1 Applicability of Article 8 15
2.1.1 The scope of Article 8 15
2.1.2 Positive obligations 17
2.1.2.1 Kinds of positive obligations 18
2.2 The justification test of Article 8 (2) 21
2.2.1 Existence of an interference 21
2.2.1.1 Interference justified? 22
2.2.2 In accordance with the law 23
2.2.3 Legitimate aim of interference 23
2.2.4 Necessary in democratic society 24
2.3 The margin of appreciation 25

Chapter 3 28
Conclusion

Bibliography 29

Appendix A: Complaint at ECtHR 33

INTRODUCTION

Fear for the catastrophic consequences of climate change has driven many states worldwide to invest in renewable energy. Wind energy technology has been the highest achievement of renewable energy types and therefore the most economically beneficent. As a consequence wind turbines are popping up all over the world like mushrooms in fall. In 2011 more wind power capacity was installed than ever before; a total of 93,957 Megawatt (hereafter: MW) has been installed in the European Union, an increase in capacity of 11% compared to the previous year. This capacity is enough to supply 6.3% of the EU's electricity.[1]

However, wind turbines have not been welcomed in all areas where they have been planned to operate. Although general opinion polls show that people are in favor of wind power, people living in the vicinity of wind turbines have expressed that the noise is severely harming their well-being and health. A number of such adverse effects are sleep disturbance, hearing impairment, interference with speech communication, cardiovascular and physiological effects, mental health effects, effects on performance and annoyance.

On the one hand, there is a social and economic need for erecting more wind turbines so that electricity can be generated without harm to the environment and therefore to humans. On the other hand, there is a need for protecting human health and well-being from noise pollution. Governments focus their policies on achieving wind energy targets. The protection of commercial development and the economic well-being of the country are at daggers drawn with the protection of living in a healthy environment. If there is evidence demonstrating that when wind turbines are located too close to family homes, the prolonged exposure to wind turbine noise adversely affects people's health, human rights are at stake.

The EU adopted an ambitious and far-reaching 'climate change and energy' package which commits the member states to increase the share of renewable energy to 20% of Europe's total energy production by 2020.[2] Wind energy is destined to make a significant contribution to this target. This development touches upon human rights as guaranteed in the European Convention on Human Rights (hereafter: ECHR or Convention). The ECHR does not include a right to preservation of the natural environment. However, case law has been developed under the Convention in relation to the environment. The most frequently employed human right against environmental degradation that affects human beings is Article 8 ECHR.[3] The European Commission and the Court accepted that this 'right to respect for private and family life, home and correspondence' can be infringed by environmental factors, such as noise, odorous emissions or apprehension of explosion.[4] The Court repeatedly decided that 'severe

---

1 The European Wind Energy Association, 'Wind in Power: 2011 European Statistics' (February 2012) <www.ewea.org> accessed 21 July 2012

2 Commission, 'EU Guidance on Wind Energy Development in Accordance with the EU Nature Legislation' October 2010

3 See for example: ECtHR, *Fadeyeva v. Russia*, 9 June 2005 (Appl.no. 55723/00); ECtHR, *Kyrtatos v. Greece*, 22 May 2003 (Appl.no. 41666/98); ECtHR, *Guerra and others v. Italy*, 19 Februari 1998 (Appl.no. 14967/89); ECtHR, *López Ostra v. Spain*, 9 December 1994 (Appl.no. 16798/90)

4 C. Miller, 'Environmental Rights in a Welfare State? A Comment on DeMerieux', (2003) 23 (1) OJLS 112

environmental pollution may affect individuals' well-being and prevent them from enjoying their homes in such a way as to affect their private and family life adversely'.[5]

As in many countries the number of wind turbines is increasing, more and more individuals and families will be confronted with wind turbines in the proximity of their homes. If more wind turbines are sited without exercising due care and attention to noise pollution and related health effects, more people will possibly be harmed in their health and well-being. In the light of this development, the scope of European human right protection needs to be clarified. Therefore this thesis aims to answer the following question:

Under which circumstances can wind turbine noise pollution lead to a violation of Article 8 of the European Convention on Human Rights?

It is necessary to identify and parse the problem of nuisance caused by wind turbine noise, before this legal question can and needs to be addressed. Therefore, chapter one will examine the intersection of the science of acoustics, physics and medicine in order to understand whether, why, and under what circumstances people experience adverse health effects as a result of long-term exposure to wind turbine noise. Research in the field of acoustics and as well as medicine will play a central role in this assessment. This external non-legal perspective is needed to indicate the problem that arises under European human right protection. The second chapter explores the case-law of the European Court on Human Rights (hereafter: ECtHR or Court) on Article 8 ECHR in relation to the right to live in a healthy environment. The aim of this chapter is to assess the scope of human right protection related to environmental pollution. The problem of wind turbine noise is selected as one of the new problems arising under European human rights law. The outcomes are relevant to other forms of noise pollution and to other new problems that arise from for example new technologies, new insights or increased exposure. The results can also add to the body of knowledge on the scope of other fundamental rights.

To avoid a purely theoretical and abstract study, this study is carried out in combination with a case study of wind turbines in Houten, the Netherlands. This case study has led to the submission of a complaint at the ECtHR, in the name of 101 individuals living in the vicinity of an area where wind turbines are planned to be built. The case study gave body to the problem, but is not part of this paper. The complaint as filed at the ECtHR can be found in appendix A.

[5] ECtHR, *López Ostra v. Spain*, 9 December 1994 (Appl.no. 16798/90) para 51

1. WIND TURBINE NOISE AND ADVERSE HEALTH EFFECTS

In Sint Maartensbrug, the Netherlands, individuals living in the vicinity of wind turbines have indicated the turbines drive them crazy and prevent them from having a good night sleep. Some of them listen to the radio 24/7 to mask the wind turbine noise.[6] Complaints or – in the popular literature called- horror stories like this have grown in number in recent years.

This chapter deals with the question: To what extent can noise pollution caused by wind turbines in the proximity of homes lead to adverse health effects? Central to this question is the intersection of science of acoustics, physics and medicine in order to understand wind turbine noise and consequent adverse health effects due to prolonged exposure. First, wind turbine noise and its characteristics will be discussed, based on the perspective of acousticians, physicist and noise engineers. Attention is paid to low frequency noise and infrasound, as well as the particular sound character of wind turbine noise. These factors are identified in the literature as important causes of adverse health effects on human beings. Furthermore this chapter provides a literature review on the current evidence supporting or denying the harmful effect of wind turbine noise on human beings. Research in this field is mainly characterized by a large amount of adverse event reporting and case study designs using quantitative survey tools. More systematic studies show striking divergence in outcomes, often explicable by financial interests of parties. Existing research on adverse health effects caused by wind turbine noise is assessed based on the overarching concepts of 'validity' and 'reliability.' The following criteria fill in this concept: Size and composition of research population, completeness, accuracy and objectivity of the data collection, analysis and conclusions. The objective of this chapter is to provide a critical assessment of the outcomes of existing research, to give insight in the current scientific status of wind turbine noise and its effect on human beings whom are prolonged exposed to wind turbine noise. The limitation of this analysis is that my expertise is of a legal nature.

1.1 WIND TURBINE NOISE

The most commonly heard complaint about wind turbines is that they are noisy. Noise is physically the same as sound; however, noise can be described as unwanted sound. Sound is perceived and recognized by its loudness (pressure) and pitch (frequency). Loudness is indicated with the decibel (hereafter: dB), which is a logarithmic ratio, to mimic the behavior of the ear.[7] Human beings can hear sound between 0 dB and 130 dB, in which 130 dB is very loud and painful sound for most humans.[8] Humans do not perceive all pressure as being equally loud, due to the fact that the ear does not respond equally to all frequencies. Frequency is indicated with Hertz (hereafter: Hz). The human hearing is sensitive at frequencies between 500-10,000 Hz.

---

6 Telephone contact with Mrs. Vonk and Mrs. Kanis (30 March 2012)

7 Mark Roberts and Jennifer Roberts, 'Evaluation of the Scientific Literature on the Health Effects Associated with Wind Turbines and Low Frequency Sound', (prepared for Wisconsin Public Service Commission, Exponent, 2009)

8 Geoff Leventhall, Stefan Oerlemans, Andrew Bullmore, Bo Søndergaard, Frits van den Berg, David Hessler, Mark Bastasch, 'Wind Turbines Noise: How it is Produced, Propagated Measured and Received' (Multi-Science Publishing, 2011) Ch. 6

1.1.1 INFRA- & LOW FREQUENCY SOUND

Wind turbines produce a substantial amount of infra and low frequency sound.[9] Infrasound is the sound below 20 Hz and low frequency sound approximately between 10/20 Hz and 100/250 Hz. The issue of health effects stemming from this low end of the sound spectrum has been controversial for many years now. Infrasound was believed to be inaudible, but this has been determined to be a misconception.[10] Although hearing of infrasound does not occur through hearing in a normal sense, 'it can be detected as a result from nonlinearities of conduction in the middle and inner ear which produces a harmonic distortion in the higher frequency range'.[11] Furthermore infrasound detection entails more than direct hearing, namely also subjective effects such as annoyance and detection through the resonance of other body organs.[12] Present understanding of inner ear physiology and of the nature of wind turbine sounds demonstrates that infrasound that cannot be heard could influence human function and affect people living nearby.[13]

Low frequency noise is the dominant sound component of wind turbine noise at moderate and larger distances. Due to its long wavelengths, it travels long distances and penetrates through walls and windows easily.[14] A laboratory research by Vos (2010)[15] supports this when considering the effect of outdoor noise on a person being indoors. As a building façade reduces high frequency noise more effectively than low frequency noise, a low frequency sound impinging on the façade must be of lower level than a high frequency sound in order to arrive at the same indoor sound level.[16] Increasingly it is being recognized that the low-frequency audible sound could be a key factor in disturbance caused by wind turbines.[17]

---

9 As shown by S Wagner, R Bareiss, G Guidati, 'Wind Turbine Noise' (Springer: Berlin, 1996); G.P. van den Berg, 'The Sounds of High Winds'(doctoral thesis, University of Groningen, 2006)

10 B Berglund, P Hassmen and RF Job, 'Sources and Effects of Low-Frequency Noise'(1996) 99(5) Journal of the Acoustical Society of America 2985; G. Leventhall (2007) 93(1-3) Progress in Biophysics and Molecular Biology 130; C Maschke, 'Introduction to the Special Issue on Low Frequency Noise' (2004) 6(23) Noise and Health 1

11 B Berglund, P Hassmen and RF Job, 'Sources and Effects of Low-Frequency Noise'(1996) 99(5) Journal of the Acoustical Society of America 2985

12 Ibid.

13 John P Harrison, 'Wind Turbine Noise' (2011) 31:256 Bulletin of Science Technology & Society <http://bst.sagepub.com/content/31/4/256>, accessed 22 July 2012; Alec N Salt and James A Kaltenbach, 'Infrasound From Wind Turbines Could Affect Humans' (2011) 31:296 Bulletin of Science Technology & Society <http://bst.sagepub.com/content/31/4/296>, accessed 22 July 2012

14 K Waye, 'Effects of Low-Frequency Noise on Sleep'(2004) 6(23) Noise and Health 87

15 J Vos, 'On the Relevance of Non-Acoustic Factors Influencing the Annoyance Caused by Environmental Sound – A Literature Study'(Proceedings Internoise 2010) <http://www.vosanr.com/nl/publicaties/31-on-the-relevance-of-nonacoustic-factors-influencing-the-annoyance-caused-by-environmental-sound-a-literature-study.html> accessed 22 July 2012

16 Geoff Leventhall, Stefan Oerlemans, Andrew Bullmore, Bo Søndergaard, Frits van den Berg, David Hessler, Mark Bastasch, 'Wind Turbines Noise: How it is Produced, Propagated Measured and Received' (Multi-Science Publishing, 2011) Ch. 6

17 See for example: G Leventhall and others, 'A Review of Published Research on Low Frequency Noise and its Effects (Report for Defra: U.K. Department for Environment, Food and Rural Affairs, 2003) < http://archive.defra.gov.uk/environment/quality/noise/research/lowfrequency/ > accessed 22 July 2012

1.1.2 SOUND CHARACTER

Wind turbines generate sound through mechanical and aerodynamic routes.[18] The sound level depends on various factors including design and wind speed. The dominant sound source from modern wind turbines is aerodynamic, produced by the rotation of the turbine blades through air. The aerodynamic noise is present at all frequencies, from infra- and low frequency sound to the normal audible range, producing a characteristic 'swishing' 'lashing', 'beating' or 'thumping' sound.[19]

Wind farms are unique sound sources and exhibit special audible and inaudible characteristics that can be described as modulating sound. People living in the vicinity of wind turbines have stated that the variation in sound level makes it more annoying than other sources of noise at comparable sound pressure level. Human perception responds primarily to sound character rather than sound level.[20] Therefore, human hearing is relatively sensitive to wind turbine sound fluctuations and if it is unwanted, the disturbing character will be aggravated.[21] This sound character of wind turbine noise is an important factor in the adverse health effects reported.[22]

1.2 ADVERSE HEALTH EFFECTS

> 'I hear a whining mechanical noise, loud humming and grinding in the house day and night, since the wind turbines near my house are switched on. My radio is on 24/7 , to mask the terrible noise. The lack of sleep drives me crazy!'[23]

Anecdotal reports on adverse health effects caused by wind turbine noise have been published in the media and on the internet. This raises the question: 'What exactly are these health effects?' This question is central to this chapter. There is no universal definition of health. However, the definition used by the World Health Organization (WHO) is used in most of the literature on this topic. The Preamble to the constitution of

---

18 A Rogers; J Manwell, and S Wright, '*Wind turbine acoustic noise' (*A white paper prepared by the Renewable Energy Research Laboratory, Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Massachusetts, 2006)

19 Geoff Leventhall, 'Infrasound from Wind Turbines – Fact, Fiction or Deception' (2006) 24(2) Canadian Acoustics 29; WD Colby, R Dobie, G Leventhall, DM Lipscomb, RJ McCunney, MT Seilo, B Søndergaard, 'Wind Turbine Sound and Health Effects: An Expert Panel Review' (prepared for American Wind Energy Association and Canadian Wind Energy Association, 2009). See also: E Pedersen, F van den Berg, R Bakker, J bouma, 'response to Noise from Modern Wind Farms in The Netherlands (2009) 126(2) Journal of the Acoustical Society of America 634; B.J. Frey and P.J. Hadden, 'Noise radiation from Wind Turbines Installed near Homes: Effects on Health (2007) <http://docs.wind-watch.org/wtnoisehealth.pdf> accessed 22 July 2012.

20 Bob Thorne, 'The Problems With "Noise Numbers" for Wind Farm Noise Assessment (2011) 31:262 Bulletin of Science Technology & Society 262 <http://bst.sagepub.com/content/31/4/262>, accessed 22 July 2012

21 Geoff Leventhall, Stefan Oerlemans, Andrew Bullmore, Bo Søndergaard, Frits van den Berg, David Hessler, Mark Bastasch, 'Wind Turbines Noise: How it is Produced, Propagated Measured and Received' (Multi-Science Publishing, 2011) Ch. 6

22 Bob Thorne, 'The Problems With "Noise Numbers" for Wind Farm Noise Assessment (2011) 31:262 Bulletin of Science Technology & Society 262 <http://bst.sagepub.com/content/31/4/262>, accessed 22 July 2012

23 Telephone contact with Mrs. Vonk (30 March 2012)

the WHO[24] describes: 'Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity'. The WHO defines adverse health effects of noise as: 'changes in the morphology and physiology of an organism that result in impairment of functional capacity, or an impairment of capacity to compensate for additional stress, or increases the susceptibility of an organism to the harmful effects of other environmental influences.'[25] The WHO furthermore listed the adverse health effects of which the following are part: hearing impairment, interference with speech communication, cardiovascular and physiological effects, sleep disturbance, mental health effects, effects on performance and effects on residential behavior and annoyance. These definitions are used in the following literature review.[26]

The amount of non-systematic studies and popular literature on this topic is overwhelming. On the contrary, well-developed systematic studies are not present in large numbers and all have their occasional flaws. In order to address public concerns and assess the effects of wind turbine noise on public health, adverse event reports and systematic studies will be assessed based on their methodology, as described in the introduction of this chapter.

1.2.1 ADVERSE EVENT REPORTING

'In cases of emerging and unpredictable disease risk, adverse event reports are the cornerstone of public health research'.[27] Adverse event reports indicate any adverse change in health or side effect that occurs in a person who is being exposed to a source (wind turbine or medicine for example) or within a previously specified period of time after the exposure has been completed. Obviously it is impossible to study every possible exposure-disease combination by systematic study methods. Therefore collecting reports of disease cases apparently attributable to a particular exposure source is an important first step.[28] Adverse event reporting is mainly used in infectious disease outbreaks or in case of side effects from pharmaceuticals, but reporting adverse health effects caused by wind turbines fit the pattern as well.[29] The number of adverse event reports in the media, case-studies or official reports[30] on this issue is ever

---

[24] Preamble to the Constitution of the World Health Organization as adopted by the International Health Conference, New York, 19-22 June, 1946; signed on 22 July 1946 by the representatives of 61 States (Official Records of the World Health Organization, no. 2, p. 100) and entered into force on 7 April 1948

[25] B. Berglund, T. Lindvall, DH Schwela, K.-T. Goh, 'Guidelines for Community Noise,' (Geneva, World Health Organization, 1999)

[26] B. Berglund, T. Lindvall, DH Schwela, K.-T. Goh, 'Guidelines for Community Noise,' (Geneva, World Health Organization, 1999)

[27] Carl V. Phillips, 'Properly Interpreting the Epidemiologic Evidence About the Health Effects of Industrial Wind Turbines on Nearby Residents' (2011) 31:303 Bulletin of Science Technology & Society <http://bst.sagepub.com/content/31/4/303>, accessed 22 July 2012, 304

[28] Ibid.

[29] Ibid.

[30] Amanda Harry, 'Wind turbines, noise and health' (2007); Carmen ME Krogh, Lorrie Gillis, Nicolas Kouwen and Jeff Armani, 'WindVOiCe, a Self-Reporting Survey: Adverse Health Effects, Industrial Wind Turbines, and the Need for Vigilance Monitoring' (2011) 31:334 Bulletin of Science Technology & Society <http://bst.sagepub.com/content/31/4/334>, accessed 31 July 2012; M Nissenbaum, '*Mars Hill wind turbine project health effects: Preliminary findings (2009)* <http://www.windaction.org/?module=uploads&func=download&fileId=1798 > accessed 1 August 2012; Robyn Phipps, Marco Amati, Sue McCoard and Rischard Fisher, 'Visual and noise effects

increasing, now numbering in the thousands, rather than the hundreds around the world.

Adverse event reporting is a suitable way of studying wind turbine noise and its effects on human beings. People living in the vicinity are capable of both recognizing the exposure and outcome, in contrast with people who are exposed to invisible chemicals and diseases such as cancer.[31] Residents of wind turbines can detect the noise as well as the effects of that noise on themselves. Additionally, they can even detect when the problems arise and terminate. This information is incredibly important to determine the causation, even without a formal comparison group.[32]

Reported symptoms associated with exposure to wind turbines include annoyance, sleep disturbance, stress or psychological distress, inner ear symptoms, headaches, excessive tiredness, and reduction of quality of life.[33] Nina Pierpont, pediatrician and expert in this field established a more extensive list of commonly mentioned symptoms, namely: sleep disturbance, headache, tinnitus, ear pressure, dizziness, vertigo, nausea, visual blurring, tachycardia, irritability, problems with concentration and memory, and panic episodes associated with sensations of internal pulsation or quivering when awake or asleep.[34] Adverse advent reports show a correlation between these health effects with proximity to wind turbines, the sound pressure level emitted by the turbines, the frequency of the noise, time of the exposure and individual response.[35]

The results of adverse event reporting should not be over interpreted. The outcomes are crude, control groups are often missing and potential selection bias cannot be prevented.[36] Moreover, it does not allow an estimate of what portion of the exposed

---

reported by residents living close to Manawatu wind farms: Preliminary survey results' (2007); Nina Pierpont, 'Wind turbine syndrome: A report on a natural experiment' (2009, Santa Fe, NM: K-Selected Books); Bob Thorne, 'The problems with noise numbers for wind farm noise assessment' (2011) 31:262 Bulletin of Science Technology & Society <http://bst.sagepub.com/content/31/4/262>, accessed 1 August 2012

31 Carl V. Phillips, 'Properly Interpreting the Epidemiologic Evidence About the Health Effects of Industrial Wind Turbines on Nearby Residents' (2011) 31:303 Bulletin of Science Technology & Society <http://bst.sagepub.com/content/31/4/303>, accessed 22 July 2012, 305

32 Ibid.

33 Brett Horner, Roy D Jeffery, Carmen ME Krogh, 'Literature Reviews on Wind Turbines and Health: Are They Enough?'(2011) 31:399 Bulletin of Science Technology & Society <http://bst.sagepub.com/content/31/4/399>, accessed 1 August 2012. See also: Carmen ME Krogh, Lorrie Gillis, Nicolas Kouwen and Jeff Armani, 'WindVOiCe, a Self-Reporting Survey: Adverse Health Effects, Industrial Wind Turbines, and the Need for Vigilance Monitoring' (2011) 31:334 Bulletin of Science Technology & Society <http://bst.sagepub.com/content/31/4/334>, accessed 31 July 2012; Amanda Harry, 'Wind turbines, noise and health' (2007)

34 Nina Pierpont, 'Wind turbine syndrome: A report on a natural experiment' (2009, Santa Fe, NM: K-Selected Books) 26.

35 Robert Y McMurtry, Towards a Case Definition of Adverse Health Effects in the Environs of Industrial Wind Turbines: Facilitating a Clinical Diagnosis' (2011,) 31:316 Bulletin of Science Technology & Society <http://bst.sagepub.com/content/31/4/316>, accessed 31 July 2012

36 Carmen ME Krogh, Lorrie Gillis, Nicolas Kouwen and Jeff Armani, 'WindVOiCe, a Self-Reporting Survey: Adverse Health Effects, Industrial Wind Turbines, and the Need for Vigilance Monitoring' (2011) 31:334 Bulletin of Science Technology & Society <http://bst.sagepub.com/content/31/4/334>, accessed 31 July 2012

population suffers health effects.[37] However, careful analysis of this information can expose causal relationships.

In the case of wind turbine noise and adverse health effects, the massive volume of reports that are available creates plausible evidence that there is a causal relationship. Statistically the quantity of evidence is beyond coincidence and the health problems are similar in the reports and seem to relate to the exposure. The studies all show a core list of symptoms, being sleep disorders, headaches, mood disorders, inability to concentrate, tinnitus and vestibular (balance) problems. Carl V. Phillips[38] concludes: 'The commonly reported problems all exist at the border of the psychological and physical and can all be caused by either of two very plausible effects of wind turbine exposure: stress reactions or vestibular disturbance'.[39]

In many of these reports individuals make substantial costs to reduce health impacts. Lots of money is being spent on retrofitting their houses to reduce noise, selling their properties at a loss, or even abandoning their homes without being able to sell them.[40] The decline of property values and sales collapse, as mentioned in several adverse event reports, suggests that the population in general does not believe that the turbines are harmless.[41]

1.2.2 SYSTEMATIC STUDIES

The large amount of adverse event reporting stimulated more systematic studies. The volume of systematic health impact studies is limited, contrary to the amount of literature reviews based on these studies. Below the most reliable and valid studies are presented. An analysis based on methodology of the systematic studies preceded this overview. All systematic studies that are currently available have their small or gross deficiencies. Within the scope of this research it is impossible to present all these systematic studies. The studies that are not presented in this overview mostly lacked validity due to small and highly selected research groups and non-objective researchers that conducted their studies by order of the government or pressure group. This list of most valid and reliable studies includes the study of Nissenbaum, Aramini, and Hanning (2011)[42], Janssen et. At (2011)[43], Pierpont (2009)[44], Pedersen, van den Berg, Bakker & Bouma (2009)[45], Pedersen & Persson Wayne (2007)[46] and (2004)[47].

---

37 Carl V. Phillips, 'Properly Interpreting the Epidemiologic Evidence About the Health Effects of Industrial Wind Turbines on Nearby Residents' (2011) 31:303 Bulletin of Science Technology & Society <http://bst.sagepub.com/content/31/4/303>, accessed 22 July 2012, 305

38 Phillips is a consultant and author specializing in epidemiology, science-based policy making, and communicating scientific concepts to the public. He spent most of his career as a professor of public health and now works in litigation support, scientific advising and grant-supported research

39 Carl V. Phillips, 'Properly Interpreting the Epidemiologic Evidence About the Health Effects of Industrial Wind Turbines on Nearby Residents' (2011) 31:303 Bulletin of Science Technology & Society <http://bst.sagepub.com/content/31/4/303>, accessed 22 July 2012, 305

40 Ibid, 306. Examples can be found in the appendix of this article

41 Ibid, 306

42 Michael Nissenbaum, Jeff Aramini, Chris Hanning, 'Adverse health effects of industrial wind turbines: a preliminary report (10th International Congress on noise as a Public Health Problem, 2011)

43 Sabine A. Janssen, Henk Vos, Arno R. Eisses and Eja Pedersen, 'A comparison between exposure response relationships for wind turbine annoyance due to other noise sources', (2011, Acoustical Society of America 130 (6)). This study is based on the data of Pedersen, van den Berg, Bakker & Bouma (2009), Pedersen & Persson Wayne (2007) and (2004)

Nina Pierpont, a physician with clinical experience worked on a very detailed, peer-reviewed case-control study of 10 families around the world. These families have been affected by wind turbines to that extent that they had to leave their houses; nine left permanently. [48] The turbines ranged from 1.5 to 3MW capacity at distances between 305 to 1500 meter. The group comprised 21 adults, 7 teenagers and 10 children of whom 23 were interviewed. The size and composition of the research population is limited, though the study creates the ability to examine symptoms before, during and after exposure to turbine noise. This approach is rarely found in similar case-control studies.[49] The research population described the following symptoms: sleep disturbance, fatigue, headaches, dizziness, nausea, changes in mood and inability to concentrate. Dr. Pierpont gave these symptoms the collective name 'Wind Turbine Syndrome.' All adult subjects reported 'feeling jittery inside' or 'internal quivering', which was often accompanied by anxiety, fearfulness, sleep disturbance and irritability. Changes occurred in sleep pattern, behavior and academic performance of children while exposed to wind turbine noise which recovered after exposure ceased. The subjects confirmed that all symptoms were not present before the turbines started operation and resolved once exposure ceased. Dr. Hanning stresses that 'Pierpont offers compelling evidence that these symptoms are related to low frequency sound and suggests very plausible physiological mechanisms to explain the link between turbine exposure and the symptoms'.[50] Pierpont's study is flawed with regard to size and composition of the research population and the consequent objectivity of the results. However, the study does not aim to give insight in the likelihood of occurrence of the symptoms. The study solely addresses the mechanism for health problems associated with exposure to wind turbine noise. This study is, given its purpose, valid and reliable and convincingly shows that wind turbine noise does cause the above mentioned symptoms for these specific people.

Other significant studies are those of Pedersen, van den Berg, Bakker, and Bouma (2009) on wind turbine noise in the Netherlands and two earlier Swedish studies reported by Pedersen and Persson Waye (2007, 2004). These three studies were conducted in different areas, types of terrain and varying degrees of urbanization. The three studies together sent questionnaires to 3770 subjects, of which 1830 (49%) were returned. The significance and validity of these studies is based on the size and composition of the research group, the inter-comparison between the studies and the

---

[44] Nina Pierpont, 'Wind turbine syndrome: A report on a natural experiment' (2009, Santa Fe, NM: K Selected Books)

[45] Eja Pedersen, Frits van den Berg, Roel Bakker, Jelte Bouma, 'Response to noise from modern wind farms in The Netherlands' (2009), 126 (2) J. Acoust. Soc. Am.

[46] Eja Pedersen and Kerstin Persson Waye, 'Wind turbine noise, annoyance and self-reported health and well-being in different living environments', (2007) 64 Occ. Environ. Med.

[47] Eja Pedersen, and Kerstin Persson Waye, 'Perception and annoyance due to wind turbine noise—a dose-response relationship', (2004) 116 J. Acoust. Soc. Am.

[48] Nina Pierpont, 'Wind turbine syndrome: A report on a natural experiment' (2009, Santa Fe, NM: K Selected Books). See also: Christopher Hanning, 'Sleep Disturbance and Wind Turbine Noise' (2009)

[49] See also: Christopher Hanning, 'Sleep Disturbance and Wind Turbine Noise' (2009)

[50] Christopher Hanning, 'Sleep Disturbance and Wind Turbine Noise' (2009) 13

relevant experience of the researchers.[51] Janssen et al. (2011) collected the results of the three studies. Results from the studies show a dose or exposure response relationship between sound pressure levels and reported perception and annoyance. The studies show that wind turbine noise is perceived as annoying at much lower noise levels than transportation noise or industrial noise at comparable levels, possibly due to specific sound character.[52] The term annoyance in these studies seems a bit trivial, due to its everyday meaning. In the context of human health, however, annoyance is an adverse health effect.[53] The study furthermore shows a relationship between economic benefits and disturbance as well as visibility and disturbance; disturbance was lower among residents who received economical benefit from wind turbines and higher among residents for whom the wind turbine was visible from the dwelling. The study is capable of indicating the expected percentage of 'annoyed' people, in contrary to the previous mentioned study. However, the term 'annoyed' remains unclear and it is difficult to distill its relation to the symptoms as mentions by inter alia Nina Pierpont.

The last reliable and sufficiently valid study is that of Nissenbaum, Aramini, and Hanning (2011), which assessed the effects of wind turbine noise on sleep and health. Residents living near turbines were surveyed as well as people living further away with regard to most of the aforementioned health conditions. The size of research population (38 near wind turbines and 41 at a greater distance) is limited. However, the response rate among the residents is great, which adds trust in the validity of the outcomes. The results show that those living within 1.4 km of wind turbines have suffered sleep disruption which is sufficiently severe as to affect their daytime functioning and mental health. Moreover it shows that at least some of the residents living near the turbines have suffered serious harm to their sleep and health. 'The significant relationship between the symptoms and distance from the wind turbines, the subjects' report that their symptoms followed the start of wind turbine operations, the congruence of the symptoms reported here with previous research and reports and the clear mechanism is strong evidence that wind turbine noise is the cause of the observed effects'.[54] The researchers conclude that wind turbines can prevent the onset of sleep and the return to sleep after a spontaneous or induced awakening.

1.2.3 SET BACK DISTANCE

The systematic studies indicate that some subjects are severely affected by wind turbine noise at distances thought by the industry and government to be safe.[55] Most jurisdictions have noise regulations, which are used to determine the setback of turbines from homes. These noise limits varies from 35 dBA for quiet regions of New Zealand and

---

51 John P Harrisson, 'Wind Turbine Noise, (2011) 31:256 Bulletin of Science Technology & Society <http://bst.sagepub.com/content/31/4/256>, accessed 3 August 2012

52 See also: Frits van den Berg, 'Criteria for wind farm noise: Lmax and Lden,' (2008) in Proceedings of the 7th European Conference on Noise Control, EURONOISE, Acoustics 08, Paris, France

53 B. Berglund, T. Lindvall, DH Schwela, K.-T. Goh, 'Guidelines for Community Noise,' (Geneva, World Health Organization, 1999)

54 Michael Nissenbaum, Jeff Aramini, Chris Hanning, 'Adverse health effects of industrial wind turbines: a preliminary report (10th International Congress on noise as a Public Health Problem, 2011)

55 See for example: Amanda Harry, 'Wind turbines, noise and health' (2007)

for nighttime in Germany up to 50 dBA in many jurisdictions in the United States.[56] Pierpont, Nissenbaum et al. and others that are not mentioned above express that a setback distance of less than 1.5 km must be regarded as unsafe and recommend a setback of residential properties from wind turbines between 1.5 and 2 km.[57] Only a few jurisdictions have established noise distance setbacks in compliance with these standards.

1.2.4 CONCLUDING REMARKS

Based on a review of the evidence there is a significant probability of adverse health effects for human beings living within 1,5-2.0 km of wind turbines. Globally individuals have reported annoyance, sleep disturbance, stress or psychological distress, inner ear symptoms, headaches, excessive tiredness, and reduction of quality of life. Systematic studies find a causal link between annoyances and sleep disturbance, but fail to find a causal link between the other symptoms frequently listen in adverse event reports. These studies do find it plausible that annoyance and sleep disturbance will lead to the other listed symptoms. A side note to this, is that no systematic study appeared whose results support the claim that the relevant health problems are similar in unexposed and exposed populations. Moreover, evidence shows that factors, such as the visibility of the turbine and attitude or noise sensitivity of the residents influence the annoyance rates. However, this does not make the wind turbine noise disturbance less real. It is inevitable that there are causal co-factors, such as personal characteristics, for the wind turbine to cause adverse health effects. This is, however, true for every exposure-disease combination. The conclusion that there is a significant probability of adverse health effects for human beings living within 1,5-2.0 km of wind turbines is an important starting point for the following chapter. The next chapter assesses the legal consequences of this conclusion on the level of European human right protection.

[56] John P Harrisson, 'Wind Turbine Noise, (2011) 31:256 Bulletin of Science Technology & Society <http://bst.sagepub.com/content/31/4/256>, accessed 3 August 2012

[57] An extensive list of recommended setbacks by experts can be found in Christopher Hanning, 'Sleep Disturbance and Wind Turbine Noise' (2009) table 1

2. ARTICLE 8 ECHR AND THE RIGHT TO LIVE IN A HEALTHY ENVIRONMENT

The European Convention on Human Rights is the most important human rights instrument in Europe and sets out to protect basic human rights and fundamental freedoms. The European Court of Human Rights was introduced in 1959 to act as an independent adjudicator of the Convention. The European Court on Human Rights has frequently developed its human rights law. The Court has noted the 'Convention is a living instrument which (…) must be interpreted in the light of present day conditions.'[58] Regarding this evolving character of the Convention, this chapter will examine the scope of Article 8 ECHR. This Article provides the following:

1. Everyone has the right to respect for his private and family life, his home and his correspondence.
2. There shall be no interference by a public authority with the exercise of this right except such as is in accordance with the law and is necessary in a democratic society in the interests of national security, public safety or the economic well-being of the country, for the prevention of disorder or crime, for the protection of health or morals, or for the protection of the rights and freedoms of others.

In an era where sustainable development takes a central place in national politics, the literature on this topic increasingly discusses 'the right to the environment' in relation to Article 8 ECHR. It is important is to emphasize that the commonly adopted name for this 'right' (the right to the environment) is poorly chosen. Subjects of human rights are human beings, meaning that the literature in general and this paper is not discussing the rights of the environment, but the rights of individuals to live in a healthy environment.[59] This chapter will examine Article 8 ECHR in relation to the right to live in a healthy environment. Article 8 is chosen because it is the most frequently employed human right against environmental degradation that affects human beings.[60] Environmental pollution is the umbrella term where wind turbine noise is part of. The question central to this assessment is: 'Which environmental and health aspects involve a breach of Article 8 ECHR'? To find an answer to this question, it is necessary to parse all elements of Article 8 and discuss it separately. Therefore this case law assessment first deals with the paragraph 1 of Article 8 ECHR. The scope of Article 8 and the positive obligations resting on states are consecutive being discussed. Thereafter the justification test, as set out in paragraph 2 of the Article is set out. Lastly, the margin of appreciation is being discussed. This margin determines the degree of intensity of the 'balance of interests test' made. This method, of parsing the elements, is also used by the ECtHR when assessing a case. The elements are being discussed on the basis of a large amount of case law relating to environmental degradation. As a consequence, the interdependence of the various elements and criteria become clear.

---

[58] ECtHR, *Tyrer v. the United Kingdom*, 25 April 1978 (Appl.no. 5856/72) para 31

[59] See also: Nükhet Yılmaz Turgut, 'The European Court Of Human Rights And The Right To The Environment' (2007) 4(1) Ankara Law Review, 16/17

[60] See for example: ECtHR, *Guerra and others v. Italy*, 19 Februari 1998 (Appl.no. 14967/89); ECtHR, *López Ostra v. Spain*, 9 December 1994 (Appl.no. 16798/90); ECtHR, *Kyrtatos v. Greece*, 22 May 2003 (Appl.no. 41666/98); ECtHR, *Fadeyeva v. Russia*, 9 June 2005 (Appl.no. 55723/00)

2.1 APPLICABILITY OF ARTICLE 8

2.1.1 THE SCOPE OF ARTICLE 8

A complaint needs to fall within the scope of Article 8, to fall within its protection. Therefore the right protected need to concern one of the personal interests protected, being: private life, family life, home and correspondence. Consequently the question arises: 'Do environmental pollution issues, such as wind turbine noise, fall within the scope of one of the rights protected by Article 8 par.1?'

The Convention does not explicitly refer to a human right to live in a healthy environment nor does it address environmental issues explicitly. In 1976, The European Commission on Human Rights, which was abolished in 1998, confirmed that 'no right to preservation of the natural environment as such was included among the Convention's rights'.[61] However, since then case law has been developed under the Convention in relation to environmental pollution. The European Commission and the Court accepted in several cases that the right to respect for domestic and family life, home and correspondence can be infringed by environmental factors, such as noise, odorous emissions or apprehension of explosion.[62] In 1990, the Commission decided in *S. v. France* that considerable noise and other nuisances could undoubtedly affect the well-being of a person and thereby interfere with the Convention's rights.[63] In one of the most important cases in this regards the Court stated: 'severe environmental pollution may affect individual's well-being and prevent them from enjoying their homes in such a way as to affect their private and family life adversely'.[64] Seeing the ECHR is a living instrument which must be interpreted in the light of present day condition[65] Article 8 now protects the whole personal sphere, including interrelations of the individual to his direct environment.[66] Noise, odors and other nuisance can lead to a violation of Article 8, under the condition that some preconditions are fulfilled. To date, the Court has dealt with one case concerning wind turbines. In *Fagerskiold v Sweden*[67] the Court held that the nuisance in this case did not constitute 'severe environmental pollution' and insufficient evidence was brought to establish that the applicants had been physically affected by the nuisance.

A precondition for environmental interferences to fall under the scope of Article 8 is that the interference needs to be present in the 'direct environment' of the applicant. More specific, an individual needs to be 'directly and seriously' affected by noise or other

---

61 *See:* ECtHR, *X v. Germany*, 13 May 1976 (Appl. no. 7407/76); Ole W Pedersen, 'European Environmental Human Rights and Environmental Rights: A Long Time Coming?' (2008), 21(1) Georgetown International Environmental Law Review, available at <http://ssrn.com/abstract=1122289>, accessed 1 August 2012, 15

62 C Miller, 'Environmental Rights in a Welfare State? A Comment on DeMerieux', (2003) 23 (1) Oxford Journal of Legal Studies, 112

63 *See:* ECtHR, *S. v. France*, 17 May 1990 (Appl. no. 13728/88); ECtHR, *Arrondelle v. United Kingdom*, 15 July 1980 (Appl. no. 7889/77)

64 ECtHR, *López Ostra v. Spain*, 9 December 1994 (Appl.no. 16798/90), para 51

65 ECtHR, *Tyrer v. the United Kingdom*, 25 April 1978 (Appl.no. 5856/72)

66 See also: Christian Schall, 'Public Interest Litigation Concerning Environmental Matters before Human Rights Courts: A Promising Future Concept?' (2008) 20:3 Journal of Environmental Law, Oxford University Press

67 ECtHR, *Fägerskiöld v Sweden*, 25 March 2008 (Application No: 7664/04)

pollution in his or her home, to fall within the scope of Article 8.[68] In the cases *Athanassoglou v Switzerland* and *Balmer-Schafroth v Switzerland*, concerning government licenses to operate Swiss nuclear power plants, the ECtHR held that it is essential for the parties to show that they are personally exposed to a danger that is 'not only serious but also specific and, above all, imminent'.[69]

Furthermore the disturbance needs to be 'sufficiently serious' to affect the applicants or prevent them from enjoying their home and their private and family life.[70] In the case *Kyrtatos v. Greece*[71] the Court noted that the crucial element in order for a case of environmental pollution to severely affect the right of Article 8, is the existence of a 'harmful effect on a person's private or family sphere and not simply the general deterioration of the environment'. The continuity of the interference is an important factor in this respect. Prolonged exposure appears to be a precondition for an interference to be sufficiently serious. To illustrate this, the ECtHR accepted in the case of *Fadeyeva v Russia* that the prolonged exposure 'inevitably made the applicant more vulnerable to various diseases' and 'adversely affected the quality of life at her home.'[72] The interference by the State was also found to be in violation of Article 8 in the case of *Lopez Ostra v. Spain*, since the applicant and her family had had to live with the plant for a number of years.

The term 'proximity' is not made explicit in the case law. There are no clear guidelines for determining what 'proximity' is, while it seems to depend on the type of polluter. In three different cases 'close proximity' could be 30 meter,[73] 100 meter,[74] or (within) 1000[75] meter from a plant or coal mine.

According to the Court's recent case law, the requirement of 'sufficiently severe disturbance' does not require actual damage to health. [76] The *Lopez Ostra v. Spain* case shows that evidence is needed to illustrate an infringement with the enjoyment of home and family life; but the applicants do not have to establish a clear and direct causal link between the interference and health problems. In the case *Di Sarno and others v. Italy* applicants had not complained of any medical disorders linked to their exposure to the waste plant and the scientific studies produced by the parties had made conflicting findings as to the existence of a link between exposure to waste and an increased risk of cancer or congenital defects. Despite these findings, the Court came to a violation of

---

68 ECtHR, *Apanasewicz v. Poland*, 3 May 2011 (Appl. no: 6854/07)

69 ECtHR, *Balmer-Schafroth and others v. Switzerland*, 26 August 1997 (Appl. no 22110/93), para. 40.

70 See: ECtHR, *Kyrtatos v. Greece*, 22 May 2003 (Appl.no. 41666/98); ECtHR, *Fägerskiöld v Sweden*, 25 March 2008 (Application No: 7664/04); ECtHR, *Mileva and others v. Bulgaria*, 25 November 2010 (Appl. no: 43449/02, 21475)

71 ECtHR, *Kyrtatos v. Greece*, 22 May 2003 (Appl.no. 41666/98); ECtHR, *Di Sarno and others v. Italy*, 10 January 2012 (Appl. no. 30765/08)

72 ECtHR, *Fadeyeva v. Russia*, 9 June 2005 (Appl.no. 55723/00) under' Applicability'

73 In the case of *Giacomelli v. Italy*, the applicant lived in the 'close proximity', 30 metres away from a plant for the storage and treatment of "special waste"

74 In the case of *Dubetska and others v. Ukaine* applicants lived 100 metres from the spoil heap of the Velykomostivska No. 8 coal mine

75 In the case *Fadeyeva v. Russia* living within 1000 meter from The Severstal steel plant was regarded as close proximity

76 See: ECtHR, *López Ostra v. Spain*, 9 December 1994 (Appl.no. 16798/90); ECtHR, *Marckx v.Belgium*, 13 June 1979 (Appl.no. 6833/74) para 27; ECtHR, *Inze v. Austria*, 28 October 1987 (Appl.no. 8695/79) para 32

Article 8 ECHR. In doing so, the Court establishes a low threshold to fall within the scope of Article 8.[77]

In sum, the Court creatively interprets article 8 ECHR in an evolutionary manner, to let 'new problems', such as wind turbine nuisance fall under its scope. To date, the Court has dealt with only one case concerning wind turbines. This case, of *Fagerskiold v Sweden*[78] shows that wind turbine nuisance falls under the scope of Article 8, though in this specific case, the nuisance did not constitute 'severe environmental pollution' and insufficient evidence was brought to establish that the applicants had been physically affected by the nuisance. Moreover, applicants are not obliged to specify which of the rights under Article 8 (1) are claimed to be violated. Private life, family life and home are lumped together. Environmental pollution does not interfere in an individual's right to correspondence.

2.1.2 POSITIVE OBLIGATIONS

In the case *Marckx v. Belgium*[79] the Court inferred a positive obligation on states next to the duty of non-interference from the term 'respect' in Article 8 (1) ECHR. Hence, next to the negative obligation not to interfere with an individual's private-, family life and home, the State has to engage in activities to secure the effective enjoyment of these rights.[80] The Court emphasized that this obligation may also require the State to protect persons from the activities of other individuals that contravene the effective enjoyment of their rights. In the case *Fadeyeva v. Russia*[81] the Court for the first time held a state responsible for damage caused by a private company. The Court ruled that governments are legally responsible for preventing serious damage to their citizens' health caused by pollution from industrial installations, even when they are privately owned and run.

Whether there rests a positive obligation on states in a specific situation is unclear. Positive obligations are interpreted into Article 8 to make the enjoyment of it more effective. This effectiveness needs to be found in a rather ambiguous word: respect. The notion of respect is not clear-cut and differs per country due to the contrasting conditions and circumstances in contracting states.[82] This leaves the States a wide margin of appreciation in deciding when positive action is needed.

In the Case *Rees v. The United Kingdom* the Court established a test in determining whether or not a positive obligation exists.[83] This fair balance test is:

---

77 ECtHR, *Di Sarno and others v. Italy*, 10 January 2012 (Appl. no. 30765/08)

78 ECtHR, *Fägerskiöld v Sweden*, 25 March 2008 (Application No: 7664/04)

79 ECtHR, *Marckx v.Belgium*, 13 June 1979 (Appl.no. 6833/74). *See also*: ECtHR, *Abdulaziz, Cabales, and Balkandali v UK*, 28 May 1985 (Application nos. 9214/80; 9473/81; 9474/81) para 67

80 Ursula Kilkelly, 'The right to respect for private and family life. A guide to the implementation of Article 8 of the European Convention on Human Rights' (Human Rights handbooks, no. 1, 2003) 20

81 ECtHR, *Fadeyeva v. Russia*, 9 June 2005 (Appl.no. 55723/00). In the case ECtHR, *López Ostra v. Spain*, 9 December 1994 (Appl.no. 16798/90), which was decided more than 10 years before Fadeyeva v. Russia, the court decided similar, but this concerned a partly-public partly-private waste plant in Spain

82 ECtHR, *Abdulaziz, Cabales, and Balkandali v UK*, 28 May 1985 (Application nos. 9214/80; 9473/81; 9474/81) para 67

83 ECtHR, *Rees v. the United Kingdom*, 17 October 1986 (Appl.no. 9532/81) para 37

> 'In determining whether or not a positive obligation exists, regard must be had to the fair balance that has to be struck between the general interest of the community and the interests of the individual.'

In determining the steps to be taken to ensure compliance with this positive obligation the margin of appreciation is of major importance.

The fair balance test is an odd man out in the structure of this provision. To illustrate this, if the Court decides that the state did not establish a fair balance, paragraph 1 of Article 8 has been violated.[84] Consequently, there is no room left to examine the violation for its justification under the limitation clause of paragraph 2. This follows from the Court in *Rees v. The United Kingdom*:

> 'In striking this balance the aims mentioned in the second paragraph of Article 8 may be of a certain relevance, although this provision refers in terms only to "interferences" with the right protected by the first paragraph - in other words is concerned with the negative obligations flowing there from.'[85]

The Court refined its stance and brought the balance-tests from paragraph 1 and 2 closer together in the case of *Lopez Ostra v. Spain* by stating:

> 'Whether the question is analysed in terms of a positive duty on the State - to take reasonable and appropriate measures to secure the applicant's rights under paragraph 1 of Article 8 (...), or in terms of an "interference by a public authority" to be justified in accordance with paragraph 2, the applicable principles are broadly similar. In both contexts regard must be had to the fair balance that has to be struck between the competing interests of the individual and of the community as a whole, and in any case the State enjoys a certain margin of appreciation. Furthermore, even in relation to the positive obligations flowing from the first paragraph of Article 8, in striking the required balance the aims mentioned in the second paragraph may be of a certain relevance.'[86]

2.1.2.1 KINDS OF POSITIVE OBLIGATIONS

The positive obligations of states under Article 8 ECHR are of several kinds. Firstly, in case there is a potentially harmful activity that contravenes domestic rules, 'the national authorities need to take the necessary steps to end it or ensure that it conforms to the rules in force'.[87] This could include obligations to regulate and control harmful activities by licensing, setting up, operation, security and supervision of dangerous activities. This kind of positive obligation was the case in *Fadeyeva v. Russia,* where the state had failed

---

84 See: ECtHR, *Fadeyeva v. Russia*, 9 June 2005 (Appl.no. 55723/00); ECtHR, *Taşkın and Others v. Turkey*, 10 November 2004 (Appl. no. 46117/99); ECtHR, *Giacomelli v. Italy*, 2 November 2006 (Appl. no: 59909/00)

85 ECtHR, *Rees v. the United Kingdom*, 17 October 1986 (Appl.no. 9532/81) para 37

86 ECtHR, *López Ostra v. Spain*, 9 December 1994 (Appl.no. 16798/90) para 51

87 Jean-Francois Akandji-Kombe, 'Positive obligations under the European Convention on Human Rights. A guide to the implementation of the European Convention on Human Rights'(Council of Europe, 2007)

to protect Ms. Fadeyeva's health from long-term exposure to pollution from a Severstal steel plant. The State failed to resettle inhabitants, contrary to a Decree of the Council of Ministers of the RSFSR and operated in breach of domestic environmental standards., by either resettling her away from the plant or reducing its pollution level. Positive obligations of this kind were also at stake in the case of *Lopez Ostra v. Spain,* the waste-treatment plant at issue was illegal in that it operated without the necessary license and the municipal authorities resisted judicial decisions to take steps to protect the applicant's right. In *Guerra and Others v. Italy,* the violation was of a similar kind, as the applicants had been unable to obtain information that the State was under a statutory obligation to provide.

Secondly, 'where a State must determine complex issues of environmental and economic policy, the decision-making process must firstly involve appropriate investigations and studies in order to allow them to predict and evaluate in advance the effects of those activities which might damage the environment and infringe individuals' rights and to enable them to strike a fair balance between the various conflicting interests at stake'.[88] The Court applies a wide margin of appreciation in this respect. It does not express a clear threshold for which kind of policies these investigations and studies are or are not obliged, though in line with the threshold for having an arguable claim under Article 8, 'the environmental hazard at issue needs to attains a level of severity resulting in significant impairment of the applicant's ability to enjoy her home, private or family life'.[89] The assessment of that minimum level is relative and depends on all the circumstances of the case, such as the intensity and duration of the nuisance and its physical or mental effects on the individual's health or quality of life.[90] The Court seems to believe the states are in a better place to assess when and whether investigations and studies are needed. Therefore the states are in the position of determining the threshold for investigation and studies, mainly by their legislation on 'Environmental Impact Assessment (EIA).' Member states of the EU have based this EIA on the EC Directives concerning Environmental Impact Assessment[91]. The Court solely assesses whether these impact assessments have been conducted properly and in a complete way. In *Hatton a.o. v. the United Kingdom* (Grand Chamber) the Court emphasized: 'this does not mean that decisions can only be taken if comprehensive and measurable data are available in relation to each and every aspect of the matter to be decided'. The Court's case law also shows that no such thing as a 'human-rights-impact-assessment' is needed to predict and evaluate in advance the effects of those activities which might damage the environment and infringe individuals' rights.

Thirdly, in the light of Article 8 there rests a positive duty on states to create public access to the conclusions of the aforementioned studies and to information which

---

88 ECtHR, *Hatton a.o. v. the United Kingdom* (Grand Chamber), 8 July 2003 (Appl.no.36022/97) para 128; ECtHR, *Taşkın and Others v. Turkey*, 10 November 2004 (Appl. no. 46117/99) para 119. See also: ECtHR, *Grimkovskaya v. Ukraine*, 21 July 2011 (Appl. no: 38182/03)

89 ECtHR, *Grimkovskaya v. Ukraine*, 21 July 2011 (Appl. no: 38182/03)

90 Ibid.

91 Directive 85/337/EEC (known as 'Environmental Impact Assessment' – EIA Directive); Directive 2001/42/EC (known as 'Strategic Environmental Assessment' – SEA Directive)

would enable members of the public to assess the danger to which they are exposed.[92] This positive duty on states is of general nature and not restricted to governments engaged in hazardous activities.[93]

Fourthly, public participation in environmental decision-making needs to be safeguarded, for ensuring rights protected by Article 8.[94] The lack of participation from the beginning of the procedure for a proposed development, 'when all options are open and effective public participation can take place[95]' can lead to a violation of Article 8. Due account needs to be taken of the outcome of the public participation in reaching the final decision, which must also be made public.[96] No violation solely based on this ground has occurred so far, though it is highly related to access to information as mentioned above and appeal to the court as mentioned hereafter.

Fifthly, 'the individuals concerned must be able to appeal to the domestic court against any decision, act or omission where they consider that their interests or their comments have not been given sufficient weight in the decision-making process'.[97] It is the Courts well-established case law that these implicit procedural requirements are integrally part of Article 8. The Court built its case-law concerning Article 8 of the Convention in matters of environmental protection largely on the basis of principles enshrined in the Aarhus Convention on Access to Information, Public Participation in Decision-making and Access to Justice in Environmental Matters (ECE/CEP/43). The Aarhus Convention is of importance for the interpretation of the positive obligation of States in the light of Article 8 ECHR.

Lastly, the precautionary principle can impose a duty for positive intervention on States. The precautionary principle comes down to the idea that if there are reasonable scientific grounds for believing that a product may cause adverse health effects, it should not be on the market or in case of wind turbines, in operation, until scientific evidence proofs that the benefits outweighs the costs or risks. In the case of *Tatar v. Romania*, which was decided in 2009 the Court for the first time explicitly found a violation of the precautionary principle. In that case, the absence of certainty with regard to current scientific and technical knowledge could not justify any delay on the part of the State in adopting effective and proportionate measures'[98]

In sum the ECtHR has derived the following types of positive obligations from the Convention. When the potentially harmful activity contravenes domestic rules, the national authorities need to take the necessary steps to end it or ensure that it conforms

---

92 ECtHR, *Guerra and others v. Italy*, 19 Februari 1998 (Appl.no. 14967/89) para. 60; ECtHR, *McGinley and Egan v. The United Kingdom*, 9 June 1998 (Appl. no. 21825/93, 23414/94) para 97; ECtHR, *Hasan Taskin v. Turkey*, 13 September 2005 (Appl. no: 71913/01) para. 119

93 ECtHR, *Öneryildiz v. Turkey* (Grand Chamber), 30 November 2004 (Appl.no. 48939/99). Via: Daniel García San José, 'Environmental protection and the European Convention on Human Rights, (Council of Europe Publishing, 2005) 65

94 ECtHR, *Grimkovskaya v. Ukraine*, 21 July 2011 (Appl. no: 38182/03) para 69

95 Aarhus Convention on Access to Information, Public Participation in Decision-making and Access to Justice in Environmental Matters (ECE/CEP/43), 1998, Article 6 para 4

96 ECtHR, *Taşkın and Others v. Turkey*, 10 November 2004 (Appl. no. 46117/99), para. 99

97 ECtHR, *Hatton a.o. v. the United Kingdom* (Grand Chamber), 8 July 2003 (Appl.no.36022/97), para 127-1288; ECtHR, *Hasan Taskin v. Turkey*, 13 September 2005 (Appl. no: 71913/01) para 119

98 ECtHR, *Tatar v. Romania*, 27 January 2009 (Application No: 67021/01)

to the rules in force. States must undertake appropriate investigations and studies in order to allow them to predict and evaluate in advance the effects of those activities and safeguard the individual procedural rights to access to information, public participation in decision making and access to justice in environmental matters, such as wind turbine nuisance. Moreover, the absence of certainty with regard to scientific and technical knowledge can result in the positive obligation to adopt effective and proportionate measures.

2.2 THE JUSTIFICATION TEST OF ARTICLE 8 (2)

The essential object of Article 8 is preventing the government, the police or other state bodies to interfere with the rights protected. On the state rests a negative obligations to refrain from taking certain action, unless these actions can be justified under the second paragraph of the Article. Article 8 (2) reads:

> 'There shall be no interference by a public authority with the exercise of this right except such as is in accordance with the law and is necessary in a democratic society in the interests of national security, public safety or the economic well-being of the country, for the prevention of disorder or crime, for the protection of health or morals, or for the protection of the rights and freedoms of others.'

This chapter will describe the line of reasoning of the Court related to these justifications in cases related to environmental pollution. These criteria as set out in the second paragraph are applicable to negative state obligations. However, these are relevant to the fair balance test of paragraph 1 as well. In what follows, first it will be discussed what an interference is and when is it justified. Thereafter, the elements 'in accordance with the law', 'legitimate aim' and 'necessary in a democratic society' will consecutively be set out.

2.2.1 EXISTENCE OF AN INTERFERENCE

Article 8 (2) states '*there shall be no interference by a public authority,'* except if the state complies with a specific set of requirements. To define the scope of Article 8, the question what this '*inference by a public authority'* means, needs to be answered. Interferences can constitute of restrictions and formalities, such as the existence of a law or the requirement of a permit or even the denying of a permit. [99] Interferences can also constitute of penalties.

Interferences can also relate to positive obligations, as is mostly the case in environmental degradation cases. In the case of *Lopez Ostra v. Spain* the State interfered in the health and well-being of the applicants through the hazardous operation of industrial facilities, by not taking the necessary steps to stop the alleged harmful effects of the plant from affecting the applicant and her family.[100] Similar interferences have been adopted in cases where the State failed to suspend operation of a plant that

[99] Douwe Korff, 'The standard approach under Article 8-11 ECHR and Article 2 ECHR' (2008) 2. See also: ECtHR, *Dudgeon v. the United Kingdom*, 22 October 1981 (Appl. no 7525/76)

[100] ECtHR, *López Ostra v. Spain*, 9 December 1994 (Appl.no. 16798/90)

generate toxic emissions[101] or stop excessive noise of a nightclub.[102] Additionally, interference in the health and well-being of the applicant has been accepted where the authorities allowed the operation of a gold mine so as to create risks to human health and the environment, contrary to the decisions of a national administrative court.[103] An interference can also be related to procedural positive obligations. Examples are: failing to provide information about risk factors and how to proceed in the event of an accident at the nearby privately owned chemical factory, or in case of exposure to toxic chemicals during tests related to chemical weapons or methane-gas explosion in a garbage dump.[104]

Having this said, it is obvious that there is no clear distinction between positive obligations and interferences. Positive obligations can be distinguished from negative obligations by the requirement of positive intervention, given that the latter requires to refrain from interference. The Court expressed: 'The boundaries between the State's positive and negative obligations under this provision do not lend themselves to precise definition'.[105] Therefore the following phrase is resorted to by the Court often:

> 'Whether the present case be analyzed in terms of a positive duty on the State to take reasonable and appropriate measures to secure the applicants' rights under paragraph 1 of Article 8 or in terms of an "interference by a public authority" to be justified in accordance with paragraph 2, the applicable principles are broadly similar'.[106]

It is up to the applicant to show the State interferes with the rights protected in Article 8 ECHR. If the applicant cannot establish the certainty of the material damage which would constitute the interference, it is sufficient to demonstrate the likelihood that the interference occurred.[107] The State then bears the onus to prove that that interference was lawful and justified under Article 8 (2) ECHR.

2.2.1.1 INTERFERENCES JUSTIFIED?

Inferences with the rights protected in Article 8 (1) must fulfill all the criteria listed in Article 8 (2). These interferences need to be 'in accordance with the law', 'pursue a legitimate aim or aims' and be 'necessary in a democratic society'. Interferences stemming from negative obligations are strictly tested on its accordance with these limited list of criteria. In case of interferences stemming from positive obligations the test of accordance with these criteria is applied more loosely. In what follows, the scope

---

[101] ECtHR, *Giacomelli v. Italy*, 2 November 2006 (Appl. no: 59909/00); ECtHR, *Fadeyeva v. Russia*, 9 June 2005 (Appl.no. 55723/00)

[102] ECtHR, *Moreno Gómez v. Spain*, 16 November 2004 (Appl.no. 4143/02)

[103] ECtHR, *Taşkın and Others v. Turkey*, 10 November 2004 (Appl. no. 46117/99)

[104] ECtHR, *Guerra and others v. Italy*, 19 Februari 1998 (Appl.no. 14967/89); ECtHR, *Roche v. The United Kingdom*, 19 Oktober 2005 (Appl. no. 32555/96); ECtHR, *Öneryildiz v. Turkey* (Grand Chamber), 30 November 2004 (Appl.no. 48939/99)

[105] ECtHR, *Keegan v. Ireland*, 26 May 1994 (Appl. No. 16969/90)

[106] ECtHR, *Powell & Rayner v. the United Kingdom*, 21 February 1990 (Appl.no. 9310/81) para 41; See also: ECtHR, *López Ostra v. Spain*, 9 December 1994 (Appl.no. 16798/90) para 51

[107] Ursula Kilkelly, 'The right to respect for private and family life. A guide to the implementation of Article 8 of the European Convention on Human Rights' (Human Rights handbooks, no. 1, 2003) 23

of these criteria will be set out in relation to the environmental pollution case law under 8 ECHR.

2.2.2 IN ACCORDANCE WITH THE LAW

An interference with Article 8 (1) is permissible if it is in accordance with the law. 'Law' refers to a proper legal basis and includes not only primary legislation, but also subsidiary rules and judicial case law. Consequently, non-binding guidelines and administrative practice fall outside the scope of this concept of law.[108] The Court assesses, next to the assessment whether the interference is in accordance with the law, the quality of the law. In doing so, it examines whether the rules that authorize the interference is compatible with the rule of law, accessible and sufficiently clear and precise to be foreseeable in its application.[109] This foreseeability requirement means: 'The law needs to be formulated with sufficient precision to enable individuals, if necessary with appropriate advice, to foresee, to a degree that is reasonable in the circumstances, the consequences which a given action may entail'.[110] Some areas of law require more discretion than others and it is not always possible to phrase rules with absolute precision. The area of environmental pollution and in particular wind turbine noise is an area in which the law quickly evolves. Constant developments in scientific knowledge and related policy adjustments in this field have led to less precisely defined laws. However, this does not seem to be bothered by this; it solely applies a marginal test and has barely judged there was no national legal basis. Additionally, the Court it merely seems to demand there are procedural safeguards in place, to make sure the rule is not arbitrarily applied. In the case *Kyrtatos v. Greece* the Court even leaves out this criterion in its assessment.[111]

2.2.3 LEGITIMATE AIM OF INTERFERENCE

If the interference is 'in accordance with the law', it needs to be assessed whether the interference pursues a legitimate aim. These aims are listed in Article 8 (2), being in the interest of: national security, public safety, the economic well-being of the country, the prevention of disorder or crime, the protection of health or morals, and the protection of the rights and freedoms of others. Although this is an exhaustive list, the grounds are so broad, the State usually does not find it difficult to find a suitable legitimate aim for which the interference was imposed. In *Fagerskiold v Sweden*[112] interference with the rights was even justified by the contribution to sustainable development provided by the wind turbine.

In case of environmental pollution the economic well-being of the country is often used as the ground for justifying state interference. In the case *Fadeyeva v. Russia*,

---

[108] ECtHR, *Malone v. The United Kingdom*, 2 August 1984 (Application No. 8691/79); ECtHR, *Khan v. The United Kingdom*, 12 may 2000, (Application No. 35394/97)

[109] ECtHR, *Malone v. The United Kingdom*, 2 August 1984 (Application No. 8691/79) paras 66/ 67/68; ECtHR, *Sunday Times v. The United Kingdom*, 26 April 1979 (Application No. 6538/74) para 49; ECtHR, *Silver and others v. The United Kingdom*, 25 March 1983 (Application Nos. 5947/72, 6205/73, 7052/75, 7061/75, 7107/75, 7113/75, 7136/75) paras 87/88/ 90

[110] ECtHR, *Margareta and Roger Andersson v. Sweden*, 25-02-1992 (Appl. no. 12963/87) para 75

[111] ECtHR, *Kyrtatos v. Greece*, 22 May 2003 (Appl.no. 41666/98). Judge Zagrebelsky expresses in his dissenting opinion that the interference by the State failed to comply with the criteria of 'in accordance with the law' and as a consequence should have led to a violation of Article 8

[112] ECtHR, *Fägerskiöld v Sweden*, 25 March 2008 (Application No: 7664/04)

for example, the Court agreed that the continuing operation of the steel-plant in question contributed to the economic system of the Vologda region and, to that extent, served a legitimate aim within the meaning of § 2 of Article 8. In *Powell and Rayner v the United Kingdom* the Court decided the economic well-being of the country to be a legitimate aim, even in case the negative consequences on the environment could not be entirely eliminated. The Court expressed in *Hatton a.o. v. the United Kingdom* (chamber judgment) that although the economic well-being is a legitimate aim, 'in the particularly sensitive field of environmental protection, mere reference to the economic well-being of the country was not sufficient to outweigh the rights of others'.[113]

2.2.4 NECESSARY IN DEMOCRATIC SOCIETY

The last step to be taken in the test of Article 8 (2) is determining whether the interference is necessary in a democratic society. An interference will be considered necessary in a democratic society to achieve the legitimate aim if it corresponds to a pressing social need.[114] The national authorities have a certain margin of appreciation in deciding whether this need exists. This evaluation, however, remains subject to review by the ECHR for conformity with the Convention.

Another aspect of the 'necessity-criterion' is that the interference needs to be proportionate to the legitimate aims pursued.[115] More specifically, there needs to be proportionality between the means employed and the aim sought to be achieved. As being part of the proportionality criterion, the Court must determine whether the reasons adduced by the national authorities to justify the interference were relevant and sufficient. Additionally, procedural matters have increasingly been taken into account as well. The term necessary implies that the legitimate aim that is pursued by the interference cannot be achieved by less restrictive measures and is achieved 'in the least onerous way as regards human rights'.[116] However, this does not mean that least restrictive alternative needs to be chosen by the State; it is sufficient if the State at least tries to find the least restrictive alternative.

The proportionality criterion also refers to a fair balance between the general interest of the community and the rights of the individual. This fair balance test, included implicitly in paragraph 2, is similar to the fair balance test of paragraph 1. If the balance of interests had not been properly struck or no relevant and sufficient reasons had been given for the interference, the Court concludes there is a violation of Article 8. This balancing test is guided by a number of criteria, to provide a foothold in the assessment. These criteria are similar as mentioned above, in discussing the fair balance test of Article 8 (1). For completeness' sake, these are shortly mentioned again. First, the interest to be protected from interference can be of influence. Rights, such as the right to sleep at night are more fundamental than others, thus more difficult to justify. Second, the nature of the interference demands that stronger justification is needed for more far reaching interferences. An example is the difference between interfering in the applicants health instead in its well-being. Third, different legitimate aims correspond to the need for less or more justification. Protecting the national security, for example, is

[113] ECtHR, *Hatton a.o. v. the United Kingdom* (chamber judgment), 2 October 2001 (Appl.no. 36022/97)
[114] ECtHR, *Olsson v. Sweden*, 24 March 1988 (Appl. no. 10465/83)
[115] ECtHR, *Olsson v. Sweden*, 24 March 1988 (Appl. no. 10465/83)
[116] ECtHR, *Peck v. The United Kingdom*, 28 January 2003 (Appl. no. 44647/98)

easier to justify than the economic well-being of the country. Lastly, pressing social need is not a static factor. The more there is a pressing social need for a specific interference, the less justification is needed to comply with Article 8 ECHR.

Finally, the phrase 'in a democratic society' creates room to examine the interference of a State in the light of what that specific society requires. The standards set by the Council of Europe and its Member States are the main yardstick in this, though other COE Conventions, and law and practice in Member State can be of influence. These sources can show the extent of agreement on an issue and can indicate what the specific democratic society needs. [117]

2.3 THE MARGIN OF APPRECIATION

States have a certain degree of discretion in determining whether measures taken by that State are in compliance with Article 8. This discretion was first established in *Handyside v. the United Kingdom*, in which was held that 'state authorities are in principle in a better position than the international judge to give an opinion on the (…) "necessity" of a "restriction" or "penalty"'.[118] Although this was a case under Article 10 ECHR, the concept is equally applicable in 8 ECHR cases. This margin does not give the contracting states an unlimited power of appreciation; the ECtHR gives the final ruling on whether interference can be justified under Article 8 (2). This margin is of importance for two sets of circumstances. Namely, when needs to be determined whether the interference of the State is justifiable under Article 8 (2) or whether the state has fulfilled its positive obligation.

For the purpose of this study, there is a need to determine the extent of the margin, regarding the respect for private and family life under Article 8 ECHR in environmental pollution cases. In general states have been granted a wide margin of appreciation in environmental cases.[119] The extent of the margin mainly seems to depend on the nature of the right affected by the environmental interference and its importance for the applicant.[120] As noted by Daniel García San José in a Council of Europe publication[121] the Court will grant a narrower margin of appreciation for the national authorities and will carry out a strict review of the way the authorities have complied with their positive obligations under Article 8 to ascertain whether a fair balance has been struck,

> 'if the right at stake is one of the core rights and freedoms in the Convention (e.g. some intimate aspect of a person or his physical or mental health under Article 8) and not merely the most generic aspect of those (in Article 8, e. g., the right to respect of the home and well-being of a person)'.[122]

---

[117] Ibid.

[118] ECtHR, *Handyside v. the United Kingdom*, 12 December 1976 (Appl.no. 5493/72), para 48

[119] ECtHR, *Buckley v. the United Kingdom*, 25 September 1996 (Appl. no. 20348/92)para 74-77; ECtHR, *Powell & Rayner v. the United Kingdom*, 21 February 1990 (Appl.no. 9310/81) para 44; ECtHR, *Hatton a.o. v. the United Kingdom* (Grand Chamber), 8 July 2003 (Appl.no.36022/97) para 100; ECtHR, *Dubetska and others v. Ukraine*, 10 Februari 2011 (Appl. no: 30499/03) para 141

[120] See: Daniel García San José, 'Environmental protection and the European Convention on Human Rights, (Council of Europe Publishing, 2005) 68

[121] Ibid.

[122] Ibid, 58

In this distinction between 'health' and 'well-being', the right to sleep at night has undoubtedly been closely linked to the right to health.[123] In case there is an environmental interference in the core rights of Article 8, the margin of appreciation is limited. The interests of the individuals are then very important and need to be taken into serious consideration by the State. On the contrary, when the right at stake is not a core right of Article 8, the authorities are left a wider margin of appreciation. The State then has more leeway in balancing the interest. Seeing the above drawn conclusion that it is sufficiently plausible that wind turbine noise causes adverse health effects, the margin of appreciation in establishing a fair balance between the interests is limited. The extent to which the margin is limited depends on the seriousness of the health effects.

[123] See for example: ECtHR, *Moreno Gómez v. Spain*, 16 November 2004 (Appl.no. 4143/02)

3 CONCLUSION

The European Convention on Human Rights does not encapsulate any individually justiciable rights to live in a healthy environment. In the meantime, the European human right perspective on environmental law and policy is continuously developing and the Court is facing new challenges over and over again.

To this day, the health effects reported by individuals living in close proximity to wind turbines are poorly understood. Reasons for this can be found in difficulties in measuring wind turbine noise as well as the limited amount of valid and reliable scientific research in this area. Obviously there are currently knowledge gaps in this area, though there is sufficient reliable evidence, showing there is a significant probability of adverse health effects for human beings living within 1,5-2.0 km of wind turbines. Systematic studies find a causal link between annoyances and sleep disturbance. It is plausible that annoyance and sleep disturbance will lead to other symptoms, such as stress or psychological distress, inner ear symptoms, headaches, excessive tiredness, and reduction of quality of life. Wind turbine noise pollution therefore intervenes with the health and well-being of people living in close proximity.

Wind turbine noise is part of the concept of environmental pollution. There is no doubt the Court made a considerable contribution to the concept of environmental protection, due to the broad interpretation of the right to home, private- and family life under Article 8 of the Convention. Today, 'severe environmental pollution may affect individuals well being and prevent them from enjoying their homes in a way as to affect their private and family life adversely, without however seriously endangering their health'.[124] The Court decided various types of environmental pollution cases caused, where state (in-)action interfered with the well-being and health of individuals. The circumstances under which wind turbine noise pollution can lead to a violation of Article 8 ECHR can therefore be distilled from its case law.

Firstly, the applicants needs to be directly and seriously affected by the noise of the wind turbine. They need to show they are personally exposed to a danger that is not only serious but also specific and imminent. Sufficiently severe disturbance does not require actual damage to health. With regard to the latter, the Courts decision in Tatar v. Romania, where a violation of the precautionary principle was concluded, is of great importance to environmental pollution cases. Such cases often concerns a complaint of supposed damage and health risks. It is highly recommendable the Court continues its chosen path according to which the absence of certainty with regard to current scientific and technical knowledge could not justify any delay on the part of the State in adopting effective and proportionate measures.

Secondly, wind turbine noise interferes not only in the well-being of a person, but in its health as well. Therefore the normally wide margin of appreciation in environmental cases is limited. Especially since the right to sleep is regarded part of human health and one of the core rights protected under the Article. This limited margin of appreciation places increased demands on the justification of States for their (non-)interference. Relevant and sufficient reasons are needed to justify the interference.

Thirdly, if a State fails to comply with the positive obligations that are interpreted in the Article, there will be a violation of Article 8. The positive obligations imposed on

[124] ECtHR, *López Ostra v. Spain*, 9 December 1994 (Appl.no. 16798/90) para 51

States are comprehensive and versatile. The varied range of positive obligations tremendously extended the amount of legal protection offered by Article 8. When the wind turbine activity contravenes domestic rules, the national authorities need to take the necessary steps to end it or ensure that it conforms to the rules in force. States must undertake appropriate investigations and studies in order to allow them to predict and evaluate in advance the effects of the noise and safeguard the individual procedural rights to access to information, public participation in decision making and access to justice. The absence of certainty with regard to scientific and technical knowledge, as is the case for wind turbine noise pollution and infrasound in particular, can imply the duty of the State to interfere.

Fourthly, almost every action taken or not taken by a State can constitute an interference. The two justification-criteria, demanding that an interference needs to be in accordance with the law and pursue a legitimate aim, are not stringently applied by the Court. Therefore these criteria do not function as a proper assessment tool for (un)justified interferences. The criteria that the interference needs to be necessary in a democratic society, however, is more stringent and functions as the heart of the justification test. Both the circumstances that there is a pressing social need for the interference or no proportionality between the means employed and the aim sought to be achieved, leads to a violation of Article 8. The presence of other methods of sustainable development that interfere less in the health and well-being of individuals as well as the possibility of building wind turbines at sea or in more remote area's can possibly lead to the verdict that there is no pressing social need or proportionality.

Fifthly, the circumstance that a fair balance is lacking between the general interest of the community and the rights of the individual leads to a violation of Article 8 ECHR. The limited margin of appreciation means that weight should be given to the right to live in a healthy environment of the individual. The fair balance test as used by the Court to balance the protection of commercial development and the economic well-being of the country with the protection of health and well-being of individuals living in the vicinity of wind turbines is the core of European human right protection in cases of wind turbine noise pollution. This test leaves much room for the Court to include all relevant reasons and aspects.

BIBLIOGRAPHY

Articles, books and working papers

Akandji-Kombe J, 'Positive obligations under the European Convention on Human Rights. A guide to the implementation of the European Convention on Human Rights' (Council of Europe, 2007)

Berglund B, Hassmen P and Job RF, 'Sources and Effects of Low-Frequency Noise'(1996) 99(5) Journal of the Acoustical Society of America 2985

Berglund B., T. Lindvall, DH Schwela, K.-T. Goh, 'Guidelines for Community Noise,' (Geneva, World Health Organization, 1999)

Colby WD, Dobie R, Leventhall G, Lipscomb DM, McCunney RJ, Seilo MT, Søndergaard B, 'Wind Turbine Sound and Health Effects: An Expert Panel Review' (prepared for American Wind Energy Association and Canadian Wind Energy Association, 2009)

Frey BJ and Hadden PJ, 'Noise radiation from Wind Turbines Installed near Homes: Effects on Health (2007) <http://docs.wind-watch.org/wtnoisehealth.pdf> accessed 22 July 2012

García San José D, 'Environmental protection and the European Convention on Human Rights, (Council of Europe Publishing, 2005)

Hanning C, 'Sleep Disturbance and Wind Turbine Noise' (2009)

Harrisson JP, 'Wind Turbine Noise, (2011) 31:256 Bulletin of Science Technology & Society <http://bst.sagepub.com/content/31/4/256>, accessed 3 August 2012

Harry A, 'Wind turbines, noise and health' (2007)

Horner B, Jeffery RD, Krogh CME, 'Literature Reviews on Wind Turbines and Health: Are They Enough?'(2011) 31:399 Bulletin of Science Technology & Society <http://bst.sagepub.com/content/31/4/399>, accessed 1 August 2012

Janssen SA, Vos H, Eisses AR and Pedersen E, 'A comparison between exposure response relationships for wind turbine annoyance due to other noise sources', (2011, Acoustical Society of America 130 (6))

Kilkelly U, 'The right to respect for private and family life. A guide to the implementation of Article 8 of the European Convention on Human Rights' (Human Rights handbooks, no. 1, 2003)

Korff D, 'The standard approach under Article 8-11 ECHR and Article 2 ECHR' (2008)

Krogh CME, Gillis L, Kouwen N and Armani J, 'WindVOiCe, a Self-Reporting Survey: Adverse Health Effects, Industrial Wind Turbines, and the Need for Vigilance Monitoring' (2011) 31:334 Bulletin of Science Technology & Society <http://bst.sagepub.com/content/31/4/334>, accessed 31 July 2012

Leventhall G and others, 'A Review of Published Research on Low Frequency Noise and its Effects (Report for Defra: U.K. Department for Environment, Food and Rural Affairs, 2003) <http://archive.defra.gov.uk/environment/quality/noise/research/lowfrequency/ > accessed 22 July 2012

Leventhall G, 'Infrasound from Wind Turbines – Fact, Fiction or Deception' (2006) 24(2) Canadian Acoustics

Leventhall G (2007) 93(1-3) Progress in Biophysics and Molecular Biology 130

Leventhall G, Oerlemans S, Bullmore A, Søndergaard B, Berg van den F, Hessler D, Bastasch M, 'Wind Turbines Noise: How it is Produced, Propagated Measured and Received' (Multi-Science Publishing, 2011)

Maschke C, 'Introduction to the Special Issue on Low Frequency Noise' (2004) 6(23) Noise and Health 1

McMurtry RY, Towards a Case Definition of Adverse Health Effects in the Environs of Industrial Wind Turbines: Facilitating a Clinical Diagnosis' (2011,) 31:316 Bulletin of Science Technology & Society <http://bst.sagepub.com/content/31/4/316>, accessed 31 July 2012

Miller C, 'Environmental Rights in a Welfare State? A Comment on DeMerieux', (2003) 23 (1) Oxford Journal of Legal Studies

Nissenbaum M, '*Mars Hill wind turbine project health effects: Preliminary findings (2009)* <http://www.windaction.org/?module=uploads&func=download&fileId=1798 > accessed 1 August 2012

Nissenbaum M, Aramini J, Hanning C, 'Adverse health effects of industrial wind turbines: a preliminary report (10th International Congress on noise as a Public Health Problem, 2011)

Pedersen E, Persson Waye K, 'Perception and annoyance due to wind turbine noise—a dose-response relationship', (2004) 116 J. Acoust. Soc. Am.

Pedersen E and Persson Waye K, 'Wind turbine noise, annoyance and self-reported health and well-being in different living environments', (2007) 64 Occ. Environ. Med.

Pedersen E, van den Berg F, Bakker R, Bouma J, 'response to Noise from Modern Wind Farms in The Netherlands (2009) 126(2) Journal of the Acoustical Society of America 634

Pedersen OW, 'European Environmental Human Rights and Environmental Rights: A Long Time Coming?' (2008), 21(1) Georgetown International Environmental Law Review, available at <http://ssrn.com/abstract=1122289>, accessed 1 August 2012

Phillips CV, 'Properly Interpreting the Epidemiologic Evidence About the Health Effects of Industrial Wind Turbines on Nearby Residents' (2011) 31:303 Bulletin of Science Technology & Society <http://bst.sagepub.com/content/31/4/303>, accessed 22 July 2012

Phipps R, Amati M, McCoard S and Fisher R, 'Visual and noise effects reported by residents living close to Manawatu wind farms: Preliminary survey results' (2007)

Pierpont N, 'Wind turbine syndrome: A report on a natural experiment' (2009, Santa Fe, NM: K-Selected Books)

Roberts M and Roberts J, 'Evaluation of the Scientific Literature on the Health Effects Associated with Wind Turbines and Low Frequency Sound', (prepared for Wisconsin Public Service Commission, Exponent, 2009)

Rogers A, Manwell J and Wright S, 'Wind turbine acoustic noise' *(*A white paper prepared by the Renewable Energy Research Laboratory, Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Massachusetts, 2006)

Salt AN and Kaltenbach JA, 'Infrasound From Wind Turbines Could Affect Humans' (2011) 31:296 Bulletin of Science Technology & Society <http://bst.sagepub.com/content/31/4/296>, 22 July 2012

Schall C, 'Public Interest Litigation Concerning Environmental Matters before Human Rights Courts: A Promising Future Concept?' (2008) 20:3 Journal of Environmental Law, Oxford University Press

Thorne B, 'The problems with noise numbers for wind farm noise assessment' (2011) 31:262 Bulletin of Science Technology & Society <http://bst.sagepub.com/content/31/4/262>, accessed 1 August 2012

Turgut NY, 'The European Court Of Human Rights And The Right To The Environment' (2007) 4(1) Ankara Law Review

Van den Berg GP, 'The Sounds of High Winds'(doctoral thesis, University of Groningen, 2006)

Vos J, 'On the Relevance of Non-Acoustic Factors Influencing the Annoyance Caused by Environmental Sound – A Literature Study'(Proceedings Internoise 2010) < http://www.vosanr.com/nl/publicaties/31-on-the-relevance-of-nonacoustic-factors-influencing-the-annoyance-caused-by-environmental-sound-a-literature-study.html> accessed 22 July 2012

Wagner S,Bareiss R, Guidati G, 'Wind Turbine Noise' (Springer: Berlin, 1996)

Waye K, 'Effects of Low-Frequency Noise on Sleep'(2004) 6(23) Noise and Health 87

van den Berg F, 'Criteria for wind farm noise: Lmax and Lden,' (2008) in Proceedings of the 7th European Conference on Noise Control, EURONOISE, Acoustics 08, Paris, France

Resolutions, regulations, conclusions & decisions

Aarhus Convention on Access to Information, Public Participation in Decision-making and Access to Justice in Environmental Matters (ECE/CEP/43), 1998

Directive 85/337/EEC (known as 'Environmental Impact Assessment' – EIA Directive)

Directive 2001/42/EC (known as 'Strategic Environmental Assessment' – SEA Directive)

Preamble to the Constitution of the World Health Organization as adopted by the International Health Conference, New York, 19-22 June, 1946; signed on 22 July 1946 by the representatives of 61 States (Official Records of the World Health Organization, no. 2, p. 100) and entered into force on 7 April 1948

Case law: European Court of Human Rights

ECtHR, *X v. Germany*, 13 May 1976 (Appl. no. 7407/76)

ECtHR, *Handyside v. the United Kingdom*, 12 December 1976 (Appl. no. 5493/72)

ECtHR, *Tyrer v. the United Kingdom*, 25 April 1978 (Appl. no. 5856/72)

ECtHR, *Sunday Times v. The United Kingdom*, 26 April 1979 (Application No. 6538/74)

ECtHR, *Marckx v.Belgium*, 13 June 1979 (Appl.no. 6833/74)

ECtHR, *Arrondelle v. United Kingdom*, 15 July 1980 (Appl. no. 7889/77)

ECtHR, *Dudgeon v. the United Kingdom*, 22 October 1981 (Appl. no 7525/76)

ECtHR, *Silver and others v. The United Kingdom*, 25 March 1983 (Application Nos. 5947/72, 6205/73, 7052/75, 7061/75, 7107/75, 7113/75, 7136/75)

ECtHR, *Malone v. The United Kingdom*, 2 August 1984 (Application No. 8691/79)

ECtHR, *Abdulaziz, Cabales, and Balkandali v UK*, 28 May 1985 (Application nos. 9214/80; 9473/81; 9474/81)

ECtHR, *Rees v. the United Kingdom*, 17 October 1986 (Appl.no. 9532/81)

ECtHR, *Inze v. Austria*, 28 October 1987 (Appl.no. 8695/79)
ECtHR, *Olsson v. Sweden*, 24 March 1988 (Appl. no. 10465/83)
ECtHR, *Powell & Rayner v. the United Kingdom*, 21 February 1990 (Appl.no. 9310/81)
ECtHR, S. v. France, 17 May 1990 (Appl. no. 13728/88)
ECtHR, *Margareta and Roger Andersson v. Sweden*, 25 February 1992 (Appl. no. 12963/87)
ECtHR, *Keegan v. Ireland*, 26 May 1994 (Appl. No. 16969/90)
ECtHR, *López Ostra v. Spain*, 9 December 1994 (Appl.no. 16798/90)
ECtHR, *Buckley v. the United Kingdom*, 25 September 1996 (Appl. no. 20348/92)
ECtHR, *Balmer-Schafroth and others v. Switzerland*, 26 August 1997 (Appl. no 22110/93)
ECtHR, *Guerra and others v. Italy*, 19 Februari 1998 (Appl.no. 14967/89)
ECtHR, *McGinley and Egan v. The United Kingdom*, 9 June 1998 (Appl. no. 21825/93, 23414/94)
ECtHR, *Khan v. The United Kingdom*, 12 may 2000 (Application No. 35394/97)
ECtHR, *Hatton a.o. v. the United Kingdom* (chamber judgment), 2 October 2001 (Appl.no.36022/97)
ECtHR, *Peck v. The United Kingdom*, 28 January 2003 (Appl. no. 44647/98)
ECtHR, *Kyrtatos v. Greece*, 22 May 2003 (Appl.no. 41666/98)
ECtHR, *Hatton a.o. v. the United Kingdom* (Grand Chamber), 8 July 2003 (Appl.no.36022/97)
ECtHR, *Taşkın and Others v. Turkey*, 10 November 2004 (Appl. no. 46117/99)
ECtHR, *Moreno Gómez v. Spain*, 16 November 2004 (Appl.no. 4143/02)
ECtHR, *Öneryildiz v. Turkey* (Grand Chamber), 30 November 2004 (Appl.no. 48939/99)
ECtHR, *Fadeyeva v. Russia*, 9 June 2005 (Appl.no. 55723/00)
ECtHR, *Hasan Taskin v. Turkey*, 13 September 2005 (Appl. no: 71913/01)
ECtHR, *Roche v. The United Kingdom*, 19 Oktober 2005 (Appl. no. 32555/96)
ECtHR, *Giacomelli v. Italy*, 2 November 2006 (Appl. no: 59909/00)
ECtHR, *Fägerskiöld v Sweden*, 25 March 2008 (Application No: 7664/04)
ECtHR, *Tatar v. Romania*, 27 January 2009 (Application No: 67021/01)
ECtHR, *Mileva and others v. Bulgaria*, 25 November 2010 (Appl. no: 43449/02, 21475)
ECtHR, *Dubetska and others v. Ukraine*, 10 February 2011 (Appl. no: 30499/03)
ECtHR, *Apanasewicz v. Poland*, 3 May 2011 (Appl. no: 6854/07)
ECtHR, *Grimkovskaya v. Ukraine*, 21 July 2011 (Appl. no: 38182/03)
ECtHR, *Di Sarno and others v. Italy*, 10 January 2012 (Appl. no. 30765/08)

Other documents (institutions as author or no author)

Commission, 'EU Guidance on Wind Energy Development in Accordance with the EU Nature Legislation' October 2010
The European Wind Energy Association, 'Wind in Power: 2011 European Statistics' (February 2012) <www.ewea.org> accessed 21 July 2012

Other sources

Telephone contact with Mrs. Vonk and Mrs. Kanis (30 March 2012)

Appendix A: Complaint at the European Court of Human Rights

La Greffe
Cour Européenne des Droits de l'Homme
Conseil de l'Europe
F– 67075 STRASBOURG CEDEX.
FRANCE

(Also) By fax: 0033 – 3 88 41 27 30

YOUR REFERENCE:
OUR REFERENCE:
IN THE MATTER OF: Bakker and others
UTRECHT, 12 June 2012

HANDLED BY:
mr. J. van de Riet

Email:
j.vande riet@amice-advocaten.nl

Honourable Court,

Under Article 34 of the European Convention on Human Rights (ECHR) and articles 45 and 47 of the Rules of Court, I hereby submit a petition on behalf of the following persons, who have authorized me (all of the authorisations are enclosed) for this purpose as per the attached authorizations.

I. The parties

A. Applicants:

1. **M.E. BAKKER, DUTCH CITIZEN, …**
2. **…**

The aforementioned persons have asked Mr mr. J. van de Riet, lawyer at Utrecht at the offices of Amice Advocaten BV (Emmalaan 23, PO Box 13112, 3507 LC Utrecht) to represent them in proceedings before the European Court of Human Rights as well as in any secondary proceedings of the European Convention on Human Rights, with respect to their petition as referred to in article 34 of the Convention, against the State of the Netherlands.

B. The High Contracting Party

This petition is directed against the High Contracting Party: The State of the Netherlands.

II. Statement of the facts

1. The municipality of Houten (the Netherlands) published its intention in the legally prescribed way in a door-to-door magazine, to grant a building permit and exemption of

the applicable land use plan to Eneco New Energy B.V. (now: Eneco Wind B.V.) for a wind farm at the Veerwagenweg and Heemsteedseweg in Houten. The wind farm consists of three wind turbines, a consumer substation and some related facilities. The application for the building permit was submitted on 24 May 2007.

2. The wind turbines are the type Vestas 90 2 Megawatt (hereinafter: Mw), which are to be set up in a straight line and have a hub height of 105 meters and a rotor diameter of 90 m, each with an electrical capacity of 2 Mw each. The total height of each wind turbine is 150 metres. Applicants live 309 meters or further from one of the turbines. Approximately 1,000 households are situated at a distance of < 1.5 km and approximately 1,500 households are situated at a distance of < 2.0 km from the wind turbines. The wind farm consists of three 150 meter high wind turbines (6 Mw) in total. After the aforementioned publication, the individuals could send their viewpoint to the municipality until 31 December 2009. All applicants have sent their viewpoints in time.

3. The municipality of Houten responded to the viewpoints, but the submitted viewpoints did not lead to changes or adaption in the intention to grant the building permit and exemption. The building permit and exemption were granted on 21 June 2010.

4. Petitioners appealed at the Court of Utrecht. On 4 May 2011 the Court decided 3 similar cases, which all concerned the same issue. These decisions can be found at www.rechtspraak.nl: LJN: BQ5252, Rechtbank Utrecht, SBR 10-2456, LJN: BQ5164, Rechtbank Utrecht, SBR 10/2305, LJN: BQ5237, Rechtbank Utrecht, SBR 10/2455). The Court of Utrecht declared several applicants inadmissible, for living at too great a distance from the wind farm, for failing to submit their view to the municipal council against the exemption and building permit for the wind farm, or for handing in their objections too late (as under the CHW). The Court of Utrecht declared the other applicants admissible. These applicants are residents living in the proximity of the location for the wind turbines and feared for noise pollution and shadow flickering of the blades. All the applicants also complained that the '*Crisis en Herstelwet'* (an Act that allows for shorter (court) procedures, specifically designed to speed up the realisation of construction projects), should not be applicable and that the effects of the wind farm on flora and fauna were insufficiently investigated. The applicants that were judged as admissible furthermore complained that the necessary exemption that was granted for the building permit should not be granted because there was no longer any legal assessment whatsoever regarding the noise standards contained in environmental legislation, through the commencement in effect of the Activities Act, such that the environmental permit that was also required for the relevant wind turbines retroactively went out of force. Furthermore they complained that the building permit caused unacceptable harm to their living and residential environment, whereby the weighing of interests unfairly came out to the advantage of the permit holder. Finally some applicants complained that alternative locations were erroneously not considered. The Court decided in favour of the municipality of Houten.

5. All applicants appealed to the '*Raad van State' (Council of State),* the highest Court. These cases can be found on: www.raadvanstate.nl, case numbers: 201106887/1, 201106769/1, 201107133/1, 201106997/1, 201106510 and 201107137/1. The Council of State declared most complaints ill-founded. It declared several complaints well-founded, but the effects of the decision did not lead to a ruling of annulment. The parties fear for

adverse health impacts and believe their right to respect for health, private and family life and home has been violated.

III. Statement of alleged violation(s) of the Convention and/or Protocols and of relevant arguments

6. Below applicants will explain in as much detail as possible what the complaints are under the convention. They will explicitly state to what convention rights applicants are taking recourse, and explain why the facts, as presented in summary above under II, represent a violation of those convention rights. Applicants claim that the Netherlands violated the following rights:

    - Article 6: Right to a fair trial
    - Article 8: Right to respect for private and family life
    - Article 13: Right to an effective remedy

A. National legal framework, relevant domestic law

7. Given the importance of explaining the violations of the convention, some knowledge concerning the applied regulations and legal rules is essential. It shall become clear that interim amendments, the ambiguities of certain legislative changes and the accumulation of these have led to unfair proceedings. In addition, it will also be substantiated in this context that the parties concerned are harmed in terms of their interests protected as per 8 ECHR.

8. On 1 July 2008 the Spatial Planning Act (new Wro) went into effect. Under the transitional provisions (article 9.1.10 of the Implementation Act Spatial Planning) with regard to an application for planning permission and a decision to grant this in accordance with an exemption as meant in article 19, second paragraph of the Act on Spatial Planning (old WRO), which was filed before 1 July 2008, the act as it existed before that time continues to apply. The present application for a building permit dates from 24 May 2007, so that the application should be assessed according to the predating version WRO (old). This assessment has taken place in the present case.

9. The Council of State ruled - according to the applicants, wrongly - that the present construction plan is subject to the Crisis and Recovery Act. The Crisis and Recovery Act (CHW) has been in force since 31 March 2010. This law allows for shorter legal procedures, so that building projects can be executed faster. Among other things this includes the construction of roads and industrial estates and the construction of housing and wind farms. With the Crisis and Recovery Act, the government aims to ensure that in these tough economic times healthy companies do not fail, that people keep their jobs and the economic structure of the Netherlands becomes stronger. The CHW changed a large number of laws permanently, including the new Wro (Spatial Planning Act) and the 'Wet Geluidshinder' (Noise Abatement Act). The changes range from minor amendments to changes with a major impact on the practice of law.

10. Under article 1.1, first paragraph, opening words and under a of the CHW, section 2 applies, among other things, to all decisions that are required according to any legal

stipulations for the development or realisation of the categories of spatial and infrastructural projects referred to in appendix I to said Act.

11. Category 1.1 of appendix I to the CHW reads as follows:

'the construction or expansion of production facilities for the generation of sustainable electricity using wind power as referred to in article 9b, first paragraph, introduction and parts a and b, and Article 9e of the Electricity Act 1998.'

12. Pursuant to article 9e, first paragraph, of the Electricity Act 1998, provincial councils are authorised to specify grounds and establish an integration plan as meant in article 3.26 of the new Wro for the construction or expansion of a production plant for the generation of sustainable electricity with the aid of wind energy with a capacity of at least 5 but not more than 100 MW, including the connection of that installation to a network. From the above it follows that the new Wro, and thus also article 3.26 of the WRO, does not apply to the present project. An integration plan is a measure from the Spatial Planning Act of 2008. Thanks to this plan, a province, in that it can also 'overrule' a recalcitrant municipality can develop and execute projects itself. That was not possible under the old WRO. Then the province was the supervisor (over the municipality). Applicants believe - this will be explained further later - that opaque or inadequate legislation has led to conflict with the principle of legal certainty and that the court erroneously sat on the chair of the legislature and declared the law applicable.

13. The construction plan foresees the establishment of three wind turbines, each with a capacity of 2 Mw, together 6 Mw. The reference in the CHW to article 9e of the Electricity Act 1998 applies to a production plant for the generation of sustainable electricity with the aid of wind energy with a capacity of at least 5 but not more than 100 Mw, including the connection of that installation to a network, as meant in article 9e, first paragraph, of the Electricity Act.

14. The Council of State, in its judgment of 14 December 2011, considered that it follows from the capacity of the wind turbines to be set up, which together form a production plant as referred to above, that the exemption resolution and the building permit concern a project as meant in article 1.1, first paragraph, opening words and under a of the CHW, read in conjunction with category 1.1 of appendix I to the CHW and article 9e of the Electricity Act 1998, and that these therefore fall under the scope of the CHW. For that reason, article 1.6 of the CHW was also applicable, which article implies that within the stipulated period of 6 weeks a (higher) appeal must immediately be filed that includes all the grounds for that appeal. A so-called 'pro forma' appeal on grounds to be presented can therefore lead to inadmissibility, if the period of 6 weeks is exceeded. This has led, in a number of cases of appeal (according to applicants, wrongfully) to inadmissibility.

15. On 1 October 2010 the General Provisions on Environmental Law (Wabo) went into effect. With the introduction of this law, a number of other laws, including the Housing Act, were amended. From transitional law (article 1.2, second paragraph of the Wabo), however, it follows that the Wabo does not apply here, because the application dates

from before 1 October 2010. In the present case there was correctly no assessment as per the Wabo.

16. For this reason, article 40 of the Housing Act applies. This article states that it is forbidden to build without a building permit. Article 44 of the Housing Act stipulates that the building permit must, and only then may, be refused in a number of specific situations, including if the building plan is in violation with the applicable zoning plan as established by a municipality for a specified planning area within municipal limits. It has been established between parties that the present building plan is in conflict with 2 current zoning plans: 'Globaal Bestemmingsplan (Global Zoning Plan) Houten and 'Globaal Bestemmingsplan Houten Vinex. Article 19 paragraphs 1 or 2 (old) WRO make it possible, in principle, to correct conflict with a zoning plan. The municipality made use of the exemption option as per article 19 paragraph 2 (old) WRO. If the legal conditions are met and the exemption is granted, the municipality does not need to establish a new zoning plan, but can make use of the exemption. Article 19 paragraph 1 and 2 (old) WRO reads:

    1. *'The municipal council may, subject to the provisions in the second paragraph and third paragraph, for the realization of a project grant exemption from the applicable zoning, provided that the project has good spatial substantiation and first the statement has been obtained from the provincial executive that they have no objection to the granting of said exemption. Good spatial substantiation can preferably comprise a municipal or inter-municipal structural plan. If there is no structural plan or none is prepared, the spatial substantiation in any case addresses the relationship with the current zoning plan, or there is motivation as to why the project to be realised fits within the future zoning of the relevant area. The municipal council may delegate the exemption authorisation referred to in the first full sentence to the mayor and aldermen.*

    2. *The mayor and aldermen may grant exemption from the zoning plan in cases specified by the provincial executive in accordance with the inspector of spatial planning. The provincial executive may thereby also determine under what conditions a statement in advance from the provincial executive that they have no objection to the granting of the exemption is required. That stipulated in the first paragraph with regard to good spatial substantiation is correspondingly applicable.'*

17. The provincial executive of the province of Utrecht adopted a document on 4 July 2006 (No 2006EG001841i) entitled 'Circular Article 19 Act on Spatial Planning ', which entered into force on 1 September 2006. In this circular a number of limitative categories were established as meant in article 19 paragraph 2 (old) WRO. For the exemption regulated in paragraphs 1 and 2 of article 19, this actually comprises a decreasing degree of severity, whereby the exemption of paragraph 1 is more severe than paragraph 2. In the circular, the provincial executive specified categories of cases for which the mayor and aldermen may grant exemption from the zoning plan without a prior declaration of no objection (general certificate of no objection) as meant in article 19 paragraph 2 (old) WRO.

18. In article 3.1.2, under c, subsection n, of the circular it is stated that the mayor and aldermen may grant exemption in rural areas for the establishment of wind turbines at the locations specified in paragraph 8.2 of the Regional Plan 2005-2015, bearing in mind the quantities, capacities and framework conditions specified therein. In addition, in the circular conditions are specified that apply to the stipulated categories. For example, on

page 12 of the circular it is stipulated that the project may cause no disproportionate inconvenience or bother for adjacent functions or destinations.

19. Furthermore, article 19 (old) WRO therefore states that in such cases as in paragraph 1 and paragraph 2, the project must be provided with good spatial substantiation. From legislative history (Explanatory Memorandum) it is noted that said substantiation means that the exemption resolution *must comprise the vision of the future spatial development of the relevant area, and the spatial effects of the project on its surroundings.* Actually the spatial substantiation 'replaces' what would normally be the basis of a zoning plan. The law does not expressly define the form that spatial substantiation must have. From the legal explanation, it also follows that a good spatial substantiation must in any case consist of the description of the planning area, the current planning situation, the vision of the future spatial development of the area and the spatial effects of the project on the environment. In addition, the circular stipulates that the spatial substantiation must relate to an account of economic feasibility, if the project has financial consequences for the municipality, an assessment as per federal, provincial and/or regional policy (in this case the policy as established in the Wind Plan Utrecht), an assessment of the relevant legislation in such fields as the environment and water, and a weighing of possibly involved cultural and historic interests, including archaeology.

20. In the present case, the exemption was provided with a spatial substantiation that was assessed in terms of the aforementioned aspects (Circular, Regional Plan, Wind Plan Utrecht).

21. It was therefore important to determine whether the municipality of Houten was authorised in this case to make use of the exemption authorisation meant in article 19, second paragraph, of the (old) WRO. The building plan would then have to fit within the scope of the circular, in particular within article 3.1.2 (Limitative List), under c (rural area), under n. It had to be determined whether the building plan at the relevant location is indicated in the Regional Plan 2005-2015 and whether it fulfilled the framework conditions specified in the Wind Plan Utrecht established by the provincial executive on 9 July 2002. A summary of the Wind Plan is included as appendix 5 to the Regional Plan 2005-2015.

22. From the Regional Plan 2005-2015 one notes that for wind energy four locations are specified in the province of Utrecht, whereby among other things the Wind Plan Utrecht (and the environmental report) was the starting point. The locations that are mentioned are:

    1. Location along the Amsterdam-Rijn Canal near Baambrugge (5 turbines, 15 MW);

    2. Location along the A2 near Breukelen in the municipality of Loenen (3 turbines, 7.5 MW);

    3. Location along the A12 southwest of Woerden (4 turbines, 6 MW);

    4. Location along the Amsterdam-Rijn Canal near Schalkwijk (8 turbines, 20 MW);

23. In addition to these locations, per region space was provided for a maximum of two small-scale plants (3 to 6 wind turbines), where the framework conditions apply as these are included in the Wind Plan. The regions are indicated on a map, 8.2 appended to the

Regional Plan. The present plan falls within such a region and the definition of small-scale. The Wind Plan stipulates that arrangement of the turbines should preferably be in rows. The present case meets this requirement.

24. The Wind Plan further stipulates that the province, on specific requests, should assess case by case whether placement of wind turbines is acceptable and has a positive effect on the landscape quality. It is certain that this assessment is not available in writing. The Council of State has nevertheless considered that, inter alia, from a decision of the provincial executive dated 27 November 2007 in which the present project was stated to be acceptable, it must follow that the provincial executive assessed the plan and found it acceptable as meant in the Wind Plan Utrecht.

25. One of the 3 windmills is situated at a location that is regarded in the Wind Plan Utrecht as a so-called area category III location. This is a location where no possibilities for wind energy are present (exclusion). The following overview indicates that an important test that gives the applicants the ability to seek legal protection, was abolished. In earlier proceedings against the zoning plan 'Windturbines Veerwagenweg', which zoning plan never made it to the finish and was annulled bij the Council of State, which was the impetus to apply the present exemption procedure of article 19 paragraph 2 (old) WRO, the Council of State ruled (www.rechtspraak. LJN:http://www.rechtspraak.nl/ BB5861, Council of State, 200604701/1) in the judgment dated 17 October 2007, in legal consideration 2.11.10'

2.11.10. The Department is faced with the question of whether the location of the wind turbines in the planning area is in conflict with the regional plan and wind plan. The area categories formulated in the regional and wind plan involving the (im)possibilities for wind turbines are shown on the policy probability map. The red coloured areas on this map mark the category III areas, where wind turbines are not allowed. Not in dispute is that the location where wind turbine 3 is planned is marked in red on the policy probability map and therefore classified as Category III.

According to the regional and wind plan, within the category III first of all the areas are included that, in view of natural values present there, or because of safety considerations, are not eligible for the establishment of wind turbines. In this context [applicants sub 1] argued that the planning area is classified as an existing ecological corridor and also part of fly-in funnel of the military airport of Soesterberg and as such should be classified as a category III area. The Department considers that, according to the regional plan map, the plan area is not designated as an ecological corridor. Although the foregoing zoning plan 'Global Zoning Plan Houten-Vinex' took into account the possibility of developing an ecological corridor, that does not mean that there is an existing ecological corridor where, under the regional and wind plan, wind turbines are excluded. Regarding the fly-in funnel of military airport Soesterberg, it is important that the Airports and Airspace Monitoring Unit of the CAA has expressed no objections to this plan.

The fact that wind turbine 3 is considered on the policy probability map as category III does not in itself mean that the establishment of this wind turbine would be in conflict with the regional and wind plan. Here it is important that in the wind plan it is explicitly stated that further studies may show that the possibilities for the establishment of wind turbines are somewhat greater than shown on the policy probability map. Moreover, it is

important that on regional plan map 8.2. the planning area be delineated as search location for the establishment of a small-scale group of wind turbines.
According to the regional and wind plan, in addition in principle there must be a distance of 4 km between large and small-scale wind power installations. The argument of [applicants sub 1] that it is not clear whether the relevant wind park must be classified as small-scale does not hold water, because in the regional and wind plan it is clearly formulated that wind parks with 3 to 6 wind turbines are classified as small-scale. The Department also considers that the distance between this small-scale installation and the large-scale installation planned for south of the Amsterdam Rhine Canal will be less than 4 km, but that, differently than [applicants sub 1] argue, the regional plan makes an explicit exception for this situation. Therefore there is no conflict on this point with the regional plan or wind plan.

Given the above, the regional and wind plan do not in this context rule out the establishment of these wind turbines in the planning area.

26. From the underlined passage it is revealed that further investigation **may** reveal that the possibilities for the establishment of wind turbines are somewhat greater than indicated.

27. The Council of State then continues with such considerations as the following: '

2.11.11. It is also stipulated in the regional and wind plan that wind turbines may not be established within a radius of 350 meters from homes[125]. This minimal distance to be maintained between homes and wind turbines is derived from the Decision on facilities and installations of environmental management and relates to its scope. If the distance is less than 350 meters, the wind turbine is not within the scope of the decision and a separate environmental permit must be applied for. The argument of [applicants sub 2] that the wind turbines, in conflict with the decision, are planned at too small a distance from homes is erroneous in light of the foregoing, because the distance of 350 meters only applies to the question of whether or not an environmental permit must be applied for. Failure to comply with this distance does not, therefore, in itself have any consequences in terms of the acceptability of this wind farm.

The Department further considers that it is not excluded in advance that, despite the fact that, given consideration 2.11.3., the wind turbines are planned for a shorter distance than 350 meters from some houses, nonetheless this location can be chosen, as long as this location does not encounter objections from a planning point of view and therefore an acceptable living and residential environment can be guaranteed at that location. This is supported by the previously quoted passage from the wind plan stating that further studies may reveal that the possibilities for the establishment of wind turbines are greater than had been thought.

2.11.12. In those further studies, the aspects of noise, vibration, shadow and safety

[125] As hereafter will be further indicated an excess of this brought that an environmental permit must be obtained, which in this case it did. The standard was a distance from the wind turbine to a property of 4 times the hub height. In the present case there was a hub height of 105 meters, so the minimum distance was 420 meters. The Wind Plan went into her text from a different type of wind turbine and was thus 350 meters from where the Wind Plan not passed to the legal rule of 4 times the hub height.

must be involved.

Regarding the aspect of noise, it is important that the environmental permit was indeed revoked by decision of 21 June 2006 due to insufficient acoustic studies, but that it does not follow from this that no acceptable noise climate can be realised. From the acoustic studies referred to in 2.11.6., as well as that dealt with at the session, it follows that in any case various types of turbines can be established with which for the significant night period no excess of noise level would occur. The Department also does not consider it likely that as a consequence of the wind turbines such bother from vibrations would occur that no good residential and living environment for applicants could be guaranteed. Here it is considered important that at the issue of the environmental permit attention can be given to this aspect. To the extent that [applicants sub 3] argue that the animals in their kennel would experience unacceptable discomfort as a consequence of noise and shadow disturbance from the wind turbines, the Department does not consider it likely that such unacceptable discomfort will occur.

The promise of Eneco, Uwind and Wind Energy Development Company to the Board of Mayor and Aldermen that no stroke shadow will occur is, in any case, of no significance in the context of the zoning plan. The prevention of unacceptable stroke shadow nuisance can be fully addressed in the context of the environmental permit. In view of this, the Department does not consider it necessary that a regulation must be included on this point in the zoning plan.

28. From the underlined passages one can see that the Council of State values the possibility assumed in the Wind Plan Utrecht/Regional Plan 2005-2015 that further studies may show that the relevant location for wind turbine 3 is after all possible. Regarding those further studies there is then, at least partially, reference to the considerations that will be addressed at the new application for the environmental permit (because the earlier environmental permit had, after all, already been revoked by resolution of 21 June 2006 at the time of this decision). In view of this, the Department does not consider it necessary that a regulation must be included on this point in the zoning plan. The studies themselves will therefore still have to be further addressed (for the new environmental permit) with regard to the aforementioned aspects, with which the Wind Plan Utrecht can be fulfilled. The legal protection and the considerations to be taken in the area of noise, vibration etc. can, in other words, still be brought up and addressed in this procedure.

29. The Council of State, in its decision on 14 December 2011, underlines the decision to the District Court of Utrecht, when it refers to the aforementioned decision of 17 October 2007 in which it was established that the location of wind turbine 3 in itself does not lead to conflict with the Regional Plan and Wind Plan Utrecht and accepts that decision. Furthermore, the Council of State considers that the mere fact that the municipality of Houten established no new zoning plan in response to the annulment of the earlier zoning plan by the Council of State on 17 October 2010, does not mean that the spatial substantiation was insufficient at the exemption on the grounds of article 19 paragraph 2 WRO. Subsequent to the annulment of the environmental permit of 21 June 2006, on 15 December 2009 the municipality of Houten established a new environmental permit.

30. The Council of State considers in its judgment dated 14 December 2011:

2.8.3. By decision of 15 December 2009, the Executive granted a permit on the basis of article 8.1 of the Act on Environmental Management for the establishment and operation of wind turbines (hereinafter: environmental permit). This permit is based inter alia on the noise prognosis Wind Farm Veerwagenweg in Houten from the consultancy Lichtveld Buis & Partners of 8 March 2007.

The court rightly held that at the time of taking the decision on 21 June 2010, after considering the environmental permit, that no situation existed in which the court should have had serious doubts with regard to the question of whether the noise standards in the environmental legislation could be fulfilled. That at the time of the decision of 21 June 2010, an appeal had been filed against the environmental permit, is insufficient to conclude that such a situation indeed existed. Nor does the undated reaction of F. van den Berg, employed at GG&GD in Amsterdam, submitted by [applicant] and others in appeal, provide any basis for such a conclusion. In this reaction the formation of the report from Lichtveld Buis & Partners of 8 March 2007 is criticized, but it contains no conclusions about whether the noise standards applicable at the time of the resolution of 21 June 2010 stand in the way of the feasibility of the project. The fact that the environmental permit then, as considered by the Department in the decision of 23 February 2011 in case no. 201001296/1/M1 (http://www.raadvanstate.nl/uitspraken/zoeken_in_uitspraken/zoekresultaat/?verdict_id=QRMWpq11Igs%3D), legally lost effect, because with the amendment of the Decision general rules for establishments for environmental management (hereinafter: Activities Act) no obligation to obtain a permit existed any longer and that as of that date the standards as delineated in article 3.14a of the Activities Act apply for wind turbines, concerns circumstances of after the decision of 21 June 2010 that can therefore not lead to the decision that this decision is not lawful. The question of whether the wind turbines can meet the noise standards under the Activities Act, which according to [applicant] and others, according to the conclusion of a report by AV Consulting that they submitted on 31 August 2011, must be answered negatively, is therefore not relevant.

31. Here the Council of State applies the effect of the so-called '*ex tunc*' assessment, which means that assessment is only done of information applicable at the time at which the disputed decision was taken. No consideration is taken of circumstances of decisions taken or events occurring after that time. On the one hand the Council of State did consider, in the decision of 17 October 2009 referred to above, that future studies and an assessment of the environmental permit still to be granted in the future were sufficient to leave the disputed decision in effect. On the other hand, the Council of State ruled in the decisions of 14 December 2011 that it was not (no longer) of any significance whatsoever that recently adopted new legislation, specifically the Activities Act, retroactively ('changing the rules during the game') did away with the environmental permit (including with regard to the relevant project). The question, too, of whether the wind turbines would then meet the noise standards of the Activities Act (to be explained hereinafter) was not relevant. This meant that all the applicants in the case cited above, dated 23 February 2011, after years of struggle, were still nonetheless declared inadmissible in their proceedings against the (second) environmental permit (the first had already been annulled), which (also) applied to the relevant wind turbines, that thus no substantive judicial review was performed or available, whereas this had been referred to

earlier as a justification of the argument that the disputed decision was lawful. Applicants will later still contend that their defence was harmed through this twisted reasoning and accumulation of interim amendments to legislation, which is incompatible with article 6/8 ECHR.

32. On 1 January 2011, the decision amending the Act in general rules for environmental management (hereinafter: the Activities Act) and the Act on environmental law (amendment of environmental rules on wind turbines) went into force. In appendix I accompanying the decision on environmental law, categories of institutions are named that are obliged to hold a license.

33. In part C, category 20 of appendix I to the decision on environmental law read in conjunction with part B, under 1, opening words and under c of this appendix, it follows that an installation for converting wind energy into mechanical, electrical or thermal energy requires a permit solely if it is an installation for the establishment of which, pursuant to part C of the appendix to the Act on environmental effects reporting, the preparation of an environmental effects report (hereinafter: MER) is required, or if it concerns an installation the establishment of which is subject to MER pursuant to part D of the Act on environmental effects reporting, and regarding which the authorities have decided that a MER must be prepared at the preparation of the relevant decision.

34. Between the parties there is, in itself, no dispute over the fact that the relevant installation, with effect on 1 January 2011, came to be under the effect of the Activities Act, and for that reason the installation no longer required a permit. As a result of this, it must be ruled that the environmental permit granted at the disputed decision on 1 January 2011 has legally lapsed, which the Council of State also decided accordingly. Applicants believe that the Activities Act itself is contrary to article 6/8 ECHM

4 times the hub height

35. In the General Rules for Decision Systems Environment (2007) was stated, before the amendment of Article 3.13, paragraph 1 (old), that houses need to be located at least 4 times the hub height away from the wind turbine:

Article 3.13 (old)

This section applies to:
a wind turbine with a rotor diameter larger than two meters;
b. wind turbines, each of which have a fixed connection with the ground or the water bottom, in the form of a mast;
c. wind turbines which are provided with a horizontal axis of rotation of the rotor;
d. wind turbines with a combined capacity of less than 15 megawatts;
e. facilities with up to nine wind turbines, and
f. wind turbines in which the distance between the individual wind turbine and the nearest house or other 'sensitive objects', is at least four times the hub height.

36. This article has now changed again, by decision of 14 October 2010 (Staatsblad 2010, No. 749). From the distance criterion of four times the hub height is abolished because it sometimes led to unnecessary long distances, which consequently led to the exceeding of

this criterion. The distance can now be determined by ministerial regulation, according to Article 3.15a paragraph 3:

Article 3.15a

1. The local risk for a vulnerable object that is situated outside of the facility, caused by a combination of a wind turbine or wind turbine, is not higher than 10^{-6} per year.
2. The local risk for a vulnerable object that is situated outside of the facility, caused by a combination of a wind turbine or wind turbine, is not higher than 10^{-5} per year.
3. For the purpose of determining the individual risk, as referred to in the first and second paragraph, may distances be set by ministerial regulation, that at least need to be present between a wind turbine or a combination of wind turbines and an outside the facility located vulnerable or limited vulnerable object.
4. If under paragraph 3 distances are determined, then these are applicable and those determined under paragraph 1 or 2 shall not apply.
5. Rules on the calculation of the individual risk may be laid down by means of a ministerial regulation.

37. The proposed wind turbines were then at the time the application is not under the Order in Council facilities and installations Environment, because the distance to the closest house was less than 4 times the hub height, as it was defined in Article 3.13 (old) and was also shown in the Wind Plan Utrecht. For that reason, an environmental permit was required.
    By force of the Decision Activities (1 January 2011) the permit was then not required anymore. Since Article 6.21a / 6.21 b provides that, as long as the permit was not yet final, the Activities Decree became applicable (also permits objection or appeal which still ran like the present environmental).

B. Violation of Article 6 and 13 of the Convention

38. Article 1.6 of the CHW was applicable in this case, which article implies that within the stipulated period of 6 weeks a (higher) appeal must immediately be filed that includes all the grounds for that appeal. A so-called *'pro forma'* appeal on grounds to be presented can therefore lead to inadmissibility, if the period of 6 weeks is exceeded. This has led, in a number of cases of appeal (according to applicants, wrongfully) to inadmissibility. Limitations on Article 6 are permitted, as long as the right is not affected in its core. Given the complexity of the case, the enormous size and amount of reports stemming from the Dutch government and its unlimited financial resources, the applicants have not had a fair trial. The core of Article 6 includes equality of arms, which was definitely not the case. The applicants did not have the time and financial sources to properly contest the government's comprehensive and very expensive reports and therefore lacked the chance to contest the Dutch Government's evidence. No effective remedy before the national authority had taken place. Consequently Article 6 and 13 ECHR have been violated.

39. Additionally, the applicants were limited in their access to justice. Due to twisted reasoning and accumulation of interim amendments to legislation, several opportunities to bring violations to light and to test the state measurement's validity in the light of

national and international law were abolished. After years of struggle, the applicants were declared inadmissible in their proceedings against the (second) environmental permit (the first had already been annulled), which (also) applied to the relevant wind turbines, that thus no substantive judicial review was performed or available, whereas this had been referred to earlier as a justification of the argument that the disputed decision was lawful. All due to the new '*Activiteitenbesluit*' taking effect amidst the legal proceedings, the applicants could suddenly no longer appeal against aspects such as noise, vibrations or shadow flicker. These aspect influence the living environment of the applicants extremely. A fortiori the applicants should have been able to provoke judicial review on these aspects.

40. The direct (immediate) effect is the order under Article 6.21a/21b of Barim / Activities Decree. By the action of the Activities Act no judicial review took place concerning the matter of distance or where the order came to what extent the distance unacceptable impact could have on nearby residences in the context of noise, vibration, residential and environment. The Activities Decree, specifically Article 6.21a and 6.21 c, is therefore in breach of Article 6 and 8 ECHR.

41. Applicants could not defend themselves, although the state measurements influence their living environment extremely and therefore is 'spatially relevant'. The degradation in opportunities assert themselves makes there is no fair trial nor an effective remedy. Therefore article 6 and 13 ECHR have been violated. See for sophisticated substantiation numbers 25-31.

C. Violation of Article 8 of the Convention

42. The applicants alleged that there had been a violation of Article 8 of the Convention on account of the following. Below applicants first give insight in the current scientific status of wind turbine noise and its effect on human beings. This information is needed to show that the violation is sufficiently severe and of added value in relation to the precautionary principle. Second, the applicants show why the Netherlands are violating Article 8 and 10, in the light of the ECHR's case law. Lastly, the importance of the precautionary principle will be explained for this case.

C.1 Wind turbine noise and adverse health effects

Wind turbine noise

43. The most commonly heard complaint about wind turbines is that they are noisy. Noise is physically the same as sound, which is a sensory perception and a complex pattern of sound waves.[126] Noise can however, be described as unwanted sound. Sound is perceived and recognized by its loudness (pressure) and pitch (frequency). Loudness is indicated with the decibel (dB), which is a logarithmic ratio, to mimic the behavior of the ear. Human beings can hear sound between 0 dB and 130 dB, in which 130 dB is very

[126] B. Berglund, T. Lindvall, DH Schwela, K.-T. Goh, 'Guidelines for Community Noise,' (Geneva, World Health Organization, 1999)

loud and painful sound for most humans.[127] Humans do not perceive all pressures as being equally loud, due to the fact that the ear does not respond equally to all frequencies. Frequency is indicated with Hertz (Hz). The human hearing is sensitive at frequencies between 500-10,000 Hz. Very low frequencies, which is called infrasound (below 20 Hz) cannot be heard by the human ear, as well as very high frequencies, called ultrasound (over 20,000 Hz). There is variation between people in their ability to perceive sound, meaning that infrasound can be heard by some and even felt in the body.[128]

44. Wind turbines generate sound through mechanical and aerodynamic routes.[129] The sound level depends on various factors including design and wind speed. The dominant sound source from modern wind turbines is aerodynamic, produced by the rotation of the turbine blades through air. The aerodynamic noise is present at all frequencies, from infra- and low frequency sound to the normal audible range, producing a characteristic 'swishing' sound.[130]

Sound character

45. Wind farms are unique sound sources and exhibit special audible and inaudible characteristics that can be described as modulating sound. People living in the vicinity of wind turbines have stated that the variation in sound level makes that is more annoying than other sources of noise at comparable sound level pressure. This sound has mainly been characterized as 'swishing, lashing, beating or thumping.[131] Human perception responds primarily to sound character rather than sound level.[132] Human hearing is relatively sensitive to wind turbine sound fluctuations and if it is unwanted, the disturbing character will be aggravated.[133] The constantly shifting character of sound, as

[127] Email from Frits van den Berg on a chapter in the book 'Wind Turbines Noise: How it is Produced, Propagated Measured and Received' Multi-Science Publishing September 2011 (13 April 2012)

[128] Geoff Leventhall 'A Review of Published Research on Low Frequency Noise and its Effects' (2003)

[129] Renewable Energy Research Laboratory 'Wind Turbine Acoustic Noise' (2006) <http://www.minutemanwind.com/pdf/Understanding%20Wind%20Turbine%20Acoustic%20Noise.pdf> accessed 8 June 2012

[130] Geoff Leventhal 'Infrasound from Wind Turbines – Fact, Fiction or Deception' (2006) 24(2) Canadian Acoustics, 29.; WD Colby, R Dobie, G Leventhall, DM Lipscomb, RJ McCunney, MT Seilo et al. 'Wind turbine sound and health effects. An expert panel review' (2009) Prepared for the American Wind Energy Association & Canadian Wind Energy Association

[131] See for example: BJ Frey, PJ Hadden, 'Noise radiation from wind turbines installed near homes: effects on health' (2007 <www.windnoisehealthhumanrights.com> accessed 8 June 2012; GP van den Berg, E Pedersen, J Bouma et al. 'Project WINDFARMperception. Visual and acoustic impact of wind turbine farms on residents' (2008). FP6-2005-Science-and-Society-20. Specific Support Action Project no. 044628. Final report. <http://www.windaction.org/?module=uploads&func=download&fileId=1615> accessed 8 June 2012; E Pedersen, F van den Berg, R Bakker et al. 'Response to noise from modern wind farms in The Netherlands' (2009), J Acoust Soc Am 126: 634-643.

[132] Bob Thorne, 'The problems with noise numbers for wind farm noise assessment' (2011) 31 Bulletin of Science, Technology & Society 262

[133] Email from Frits van den Berg on chapter 6 in the book 'Wind Turbines Noise: How it is Produced, Propagated Measured and Received' Multi-Science Publishing September 2011 (13 April 2012)

described as 'fluctuations compared to waves on the beach, rumble-thump and planes that never land' apparently is an important factor in the reported adverse health.[134]

Low frequency noise and infrasound

46. Wind turbines produce a substantial amount of low frequency- and infrasound.[135] The issue of health effects stemming from this low end of the sound spectrum has been controversial for many years now. Infrasound was believed to be inaudible, but this has been determined to be a misconception.[136] Although hearing of infrasound does not occur through hearing in a normal sense, it can be detected as a result from nonlinearities of conduction in the middle and inner ear which produces a harmonic distortion in the higher frequency range.[137] Furthermore infrasound detection entails more than direct hearing, namely also subjective effects such as annoyance and detection through the resonance of other body organs.[138] Present understanding of inner ear physiology and of the nature of wind turbine sounds demonstrates that infrasound that cannot be heard could influence human function and affect people living nearby.[139]

47. Low frequency noise is the dominant sound component of wind turbine noise at moderate and larger distances. Due to its long wavelengths, it travels long distances and penetrates through walls and windows easily.[140] A laboratory research by Vos (2010)[141] supports this when considering the effect of outdoor noise on a person being indoors. As a building façade reduces high frequency noise more effectively than low frequency noise, a low frequency sound impinging on the façade must be of lower level than a high frequency sound in order to arrive at the same indoor sound level.[142] Increasingly is

---

[134] Bob Thorne, 'The problems with noise numbers for wind farm noise assessment' (2011) 31 Bulletin of Science, Technology & Society 262

[135] as shown by S Wagner, R Bareiss, G Guidati, 'Wind turbine noise' (1996) EUR 16823 Springer; GP van den Berg 'The sound of high winds: The effect of atmospheric stability on wind turbine sound and microphone noise'(2006) (Doctoral dissertation). University of Groningen, Netherlands. <http://dissertations.ub.rug.nl/faculties/science/2006/g.p.van.den.berg/ > accessed 8 June 2012

[136] B Berglund, Th Lindvall, DH Schwela, 'Guidelines for community noise' (2000), Geneva: World Health Organisation; G Leventhall 'What is infrasound?' (2007) Progress in Biophysics and Molecular Biology, 93, 130-137; C Maschke, 'Introduction to the special issue on low frequency noise'. Noise Health [serial online] 2004;6:1-2 <http://www.noiseandhealth.org/text.asp?2004/6/23/1/31668> accessed 8 June 2012

[137] B Berglund, P Hassmen, RF Job, 'Sources and effects of low-frequency noise' (1996) Journal of the Acoustical Society of America. 99(5) 2985 -3002

[138] B Berglund, Th Lindvall, DH Schwela, 'Guidelines for community noise' (2000), Geneva: World Health Organisation

[139] John P Harrison, 'Wind turbine noise' (2011) Bulletin of Science Technology & Society 2011 31: 256, 258; Alec N Salt, 'Infrasound From Wind Turbines Could Affect Humans (2011) Bulletin of Science Technology & Society 2011 31: 296, 300/301

[140] E Pedersen, KP Waye, 'Perception and annoyance due to wind turbine noise: A dose-response relationship'(2004) Journal of the Acoustical Society of America, 116, 3460-3470.

[141] J Vos, 'On the relevance of nonacoustic factors influencing the annoyance caused by environmental sound – a literature study' (2010). Proceedings Internoise 2010 < http://www.vosanr.com/images/stories/downloads/vos2010rel.pdf> accessed 8 June 2012

[142] Email from Frits van den Berg on chapter 6 in the book 'Wind Turbines Noise: How it is Produced, Propagated Measured and Received' Multi-Science Publishing September 2011 (13 April 2012)

being recognized that the low-frequency audible sound could be a key factor in disturbance caused by wind turbines.[143]

Measurement uncertainties

48. Wind turbine noise is being measured in the same way as other noise sources, such as traffic or industry. However, anecdotal evidence and field studies suggest that turbine noise has a character that makes it far more annoying and stressful than other sources of noise at the same A-weighted sound level.[144] Several studies have criticized the A-weighted scale measurements as not being accurate indicators of the disturbing effects.[145] Several reasons are adduced to explain this perception of wind turbine noise, such as the amplitude modulation associated with the blade passage past the tower, the turbulence of the air that blows past the blades, the dominance of low frequencies in the received sound spectrum, and the association between the acoustic and visual impacts.[146]

49. Measurements of wind turbine sound levels are typically in the range of 30 to 50 dBA, which is a similar sound level as an ordinary living room. However, study shows that the level required to cause annoyance in 30% of people was over 70 dBA for other environmental noise (road traffic, aircraft, railway), for wind turbine noise caused annoyance of 30% of people at a far lower level, at around 40 dBA.[147] This major discrepancy is caused by the fact that low-frequency components are excluded in the measurement.[148]

50. Moreover, measurements and noise regulations are based on averages, while human perception responds to the peak sound levels, rather than averages.[149] Additionally, sounds that are highly variable in short time spans are more perceptible than sounds at a steady level or closely varying around the average, because human ears are very attuned to patterns in sound.[150] Considering peak levels are often not measured, low frequency- and infrasound could be more perceptible than is shown in current measurements.

51. Lastly, no studies were found that replicate the long-term exposure to infrasound and low frequency sound experienced by those living nearby. Exposure duration is an important element of wind turbine noise exposure and is currently lacking in exposure

[143] See for example: Geoff Leventhall 'A Review of Published Research on Low Frequency Noise and its Effects' (2003)

[144] John P Harrison, 'Wind turbine noise' (2011) Bulletin of Science Technology & Society 2011 31: 256, 256

[145] B Berglund, Th Lindvall, DH Schwela, 'Guidelines for community noise' (2000), Geneva: World Health Organisation

[146] John P Harrison, 'Wind turbine noise' (2011) Bulletin of Science Technology & Society 2011 31: 256

[147] E Pedersen, KP Waye, 'Perception and annoyance due to wind turbine noise: a dose-response relationship' (2004) Journal of the Acoustical Society of America 116, 3460–3470

[148] Alec N Salt, 'Infrasound From Wind Turbines Could Affect Humans (2011) Bulletin of Science Technology & Society 2011 31: 296, 299

[149] Wade Bray, Richard James, 'Dynamic measurements of wind turbine acoustic signals, employing sound quality engineering methods considering the time and frequency sensitivities of human perception', Noise-Con 2011; Møller, CS Pedersen, 'Low-frequency noise from large wind turbines,' J. Acoust. Soc. Am. 129 (6), June 2011, 3727-3744

[150] Wade Bray, Richard James, 'Dynamic measurements of wind turbine acoustic signals, employing sound quality engineering methods considering the time and frequency sensitivities of human perception', Noise-Con 2011

studies. These measurement deficiencies created discrepancy between the actual noise emissions and the noise emissions that are measured. Consequently, noise emissions are assumed to be higher than measured.

Adverse health effects

52. People all over the world have reported experiencing adverse health effects as a result of living in the environs of wind turbines. People who are not expose to wind turbine noise find it extremely difficult to understand the health problems of residents living nearby wind turbines. The author therefore, next to reading all possible literature available, interviewed 'wind turbine noise victims' to get an idea of the influence of the turbines on their lives. Their compelling story on sleep disturbance, headaches, excessive tiredness, and reduction of quality of life created valuable incentives to get to the bottom of this issue.

53. There is no universal definition of health, but the definition used by the World Health Organization (WHO) is used in most of the literature on this topic. The Preamble to the constitution of the WHO is: '*Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity'*. The WHO defines adverse health effects of noise as: '*changes in the morphology and physiology of an organism that result in impairment of functional capacity, or an impairment of capacity to compensate for additional stress, or increases the susceptibility of an organism to the harmful effects of other environmental influences'*. It furthermore listed adverse effects of which the following are part: hearing impairment, interference with speech communication, cardiovascular and physiological effects, sleep disturbance, mental health effects, effects on performance and effects on residential behavior and annoyance. This definition is used in the following literature review.

54. The amount of non-systematic studies and popular literature on this topic is overwhelming. On the contrary, well-developed systematic studies are not present in large numbers and all have their occasional flaws. In order to address public concerns and assess the effects of wind turbine noise on public health, adverse event reports and systematic studies will be discussed. The evidence discussed below is selected based on completeness, accuracy and objectivity of their contents and conclusions.

Adverse event reporting

55. In cases of emerging and unpredictable disease risk, adverse event reports are the cornerstone of public health research.[151] Obviously it is impossible to study every possible exposure-disease combination by systematic study methods. Therefore collecting reports of disease cases apparently attributable to a particular exposure source is an important first step.[152] Adverse event reporting is mainly used in infectious disease outbreaks or in case of side effects from pharmaceuticals, but reporting adverse health effects caused by wind turbines fit the pattern as well.[153] There are reports of individuals experiencing adverse health effects attributed to wind turbines in the media, case-

[151] Carl V Phillips 'Properly Interpreting the Epidemiologic Evidence About the Health Effects of Industrial Wind Turbines on Nearby Residents', Bulletin of Science Technology & Society 2011 31: 303, 304

[152] Ibid.

[153] Ibid.

studies[154] or official reports. The number of adverse event reports on this issue is ever increasing, now numbering in the thousands, rather than the hundreds around the world.

56. Adverse event reporting is a suitable way of studying wind turbine noise and its effects on human beings. People living in the vicinity are capable of both recognizing the exposure and outcome, in contrast with people who are exposed to invisible chemicals and diseases such as cancer.[155] Residents of wind turbines can detect the noise as well as the effects of that noise on themselves. Additionally, they can even detect when the problems arise and terminate. This information is incredibly important to determine the causation, even without a formal comparison group.[156]

57. Reported symptoms associated with exposure to wind turbines include annoyance, sleep disturbance, stress or psychological distress, inner ear symptoms, headaches, excessive tiredness, and reduction of quality of life.[157] Nina Pierpont, pediatrician and expert in this field established a more extensive list of commonly mentioned symptoms, namely: sleep disturbance, headache, tinnitus, ear pressure, dizziness, vertigo, nausea, visual blurring, tachycardia, irritability, problems with concentration and memory, and panic episodes associated with sensations of internal pulsation or quivering when awake or asleep.[158] Adverse advent reports show a correlation between these health effects with proximity to wind turbines, the sound pressure level emitted by the turbines, the frequency of the noise, time of the exposure and individual response. [159]

58. The results of adverse event reporting should not be over interpreted. The outcomes are crude, control groups are often missing and potential selection bias cannot be

---

[154] Amanda Harry, 'Wind turbines, noise, and health'(2007), http://www.wind-watch.org/documents/wp-content/uploads/wtnoise_health_2007_a_harry.pdf accessed 8 June 2012; Carmen M.E. Krogh, Lorrie Gillis, Nicholas Kouwen and Jeff Aramini, WindVOiCe, a Self-Reporting Survey: Adverse Health Effects, Industrial Wind Turbines, and the Need for Vigilance Monitoring, Bulletin of Science Technology & Society 2011 31: 334; M Nissenbaum, 'Mars Hill wind turbine project health effects: Preliminary findings'(2009); R Phipps, M Amati, S McCoard, R Fisher, 'Visual and noise effects reported by residents living close to Manawatu wind farms: Preliminary survey results'(2007); N Pierpont, 'Wind turbine syndrome: A report on a natural experiment' (2009) Santa Fe, NM: K-Selected Books; Bob Thorne, 'The problems with noise numbers for wind farm noise assessment' (2011) 31 Bulletin of Science, Technology & Society 262

[155] Carl V Phillips 'Properly Interpreting the Epidemiologic Evidence About the Health Effects of Industrial Wind Turbines on Nearby Residents', Bulletin of Science Technology & Society 2011 31: 303, 305

[156] Carl V Phillips 'Properly Interpreting the Epidemiologic Evidence About the Health Effects of Industrial Wind Turbines on Nearby Residents', Bulletin of Science Technology & Society 2011 31: 303, 305

[157] B Horner, RD Jeffery, CME Krogh, 'Literature Reviews on Wind Turbines and Health: Are They Enough?' Bulletin of Science Technology & Society 2011, 31: 399; See also: Carmen M.E. Krogh, Lorrie Gillis, Nicholas Kouwen and Jeff Aramini, WindVOiCe, a Self-Reporting Survey: Adverse Health Effects, Industrial Wind Turbines, and the Need for Vigilance Monitoring, Bulletin of Science Technology & Society 2011 31: 334; Amanda Harry, 'Wind turbines, noise, and health'(2007), http://www.wind-watch.org/documents/wp-content/uploads/wtnoise_health_2007_a_harry.pdf accessed 8 June 2012

[158] N Pierpont, 'Wind turbine syndrome: A report on a natural experiment' (2009) Santa Fe, NM: K-Selected Books, p. 26

[159] Robert Y. McMurtry, 'Towards a Case Definition of Adverse Health Effects in the Environs of Industrial Wind Turbines, *Bulletin of Science Technology & Society* 2011 31: 316

prevented.[160] Moreover, it does not allow an estimate of what portion of the exposed population suffers health effects.[161] However, careful analysis of this information can expose causal relationships.

59. In the case of wind turbine noise and adverse health effects, the massive volume of reports that are available creates plausible evidence that there is a causal relationship. The quantity of evidence is statistically beyond coincidence or a few rare individuals who are extremely susceptible.[162] Furthermore, most reported health problems are similar in all reports and are plausibly related to each other and the exposure.[163] All studies show a core list of symptoms which match significantly. Examples of these symptoms are sleep disorders, headaches, mood disorders, inability to concentrate, tinnitus and vestibular (balance) problems. Carl V. Phillips[164] concludes: 'The commonly reported problems all exist at the border of the psychological and physical and can all be caused by either of two very plausible effects of wind turbine exposure: stress reactions or vestibular disturbance'.[165]

60. The existence of a causal relation between wind turbine noise and adverse health effects is strengthened by the amount of information on costs made by people living near wind turbines because of the conviction that wind turbine noise influences their health and well-being. In many of these reports individuals make substantial costs to reduce health impacts. Lots of money is being spend on retrofitting their houses to reduce noise, selling their properties at a loss, or even abandoning their homes without being able to sell them.[166] The fact that these individuals bear personal financial loss, to escape from wind turbine noise shows great confidence in the adverse health effects experienced stemming from wind turbine noise. The decline of property values and sales collapse, as mentioned in several adverse event reports, suggests that the population in general does not believe that the turbines are harmless.[167]

Systematic studies

61. Increasing health concern about health impact emitted from wind turbine noise has spurred several more systematic studies. The amount of health impact studies is limited,

---

[160] Carmen M.E. Krogh, Lorrie Gillis, Nicholas Kouwen and Jeff Aramini, 'WindVOiCe, a Self-Reporting Survey: Adverse Health Effects, Industrial Wind Turbines, and the Need for Vigilance Monitoring', *Bulletin of Science Technology & Society* 2011 31: 334.

[161] Carl V Phillips 'Properly Interpreting the Epidemiologic Evidence About the Health Effects of Industrial Wind Turbines on Nearby Residents', Bulletin of Science Technology & Society 2011 31: 303, 305

[162] Ibid.

[163] Ibid.

[164] Phillips is a consultant and author specializing in epidemiology, science-based policy making, and communicating scientific concepts to the public. He spent most of his career as a professor of public health and now works in litigation support, scientific advising and grant-supported research

[165] Carl V Phillips 'Properly Interpreting the Epidemiologic Evidence About the Health Effects of Industrial Wind Turbines on Nearby Residents', Bulletin of Science Technology & Society 2011 31: 303, 305

[166] Carl V Phillips 'Properly Interpreting the Epidemiologic Evidence About the Health Effects of Industrial Wind Turbines on Nearby Residents', Bulletin of Science Technology & Society 2011 31: 303, 306. Examples can be found in the appendix of this article

[167] Ibid.

meanwhile the amount of literature reviews based on these studies is present in larger numbers. This paragraph deals with the most valuable and reliable studies on health effects on human beings caused by wind turbine noise. This list of studies does not pretend to be exhaustive and include the studies of Nissenbaum, Aramini, and Hanning (2011)[168], Janssen et. At (2011)[169],Pierpont (2009)[170], Pedersen, van den Berg, Bakker & Bouma (2009)[171], Pedersen & Persson Wayne (2007)[172] and (2004)[173]. Below their studies will be highlighted.

62. Nina Pierpont, a physician with clinical experience worked on a very detailed, peer-reviewed case-control study of 10 families around the world. These families have been affected by wind turbines to that extent that they had to leave their houses; nine left permanently. [174] The turbines ranged from 1.5 to 3MW capacity at distances between 305 to 1,500m. The group comprised 21 adults, 7 teenagers and 10 children of whom 23 were interviewed. Although this is a highly selected group, the ability to examine symptoms before, during and after exposure to turbine noise gives it a strength rarely found in similar case-control studies.[175] The subjects described the following symptoms: sleep disturbance, fatigue, headaches, dizziness, nausea, changes in mood and inability to concentrate, which Dr. Nina Pierpont named "wind turbine syndrome." All adult subjects reported *'feeling jittery inside'* or *'internal quivering'*, which was often accompanied by anxiety, fearfulness, sleep disturbance and irritability. Of particular concern were the changes in sleep pattern, behavior and academic performance of children, including toddlers and school and college aged children. 7 of 10 children had a decline in their school performance while exposed to wind turbine noise which recovered after exposure ceased. In total, 20 of 34 study subjects reported problems with concentration or memory. The subjects confirmed that all symptoms were not present before the turbines started operation and resolved once exposure ceased. Dr. Hanning stresses that '*Pierpont offers compelling evidence that these symptoms are related to low frequency sound and suggests very*

[168] Michael Nissenbaum, Jeff Aramini, Chris Hanning, 'Adverse health effects of industrial wind turbines: a preliminary report' (2011), 10th International Congress on noise as a Public Health Problem

[169] Sabine A. Janssen, Henk Vos, Arno R. Eisses and Eja Pedersen, 'A comparison between exposure response relationships for wind turbine annoyance due to other noise sources' (2011), J. Acoust. Soc. Am. 130 (6), December 2011. This study is based on the data of E Pedersen, F van den Berg, R Bakker and J Bouma 'Response to noise from modern wind farms in The Netherlands,' (2009) J. Acoust. Soc. Am. 126, 634–643; E Pedersen, and K Persson Waye, 'Wind turbine noise, annoyance and self-reported health and well-being in different living environments,' (2007) Occ. Environ. Med. 64, 480–486; E Pedersen and K Persson Waye 'Perception and annoyance due to wind turbine noise—a dose-response relationship,' (2004) J. Acoust. Soc. Am. 116, 3460–3470.

[170] N Pierpont, 'Wind turbine syndrome: A report on a natural experiment' (2009) Santa Fe, NM: K-Selected Books

[171] E Pedersen, F van den Berg, R Bakker and J Bouma 'Response to noise from modern wind farms in The Netherlands,' (2009) J. Acoust. Soc. Am. 126, 634–643

[172] E Pedersen, and K Persson Waye, 'Wind turbine noise, annoyance and self-reported health and well-being in different living environments,' (2007) Occ. Environ. Med. 64, 480–486

[173] E Pedersen and K Persson Waye 'Perception and annoyance due to wind turbine noise—a dose-response relationship,' (2004) J. Acoust. Soc. Am. 116, 3460–3470.

[174] N Pierpont, 'Wind turbine syndrome: A report on a natural experiment' (2009) Santa Fe, NM: K-Selected Books. See also: Christopher Hanning, 'Sleep disturbance and wind turbine noise' (2009)

[175] Christopher Hanning, 'Sleep disturbance and wind turbine noise' (2009)

plausible physiological mechanisms to explain the link between turbine exposure and the symptoms'.[176] Pierpont's study does not aim to give insight in the likelihood of occurrence of these symptoms, but does address the mechanism for the health problems associated with exposure to wind turbine noise. Her study convincingly shows that wind turbine noise does cause the above mentioned symptoms, including sleep disturbance.

63. Other significant studies are those of Pedersen, van den Berg, Bakker, and Bouma (2009) on wind turbine noise in the Netherlands and two earlier Swedish studies reported by Pedersen and Persson Waye (2007, 2004). These three studies were conducted in different areas, in different types of terrain and varying degrees of urbanization. Questionnaires were used. The three studies together sent questionnaires to 3,770 subjects, of which 1,830 (49%) were returned. The significance of these studies is based on the size of the samples, the experience of the investigators and the intercomparison between the studies.[177] Janssen et al. have collected the results of these three studies. Results from the studies show a dosed-response relationship between calculated A-weighted sound pressure levels and reported perception and annoyance. Apparently wind turbine noise is perceived as annoying at much lower noise levels than transportation noise or industrial noise at comparable levels, possibly due to specific sound properties, such as a 'swishing' quality, temporal variability and lack of nighttime abatement.[178] The study furthermore shows that annoyance was lower among residents who received economical benefit from wind turbines and higher among residents for whom the wind turbine was visible from the dwelling. A causal relation between wind turbine noise and annoyance was clearly found in this study. Moreover, wind turbine noise as a hindrance to psycho-physiological restoration could not be excluded. This study emphasizes that sleep difficulties, as well as feelings of uneasiness associated with annoyance could be an effect of exposure, but no direct connection was found.

64. The study by Nissenbaum, Aramini, and Hanning (2011) is an controlled study of the effects of wind turbine noise on sleep and health. It surveyed residents living near turbines about most of the aforementioned health conditions and compared them with similar people living further away. The total number of participants (38 near wind turbines and 41 at a greater distance) is limited. However, the response rate among the residents is great, which adds trust in the validity of the outcomes. The results show that those living within 1.4 km of wind turbines have suffered sleep disruption which is sufficiently severe as to affect their daytime functioning and mental health. Moreover it shows that at least some of the residents living near the turbines have suffered serious harm to their sleep and health. '*The significant relationship between the symptoms and distance from the IWTs, the subjects' report that their symptoms followed the start of IWT operations, the congruence of the symptoms reported here with previous research and reports and the clear mechanism is strong evidence that IWT noise is the cause of the observed effects*'.[179] The researchers conclude that

[176] Christopher Hanning, 'Sleep disturbance and wind turbine noise' (2009), p 13.

[177] John P Harrison, 'Wind turbine noise' (2011) Bulletin of Science Technology & Society 2011 31: 256, p 257

[178] See also: F van den Berg, 'Criteria for wind farm noise: Lmax and Lden' (2008) in Proceedings of the 7th European Conference on Noise Control, EURONOISE, Edinburgh, United Kingdom.

[179] Michael Nissenbaum, Jeff Aramini, Chris Hanning, 'Adverse health effects of industrial wind turbines: a preliminary report' (2011), 10th International Congress on noise as a Public Health Problem

wind turbines can prevent the onset of sleep and the return to sleep after a spontaneous or induced awakening.

Set back distance

65. Many studies indicate strongly that some subjects are severely affected by wind turbine noise at distances thought by the industry and government to be safe.[180] Most jurisdictions have noise regulations, which is used to determine the setback of turbines from homes. These noise limit varies from 35 dBA for quiet regions of New Zealand and for nighttime in Germany to 50 dBA in many jurisdictions in the United States.[181] Researchers conclude that wind turbine noise disrupts the sleep and adversely affects the health of those living nearby. All emphasis that future research is needed to determine a safe setback distance and to investigate the mechanism of causation. [182] The most experts in the field express that a setback distance of less than 1.5 km must be regarded as unsafe. These experts recommend for setback of residential properties from wind turbines between 1.5 and 2 km.[183] Only a few jurisdictions have established noise distance setbacks in compliance with these standards. The current set-back distance allow noise levels inside and outside homes that can and have been resulted in negative health impacts. Of course future research can reveal that wind turbines can be sited in the proximity of homes under certain circumstances. Nevertheless, our current knowledge does not offer ways to reduce the substantial health risks other than creating distance between the turbines and homes.

Concluding remarks

66. Based on a review of the evidence there is a significant probability of adverse health effects for human beings living within 1.5-2.0 km of wind turbines (in Houten over 1,500 residences). Globally individuals have reported annoyance, sleep disturbance, stress or psychological distress, inner ear symptoms, headaches, excessive tiredness, and reduction of quality of life. Systematic studies find a causal link between annoyance and sleep disturbance, but do not find a causal link with the other symptoms frequently listed in adverse event reports. These studies do find it plausible that annoyance and sleep disturbance will lead to the other listed symptoms. Dr Hanning[184], specialist in this field for example expresses that inadequate sleep not only is associated with fatigue, sleepiness, and cognitive impairment but also with an increased risk of obesity, impaired glucose tolerance (risk of diabetes), high blood pressure, heart disease, cancer and

[180] See for example: Amanda Harry, 'Wind turbines, noise, and health'(2007), http://www.wind-watch.org/documents/wp-content/uploads/wtnoise_health_2007_a_harry.pdf accessed 8 June 2012

[181] John P Harrison, 'Wind turbine noise' (2011) Bulletin of Science Technology & Society 2011 31: 256

[182] Michael Nissenbaum, Jeff Aramini, Chris Hanning, 'Adverse health effects of industrial wind turbines: a preliminary report' (2011), 10th International Congress on noise as a Public Health Problem

[183] An extensive list of recommended setbacks by experts can be found in Christopher Hanning, 'Sleep disturbance and wind turbine noise' (2009) table 1

[184] Christopher Hanning, 'Sleep disturbance and wind turbine noise' (2009). Dr Hanning is a Honorary Consultant in Sleep Disorders Medicine to the University Hospitals of Leicester NHS Trust, having retired as Consultant in Sleep Disorders Medicine. He holds a First class Honours BSc in Physiology and is qualified in medicine, MB, BS, MRCP, LRCP from St Bartholomew's Hospital Medical School

depression. The WHO (2009) also acknowledged the well-established effects of sleep loss and daytime sleepiness on cognitive function, accident rate and mental health.

67. In everyday language, the term annoyance, which is frequently used in above presented studies, may be viewed as a bit trivial. In the context of human health, however, annoyance is an adverse health effect.[185] The term annoyance has been used to describe the interpretation of noise, though some have suggested that this term tends to minimize its impact.[186] Other terms, such as distress covers the subject in a better way. The burden of annoyance should not be underestimated and includes degradation of health as well as degradation of the quality of life. As mentioned above, annoyance contradicts the WHO's definition of health. Annoyance can have severe health consequences, especially when residents are forced to be in a permanent state of annoyance. Evidence shows that factors, such as the visibility of the turbine and attitude or noise sensitivity of the residents influence the annoyance rates. However, this does not make the wind turbine noise disturbance less real. It is inevitable that there are causal co-factors, such as personal characteristics, which is a necessary condition for the wind turbine to cause adverse health effects. This is, however, true for every exposure-disease combination. Noteworthy is also that no systematic study appeared whose results support the claim that the relevant health problems are similar in unexposed and exposed populations.

D. Violation of Article 8 in the light of the ECHR case law

D.1 Admissibility criteria; the concept of victim

68. In the case of wind turbines in Houten, it is necessary to dwell on an important admissibility criterion, namely the concept of victim. Article 34 ECHR states:

The Court may receive applications from any person, non-governmental organization or group of individuals claiming to be the victim of a violation by one of the High Contracting Parties of the rights set forth in the Convention or the protocols thereto(…)

69. Only applicants who consider themselves victims of breaches of the Convention can complain to the Court. To be a victim the existence of injury is not required,[187] though the state interference must directly affect the applicant. However, the Court also accepted appeals from 'potential victims'. A law may by itself violate the rights of an individual if the individual if the individual is directly affected by the law in the absence of any specific measure of implementation.[188] In the case P. and A. Marckx versus Belgium (1979) the Court built on this concept by adding that a law can violate applicants rights by itself, in the absence of an individual measure of implementation, if

[185] B Berglund, Th Lindvall, DH Schwela, 'Guidelines for community noise' (2000), Geneva: World Health Organisation

[186] AH Suter, 'Noise and its effects'(1991). Administrative Conference of the United States, <http://www.nonoise.org/library/suter/suter.htm> accessed 12 June 2012

[187] ECtHR, *Marckx v.Belgium*, 13 June 1979 (Appl.no. 6833/74) para 27; ECtHR, *Inze v. Austria*, 28 October 1987, Series A no. 126, para 32

[188] ECtHR, *Klass and others v Germany*, 6 September 1978 (Series A, NO 28). Via: Antônio Augusto Cançado Trindade, 'The access of individuals to international justice' (2011), Oxford University Press, 2011, p. 128

they run the risk of being directly affected by it.[189] In the case Dudgeon v. the United Kingdom[190] the existence of legislation criminalizing homosexual conduct continuously and directly affected the private life of the applicant.

70. In the case of Houten the existence of injury is not (yet) present, due to the fact that the wind turbines have not yet been build. Although not denying the permit for building 3 wind turbines in the proximity of homes creates fear for adverse health effects caused by the turbines for the applicants, the actual placement of the wind turbines seems to be a precondition for being directly affected in their right to private- and family life and home. However, applicants can be regarded as 'potential victims'. No medical certificates to substantiate that their health has been adversely affected by the noise of wind turbines can be put forward, because no injury is caused yet. However, seeing the current scientific knowledge on wind turbine noise and its adverse health effects and the Dutch regulation allowing to build in the proximity of homes makes these applicants potential victims. The mere existence of the Dutch legislation and consequent risk of being directly affected leads to this conclusion.

71. The mere fact that the individuals are not suffering from adverse health effects caused by wind turbines, does not affect the victim status of applicants. The current scientific knowledge of wind turbines on human health creates enough evidence to show that the states interference, of not denying the permit, will lead to adverse health effects. It would be unethical to wait for the turbines to be build, and consequent health effects to appear, to conclude that fundamental rights are violated. The broad notion of victim in this sense is necessary to offer the necessary protection.

The margin of appreciation

72. In principle the Netherlands have a wide margin of appreciation in this case, as in other environmental cases.[191] The extent of the margin of appreciation depends on the nature of the right and there is less discretion for the state if the right at stake is one of the core rights and freedoms in the Convention, such as intimate aspect of a person or his physical or mental health. In the case of Houten, both human health and well-being are at stake. Wind turbine noise is designated as causing sleep disturbance, interference with speech communication, cardiovascular and physiological effects, mental health effects, effects on performance and annoyance. The right to sleep at night has undoubtedly been closely linked to the right to health.[192] Therefore the margin of appreciation is limited and the interest of the individuals need to be considered extremely carefully. The Court requires the authorities have relevant reasons for their interference as well as sufficient reasons. This brings that it is not sufficient to pose ´the economic well-being of the

[189] ECtHR, *Marckx v.Belgium*, 13 June 1979 (Appl. no. 6833/74). See also ECtHR, *Johnston and others v. Ireland*, 18 December 1986 (Appl. no. 9697/82)

[190] ECtHR, *Dudgeon v. the United Kingdom*, 22 October 1981 (Appl. no 7525/76)

[191] ECtHR, *Buckley v. the United Kingdom*, 25 September 1996 (Appl. no. 20348/92) Para. 74-77; ECtHR, *Powell & Rayner v. the United Kingdom*, 21 February 1990 (Appl.no. 9310/81) para. 44; ECtHR, *Hatton a.o. v. the United Kingdom* (Grand Chamber), 8 July 2003 (Appl.no.36022/97) para. 100; ECtHR, *Dubetska and others v. Ukraine*, 10 Februari 2011 (Appl. no: 30499/03) para 141

[192] See for example: ECtHR, *Moreno Gómez v. Spain*, 16 November 2004 (Appl.no. 4143/02)

country' but a justification and precision is needed to make clear there are no less grievous interferences possible from a human rights perspective.[193]

Applicability of Article 8 ECHR

73. Applicant needs to be directly and seriously affected by noise or other pollution in his or her home, to fall within the scope of Article 8.[194] In the case of Houten, the interference is present in the 'direct environment' of the applicant, seeing that the applicants live 309 meter from one of the turbines that emits a constant, pulsating sound while functioning and others respectively 343, 399 meter or further. Furthermore, the applicants are personally exposed to a danger that is 'not only serious but also specific and, above all, imminent'.[195] There is a direct connection between the measures of the State and the fact that the applicants are personally places in specific, grave and imminent danger. The well-document scientific knowledge, as presented in Chapter 1, shows that wind turbine noise is sufficiently serious to affect the applicants or prevent them from enjoying their home and their private and family life. The harmful effect on a person's private or family sphere of this noise leads to nuisance, sleep disturbance and consequently drove people out of their houses. Obviously the applicants not simply complain about the general deterioration of the environment. Moreover, in the cases of Roche, Lopez-Ostra, Guerra and Hatton as well as in the Öneryıldız v. Turkey case the Court decided that the constant fear of possible future damage (odours, noise, etc.) forms sufficient grounds to take this as a violation of private and family life.[196] In the case of Houten the constant fear of future damage and health impacts caused by wind turbine noise is clearly present in the community. The increasing amount of scientific and non-scientific evidence on adverse effects due to wind turbine noise (audible and non-audible) is ground for this anxiety.

Positive obligation

74. The Netherlands have a positive duty to take appropriate measures to prevent industrial pollution or other forms of environmental nuisance from seriously interfering with health or the enjoyment of private life or home. This duty may also require the Netherlands to protect individuals from the activities of other individuals or companies that contravene the effective enjoyment of their rights. The Dutch government is legally responsible for preventing serious damage to its citizens' health caused by pollution from industrial installations, even when they are privately owned and run. [197] The Dutch government needs to take reasonable and appropriate preventive measures to secure the applicant's right under paragraph 1 of Article 8. In the light of Article 8, the Netherlands have the following positive obligations when granting an exemption and building permit to build wind turbines in the close proximity to homes:

75. Where the Netherlands define an economic and social policy which by harming the environment, is susceptible of affecting the right persons to respect for their homes and private and family life, it must first carry out appropriate inquiries and studies so that the

[193] Daniel Garcia San Jose, 'Environmental protection and the European Convention on Human Rigths' (2005) Council of Europe, p. 58

[194] ECtHR, *Apanasewicz v. Poland*, 3 May 2011 (Appl. no: 6854/07)

[195] ECtHR, *Balmer-Schafroth and others v. Switzerland*, 26 August 1997 (Appl. no 22110/93), para. 40

[196] Hannes Veinla, 'Precautionary Environmental Protection and Human Rights', Juridica international XII/2007, p. 95

[197] See: ECtHR, *Fadeyeva v. Russia*, 9 June 2005 (Appl.no. 55723/00)

interest of the persons concerned may be taken into account.[198] An appropriate assessment of the risks for people living in the vicinity has not been done. Due to the '*Activiteitenbesluit*' an environmental permit is no longer needed. As a consequence no adequate noise impact assessment is needed nor done, even though the interference is severely affecting the people living in the vicinity. The test that has been done to assess whether the noise requirements are met are inappropriate. The methods used to measure the noise level is inappropriate and inaudible noise is not measured at all. Moreover the fact the government did not do a proper environmental feasibility study before granting the exemption and building permit, undoubtedly needs to lead to a violation of Article 8 ECHR. As stated above, under 31, the applicants, after years of struggle, were still nonetheless declared inadmissible in their proceedings against the (second) environmental permit (the first had already been annulled), which (also) applied to the relevant wind turbines, that thus no substantive judicial review was performed or available, whereas this had been referred to earlier as a justification of the argument that the disputed decision was lawful. Applicants claim that their defence was harmed through this twisted reasoning and accumulation of interim amendments to legislation, which is incompatible with 8 ECHR.

76. Additionally the Netherlands solely studied whether there was support in the area of Houten for sustainable development and wind energy in general. And of course, there was support for that! An independent study bij the Utrecht University of Applied Sciences however showed that 91,49% of the people in Houten are not in favor of building wind turbines in the vicinity of homes.[199] Granting permits without support of the locals seems to be at odds with the principle of public participation as formulated in the Aarhus Convention, which was signed by the State of the Netherlands. It is the Courts well-established case law that these implicit procedural requirements are integrally part of Article 8. The Court built its case-law concerning Article 8 of the Convention in matters of environmental protection largely on the basis of principles enshrined in the Aarhus Convention on Access to Information, Public Participation in Decision-making and Access to Justice in Environmental Matters (ECE/CEP/43). The Aarhus Convention imposes a positive obligation on States to provide information, public participation and access to justice. The ECtHR emphasized 'the importance of public participation in environmental decision-making as a procedural safeguard for ensuring rights protected by Article 8 of the Convention'[200] and added that the lack of participation from the beginning of the procedure for a proposed development, "when all options are open and effective public participation can take place[201]" can lead to a violation of Article 8. Due account is to be taken of the outcome of the public

[198] See also: Jean-Francois Akandji-Kombe, 'Positive obligations under the European Convention on Human Rights. A guide to the implementation of the European Convention on Human Rights' (2007), Council of Europe, p. 47

[199] Hogeschool Utrecht 'Onderzoek draagvlak en wensen ten aanzien van ontwikkeling buitengebied Veerwagenweg te Houten' (2011) < http://www.platformwindenergiedezijpe.nl/wp-content/uploads/2012/02/110301-HU-onderzoek-Gigawiek.pdf> accessed 12 June 2012

[200] ECtHR, *Grimkovskaya v. Ukraine*, 21 July 2011 (Appl. no: 38182/03), para. 69

[201] Aarhus Convention on Access to Information, Public Participation in Decision-making and Access to Justice in Environmental Matters (ECE/CEP/43), Article 6 para 4

participation in reaching the final decision, which must also be made public.[202] In the present case, the Netherlands violates on this ground Article 8.

77. Furthermore, the government did not made sufficient efforts to mitigate the plausible harmful effects on human health. Even more because the municipality refused to investigate alternatives as suggested by the province. On another location named '*Schalkwijk',* an assessment showed the location was more suitable than the location the government gave the permit and exemption for, due to the fact that is was located at a greater distance from homes. Furthermore, the social and environmental concerns of onshore wind turbines is a hot topic in the Netherlands, and its noise effects and the visual degradation of the already small country is often put forward as an argument to invest in offshore wind turbines. Therefore, investigating the possibilities of building wind turbines offshore meets the social needs and could not have been neglected.

78. A fair balance has to be struck between the competing interests of the individual and of the community as a whole. In doing so, the Netherland enjoys a certain margin of appreciation. The interest of protecting the economic well-being of the country and the rights and freedoms of others by contributing to the sustainable development of the Netherlands' resources needs to be weighed against the right of the people living in the vicinity of wind turbines to be protected from interference with health or the enjoyment of private life or home. These interests include public health benefits, due to the fact that wind turbines are claimed to produce less pollution than conventional energy sources. Consequently, we are told to expect less disease burden on the general public from wind turbines than from fossil sources. This assertion has been challenged and contested in science.[203] Even if public health *benefits* were established, there are also clear public health *risks* associated with wind turbines. In this case, the lack of appropriate assessment of the risk and the lack of study on alternatives that were there, the Netherlands failed to take reasonable and appropriate measures to secure the applicants rights. Particularly because better alternatives were present and experts recommend not to build wind turbines within the scope of 1,5-2 km near houses.

The justification test of Article 8 (2)

79. The Netherlands interfered in two ways in the right to health or the enjoyment of private life or home. Firstly, the existence or application of the CHW and the laws that are interrelated and changed by the CHW can be regarded as an interference. The mere existence of these laws interferred in the applicants legal protection in that way that their right to health or the enjoyment of private life or home is violated. The Netherlands introduced an *'Activiteitenbesluit'*, also known as '*Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer'* (BARIM), by which the environmental permit, previously needed before building wind turbines, was abolished. On this ground pending cases against the environmental permits in this case were dismissed. As a consequence a thorough assessment of noise effects on human beings was no longer a legal precondition. Before, this assessment was needed in case this would be 'spatially relevant,' which is a common concept in Dutch case-law. Regarding the level and characteristics of wind turbine noise

[202] ECtHR, *Taşkın and Others v. Turkey*, 10 November 2004 (Appl. no. 46117/99), para. 99

[203] Martin Shain, 'Public Health Ethics, Legitimacy, and the Challenges of Industrial Wind Turbines: The Case of Ontario, Canada' (2011), Bulletin of Science Technology & Society 2011 31: 346, p. 346

and its effects on human health, this assessment obviously is 'spatially relevant'. Due to the retroactive cancellation of the required environmental permit, an important assessment of risks was abolished related to granting a permit for building wind turbines in the proximity of homes. As a consequence no adequate assessment of noise effects was needed or performed prior to authorizing a permit. As a consequence, legal protecting can only be granted afterwards. Only in cases of administrative enforcement, when the wind turbines are institutionalized and violating noise norms, individuals can seek for legal protection.

80. Additionally, article 3.14a paragraph 1 of the BARIM declares that wind turbine noise needs to be limited to a maximum of 47 dB Lden and 41 dB Lnight[204] on the facade of sensitive buildings and sensitive areas on the border of the area. The noise measure Lden stands for Level day-evening-night and noise in the evening and at night weighs more heavily than daytime noise. In order to determine Lden within an area, the sound level is measured during one year. Lden is therefore difficult to enforce, since it is based on annualized noise levels. And impossible to show for common citizens that these levels are violated, unless government will measure continuously. They will not do so. As a consequence it can be possible that the noise level is 60 dB in summertime and 35 in wintertime and still be in compliance with the law. The competent authority can take customization requirements to take into account the cumulative effects of several wind turbines to lower the maximum noise level allowed. This standard is extremely difficult or even impossible to function as an enforcement standard, because it is difficult to measure or enforce it. Especially on budget of ordinary citizens.

81. Furthermore, B&W (the administrative of the municipality of Houten) granted an exemption under article 19, paragraph 2 of the 'Law on Spatial Planning' (old WRO) and building permit to Eneco New Energy BV. Article 19 old WRO consist of inter alia paragraph 1, 2 and 3 on which exemptions of the applicable land use plan can be based. Paragraph 1 applies if the intrusion is severe, paragraph 2 if the intrusion is less severe and paragraph 3 to the least severe intrusions. It is being contested whether a severe intrusion by enormous wind turbines in the proximity of homes can fall under the scope of article 19 paragraph 2. In any case, it is clear to applicants that the spatial substantiation was flawed, because due to the annulment of the environmental permit, little or no further investigation took place and environmental aspects were not legally assessed on important points, as indicated heretofore in underlined passages of jurisprudence. In the absence of that further investigation and a legal assessment of noise, vibration, flickering etc. in the context of an environmental permit, while the court consciously did not assess the building permit and exemption on that point, applicants did not have a fair day in court and their rights as protected in article 6 and 8 ERCH were violated. The exemption required for the building permit was therefore established in conflict with articles 6 and 8 ECRH. In sum, solely the 'light' exemption was needed in this case, where wind turbines were planned to be build in the vicinity of homes. This light exemption allows for a marginal test of risk assessment and takes away most procedural guarantees to assess whether wind turbines can be build in that area properly.

[204] 'Lden' : The noise indicator as stated in article 3, under f, of Directive 2002/49/EC of the European Parliament and the Council of the European Union on 25 June 2002 on the evaluation and the management of environmental noise; 'L night': The noise indicator as stated in article 3, under i, of Directive No. 2002/49/EC of the European Parliament and the Council of the European Union on 25 June 2002 on the evaluation and management of environmental noise

This light exemption is disproportional for a heavy intrusion in a peaceful area as Houten. The legal system therefore does not offer sufficient legal protection, which leads to a violation of the right to health and the enjoyment of private life and home.

82. Secondly, the granting of the exemption and permit in itself constitutes an interference in the light of Article 8.[205] The likelihood that this interference will lead to adverse health effects and degradation of the enjoyment of private life and home is demonstrated by the scientific evidence presented in chapter 1.

83. The Netherlands bear the onus to prove that the first interference (the existence and application of the CHW) is lawful and justified under Article 8 (2) ECHR. The exemption and permit are granted in accordance with the law. However, the law itself is being contested. The rule that authorizes an interference with Article 8 must be compatible with the rule of law, accessible and sufficiently clear and precise to be foreseeable in its application.[206] The CHW and the related laws however are not. According to its explanatory memorandum, the Act is written to overrule the municipality if they refuse to cooperate with measures that stimulate economic well-being of the country, such as providing building permits. This is not explicitly mentioned in the Act itself, what is common to Dutch legislation. However, the scope of the CHW is extremely broadened, since the Netherlands are applying this law in every case, even when the municipality is cooperating. The fact that the CHW and its related laws are not at all precise and clear has been proved by the fact that even the Court of Utrecht twice wrote the CHW was not applicable, before stating it was applicable.

84. Moreover, this is shown by the fact the Councli of State decided unambiguous. A new paragraph was added which determines that if an exemption based on the old WRO was already granted under Article 19, first or second paragraph, even after the entry into force of the new WRO a building permit in accordance with an exemption may be granted. The Council of State determined by judgment of 1 December 2010 that this is applicable to projects that have been established by Article 3.26, paragraph 1 new WRO.[207] However, in this case, the building permit and exemption had been based on a request before the entry into force of the new WRO. The Council of State determined in a decision of 1 December 2010 that article 3.1 appendix 1 CHW states that the CHW is not applicable to projects of 20+ buildings (i.e. a building project of more than 20 houses), if the project falls under the old WRO instead of under the new WRO. Therefore it is questionable whether the CHW is even applicable in this case.

---

[205] See also: Douwe Korff, 'The standard approach under Article 8-11 ECHR and Article 2 ECHR'(2008) <http://ec.europa.eu/justice/news/events/conference_dp_2009/presentations_speeches/KORFF_Douwe_a.pdf> accessed 12 June 2012, p.2. See also: ECtHR, *Dudgeon v. the United Kingdom*, 22 October 1981 (Appl. no 7525/76)

[206] Douwe Korff, 'The standard approach under Article 8-11 ECHR and Article 2 ECHR'(2008) <http://ec.europa.eu/justice/news/events/conference_dp_2009/presentations_speeches/KORFF_Douwe_a.pdf> accessed 12 June 2012, p.2

[207] Article 3.26, paragraph 1 new WRO 3.26: If there are provincial interests, the Provincial Council can hear the municipal council and create an integration plan, with exclusion of the jurisdiction of the municipal council to make a land use plan

85. Article 1.1 appendix 1 of the CHW concerns construction or expansion of production facilities for the generation of renewable electricity using wind energy. The provisions of relevance to this case study are article 9b paragraph 1, opening words and a and b, and Article 9e Electricity Act 1998. These provisions concern huge wind farms upwards of 100 MW of production facilities, with a capacity of at least 50 MW generated not using wind energy and the construction or expansion of a production facility for generating wind energy between 5MW and 100 MW, in the situation that the provincial council has to use its jurisdiction of creating an integration plan under Article 3.26 new WRO, to overrule the municipality. The legal system and explanatory memorandum make it very clear that this 'overruling' is only possible if the municipality is not cooperating in the realisation of a project. If this is not the case, if the municipality cooperates, the legal system and explanatory memorandum indicate that the CHW cannot be applied. There is also no need for application. Applicants may infer from the foregoing that if and when the CHW refers to a procedure from the new Spatial Planning Act, the CHW applies to cases (building applications) that predate the commencement in effect of the new Spatial Planning Act, as in this case. Should this be otherwise, applicants make the following observation.

86. The legislature has stated in the legal notes that in case of a recalcitrant municipality a provincial integration plan can always accelerate the decision making. Hence the obligation assumed, unless an appeal to 'escape' is made (article 9e paragraph 5 Electricity Act) ['Ewet] or an alternative location must be designated if no recourse can be taken to escape.

87. From the legislative systematology and legal commentary on article 9e Electricity Act, it is noted that the legislature has linked the stated category of wind projects to the question of whether an impasse exists (stagnation) which must be broken through. If it appears that the municipality agrees to the designated alternative location, then the obligation of article 9e Electricity Act paragraph 2 does not apply. Everything is designed to remove any possible obstacles. If such obstacles do not occur, then a category as meant in article 9e of the Ewet does not exist. In order to realise this acceleration of procedures or break through impasses, in the legal notes the legislature nota bene recommends that when initiatives are taken, an application be submitted both to the municipality and the province. From this it follows that the legislature did not intend for the CHW to apply if an integration plan as per 3.26 WRO (new) did not exist. In the legal explanation this is expressed once again thusly:

'What is concerned, after all, is a refusal of a municipality to change the zoning plan on behalf of a plan to establish or expand a production installation for the generation of sustainable electricity with the aid of wind energy with a capacity of at least 5 but not more than 100 MW.'

88. The aforementioned mandatory application of an integration plan makes it easier for provincial governments to achieve the provincial target for wind energy, because they are authorized to take all necessary decisions. According to the legislature, these measures contribute to the accelerated increase in production capacity of sustainable energy as envisaged by the government.

89. The legislature would not have conceived the entire layout of article 9 Ewet in this way if it had wanted to place the realisation of windmills under the CHW separately from the

authorisation as per 3.26 WRO. Article 1.1 of appendix I CHW could then, after all, have sufficed with only this single unqualified category allocation. In article 1.1, appendix I, it is not for nothing that the words '*as meant in'* are in article 9e Ewet. This intention has already been explained. So the entire point is not whether a capacity between 5 and 100 MW exists or not.

90. The 'Ministry of Public Housing, Spatial Planning and Environmental Management' (VROM) expects that new projects will not fall under the scope of the CHW, because wind is seldom of provincial interest. So VROM was also obviously amiss in terms of the correct application of legislation. From the studies done on behalf of VROM, it is noted that provinces are cautious about integration plans.[208] Petitioners may not be the dupe of an interpretative hocus-pocus of words in legal texts. The legislature should make explicit statements about the envisaged intentions of the law, as this has already happened on other subjects regarding the CHW. Also typical is the phrase in consideration 2.8.1 of the District Court at Utrecht '*...the Court can come to no other decision than that...*'.

91. The court does not substantiate this with history itself, but by taking on 'counter-reasoning' from the petitioner that the explanation could lead to a situation in which, in view of article 9e, second paragraph of the Electricity Act 1998, the applicability of the CHW by a municipality could intentionally be effected by not cooperating in a necessary amendment of the planning regime. The consequences, however, are regulated in law, not possible intentions of municipalities. This says that intentions, whether or not they are deliberate, are not relevant. Only the desire to break through a deadlock, which also includes a municipality that does not cooperate.

92. The applicants complain that the Netherlands created a system of unclear and vague laws, to make it possible to achieve wind energy targets while opting to ignore scientific evidence demonstrating the risks of wind turbines in the proximity of homes and opting to ignore the the will of its citizens as well as studying alternative locations. Due to the created system of law which are extremely vague, unclear and not precise, the interference does not fulfill the requirement of 'in accordance with the law.'

93. The aim of the interference is protecting the economic well-being of the country and the rights and freedoms of others by contributing to the sustainable development of the Netherlands. Seeing that the list of legitimate aims mentioned in Article 8 (2) are so wide, this aim will be regarded as legitimate by the ECtHR.

94. The last step to be taken in the test of Article 8 (2) is determining whether the interference is necessary in a democratic society. An interference will be considered necessary in a democratic society if it answers a pressing social need and, in particular, if it is proportionate to that aim and if the reasons adduced by the national authorities to justify it are relevant and sufficient. Regarding the existence of the CHW, the following can be said. The Netherlands express the pressing social need of this Act in the explanatory memorandum, being economic development in times of financial malaise.

[208] Vrom-inspectie 22 juni 2010, Uitvoering windenergie in relatie tot Crisis- en herstelwet/Elektriciteitswet 1998, Bijlage 4, Deelrapport Utrecht p. 10 bij Windenergie sneller ingepast?

The requirement of pressing social need can be seen as a gliding scale, some needs are more pressing than others. Protecting the national security for example can be easier to justify than the economic well-being of the country. In this case, the economic well-being of the country is the sole pressing social need and therefore more difficult to justify than other pressing social needs. Whether the Netherlands may reasonably rely on the idea that investing in wind energy will advance economic stability and well-being is contested in the literature.

95. The explanatory memorandum emphasizes that the measures proposed in the Act significantly simplify decision making, to accelerate achieving a number of projects in the next four years, without compromising the necessary administrative care and adequate legal protection. If this would be true, the interference presumably can be regarded proportionate. However, as mentioned above, the legal protection of people living in the vicinity is adversely and severely affected. No adequate assessment of noise effects is needed and individuals can only seek for justice after the wind turbines have been build and are violating noise standards.

96. Do the Netherlands provide relevant and sufficient reasons to justify this measure? Relevant reasons are presented and can be found in financial interests and sustainable development. Whether this measure allows for degrading individual legal protection is not addressed. No sufficient reasons are given to substantiate why these interests is of greater importance than legal protection.

97. Furthermore needs to be assessed whether the second interference, being the granting an exemption and building permit fulfills the justification test of Article 8 (2). The pressing social need is assumedly the same as in the foregoing and set out in the explanatory memorandum. Again, the pressing social need in this case, consisting of economic interests asks for strong reasons to justify it, since it is a less pressing social need than for example protecting national security. However, the term necessary implies that the least restrictive measures is achieved 'in the least onerous way as regards human rights'. [209] The Netherlands refused to investigate other area's in which wind turbines could have been build, even though the province suggested other location. No sufficient and relevant reasons were given for this refusal. The interference is far reaching and interferes in human health and the right to sleep at night. As a result, strong reasons to justify it are needed to be in compliance with Article 8 ECHR. The lack of strong reasons to justify this administrative neglectancece shows that the balancing of interests has not been adequate. No fair balance has been struck.

98. The Netherlands require measures to protect the economic well-being of the country. However this happens at the expense of civilians' legal protection. Balancing the potential local economic and national climate change benefits against the likelihood of a diminished rural quality of life for local citizens, and effects on health and well-being is a difficult task. Although the Netherlands' interest is reasonable and understandable, an unreasonable risk is taken and no sufficient measures are taken to provide sufficient legal protection. Therefore, no fair balance has been struck. The Netherlands have focused their policies on achieving wind energy targets while opting to ignore evidence

[209] ECtHR, *Peck v. The United Kingdom*, 28 January 2003 (Appl. no. 44647/98)

demonstrating that when wind turbines are located too close to family homes, the prolonged exposure to the audible and inaudible range of acoustic characteristics of wind turbine noise adversely affects people's health. The protection of commercial development and the economic well-being of the country seem to be more important than the protection of private life, family life, home and health.

The Precautionary principle

99. The European Convention on Human Rights does not encapsulate any individually justiciable rights to a healthy environment. The European Human Rights perspective on environmental law and policy is continuously developing and the Court is facing new challenges over and over again. Due to these developments and the consequent legal uncertainty, the question arises as to whether individuals could rely on the environmental principles in cases falling within the scope of the ECHR. In particular, in spite of the absence of individually justiciable rights to live in a healthy environment, should ECtHR as well as national courts take into consideration the precautionary principle? This chapter aims to shed some light on the interrelation between the precautionary principle and the environmental-related protection under Article 8. The precautionary principle states that if there are reasonable scientific grounds for believing that a product may cause adverse health effects, it should not be in place until scientific evidence proofs that the benefits outweighs the costs or risks.

100. The precautionary principle is detailed in Article 191 of the Treaty on the Functioning of the European Union (EU). It aims at ensuring a higher level of environmental protection through preventative decision-taking in the case of risk. [210] The WHO endorses the precautionary principle and emphasizes: ' In all cases, noise should be reduced to the lowest level achievable in a particular situation. Where there is a reasonable possibility that public health will be damaged, action should be taken to protect public health without awaiting full scientific proof.'[211] The principle is far wider than environmental protection and plays part in consumer policy and European legislation concerning health.

101. In a Communication from the Commission on the precautionary principle, of 2 Februari 2000[212] is emphasized that the definition of the principle shall also have a positive impact at international level, so as to ensure an appropriate level of environmental and health protection in international negotiations. According to the Commission the precautionary principle may be invoked when a phenomenon, product or process may have a dangerous effect, identified by a scientific and objective evaluation, if this evaluation does not allow the risk to be determined with sufficient certainty. The commission stresses its relation with risk analysis and more particularly risk management

[210] Europa. Summaries of EU legislation (2011) <http://europa.eu/legislation_summaries/consumers/consumer_safety/l32042_en.htm> accessed 12 June 2012

[211] B Berglund, Th Lindvall, DH Schwela, 'Guidelines for community noise' (2000), Geneva: World Health Organisation

[212] European Commission, Communication from the Commission on the precautionary principle, COM/200/0001 final, <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52000DC0001:EN:NOT> accessed 12 June 2012

and indicates that the precautionary principle may only be invoked in the event of a potential risk and that it can never justify arbitrary decisions. Preconditions that have to be met are identification of potentially adverse effects, evaluation of the scientific data available and the extent of scientific uncertainty. The level of risks determines the degree of precaution that is needed.

102. Internationally several definitions of the precautionary principle exist, but most of them share a three-part structure. This structure first includes the level of damage, determining under which conditions the principle should be applied. Second, the scientific criterion, to specify the status of knowledge according to the relationship between a given activity and a given effect. Lastly, the remedy the authorities should offer in response to the activity.[213] In sum can be said that 'the consideration of serious consequences to the environment, combined with uncertainty about the situations in which these consequences might materialize, creates a condition where precautions should be taken'.[214]

103. The ECJ and the Court of First Instance (CFI) have dealt with the precautionary principle in many cases.[215] The case law of the ECtHR on this principle however is scarce. The case of Balmer-Schafroth and others v. Switzerland is a remarkable first step in this regard. Plaintiffs lived in the proximity of the Mühleberg nuclear power station, which according to them, did not fulfill the safety requirements. They required safety measures to be takens as preliminary measures. The Court however, found that they failed to prove direct connection between the operation of the nuclear power station and the alleged violation of their rights and failed to prove that they were personally placed in 'specific, grave, and imminent danger.' Remarkably, seven judges issued a dissenting opinion, based *expressis verbis* on the precautionary principle, in which they deemed it necessary to guarantee human rights also in cases involving not only dangers but possible dangers and risks as well.[216]

104. In environment-related cases the complaint often concerns supposed damage and health risks. The courts line of reasoning so far has been that applicants have to produce "reasonable and convincing evidence of the likelihood that a violation affecting him personally would occur; mere suspicion or conjecture is insufficient in this regard." In *Fadeyeva*, the ECtHR stressed that there was "a very strong combination of indirect evidence and presumptions" which made it possible to conclude that the applicant was suffering from a prolonged exposure to hazardous pollutants[217].. The line of reasoning of Court often has been that strong combination of factors were needed for an applicant to

[213] NA Manson, 'Formulating the precautionary principle'(2002), Environ Ethics 24:263–264, p. 265.
[214] Runyu Wang ,The precautionary principle in maritime affairs, World Maritime University J Marit Affairs (2011) 10:143–165
[215] See for example: Case C-180/96 *United Kingdom v Commission (BSE case)* [1998] *ECR*I-2265
[216] ECtHR, *Balmer-Schafroth and others v. Switzerland*, 26 August 1997 (Appl. no 22110/93), dissenting opinion of Judge Pettiti, joined by Judges Gölcüklü, Walsh, Russo, Valticos, Lopes Rocha and Jambrek. Via: Hannes Veinla, Precautionary Environmental Protection and Human Rights, Juridica international XII/2007, p. 95
[217] ECtHR, *Fadeyeva v. Russia*, 9 June 2005 (Appl.no. 55723/00) paras 80-88

have the status of victim. This is at odds with the precautionary principle, a principle the Court itself declared to be part of European Community law. [218]

105. In this case, Tatar v. Romania, which was decided in 2009 the Court for the first time explicitly found a violation of the precautionary principle. More explicitly, the Court read the principle, as already recognized in other international provisions, explicitly into Article 8 ECHR.The case concerns a gold mine, using sodium cyanide in its extraction process, which released about 100,000 m3 of cyanide-contaminated tailings water into the environment following an environmental accident in January 2000. After this accident the mine did not stop its activities. The applicants, living in the vicinity of the gold mine complained that the mining process was a health hazard for the people living near it, that it posed a threat to the environment and that it was aggravating their son's asthma. As in similar cases, the Court found that the applicants had failed to prove a causal link between the exposure and the son's asthma. However, the mining company had continued its industrial operations after the accident, in breach of the precautionary principle, according to which the absence of certainty with regard to current scientific and technical knowledge could not justify any delay on the part of the State in adopting effective and proportionate measures. The Courts angle of incidence is the protection of human health under the ECHR and not environmental degradation. In this respect the Court cites inter alia principle 15 of the Rio Declaration 1992, the precautionary passage from the Gabikovo-Nagymaros decision of the ICJ and refers to the codification in the EC Treaty and the use of this principle by the European Court of Justice.[219] Consequently the Court concluded that the Romanian authorities had failed in their duty to assess, to a satisfactory degree, the risks that the company's activity might entail, and to take suitable measures in order to protect people's right to private life and home, within the meaning of Article 8, and more generally their right to enjoy a healthy and protected environment. A violation of the precautionary principle does not lead to the allocation of compensation by the Court. The fact the applicants failed to demonstrate there is a causal link between the activity and health issues makes that there does not rest an obligation to compensate on the shoulders of the state. However, this does lead to a violation of the precautionary principle, since the authorities should have taken steps, due to the scientific uncertainty.

Shift in the burden of proof?

106. The burden of proof can be employed to allocate the risk of uncertainty[220] The shift of the burden of proof is often seen as one of the main components of the precautionary principle. This concept brings that the party who initiates environmental sensitive activity needs to prove it is harmless. As a result, the parties who are protecting the environment and human health are released from the burden of proof. This idea of shift in the burden of proof is based on the presumption that an activity is harmful to the environment or

[218] In ECtHR, *Tatar v. Romania*, 27 January 2009 (Application No: 67021/01) para. 120, the ECHR noted that the precautionary principle was part of European Community law, 'qui « a vocation à s'appliquer en vue d'assurer un niveau de protection élevée de la santé, de la sécurité des consommateurs et de l'environnement, dans l'ensemble des activités de la Communauté »'

[219] ECtHR, *Tatar v. Romania*, 27 January 2009 (Application No: 67021/01), paras 69/70.

[220] Daniel Bodansky, 'New developments in international environmental law—remarks by Daniel Bodansky' (1991) Am Soc Int Law Proc 85:413–417

human health unless proven otherwise.[221]The level of proof remains the same, meaning that the party who intends to engage in the environmentally sensitive activity needs to demonstate the product is safe 'beyond reasonable doubt'. This shift does not bring a zero-risk-approach in which technological and economic development is altered until proved to be 100% safe. In most definitions operators or manufacturers have to prove their activities would not result in 'serious or irreversible damage.[222]

The Precautionary Principle & wind turbines in Houten

107. There are unanswered questions about the risk of short and long term exposure to wind turbines. The long-term health impacts to people living in the vicinity as is the case in Houten and children in particular and workers such as farmers who work in close proximity to wind turbines are unknown.[223] Based on the foregoing, the application of the precautionary principle is essential where there is any possibility of noise disturbance and consequent adverse health effects from wind turbines. [224] The case of wind turbines in the proximity of homes definitely falls within the damage threshold of the precautionary principle. Protests in the Netherlands against the placement of wind turbines in the proximity of homes, due to inter alia noise effects on human beings, is a hot issue. The Netherlands definitely need to be aware of health effects that have been experienced in their own country as well as worldwide, due to the fact that a large amount of valid scientific evidence supporting the claim that wind turbine noise can lead to adverse health effects if they are placed too close to homes stem from Dutch studies. The Dutch government are not respecting the precautionary principle and the policy is focused on achieving wind energy targets. The protection of commercial development and the economic well-being of the country seem to be more important than the protection of private life, family life, home and health. Seeing the plausibility of noise disturbance and consequent health effects from wind turbines, the Dutch approach seems to have lost track of the interests of their people. Allowing the placement of wind turbines this close to homes, will result in serious and irreversible damage. Consequently the applicants claim that the Dutch authorities fail in their duty to assess, to a satisfactory degree, the risks that wind turbines in the proximity of homes might entail, and fail to take suitable measures in order to protect people's right to private life and home, within the meaning of Article 8, and more generally their right to enjoy a healthy and protected environment. On the basis of scientific and medical research this has led in France and also in other countries to national legislation in which it is ensured that wind turbines may never be realised within a radius of 1.5 kilometres from residential areas.

IV Statement relative to article 35 para. 1 of the Convention

A. Final decision (date, court or authority and nature of decision)

---

[221] Runyu Wang, 'The precautionary principle in maritime affairs', World Maritime University J Marit Affairs (2011) 10:143–165

[222] MG Faure, E Vos, red. Juridische afbakening van het voorzorgsbeginsel: mogelijkheden en grenzen. Den Haag: Gezondheidsraad, 2003; publicatie nr A03/03, p. 73

[223] See also: Carmen ME Krogh, 'Industrial Wind Turbine Development and Loss of Social Justice?' (2011) Bulletin of Science Technology & Society 2011 31: 321, p. 330

[224] Christopher Hanning, 'Sleep disturbance and wind turbine noise' (2009), p.19

There are several final decisions applicable. These cases can be found on: www.raadvanstate.nl, case numbers: 201106887/1, 201106769/1, 201107133/1, 201106997/1, 201106510 and 201107137/1. The following decisions are hereby enclosed:

1) Raad van State 201106769/1, 14 December 2011 (Bakker, de Bruijne and 177 others);

2) Raad van State 201106510/1/H1, 14 December 2011 (Puijk, Van Doorn);

Within a short period of time the applicants will send a copy of all the other final decisions per post to the registry of the ECHR.

B. Other decision (list in chronological order, giving date, court or authority and nature of decision for each of them)

On 4 May 2011 the Court decided 3 similar cases, which all concerned the same issue. These decisions can be found at www.rechtspraak.nl: LJN: BQ5252, Rechtbank Utrecht, SBR 10-2456, LJN: BQ5164, Rechtbank Utrecht, SBR 10/2305, LJN: BQ5237, Rechtbank Utrecht, SBR 10/2455). The following decisions are hereby enclosed:

1) Rechtbank Utrecht SBR 10/2455, 18 May 2011, (A. de Bruijne, 177 others);

2) Rechtbank Utrecht SBR 10/2305, 18 May 2011, (Puijk, Van Doorn);

3) Rechtbank Utrecht SBR 10/2456, 18 May 2011, (H. Van Doorn, 119 others);

Within a short period of time the applicants will send a copy of all these decisions per post to the registry of the ECHR. All these decisions are relevant to this complaint to the ECtHR. The decision of the municipality of Houten that followed on the viewpoints of the residents is enclosed. This decision is the same for all of the applicants in this case. All of them received the same decision as a respond of their viewpoints. Therefore it is unnecessary to enclose more decisions followed on the viewpoints.

C. Is there or was there any other appeal or other remedy available to you which you have not used? If so, explain why you have not used it.

No there was not.

V. Statement of the object of the application (see 19 e of the notes)

Applicants object is that the European Court of Human Rights determines:

1)that the 'Activiteitenbesluit', specifically Article 6.21a and 6.21 b, is in violation of Article 6 and 8 ECHR;

2) that the Netherlands by allowing wind turbines to be in operation in the vicinity of the residences (within a distance of 1.5 - 2 km) is acting in violation of Article 6 and 8 ECHR;

3) that the Netherlands is acting in violation of Article 6 and 13 by allowing wind turbines to be in operation in the vicinity of the residences (within a distance of 1.5 - 2 km) without the application of a judicial review in advance;

4) that the municipality of Houten is acting in violation of Article 6 and 8 ECHR by

granting a building permit and/or exemption to allow wind turbines to be build in the vicinity of homes;

5) that the State of the Netherlands has violated its own laws by retroactively abolishing the environmental permit, which is a essential preconditioning for legal protection in case of building projects, while an appeal was still pending, without providing that a judicial review could take place, and that that by itself is contrary to Article 6 and 13 ECHR;

6) that the Crisis and Recovery Act (CHW), specifically Article 1.6, is in violation of Article 6 and 13 ECHR;

7) that the State of the Netherlands has violated its own laws, as the Council of State excluded the applicability of the CHW in a case with parallels as determined in a decision of 1 December 2010 that article 3.1 appendix 1 CHW states that the CHW is not applicable to projects of 20+ buildings (i.e. a building project of more than 20 houses), if the project falls under the old WRO instead of under the new WRO while the same Council of State declared this law in the present cases did declared applicable and that the Netherlands consequently violate Article 6 and 8 ECHR;

8) that the State of the Netherlands shall pay compensation under Article 41 ECHR in connection with the necessary attorney's fee (€ 49.000 ex 19 % VAT) € 58.310,-. The deployment of a lawyer was necessary because of the complexity of the legal issues. The applicants were unable to understand the legal merits of legislation and the jurisprudence of the Court. For this reason the lawyer's office had to research the current jurisprudence and legislation that is applicable to this case of Houten. Because of the fact that only one person, Mr. M.E. Bakker, was able to finance the legal costs, he made an agreement with the lawyer that he should only pay a fixed fee for all total cost, in total € 58.310,- (incl. VAT).

VI. Statement concerning other international proceedings (19f)

A. Have you submitted the above complaints to any other procedure of international investigation or settlement? If so, give full details.

No, the applicants have not.

VII. List of documents

(no original documents, only photocopies, do not staple, tape or bind documents)
(See § 19 (g) of the Notes. Include copies of all decisions referred to in Parts IV and VI above. If you do not have copies, you should obtain them. If you cannot obtain them, explain why not. No documents will be returned to you.)

The list of documents will be send per post as soon as possible after sending this application form. We would like to ask the ECtHR lawyer to contact us about the list of documents that need to be send. We prefer to speak to a Dutch lawyer. If that's not possible telephone contact in English is possible.

VIII. Declaration and signature (19h)

I hereby declare that, to the best of my knowledge and belief, the information I have given in the present application form is correct.

Place
Date

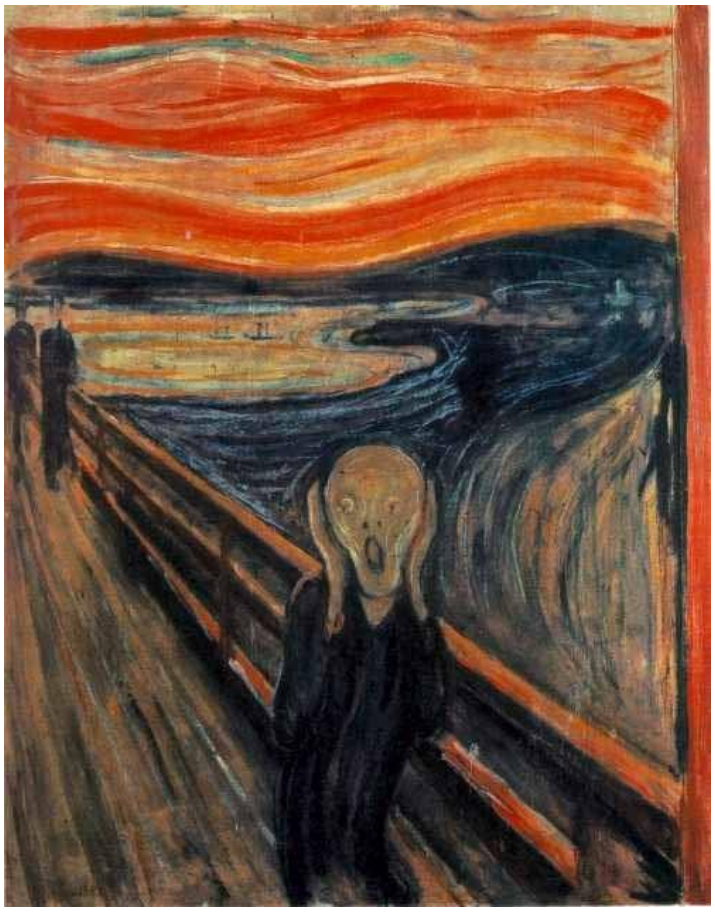
Signature of the applicant or of the representative

Amice Advocaten B.V.,

J. van de Riet

MANIFEST

Wind voor Buren is voornemens twee windturbines, met een tiphoogte van 210 meter te plaatsen langs de A-35 / A-1 bij knooppunt Buren.



Edvard Much; de schreeuw

In dit manifest zullen we uitleggen waarom dit voor 10.000 omwonenden in Borne-West en Hof van Twente een angstaanjagend plan is.

Dit is wat de echte buren ervan vinden……

Inhoud

Waarom dit manifest 3
Waarom zijn we tegen 4
Draagvlak voor windenergie op land....5
Rendement 6
Veiligheid, leefbaarheid en gezondheid 7
Landschap en toerisme 8
BIJLAGE 1 DRAAGVLAK VOOR WINDTURBINES OP LAND 9
BIJLAGE 2 RENDEMENT 10
BIJLAGE 3 VEILIGHEID, LEEFBAARHEID EN GEZONDHEID....13
Windturbines en gezondheidsrisico's 13
De problematiek van slagschaduw....13
Laag frequent geluid....17
BIJLAGE 4 LANDSCHAP EN TOERISME....25
BIJLAGE 5 ONDERBOUWING 30

Waarom dit manifest

In 2017 is het voornemen om twee 210 meter hoge windturbines te plaatsen bij knooppunt Buren aan de A35/ A1 bekend gemaakt.

Vanaf dat moment hebben de omwonenden hun grote zorgen uitgesproken over dat plan.

Niet omdat zij tegen windenergie zijn of tegen initiatieven die de energietransitie vorm geven. Vele bewoners hebben al jaren zonnepanelen of betrekken reeds groene stroom van elders. Isolatie en energiereductie is ook voor velen een concreet onderdeel van het onderhouden en verbeteren van woningen.

De omwonenden zijn tegen omdat de gekozen locatie in meerdere opzichten volstrekt verkeerd is en er voldoende (betere) alternatieven bestaan. En die alternatieven verdienen het om goed bestudeerd te worden.

Bovendien is het onlogisch om alle energie lokaal in de eigen gemeente te willen opwekken. Dat is simpelweg niet haalbaar. Laten we daarom de windenergie halen van de plek waar de meeste wind is; op zee. En laten we lokaal doen wat wél rendement oplevert; zonnepanelen en isolatieprogramma's voor álle inwoners.

Met dit manifest maken de omwonenden nog eens duidelijk wat hun concrete bezwaren zijn.

De initiatiefnemers hebben zich om hun moverende redenen tot nu toe weinig gelegen laten liggen aan de zorgen van de omwonenden.

Wij willen de initiatiefnemers en de besluitvormers met dit manifest ervan overtuigen dat het plaatsen van de turbines op de beoogde locatie niet moet plaatsvinden.

Namens de omwonenden verenigd in:

Geen windmolens bij woonwijken en buren tegen windmolens.

www.geenwindmolensbijwoonwijken.nl / *geenwindmolensbijwoonwijken@gmail.com*

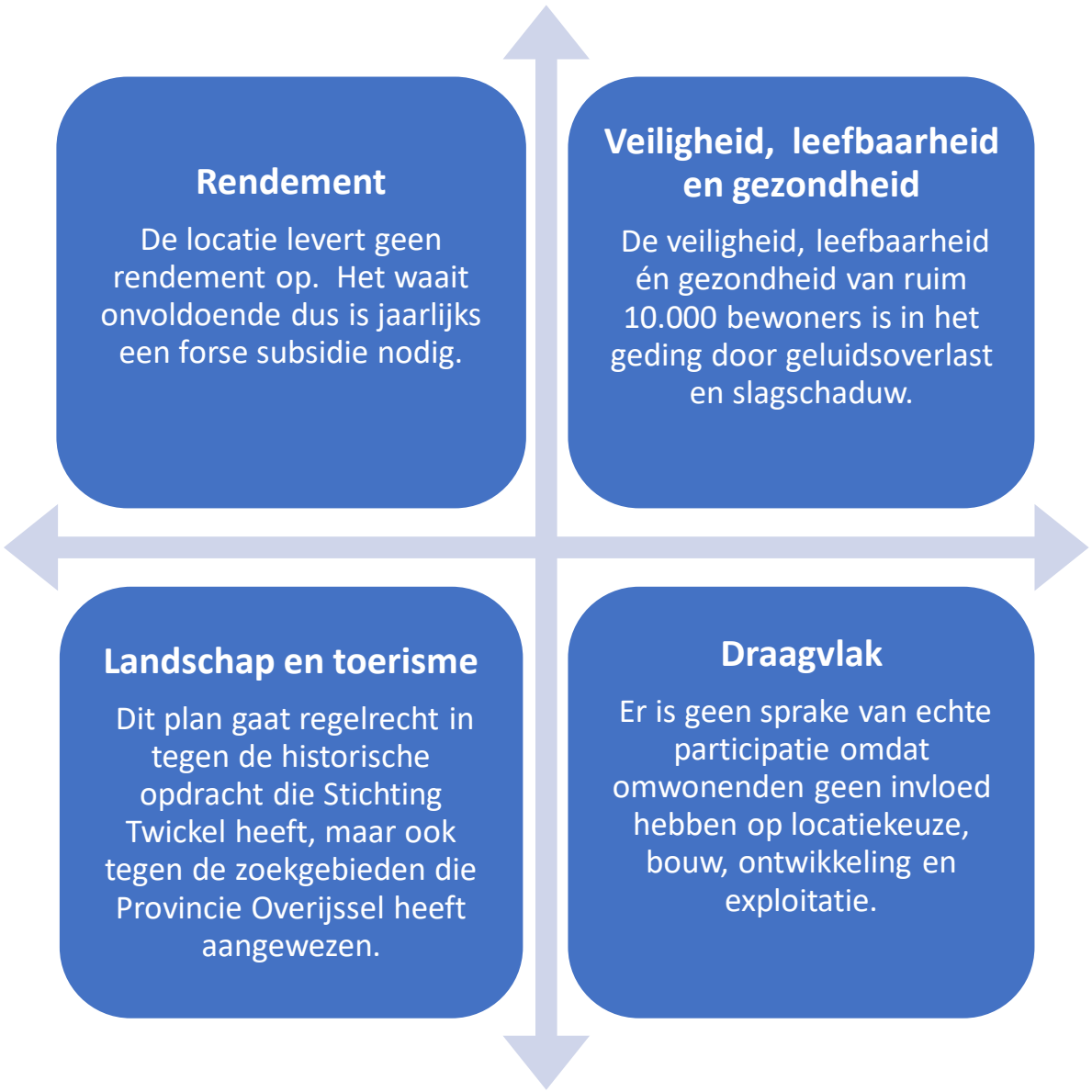
www.burentegenwindmolens.nl / *info@burentegenwindmolens.nl*

Contactpersoon Gerard Sleumer / g.sleumer@hetnet.nl

Waarom zijn we tegen

In het schema hieronder is in één oogopslag te zien waarom het plaatsen van twee windturbines langs de A-35/A-1 geen goed plan is, en niet alleen voor de omwonenden.

In het vervolg van dit manifest zullen we elk van de bezwaren uitleggen. We verwijzen daarbij naar bijlagen, websites, filmpjes en andere achtergrond informatie die onze stellingen onderbouwen.



Draagvlak voor windenergie op land

Om acceptatie van windenergie te bevorderen hebben verschillende organisaties gedragscodes opgesteld. Die zijn bedoeld om eenduidige afspraken te maken over hoe de omgeving moet worden betrokken bij de ontwikkeling van nieuwe windparken.

De inhoud van deze gedragscode treft u aan in bijlage 1.

In alle gedragscodes gaat men uit van de volgende basisvoorwaarden:

1. Omwonenden moeten **tijdig** en **adequaat** geïnformeerd worden over de plannen, bij voorkeur als er **nog keuzes gemaakt** kunnen worden.
2. Acceptatie voor een windproject bestaat wanneer een **groot deel** van de omwonenden **instemt** met de komst van het windproject. Dit is een **minimale** vorm van draagvlak.
3. Voor ieder project wordt in overleg met belanghebbenden en het bevoegd gezag een participatieplan opgesteld waarmee afspraken over participatie van burgers komen vast te liggen.

In 2017 hebben de initiatiefnemers van Wind voor Buren een informatiebijeenkomst gehouden voor omwonenden en belanghebbenden. Echter, de meest belangrijke keuzes waren al gemaakt. De locatie, tiphoogte en afmeting van de turbines stonden vast. En wat betreft overlast werd ons meegedeeld dat daarvoor de Nederlandse normen gelden.

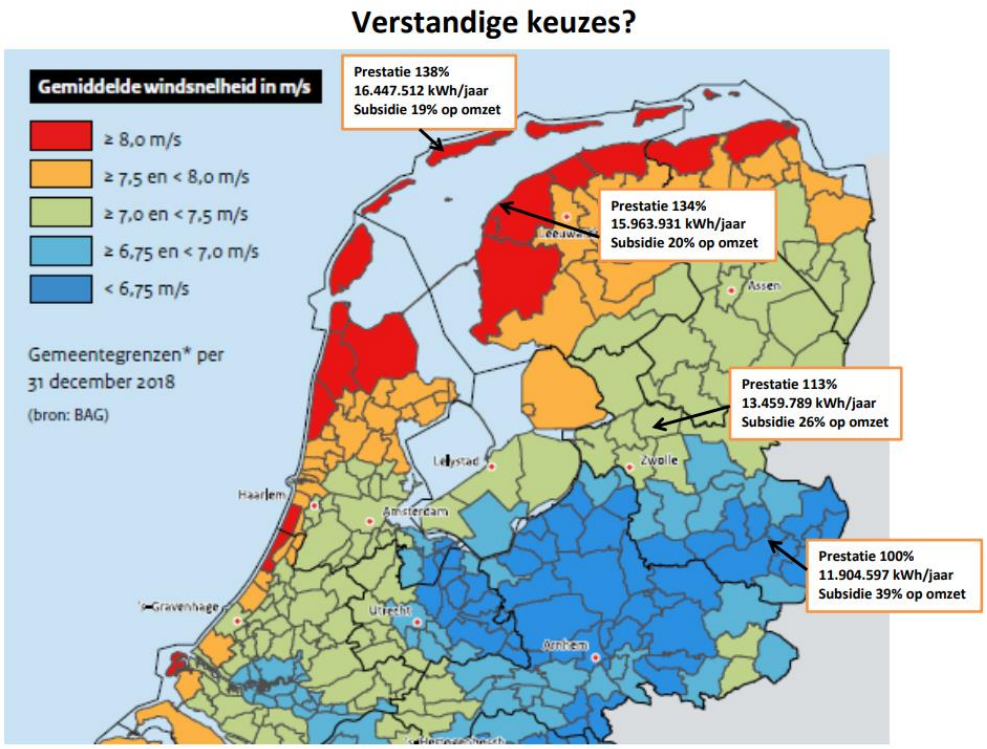
Van acceptatie is geen sprake, want vanaf het begin is er een grote groep omwonenden tegen de plannen geweest. Een enquête onder meer dan 400 direct omwonenden resulteerde 93% tegen, 3% voor en 4% neutraal.

Er is geen participatieplan, er wordt wel gepoogd werkgroepen op te zetten, maar de omwonenden vinden deelname niet zinvol, omdat écht meepraten niet mogelijk is. De echt wezenlijke besluiten zijn immers al genomen.

De gedragscode is hier eigenlijk al met voeten getreden, want er zijn al keuzes gemaakt. De genomen besluiten over locatie, hoogte en omvang zijn niet meer bespreekbaar. Invloed van omwonenden is daarmee onmogelijk gemaakt.

Rendement

De keuze voor het plaatsen van twee wind turbines bij knooppunt Buren is uit het oogpunt van rendement een onverstandige keuze.



In het bovenstaande plaatje zijn de gemiddelde windsnelheden in Nederland zichtbaar. Duidelijk is dat Twente de laagste gemiddelde windsnelheid heeft van Nederland. De opbrengsttabellen in de bijlage 2 geven duidelijk aan wat dat betekent voor de opbrengst in kWh en dus euro's voor de beoogde windturbines bij knooppunt Buren.

Dit betekent een laag rendement, het waait immers niet zo veel, met als gevolg dat een forse overheidssubsidie nodig is om de boel draaiende te houden. De benodigde subsidie voor de locatie knooppunt Buren is het dubbele van de subsidie in b.v. noord Friesland. Twente 39% subsidie versus Friesland 19%. Voor 2 windturbines betekent dat ruim 7 miljoen Euro subsidie in 15 jaar tijd voor de exploitant, Pure Energie. Daarnaast heeft de landeigenaar recht op 40.000 Euro vergoeding per windturbine per jaar. Over 15 jaar is dat een bedrag van 1,2 miljoen Euro.

Windturbines op zee worden zelfs zonder subsidie gebouwd, en de 1e energiemaatschappij die wil betalen voor het recht een windmolenpark op zee te mogen bouwen heeft zich al aangediend.

De subsidie die naar dit plan gaat is in feite alleen bedoeld om het project rendabel te maken voor de initiatiefnemers. De belastingbetaler schiet er niets mee op, het geld wordt niet gebruikt voor innovatie, of versterking van de energie-infrastructuur in onze gemeenten. Er wordt niets gedaan aan energiereductie, b.v. door grootschalige isolatieprogramma's voor woningen. Na 15 jaar subsidie zijn we weer terug bij af.

Veiligheid, leefbaarheid en gezondheid

Bij dit onderwerp gaat het vooral om overlast voor omwonenden door geluid en slagschaduw. Zeker het laatste punt is een probleem dat niet onderschat mag worden.

Er zijn wettelijke regels m.b.t. slagschaduw blootstelling van omwonenden. De exploitant is bij een overschrijding verplicht de windturbine stop te zetten. Er staan echter zovéél woningen binnen het bereik van de slagschaduw van deze 2 turbines, dat ze waarschijnlijk meer stilstaan dan draaien. Hetgeen nóg minder rendement betekent.

Het blijkt voor zowel politici als omwonenden van windmolens moeilijk om zich van goede informatie over de gezondheidseffecten van windmolens te voorzien.
En wanneer deze informatie wordt gevonden is het soms moeilijk om de gegevens te duiden, al snel wordt geconcludeerd dat het ontbreken van wetenschappelijk bewijs betekent dat er geen problemen zijn.
Nieuwe onderzoeken, met nieuwe technieken, wijzen uit dat met name laagfrequent geluid leidt tot gezondheidsschade en in verband gebracht wordt met hart en vaatziekten.

Gidslanden als Denemarken en Duitsland hanteren normen voor afstand tot bewoning van 10x de tiphoogte. Ook het RIVM hanteert dit criterium om te bepalen wie belanghebbenden zijn. Uitgaande van de huidige plannen; tiphoogte 210 m, zou een veilige afstand van 2100 m wenselijk zijn. Binnen deze afstand wonen in de Hof van Twente en Borne meer dan 10.000 mensen.

Een enorme groep omwonenden gaat dus hinder ondervinden van de beoogde windturbines; leefbaarheid, veiligheid én gezondheid komen in het geding. Een gezinsvervangend huis, waar kwetsbare kinderen worden opgevangen, ligt zelfs op minder dan 500 meter afstand van de windturbines. Een onacceptabel risico voor deze toch al kwetsbare kinderen.

Een nadere toelichting van de omvang van de problematiek m.b.t. leefbaarheid, veiligheid en gezondheid vind u in bijlage 3. Op pagina 14 laten we de omvang van de slagschaduw problematiek zien.

Op de website zijn er ook filmpjes die het probleem duidelijk maken. Hieronder alvast een voorproefje:

Slagschaduw op 1 februari / Slagschaduw op 1 april / Slagschaduw op 1 juni

Slagschaduw op 1 oktober / Slagschaduw op 1 december

Slagschaduw in de woonkamer / slagschaduw in de keuken

Landschap en toerisme

Landgoed Twickel is een uniek landgoed, met prachtige natuur en rust en ruimte. Een toeristische trekpleister van formaat.

In 2014 heeft de provincie, in samenwerking met de gemeenten Hof van Twente en Borne geld vrijgemaakt om het unieke karakter van landgoed Twickel te behouden.

De rentmeester van Twickel heeft zich duidelijk uitgesproken tégen de windturbines en tegen de ver-rommeling van het landschap.

Daarmee deelt hij de mening van gedeputeerde Maij, die behoud van uniek landschap centraal stelt. “***Plekken waar de historie, cultuur en natuur samen gaan moet je koesteren”, aldus Maij. “Daar moet je windturbines echt niet willen.”***

Dit filmpje laat zien dat er de afgelopen jaren veel geld en moeite gestoken is in het behouden en verbeteren van landgoed Twickel als belangrijke plek voor rust en ruimte voor de mensen uit de naburige gemeenten.

Het is pure geldverspilling om alle moeite die er is gedaan om landgoed Twickel te behouden nu in een keer overboord te zetten.

Een slecht besluit nú genomen, betekent 15 tot 20 jaar lang de gevolgen. En als die gevolgen desastreus uitpakken is er geen weg terug meer.

In bijlage 4 kunt u hier meer over lezen.

BIJLAGE 1 DRAAGVLAK VOOR WINDTURBINES OP LAND

I. Toepassing van de code

I.1 Projecten waarop Gedragscode van toepassing is

Deze Gedragscode geldt voor alle nieuwe en lopende projecten waarvoor nog geen vergunning is aangevraagd. Lopende projecten, waarvoor reeds bindende afspraken inzake acceptatie en participatie zijn gemaakt met het bevoegd gezag en/of de omgeving, zijn hiervan uitgezonderd; er hoeven op basis van de Gedragscode geen eerder gemaakte stappen opnieuw te worden doorlopen. Dat betekent dat in ieder geval alle reeds op 3 september 2014 vergunde projecten uitgezonderd zijn. Ook projecten waar de participatie volgens een met bevoegd gezag, dan wel omgeving afgesproken proces reeds plaatsvond zijn uitgezonderd. Achterliggende reden is dat er projecten zijn die al vele jaren besproken worden met de omgeving en nu voor besluitvorming staan. Hier kan 'procesparticipatie vanaf het begin' niet meer worden toegepast.

I.2 Moment dat de Gedragscode voor een specifiek project van toepassing is

Uitgangspunt is dat de omgeving zo vroeg mogelijk betrokken wordt. In beginsel zijn er twee manieren waarop een project tot stand komt:

1. De overheid heeft zelf een gebied aangewezen waarop een windmolenproject mag worden ontwikkeld. Het is de taak van die overheid om bij de bepaling van dat gebied de omgeving te informeren c.q. mee te nemen in dat besluit. Zodra een ontwikkelaar en/ of coöperatie het besluit neemt om op dit aangewezen gebied een windmolenproject te ontwikkelen dan zorgt deze initiatiefnemer dat zo snel mogelijk de omgeving wordt geïnformeerd.
2. De ontwikkelaar en/of coöperatie wil een windmolenproject ontwikkelen in een gebied dat nog niet is aangewezen door de overheid. De initiatiefnemer neemt dan eerst contact op met de overheid, als die overheid de mogelijkheid wil bekijken of er een project gerealiseerd kan worden dan moet de initiatiefnemer in overleg met die overheid, zo snel mogelijk de omgeving betrekken.

0. Definities en begrippen

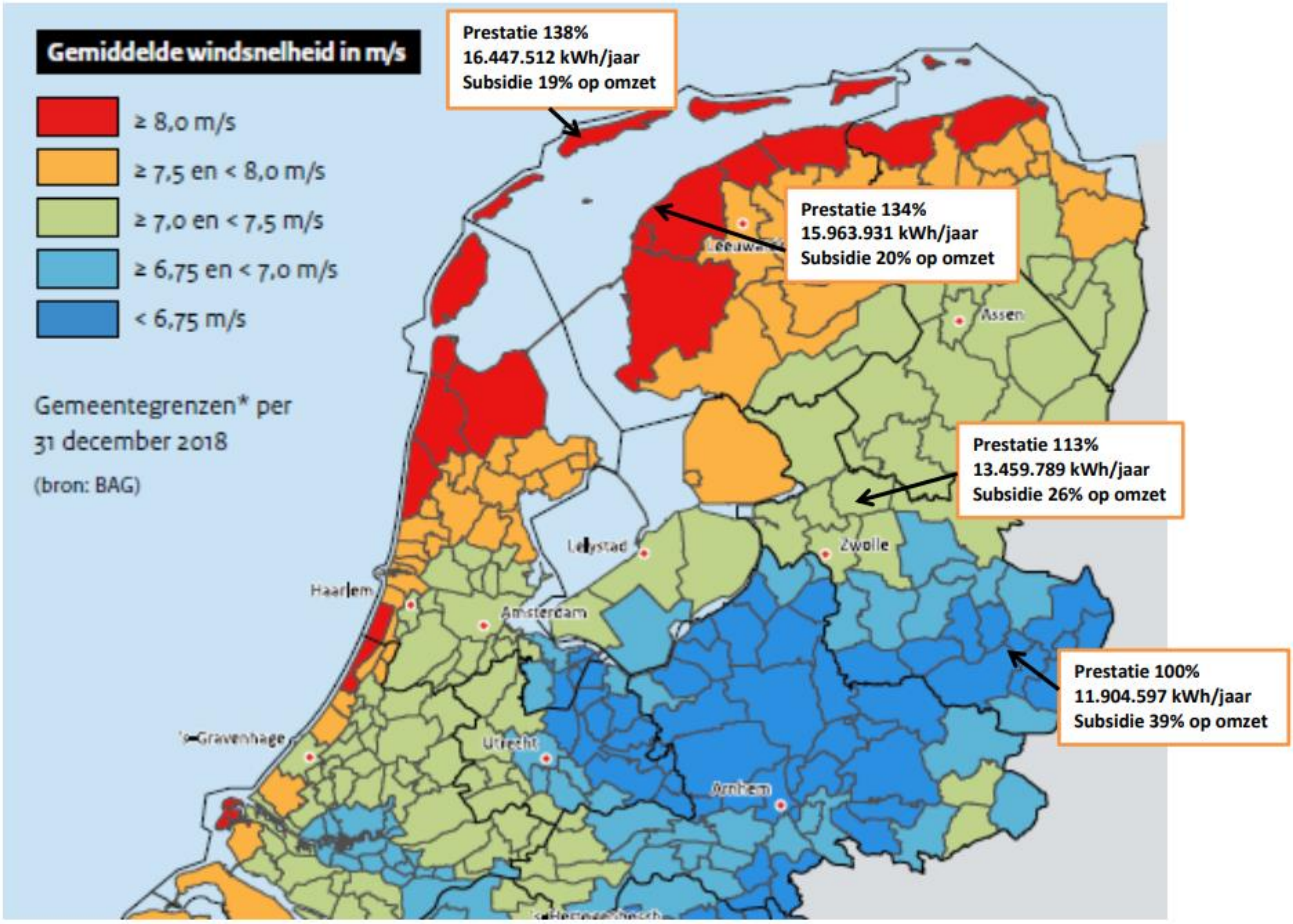
Omgeving	Afgebakende verzameling van belanghebbenden rondom een specifiek windproject.
Belanghebbende	Iemand die in de omgeving van een (potentieel) windproject woont of organisaties die in de omgeving van een (potentieel) windproject een rechtstreeks aantoonbaar belang hebben.
Acceptatie	Acceptatie voor een windpark bestaat wanneer een groot deel van de belanghebbenden instemt met de komst van het windpark. Dit is een minimale vorm van draagvlak. N.B. een harde generieke grens is hierbij niet vast te stellen.
Initiatiefnemer	Een partij die het initiatief heeft genomen – al dan niet op uitnodiging van het bevoegd gezag – om een windproject te ontwikkelen.
Participatie	Het betrekken van en dialoog aangaan met belanghebbenden bij de locatiekeuze, ontwikkeling, bouw en exploitatie van een windproject.
Participatieplan	Het plan waarin voor de verschillende projectfasen (locatiekeuze, ontwikkeling, bouw en exploitatie) wordt weergegeven wie op welke wijze belanghebbend is en op welke wijze deze verschillende partijen worden betrokken bij het project.

BIJLAGE 2 RENDEMENT

Subsidie Duurzame Energie (SDE+15), is een stimuleringsregeling voor verduurzaming van energie. Daarin vallen allerlei energiebronnen, zoals wind, zon, biomassa etc.

De subsidies voor de windturbines uit het plan Buren worden verstrekt uit deze pot. Op plaatsen waar het weinig waait is de subsidie per kWh hoger. **Hoe minder wind, hoe meer subsidie.**

In de tabellen op de volgende pagina's ziet u wat dat betekent. Voor het plan Buren bedraagt de subsidie ruim 39% van de omzet.



Omgevingsfactoren			
Gemiddelde windsnelheid WindViewer		7,19	m/s
Catergorie wind op land SDE+	< 6,75		m/s
Vollasturen vastgesteld SDE+		2420	
Prodctie per rotoropp. Berekend		819	kWh/m2/jaar
Marktprijs per 5/5-2019		0,05	€/ kWh
Buren 140m			
Vestas V136-3MW			
Capaciteit		3000	kW
Ashoogte		140	m
Rotordiameter		136	m
Rotor oppervlakte		14527	m2
Productie/jaar		11.904.597	kWh
Vollasturen		3.968	uren
Productiefactor		45,3%	
Baten			
Verkoop elektriciteit		595.230	€
Subsidie uit SDE+		232.320	€
		827.550	
Begrote kosten (ref. park 50MW)			
Afbetaling		232.000	€/jaar
Vaste Jaarlijkse kosten/jaar SDE+ 12,3/kW		36.900	€
Variabele kosten/jaar SDE+ 0,0121 €/kWh		144.046	€
Opslagkosten SDE+ 0,0027 €/kWh		32.142	€
Pachtkosten grondeigenaar		40.500	€/jaar
Totaal jaarlijkse productiekosten		**485.588**	
Investeringen 20% eigen kapitaal			
Investeringen SDE begroting /kW		1160	€/kW
Deze turbine		3.480.000	€
Netto resultaat		**341.962**	
Subsidie SDE+			
Subsidieplafond (vollast*Capaciteit)		7.260.000	kWh/jr
Subsidiabel deel van productie		7.260.000	kWh/jr
Basisbedrag (SDE+ prod&overh kosten		0,071	€/kWh
Correctiebedrag (SDE+ marktprijs		0,039	€/kWh
Subsidie SDE+		0,032	€/kWh
Subsidie uit Productie		232.320	€
Als % op de verkoop		39,0%	
Opmerking			
Benodigd basisbedrag, op basis van ashoogte, windsnelheid en locatie.		0,09	€/kWh

Omgevingsfactoren			
Gemiddelde windsnelheid WindViewer		7,89	m/s
Catergorie wind op land SDE	>7,50		m/s
Vollasturen vastgesteld SDE+		3120	
Prodctie per rotoropp. Berekend		927	kWh/m2/jaar
Marktprijs per 5/5-2019		0,05	€/ kWh
NieuwLeusden 140m			
Vestas V136-3MW			
Capaciteit		3000	kW
Ashoogte		140	m
Rotordiameter		136	m
Rotor oppervlakte		14527	m2
Productie/jaar		13.459.789	kWh
Vollasturen		4.487	uren
Productiefactor		51,2%	
Baten			
Verkoop elektriciteit		672.989	€
Subsidie uit SDE+		234.000	€
		906.989	
Begrote kosten (ref. park 50MW)			
Afbetaling		232.000	€/jaar
Vaste Jaarlijkse kosten/jaar SDE+ 12,3/kW		36.900	€
Variabele kosten/jaar SDE+ 0,0121 €/kWh		162.863	€
Opslagkosten SDE+ 0,0027 €/kWh		36.341	€
Pachtkosten grondeigenaar		40.500	€/jaar
Totaal jaarlijkse productiekosten		**508.605**	
Investeringen			
Investeringen SDE begroting /kW		1160	€/kW
Deze turbine		3.480.000	€
Netto resultaat		**398.385**	
Subsidie SDE+			
Subsidieplafond (vollast*Capaciteit)		9.360.000	kWh/jr
Subsidiabel deel van productie		9.360.000	kWh/jr
Basisbedrag (SDE+ prod&overh kosten		0,064	€/kWh
Correctiebedrag (SDE+ marktprijs		0,039	€/kWh
Subsidie SDE+		0,025	€/kWh
Subsidie uit Productie		234.000	€
Als % op de verkoop		34,8%	
Opmerking			
Benodigd basisbedrag, op basis van ashoogte, windsnelheid en locatie.		0,09	€/kWh

Omgevingsfactoren			
Gemiddelde windsnelheid WindViewer		9,33	m/s
Catergorie wind op land SDE	>8,0		m/s
Vollasturen vastgesteld SDE+		3480	
Prodctie per rotoropp. Berekend		1099	kWh/m2/jaar
Marktprijs per 5/5-2019		0,05	€/ kWh

Sexbierum 140m		
Vestas V136-3MW		
Capaciteit	3000	kW
Ashoogte	140	m
Rotordiameter	136	m
Rotor oppervlakte	14.527	m2
Productie/jaar	15.963.931	kWh
Vollasturen	5.321	uren
Productiefactor	60,7%	

Baten		
Verkoop elektriciteit	798.197	€
Subsidie uit SDE+	198.360	€
Totaal Baten	**996.557**	

Begrote kosten (ref. park 50MW)		
Afbetaling	232.000	€/jaar
Vaste Jaarlijkse kosten/jaar SDE+ 12,3/kW	36.900	€
Variabele kosten/jaar SDE+ 0,0121 €/kWh	193.164	€
Opslagkosten SDE+ 0,0027 €/kWh	43.103	€
Pachtkosten grondeigenaar	40.500	€/jaar
Totaal jaarlijkse productiekosten	**545.666**	

Investeringen		
Investeringen SDE begroting /kW	1160	€/kW
Deze turbine	3.480.000	€

Netto resultaat	**450.890**	

Subsidie SDE+		
Subsidieplafond (vollast*Capaciteit)	10.440.000	kWh/jr
Subsidiabel deel van productie	10.440.000	kWh/jr
Basisbedrag (SDE+ prod&overh kosten	0,058	€/kWh
Correctiebedrag (SDE+ marktprijs	0,039	€/kWh
Subsidie SDE+	0,019	€/kWh
Subsidie uit Productie	198.360	€
Als % op de verkoop	24,9%	

Opmerking		
Benodigd basisbedrag, op basis van ashoogte, windsnelheid = locatie.	0,09	€/kWh

Omgevingsfactoren			
Gemiddelde windsnelheid WindViewer		9,72	m/s
Catergorie wind op land SDE	>8,0		m/s
Vollasturen vastgesteld SDE+		3480	
Prodctie per rotoropp. Berekend		1132	kWh/m2/jaar
Marktprijs per 5/5-2019		0,05	€/ kWh

Terschelling 140m		
Vestas V136-3MW		
Capaciteit	3000	kW
Ashoogte	140	m
Rotordiameter	136	m
Rotor oppervlakte	14.527	m2
Productie/jaar	16.447.512	kWh
Vollasturen	5.483	uren
Productiefactor	62,6%	

Baten		
Verkoop elektriciteit	822.376	€
Subsidie uit SDE+	156.600	€
	978.976	

Begrote kosten (ref. park 50MW)		
Afbetaling	232.000	€/jaar
Vaste Jaarlijkse kosten/jaar SDE+ 12,3/kW	36.900	€
Variabele kosten/jaar SDE+ 0,0121 €/kWh	199.015	€
Opslagkosten SDE+ 0,0027 €/kWh	44.408	€
Pachtkosten grondeigenaar	40.500	€/jaar
Totaal jaarlijkse productiekosten	**552.823**	

Investeringen 20% eigen kapitaal		
Investeringen SDE begroting /kW	1160	€/kW
Deze turbine	3.480.000	€

Netto resultaat	**426.152**	

Subsidie SDE+		
Subsidieplafond (vollast*Capaciteit)	10.440.000	kWh/jr
Subsidiabel deel van productie	10.440.000	kWh/jr
Basisbedrag (SDE+ prod&overh kosten	0,054	€/kWh
Correctiebedrag (SDE+ marktprijs	0,039	€/kWh
Subsidie SDE+	0,015	€/kWh
Subsidie uit Productie	156.600	€
Als % op de verkoop	19,0%	

Opmerking		
Benodigd basisbedrag, op basis van ashoogte, windsnelheid = locatie.	0,09	€/kWh

BIJLAGE 3 VEILIGHEID, LEEFBAARHEID EN GEZONDHEID

Windturbines en gezondheidsrisico's

Het blijkt voor zowel politici als omwonenden van windmolens moeilijk om zich van goede informatie over de gezondheidseffecten van windmolens te voorzien.
En wanneer deze informatie wordt gevonden is het soms moeilijk om de gegevens te duiden, al snel wordt geconcludeerd dat het ontbreken van wetenschappelijk bewijs betekent dat er geen problemen zijn.

De problematiek van slagschaduw

Slagschaduw is een niet te onderschatten probleem. Mensen hebben daar last van. In dit filmpje is dit duidelijk te zien.

Onderzoek slagschaduw:

Schaduw effecten van een draaiende windturbine kunnen hinder veroorzaken bij mensen. De flikkerfrequentie, het contrasten de tijdsduur van blootstelling zijn van invloed op de mate van hinder die ondervonden kan worden. Bekend is dat flikkerfrequenties tussen de 2,5 en 14 Hz als erg storend worden ervaren en schadelijk kunnen zijn. Een groter verschil tussen licht en donker (meer contrast) wordt als erg hinderlijk ervaren. Verder speelt de blootstellingsduur een grote rol bij de beleving.

Bron: Pondera Consult; MER windparken Dintel, 15-10-2011

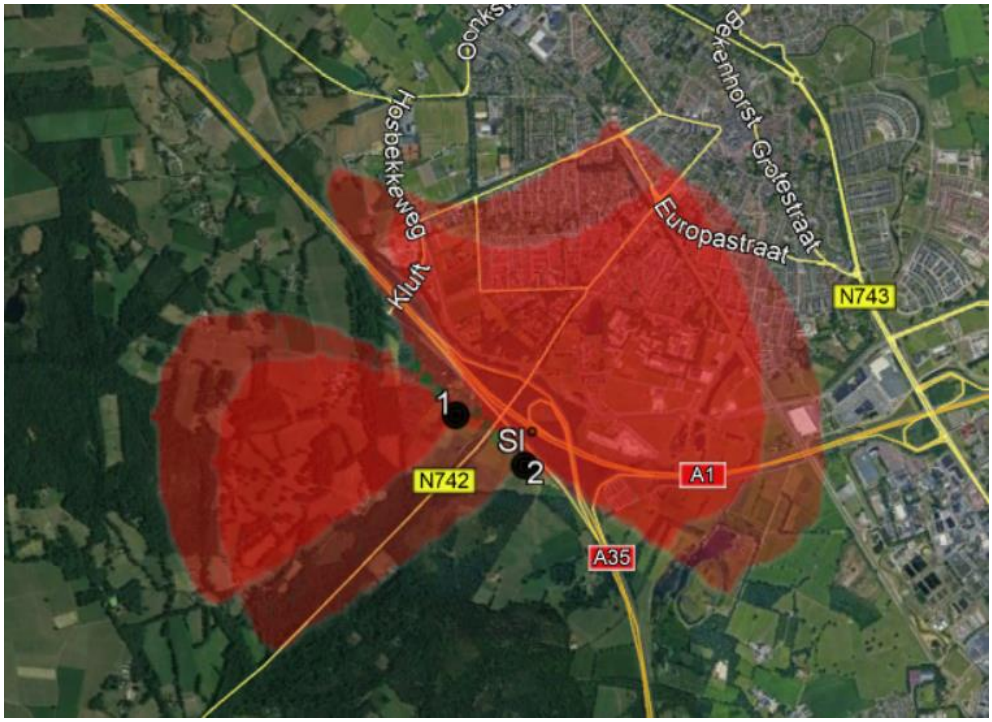
Slagschaduw:

Zonneschijn op de mast en rotor van een windturbine leidt tot (bewegende slag)schaduw. Deze schaduw draait met de zon mee en reikt bij zonsopgang en -ondergang in de winter het verst. Binnen een bepaalde afstand van windturbines moeten maatregelen genomen worden om overlast te beperken.
Ten behoeve van het voorkomen of beperken van slagschaduw en lichtschittering is de windturbine voorzien van een automatische stilstand-voorziening die de windturbine afschakelt indien slagschaduw optreedt ter plaatse van gevoelige objecten voor zover de afstand tussen de windturbine en de gevoelige objecten minder dan 12 maal de rotordiameter bedraagt en gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten per dag slagschaduw kan optreden en voor zover zich in de door de slagschaduw getroffen uitwendige scheidingsconstructie van gevoelige gebouwen of woonwagens ramen bevinden. De afstand geldt van een punt op ashoogte van de windturbine tot de gevel van het gevoelige object.
Het bevoegd gezag kan met betrekking tot het in werking hebben van een windturbine aanvullend maatwerkvoorschriften stellen ten behoeve van het voorkomen of beperken van hinder door slagschaduw indien het eerste lid in een specifiek geval niet toereikend is.

In de volgende plaatjes laten we zien wat dit betekent voor de omwonenden van de windturbines.



Bereik van de slagschaduw plan Buren als de wind overwegend ZW-NO waait.



Als u binnen het rode gebied woont betekent dat er veel meer dan de wettelijk toegestane 5,6 uur slagschaduw per jaar op uw woning valt.

Bij overschrijding van die 5,6 uur moet de windturbine stopgezet worden.

Dit betekent dat de windturbines dus heel vaak stopgezet moeten worden bij zonnig weer om aan de wettelijke normen te voldoen. Wat natuurlijk nóg minder opbrengst betekent.



Als u binnen dit gebied woont krijgt u gemiddeld 100 uur slagschaduw per jaar.

Hieronder geven we uitleg over hoe de bovenstaande plaatjes tot stand zijn gekomen.

Bereik Slagschaduw in Bruto uren per Windturbine

1. Bereik tot 1680 meter, is 12 keer de rotor diameter van 140 meter.
2. Profielen:
    a. 5,67 uur, de wettelijke slagschaduw hinder. Per dag maximaal 20 minuten, gedurende 17 dagen.
    b. 100 uur

Bruto uren naar Netto.

Aftrek posten

- Aantal uren zonneschijn: Hier gerekend met 40%
- Windrichting variatie: Niet gerekend met windroos verdeling ; wel gerekend met de overwegende ZW-NO wind.
- Draaitijd gerekend met 75%
- Andere permanente objecten, niet gerekend.

Sommige locaties worden bezocht door de schaduwen van beide windturbine.

- Turbine 1 + Turbine 2

Uitleg:

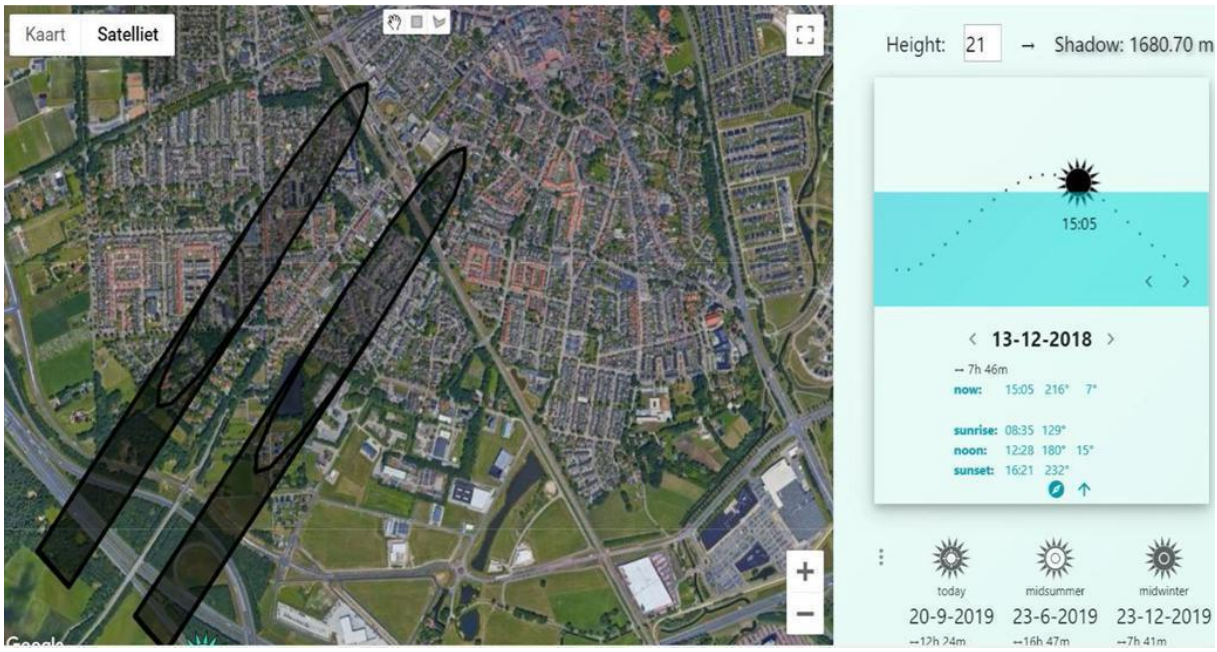
1. 1ste plaatje: de schaduwprofielen van 2 turbines, in een situatie met overwegende ZW-NO wind
2. Daarna het bereik, waarin de turbines per stuk bruto 5,7 uur. In een groot gebied wordt dit bedrag verdubbeld door dat de turbines dicht bij elkaar staan.
3. Idem voor het gebied met 100 uur slagschaduw.

De berekening zijn gemaakt m.b.v. de Deense schaduw calculator. Ook gebruikt door de Ieren, waarbij de optie minimum en maximum te verwachten slagschaduw te bereken was.

http://ele.aut.ac.ir/~wind/en/tour/env/shadow/shadowc.htm

Check: Valt uw locatie binnen 1 of meer slagschaduwprofielen dan geldt de hoogste Bruto uren Slagschaduw. De wettelijke slagschaduw houdt in, ons inziens ten onrechte, het raken van de gevel; slagschaduw op uw terras wordt NIET meegerekend.

Bijgaande afbeelding laat zien hoever de slagschaduw kan komen en hoe lang dit plaatsvindt.



Het ovaal is de schaduw van de rotor. verst.

In de link kunt u zien, hoe dagelijks :

Beginnend van de randweg op 400 m van de Windturbine, tot net over de spoorlijn op 1680 m (waar het effect het minst is).

In de periode van 1-okt tot 13 dec 60 dagen lang. Omstreeks 1-jan + 60 dagen dezelfde hinder. Dichtbij op 400 m duurt de hinder ruim een uur. Dat blijft zo een groot deel van de 60 dagen. Oordeel zelf als u de filmpjes op onze website bekijkt.

Laag frequent geluid

De onderzoeken richten zich vaak op LaagFrequentGeluid (LFG), ook infrasound genoemd, dat windmolens produceren.
LFG is geluid dat tussen 20-200Hz zit dat hoorbaar is voor het menselijk oor, infrasound zit op frequenties tussen 0.1-20Hz en deze zijn niet hoorbaar voor het menselijk oor.
LFG verspreiden over grotere afstanden en kunnen makkelijker binnendringen in oa huizen dan hoog-frequente geluiden.

In de zomer van 2015 heeft het **Duitse Max Planck-instituut** echter een onderzoek gepubliceerd dat is uitgevoerd met een nieuw soort meettechnologie.
In tegenstelling tot de gevestigde mening, toonde de studie aan dat de alarmmechanismen van het menselijk brein gevoelig zijn voor het zeer lage infrageluid dat onder de gehoordrempel ligt.
De behoefte aan een onderzoek uitgevoerd door de TV-KY Association ontstond toen een groeiend aantal inwoners in gebieden in de buurt van windparken gezondheidsproblemen begon te melden, waarvan sommige ernstig waren. De metingen toonden aan dat de snel veranderende laagfrequente ruis en infrageluid veroorzaakt door windturbines inderdaad kan worden gemeten in huizen.

Lage frequenties doordringen de structuren van gebouwen en ze kunnen verontrustend worden onderscheiden van achtergrondgeluid, vooral binnenshuis.
Infrageluid daarentegen kan niet worden opgepikt door het menselijk oor, maar de bewoners klagen over een groot aantal symptomen, waarvan sommige ernstig zijn. Het ontstaan en de mate van problemen hangen af van de sterkte en de duur van de blootstelling.
Deze conclusie: Van deze 55 mensen lijden 33 aan slaapstoornissen, 26 aan oorproblemen, 23 aan hoofdpijn, 17 aan misselijkheid, 11 aan hartproblemen en 11 aan traagheid.
Naast infrageluidemissies wordt het hoorbare laagfrequente geluid van de tot 230 m hoge windturbines met kracht horizontaal weg van de roterende bladen gericht, zowel de wind die naar beneden blaast als tegen de wind in.
De enorme luchtdrukpuls, gegenereerd door de bladen, die varieert met intervallen van 1-2 seconden, produceert laagfrequent geluid dat niet echt op de voet van de windturbine of aan de zijkant is gericht.
Dit verklaart gedeeltelijk waarom de geïnterviewde bewoners in gebieden die dicht bij windparken liggen, niet identiek reageren op het geluid van windturbines.
In onze metingen gebruikten we een microbarometer, een uiterst nauwkeurig instrument voor het meten van de atmosferische druk. De metingen werden uitgevoerd in huizen die negatieve gezondheidseffecten door windturbines hadden gemeld. Het rapport presenteert de geluidsmetingen die zijn uitgevoerd in de huizen van enkele gezinnen die in het onderzoek zijn geïnterviewd. De infrageluidemissies van windturbines waren duidelijk waarneembaar.
Het rapport beschrijft welke soorten bekende gezondheidsproblemen worden veroorzaakt door infrageluid en wat voor mechanismen erbij betrokken zijn.

Er zijn reeds wereldwijd enkele honderden (wetenschappelijke)onderzoeken die de negatieve effecten van windmolens weergeven.
Enkele vooruitstrevende wetenschappers op dit gebied zijn:
Dr. Mariana Alves-Pereira
Onderzoekt sinds 1989 de effecten van LaagFrequentGeluid (LFG) op mens en dier
Prof. Colin H. Hansen, Australie
Heeft een werk geschreven over de diverse aspecten van windenergie van enkele honderden pagina's
Drs. Carmen Krogh, Canada
Zij schrijft over zowel de biologische aspecten van gezondheidseffecten als over juridische, ethische en maatschappelijke issues
Drs. Aslak Harbo Poulsen
Is projectleider van een Bigdata onderzoek in Denemarken
Prof. Dr. Vahl
Professor in CardioChirurgie aan de Universiteit van Mainz
Dr. Nina Pierpont, Kinderarts NewYork USA.
Dr. Sylvia van Manen, Nederland

Windmolens zijn slecht voor het hart. Dat blijkt uit recent Duits onderzoek, verricht door **Professor Dr. Christian-Friedrich Vahl** (Hart- en Vaatchirurg, Universitätsmedizin Mainz). Windmolens produceren (laagfrequent)geluid dat door het menselijk oor niet hoorbaar is. Maar dit ultrasone geluid verzwakt o.a. de hartspier en verhoogt het risico op vaatvernauwingen. Prof Vahl concludeert uit onderzoek dat het geluid van de windmolens de kracht van de hartspier met maximaal 20% vermindert. Dat staat volgens hem vast!.
Hoe is Prof Vahl hierbij betrokken geraakt?
Een vriend van mij, had een huis in Ostfriesland bij een groot windmolenpark. En hij klaagde steeds vaker over problemen met concentreren en slapen - symptomen die overal ter wereld in de buurt van windturbines worden beschreven.
En het verband tussen geluid en hartziekten?
De effecten van hoorbaar geluid worden op een voorbeeldige manier onderzocht door de werkgroep rond professor Münzel. Ik heb zelf de effecten van hoogfrequente trillingen op de ontwikkeling van spierkracht in fysiologie Hamburg onderzocht. De veronderstelling dat zelfs onhoorbaar geluid, dat wil zeggen infrageluid, effect heeft op bloedvaten is ook niet nieuw.
Wat voor soort zijn deze effecten?
Wanneer de aortaklep, die de bloedstroom van het hart naar het lichaam regelt, verkalkt en vernauwd raakt, verandert de bloedstroom en dus het stroomgeluid. Er wordt bijvoorbeeld besproken of dit gewijzigde geluid een rol speelt bij de vorming van gevaarlijk doorzakken na vernauwingen.

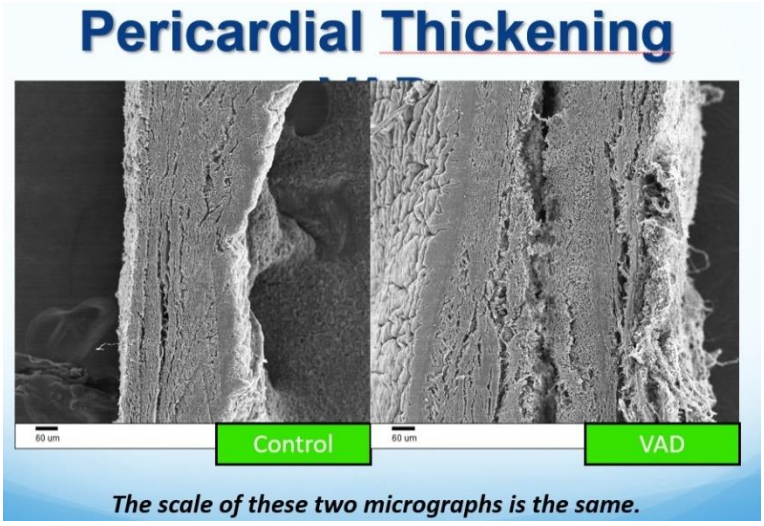
Wat is infrageluid en hoe werkt het?
Het hoorbare geluid varieert van 20 tot 20.000 hertz, onder 20 Hz is het niet langer hoorbaar, maar met hoge geluidsdruk fysiek waarneembaar - mogelijk met bijbehorende gevolgen. Windturbines zetten 40 procent om in energie en 60 procent in infrageluid.
Maar er is geluidsbescherming ...
Infrasound heeft een groot bereik en wordt niet gedempt door ramen of metselwerk. Het zou 30 meter hoge en acht meter dikke muren kosten om te beschermen tegen de

gebruikelijke infrasone frequenties. En met steeds toenemende windturbines tot 200 meter en hoger, met toenemend vermogen, zal de infrageluidbelasting natuurlijk hoger zijn.

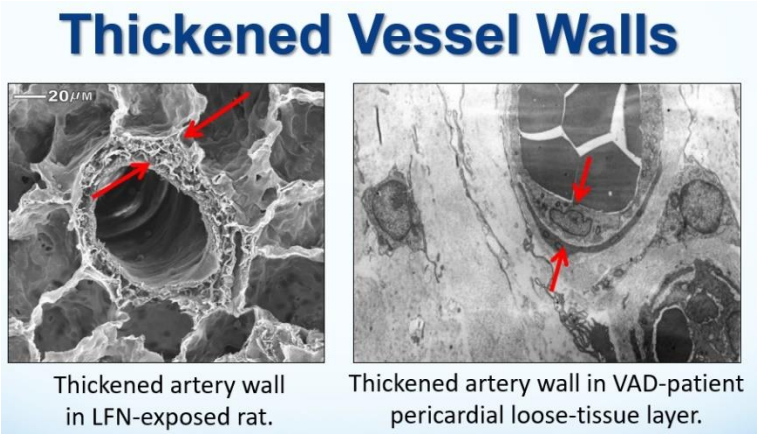
Welke vraag stelde je jezelf over infrageluid?
We wilden gewoon kwalitatief weten of de directe toepassing van infrageluid op het hartspierweefsel een effect heeft op de ontwikkeling van kracht.
En hoe werd dat gemeten?

Om te testen of infrageluid een direct effect heeft op de krachtontwikkeling, hebben we een luidspreker verbonden met een hartspierstuk. De luidspreker is een speciale industriële vibrator die de kleinste monofosfeertrillingen in het infrageluidbereik op het preparaat overbrengt. Maar het preparaat zelf was ook voorbereid. We hebben een gevestigde maar gecompliceerde techniek gebruikt om alle membraangebonden processen te elimineren en alleen op het geïsoleerde contractiele apparaat te meten. Dit zorgt voor de samentrekking van de hartspier.

En welk effect had de infrageluid?
Op dit moment is het veilig om te zeggen dat infrageluid onder de meetomstandigheden de door de geïsoleerde hartspier ontwikkelde kracht vermindert en onder bepaalde omstandigheden tot 20 procent kan verliezen. De fundamentele vraag of de infrageluid de hartspier kan beïnvloeden, wordt beantwoord.
Welke conclusie trekt u tot nu toe uit de resultaten?
We staan helemaal aan het begin, maar we kunnen ons voorstellen dat permanente schade door infrageluid gezondheidsproblemen veroorzaakt. Het stille geluid van de infrageluid werkt als een stoorzender voor het hart.



VAD = VibroAcoustic Disease



Verdikte bloedvat-wanden

Windturbines en slaapstoornissen
Studie onder 9000 personen, ouder dan 20 jaar, die wonen in de nabijheid van windturbines. Voor het beoordelen van omgevingsgeluid werden infrageluid en laagfrequente-geluidsbelastingnivo's gemeten.
De slaapstoornissen waren significant hoger (2x zo veel) bij mensen die hoorbaar geluid rapporteerden dan bij degenen die dat niet deden.
Conclusie: binnen 1500 meter van een windturbine werden twee keer zo veel mensen met slaapstoornissen gemeten dan mensen die verder dan 2000 meter van windturbines wonen.

Nederlandse studie onder 725 ondervraagden.
Windturbinegeluid was hinderlijker dan transportgeluid of industriële ruis op vergelijkbare niveaus, mogelijk als gevolg van specifieke geluidseigenschappen zoals een "zwiepende" kwaliteit, tijdelijke variabiliteit en een gebrek aan nachtelijke reductie.

Dr Sylvia van Manen , arts en onderzoeker naar de gezondheidseffecten door windmolens. Van Manen was spreker op 30-11-2018 in Delden op uitnodiging van de actiegroepen.
Citaat van Manen in de media: "Plan windmolens Ambt Delden 'misdadig' voor gezinshuis in Borne!"
Zoek alternatieven voor de nog te bouwen windmolens in Ambt Delden. Met die boodschap kwam de Brabantse huisarts Sylvia van Manen gisteravond tijdens een informatiebijeenkomst over de plannen voor de bouw van twee windmolens langs de A1/A35. Die plannen kunnen misdadig uitpakken voor een gezinshuis in Borne, oordeelt de huisarts.
De dichtstbijzijnde beoogde windturbine komt op een afstand van 400 m van één van onze basisscholen te staan en een zorghuis voor kinderen.
Huisarts Sylvia van Manen uit 's-Hertogenbosch hoort in 2018 over de plannen van Kristen en Raedhuys bij "Buren" nabij een basisschool. Ze vindt dit zorgwekkend en vraagt zich af: „Moet je daar maar over zwijgen om allerlei, wellicht onnodige, onrust te vermijden, of moet je oproepen tot beter onderzoek naar eventuele gezondheidseffecten?" Ze leest o.a. het onderzoek van prof. Mariana Alves-Pereira naar het effect van infrasoon en laag frequent geluid op de schoolprestaties van een kind. „Zij toonde aan dat onder invloed van infrasoongeluid het slaaptekort van leerlingen toenam en de ontwikkeling van hun hersenen werd geremd. "Ook vond de Portugese wetenschapper duidelijk ongunstige weefselveranderingen door langdurige blootstelling aan deze grotendeels onhoorbare

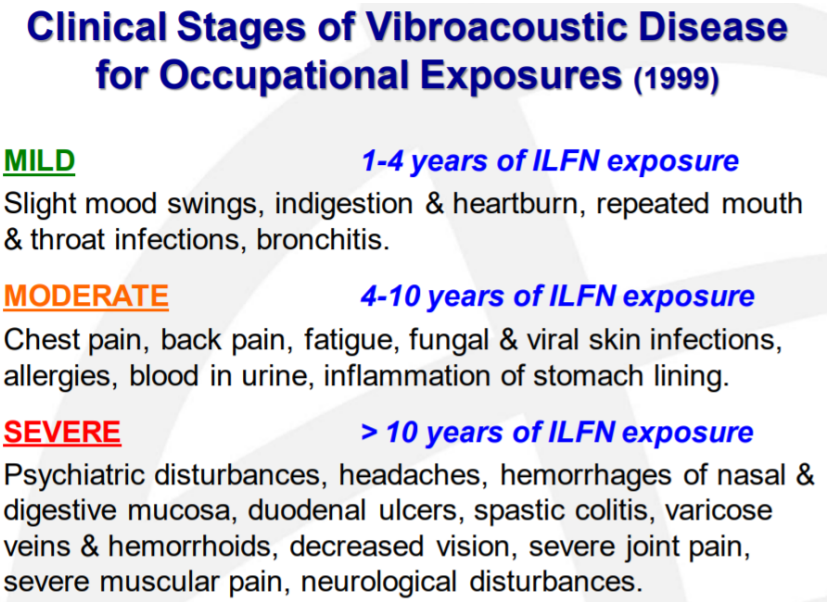
trillingen. De huisarts besluit daarom haar bevindingen in het blad Medisch Contact te publiceren onder de titel ”Windmolens maken wel degelijk ziek.”

Prof. Alves-Pereira deed dertig jaar lang onderzoek, naar laagfrequent geluid (ultrasoon geluid). O.a. een langdurig onderzoek bij onderhoudstechnici op een Portugese luchtmachtbasis toonde aan dat de effecten van chronisch laagfrequent geluid (welke windturbines, veroorzaken) hart- en vaatziekten, ademhalingsproblemen, neurologische problemen en andere zogenaamde ”vibro-akoestische ziekten” – in vaktaal Vibro Acoustic Diseases veroorzaakten. Met name toenemende hart- en vaatziekten waren verontrustend. Dit is wetenschappelijk aangetoond en bevestigd door Prof. Vahl, hartchirurg uit Mainz.
Een korte opsomming van de onderzoeksresultaten bij blootstelling aan infrasoon geluid:
1 tot 4 jaar blootgesteld: Bronchitis, keelinfecties, stemmingswisselingen
4 – 10 jaar blootgesteld: Pijn in de borst, rugpijn, allergieën, vermoeidheid, bloed in urine, huidinfecties
Meer dan 10 jaar blootgesteld: Hoofdpijn, psychiatrische stoornissen, neusbloedingen, darmzweren, spastische darm, ernstige gewrichtspijn, spataderen, aambeien, ernstige pijn aan spieren, neurologische aandoeningen (vb epilepsie, duizeligheid).
Dit is wat ons en onze kinderen te wachten staat met al die windturbines!



Prof.Mariana Alves-Pereira heeft tientallen studies op haar naam staan naar de gezondheidseffecten va windturbines op mensen maar ook op dieren.
In een van haar studies geeft zij ook de gevaren van LFG door windturbines op kinderen. Dit leidt bij kinderen tot desinteresse, moeheid, slapeloosheid en concentratieproblemen en snel geïrriteerd zijn.

Ook geeft Prof. Alves-Pereira aan wat de consequenties zijn van blootstelling aan LFG op korte, middel- en lange termijn. Zie hieronder de data uit een van haar studies/presentaties:



Dr. Nina Pierpont

"Many people living within 2 km (1.25 miles) of these spinning giants get sick. So sick that they often abandon (as in, lock the door and leave) their homes. Nobody wants to buy their acoustically toxic homes. The "lucky ones" get quietly bought out by the wind developers—who steadfastly refuse to acknowledge that Wind Turbine Syndrome exists. (And yet the wind developers thoughtfully include a confidentiality clause in the sales agreement, forbidding their victim from discussing the matter further.)"

Dr. Nina Pierpont heeft in 2008 wetenschappelijk bewijs verzameld dat windmolens de gezondheid van mensen in een straal tot 1500 meter om de windmolens negatief beïnvloeden. Deze ziekte heet in het Engels 'Wind Turbine Syndrome'. Het is peer-reviewed, dat wil zeggen dat het door vakgenoten is getoetst. Ook de WHO gebruikt en onderschrijft deze studie.

In de wetenschappelijke studie beschrijft Pierpont de volgende symptomen van Wind Turbine Syndrome:

verstoring van slaap
hoofdpijn
tinnitus (oorsuizen)
druk op de oren
duizeligheid
misselijkheid
visuele vervaging
tachycardia (versnelde hartslag)
prikkelbaarheid
paniekaanvallen

Uit de studie blijkt dat de symptomen grotendeels verdwenen als omwonenden langere tijd weg bleven uit het gebied met windmolens, maar dat de ziekte weer terug kwam als ze weer bij de windmolens in de buurt leefden. Toen het rapport van Pierpont in een wetenschappelijk blad werd gepubliceerd, bleken 8 van de 10 families het niet langer aan te

kunnen en te zijn verhuisd. De studie beveelt een minimum afstand van de windmolen tot een woonhuis aan van 2000 meter.

Studie Universiteit van Utrecht

Er is voldoende betrouwbaar bewijs, wat aantoont dat er een significante kans is op nadelige gezondheidseffecten voor mensen die leven tussen 1,5-2,0 km van wind turbines.
Het is aannemelijk dat ergernis en slaapstoornissen tot andere leiden symptomen, zoals stress of psychische problemen, symptomen van het binnenoor, hoofdpijn,
overmatige vermoeidheid en vermindering van de kwaliteit van leven. Wind turbine geluidsoverlast
grijpt daarom in op de gezondheid en het welzijn van mensen die in de buurt wonen. Windturbinegeluid maakt deel uit van het concept van milieuverontreiniging.

De dodelijke keerzijde van windenergie

Ook verder weg zorgen onze windturbines voor gezondheidsschade.
We stellen dat we hier goed bezig zijn door oa windturbines te plaatsen en zodoende "groene stroom" op te wekken. De waarheid ligt helaas anders en elders:

De bouw van de in het energieakkoord genoemde duizenden windmolens kost aan honderden Chinese arbeiders het leven en maakt duizenden mensen ernstig ziek.
Doden in China door de fabricage van één van de belangrijkste onderdelen van de generator, de neodymium magneten die in China worden gemaakt.
In de stad Baotou in Noord China aan de grens met Mongolië, voltrekt zich een humanitaire ramp van ongekende omvang, met dank aan de windmolens die oa in Nederland geplaatst worden.
Deze neodymium-magneten worden hoofdzakelijk in China gefabriceerd omdat daar, in de omgeving van de plaats Baotou, tegen de grens van Mongolië aan, de kostbare zeldzame grondstoffen worden gevonden die nodig zijn om de neodymium-magneten te maken.
Deze regio herbergt meer dan 90 procent van alle wereldreserves van zeldzame metalen, in het bijzonder neodymium, het element dat nodig is om de magneten te maken die in de meest opvallende groene energieproducenten van dit moment, windmolens, worden gebruikt.
In Baotou moet het neodymium worden gescheiden van uranium en thorium, twee radioactieve materialen. De stoffen worden na winning en verwerking van neodymium samen met andere giftige chemicaliën gedumpt in nauwelijks beschermde bassins en meren.
Grondwater wordt besmet met radio-actieve straling, de lucht bevat hoge concentraties giftige stoffen en planten, dieren en mensen worden dodelijk ziek.
Bij het naderen van de stad Baotou verraadt het aanzicht dat zich hier een humanitaire ramp voltrekt van ongekende omvang. Allereerst vallen de honderden hoge schoorstenen en koeltorens op van de honderden metaalfabrieken die de stad rijk is.
Van de onafzienbare tarwe- en maïsvlaktes die er tot voor tien jaar waren is niets meer terug te vinden.

In plaats daarvan is er een meer dan 120 km² grote poel van borrelend giftig afval ontstaan die bedekt is met zwarte stof. Deze poel vol gif, omgeven door een tientallen meters hoge dijk, is één van de verschrikkelijke gevolgen voor het milieu, die vragen oproept over de geloofwaardigheid van deze zogenaamde groene technologie: de windmolen.
Dit is de dodelijke en sinistere kant van de windmolenfabrikanten waar een mens liever niet aan herinnerd wil worden.

De aantrekkingskracht van het Nederlandse landschap

Een verkenning naar de relatie tussen ruimtelijke factoren en inkomend toerisme

rapporten

B.C. Breman
J. Luttik
J. Vreke

Referaat
Breman, B.C., J. Luttik & J. Vreke, 2009. *De aantrekkingskracht van het Nederlandse landschap. Een verkenning naar de relatie tussen ruimtelijke factoren en inkomend toerisme.* Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-rapport 95. 132 blz. 28 fig.; 37 tab.; 56 ref.; 3 bijl.

3.5 Verrommeling / onderscheidend karakter

Zoals verderop in deze verkenning ook wordt aangetoond lijkt er een groeiende markt te zijn voor zogenaamde 'Nature-based holidays' en 'Wellness' waarbij een natuurlijke, rustgevende en verrijkende omgeving meestal een belangrijke rol spelen. Een dergelijke verrijkende omgeving is enerzijds gebaseerd op een zekere oorspronkelijkheid en uniciteit en anderzijds vaak op rust en ruimte (Luttik *et al.*, 2007).

Deze uitgangspunten verhouden zich slecht met storende invloeden (zowel visueel als auditief) die herinneren aan het drukke en verstedelijkte dagelijkse bestaan. In eerder onderzoek naar de beleving van het Nederlandse landschap door de Nederlandse bevolking {Roos-Klein Lankhorst *et al.*, 2005} is gebleken dat onder andere horizonvervuiling, stedelijkheid en geluidsoverlast als negatief worden ervaren voor de beleving van het landschap. Daar staat tegenover dat onder andere reliëf, historische kenmerkendheid en natuurlijkheid de aantrekkelijkheid van het landschap positief beïnvloeden.

Vanuit toeristisch-recreatief oogpunt lijkt het dan ook voor de hand liggend dat regio's er baat bij hebben om zich te onderscheiden op natuurlijke en cultuurhistorische kwaliteiten en om het unieke karakter van een streek te bewaken door hierbij niet passende elementen tegen te gaan.

7.4 Conclusies

De uitkomsten van de (regionale) consumentenonderzoeken en van het motieven- en voorkeuren onderzoek onder buitenlandse toeristen laten zien dat het Nederlandse landschap een belangrijke factor is bij het aantrekken van buitenlandse toeristen. Natuur- en landschap staan in de top van motieven om naar Nederland te komen. Bovendien is ook na afloop van het bezoek de waardering van het landschap hoog. Bovenstaande geldt zeker ook voor onze naaste buren.

In tegenstelling tot wat het aanbod van het toeristisch-recreatief product zou kunnen doen vermoeden is het niet slechts het unieke, Hollandse landschap wat buitenlandse toeristen aanspreekt maar bijvoorbeeld ook bos- en heidegebieden en het rivierenlandschap. Vooral landschappen met water (meren, rivieren, zee) hebben een sterke voorkeur. Eén van de verklaringen hiervoor is dat de meeste buitenlandse toeristen niet zozeer afkomen op het unieke karakter van het landschap als wel op wat er te beleven valt. Deze verklaring wordt ondersteund door de waarde die de buitenlandse toeristen hechten aan water en fietspaden als kenmerkend voor het Nederlandse landschap. Een goede ontsluiting van het Nederlandse landschap via fiets-, wandel- en vaarroutes, kan gezien worden als een basiswaarde. Door bijvoorbeeld de (fiets)knooppuntsystemen verder te versterken en ook bij Duitse toeristen onder de aandacht te brengen kan waarschijnlijk belangrijke winst geboekt worden als het gaat om inkomend toerisme.

De uitkomsten van deze deelonderzoeken laten zien dat het Nederlandse landschap een belangrijke waarde is in het toeristisch-recreatief product. Om het (inkomend) toerisme te versterken loont het dus de moeite om zuinig te zijn op het Nederlandse landschap en de landschappelijke kwaliteiten in brede zin te versterken.
Een andere conclusie is dat het voor de toeristische promotie van Nederland van belang is om het imago van het toeristisch-recreatief product Nederland te diversifiëren.

Gezien de focus van de huidige toeristische promotie op de 'stereotype toeristische trekpleisters is het waarschijnlijjk dat een groot deel van de regionale en landschappelijke kwaliteiten die Nederland te bieden heeft nog grotendeels onbekend zijn in het buitenland. Het is zeker niet denkbeeldig dat een (geleidelijke) verschuiving in het aanbod met meer aandacht voor regionale kwaliteiten ook zal leiden tot een verschuiving in de vraag. Temeer omdat naast de factor 'landschap' ook de factor 'Nieuwe ervaringen' een belangrijke plek inneemt binnen de toeristenmotieven.

Blz. 108:

Koester het landschap en maak het beleefbaar

Een tweede aanbeveling, in het bijzonder ook richting het ruimtelijk beleid, is om zuinig te zijn op het Nederlandse landschap. Consumenten- en motievenonderzoeken onder buitenlandse toeristen laten steevast zien dat het aspect landschap van groot belang is voor de keuze en de waardering van de toeristische bestemming in Nederland. Natuur- en landschap staan in de top van motieven om naar Nederland te komen. Daarmee waarderen buitenlandse bezoekers het landschap vaak nog meer dan Nederlandse bezoekers.

Het landschap is een troefkaart voor de toeristische promotie. Dat geldt niet alleen voor het unieke Hollandse landschap maar bijvoorbeeld ook voor bos- en heidegebieden en het rivierenlandschap.

Blz. 109:

Vooral op regionaal niveau kunnen provincies en gemeenten er voor waken dat de landschappelijke kwaliteit behouden blijft en waar mogelijk ook versterkt wordt. Het lijkt geen toeval dat het aantal buitenlandse bezoeken aan het Gelderse Rivierengebied de laatste jaren zo sterk gegroeid is sinds er is ingezet op grootschalige natuurontwikkeling, versterking van de landschappelijke kwaliteit en de beleving daarvan in de Gelderse Poort.

Bron: www.twickel.nl

Doel | *in opdracht van de barones*
Belangrijkste doel van de stichting is het behoud van Twickel als natuurreservaat en cultuurmonument en handhaving van haar historische betekenis. Centraal staat de instandhouding van het natuurschoon en het landschappelijke karakter op basis van een gezond financieel beheer.
Voor het bereiken van deze doelen is de aanwezigheid van agrarische activiteit essentieel. Een groot deel van de landgoederen bestaat uit landbouwgronden waarop pachters een bestaan hebben. Deze pachters spelen een cruciale rol bij het beheer van het landschap en vormen een belangrijke economische pijler.

Bron: www.burentegenwindmolens.nl

Hieronder ziet u hoe de beoogde windturbines in het landschap eruit zien.







Bron: Twickelblad

Gedeputeerde Maij wil het landschap niet onnodig pijn doen

AUTEUR
Martin Steenbeeke

ACTUEEL

Het wordt 'landschapspijn' genoemd; de plaatsing van windmolens en zonneparken. Om aan de nationale doelstelling te voldoen om in 2050 energieneutraal te zijn, moeten er alleen al in Twente zo'n 300 windturbines of 3400 hectare zonneparken worden gerealiseerd. Dit vraagt veel ruimte en heeft onvermijdelijk impact op het aanzien van het landschap. De vraag is hoeveel? Wat is wel aanvaardbaar en wat niet? "Wij vinden het belangrijk dat het landschap behouden blijft", stelt gedeputeerde Hester Maij (Landbouw, Natuur en Cultuur) . Uitgangspunt is dat zonnepanelen eerst op daken worden geplaatst, vervolgens op braakliggende industriegrond en pas daarna in landelijk gebied.

Windmolens zijn niet toegestaan in gebieden die onderdeel zijn van het Natuurnetwerk Nederland (een keten van bestaande en nieuwe natuurgebieden zoals de Nationale Parken en Natura 2000 gebieden) en waardevolle landschappen als de IJsseldelta en Noordoost-Twente. Wat gedeputeerde Maij betreft horen daar ook landgoederen als Twickel bij. "Plekken waar de historie, cultuur en natuur samen gaan, moet je koesteren. Daar moet je windturbines echt niet willen." Voor grootschalige windenergieprojecten zijn in Overijssel voorkeursgebieden aangewezen (ten noorden van de Vecht, tussen Staphorst en Zwolle en de omgeving Hardenberg). "Daar is het relatief open en waait het ook het hardst", verklaart Maij. "Maar ook daar moeten de normale vergunningprocedures worden doorlopen."

De praktijk is dat buiten deze zoekgebieden en de genoemde kwetsbare landschappen verschillende particuliere initiatieven opborrelen, al dan niet gestimuleerd door gemeenten die hun eigen duurzaamheiddoelstellingen willen halen. Eén zo'n initiatief is de plaatsing van twee 200 meter hoge windturbines aan de rand van landgoed Twickel, vlak naast de snelweg A35. Het plan stuit op verzet van omwonenden, inwoners van Borne en landgoed Twickel. Maij is ook tegen windmolens op deze locatie. "Waarom moet het daar? Als je het al op zo'n plek wilt, moet je het er minimaal met zijn allen over eens zijn. Het lijkt er niet op dat dit hier gaat gebeuren. Zoals de discussie hier wordt gevoerd, moet je niet willen. Dit maakt duidelijk waarom regie van de overheid nodig is, zodat de belangen van alle betrokkenen worden meegenomen."



Zonnepanelen op een stal in Twickel.

Bron: Twickelblad E.J. Mooiweer

De richting is duidelijk. Maar de ruimtelijke invulling is een dilemma dat nader onderzoek, overleg en regie behoeft. Ondernemers pakken kansen waar de overheid deze laat liggen of iets meer tijd nodig heeft. Met het Twentse ros in het achterhoofd denk ik voorlopig over de 200m hoge windturbines op de gepresenteerde plek: 'hold your horses'.

BIJLAGE 5 ONDERBOUWING

De berekeningen van de onderwerpen **Rendement** en **Slagschaduw** zijn zo zorgvuldig als mogelijk samengesteld met behulp van informatie, hulpmiddelen en rapporten, die beschikbaar zijn in het publieke domein.

Wij zijn bereid de werkwijze bekend te maken. Als er twijfels van derden over de kwantitatieve uitkomsten bestaan, dan verwachten wij van hun eerst een presentatie van een herberekening.

Bronnen en hulpmiddelen voor bovenstaande hulpmiddelen:

- **Rendement:**
  - KNMI-data historische wind- e.a. gegevens
  - SDE+ Windviewer Windkaart
  - RVO: SDE+ parameters voor berekening subsidie
  - Vermogens grafieken **windsnelheid-vermogen**
- **Slagschaduw**
  - Diverse schaduw berekeningsprogramma's
    - Google Maps Shadow calculator
    - SunEarthTools database
    - Wind Turbine Shadow Calulator http://ele.aut.ac.ir/~wind/en/tour/env/shadow/shadowc.htm
    - Google Earth (MER kaarten plot op Borne)
  - Informatie
    - Veel MER's en onderzoeken, ECN&KEMA, RVO, e.v.a.
    - Feitenonderzoek windenergie Apeldoorn https://apeldoorn.raadsinformatie.nl/document/5477926/1/Rapport_raadsonderzoek_windenergie_Apeldoorn_juni_2017

Samenvatting van het rapport 'Waarom de KNMI-scenario's niet zullen uitkomen'

1) Dit rapport heeft als titel "Waarom de KNMI-scenario's niet zullen uitkomen". De stelligheid van deze titel is een knipoog naar de brochure over de KNMI-scenario's waarin het KNMI diverse claims presenteert die veel te stellig zijn, zoals "[d]e temperatuur in Nederland zal verder stijgen" en "[o]p jaarbasis ligt de opwarming in Nederland tussen 1,0 en 2,3°C rond 2050". Het KNMI erkent in achtergronddocumentatie dat aan de KNMI-scenario's geen kansen verbonden zijn. Het is dus niet te zeggen of de kans op 1-2,3°C aan opwarming in 2050 1% of 99% of welk percentage dan ook zal zijn. Het taalgebruik van het KNMI suggereert echter een 100% zekerheid dat de opwarming in de range 1-2,3°C zal liggen en dat is onjuist.

2) De belangrijkste aanname voor het nut van klimaatscenario's is dat de uitstoot van antropogene broeikasgassen (door met name het gebruik van fossiele brandstoffen) op dit moment het klimaat domineert en ook van dominante invloed zal zijn op het klimaat in de 21e eeuw, zowel wereldwijd als in Nederland. Het KNMI doet weinig moeite om deze aanname te onderbouwen, wellicht omdat deze visie in lijn is met die van het IPCC en derhalve beschouwd wordt als 'algemeen aanvaard'. Het bewijs achter deze aanname rust echter op dezelfde klimaatmodellen waarmee de scenario's worden gedaan. Dit rapport laat zien dat het bewijs voor een dominante invloed van broeikasgassen op het klimaat nog altijd zwak is. Het rapport documenteert tevens dat diverse andere factoren – deels natuurlijke, deels antropogene – onderbelicht blijven.

3) Modellen simuleren weliswaar de toename van de wereldwijde temperatuur tussen 1975 en 2000 heel redelijk, maar vallen in andere periodes door de mand. Zo onderschatten diezelfde modellen een vrijwel identieke opwarming tussen 1917 en 1944 met een factor drie. Ook zagen modellen de afvlakking van de opwarming na 2000 niet 'aankomen'. Dit heeft tot gevolg dat de IPCC-modellen de opwarming tussen 1979 en 2017 wereldgemiddeld al met zo'n 35% overschatten. De opwarming van de oceanen wordt in dezelfde periode met bijna een factor twee overschat en de zogenoemde hot spot hoog in de tropische atmosfeer wordt zelfs met een factor drie overschat. Modellen zijn ook niet goed in staat om natuurlijke schommelingen in het klimaat (zoals de Atlantic Multidecadal Oscillation) te simuleren. Deze mismatches tussen modellen en waarnemingen zijn niet genoemd door het KNMI.

4) Er is inmiddels een goede en logische verklaring waarom modellen de opwarming sinds 1979 aanzienlijk overschatten. Modellen zijn 'overgevoelig' voor broeikasgassen en genereren dus te veel opwarming als CO2 in het model toeneemt. Observationele schattingen voor klimaatgevoeligheid (opwarming na een verdubbeling van de CO2-concentratie), gebaseerd op de waargenomen wereldwijde opwarming sinds 1850 en die aannemen dat vrijwel al die opwarming door broeikasgassen veroorzaakt is, komen aanzienlijk lager uit dan diezelfde klimaatgevoeligheid afgeleid van klimaatmodellen. Bij de zogenoemde overgangsgevoeligheid (TCR), die vooral van belang is voor de opwarming in deze eeuw, is de observationele schatting 1,3 graden Celsius terwijl modellen op 1,8 graden Celsius zitten. Het KNMI bespreekt deze belangrijke kwestie niet.

5) De 'goede' overeenkomst tussen modellen en de wereldgemiddelde temperatuur in de periode 1975 en 2000 is zeer waarschijnlijk het gevolg van een 'verkeerde' combinatie van factoren. Modellen onderschatten de natuurlijke opwarming in deze periode, onder andere het periodiek warmer worden van de Atlantische Oceaan. Tegelijkertijd overschatten modellen de opwarming door broeikasgassen en overschatten ze het afkoelende effect van aerosolen (luchtverontreinigingsdeeltjes). De 'toevallige' overeenkomst tussen modellen en wereldgemiddelde

temperatuur in deze relatief korte periode is derhalve onvoldoende bewijs om overtuigd te zijn van een dominante invloed van CO2 op het klimaat. Het IPCC is hier in onze ogen dan ook te stellig over.

6) Het KNMI gebruikte twee van de vier IPCC-scenario's als uitgangspunt voor de KNMI-scenario's, het RCP4.5- en het RCP8.5-scenario. RCP4.5 is de basis voor het "Gematigde" KNMI-scenario (GH en GL) en RCP8.5 de basis voor het "Warme" KNMI-scenario (WH en WL). Het KNMI omschrijft RCP8.5 als een business-as-usual-scenario, maar dat is anno 2018 niet langer houdbaar. RCP8.5 is echter veel meer een worst case-scenario. Een manier om in 2100 op RCP8.5 uit te komen is bijvoorbeeld dat de wereld dan tien keer zoveel steenkool gebruikt als tegenwoordig. Dat is zeer onwaarschijnlijk. Een recente studie stelt dan ook dat RCP8.5 een onaannemelijk scenario is dat eigenlijk niet meer als referentie gebruikt zou moeten worden voor beleidsstudies. De bovengrens van 2,3°C aan opwarming in 2050 in de KNMI-scenario's is gebaseerd op dit onaannemelijke RCP8.5-scenario.

7) De gemiddelde temperatuur in Nederland is sinds 1900 gestegen met zo'n 1,8°C. Het is verleidelijk om een groot deel van deze opwarming toe te schrijven aan de uitstoot van CO2 en het KNMI doet dat dan ook (stilzwijgend). Dit rapport stelt echter dat de aanname dat broeikasgassen een dominante invloed hebben op het Nederlandse klimaat nog altijd voorbarig is. De meest in het oog springende verandering in de afgelopen eeuw was een plotselinge sprong in de temperatuur van ruim 1°C eind jaren '80. Die sprong is terug te vinden in grote delen van West-Europa en zelfs in de zeewatertemperaturen langs de Europese kusten. Het KNMI rept noch in de brochure noch in het wetenschappelijke achtergrondrapport over deze 'sprong'. Een plotselinge sprong in opwarming is niet zomaar te koppelen aan de geleidelijke toename van broeikasgassen en klimaatmodellen weten deze sprong ook niet te simuleren.

8) De afgelopen decennia is de veranderde luchtcirculatie misschien wel de belangrijkste factor geweest voor de toename van de temperatuur in ons land. Een grotere aanvoer van zachte lucht vooral in de winter (meer zuidwestenwind) leidde tot een snelle toename van de temperatuur vanaf eind jaren '80. Ook het schoner worden van de lucht boven ons land heeft ervoor gezorgd dat vanaf de jaren '80 de hoeveelheid zonnestraling met maar liefst 10% is toegenomen (gemiddeld een uur meer zon per dag). Het is aannemelijk dat ook deze zogenoemde brightening een rol gespeeld heeft bij de opwarming. Het KNMI noemt beide fenomenen maar maakt niet aannemelijk hoe verandering in luchtcirculatie iets met de toegenomen CO2-concentratie te maken kan hebben.

9) De invloed van de toenemende verstedelijking is een andere, wellicht onderschatte factor die van invloed is op de temperatuurontwikkeling in Nederland. Niet alleen de mate van verstedelijking maar ook de voor Nederland kenmerkende versnippering van de verstedelijking heeft waarschijnlijk meer invloed dan tot nu toe wordt verondersteld.

10) Ook de temperatuur van het Noordzeewater voor de kust nam eind jaren '80 sterk toe. Een relevante studie van Van Aken (2010) kon vrijwel alle veranderingen in de zeewatertemperaturen 'verklaren' met een combinatie van veranderde luchtcirculatie, persistentie (het fenomeen dat een warme zee wel even warm blijft) en de toename van zonnestraling. De toename van CO2 was in dit statistische model niet eens opgenomen. Het KNMI verwijst niet naar deze studie.

11) In tegenstelling tot de beeldvorming (namelijk van een versnelde opwarming) warmt Nederland de laatste twintig jaar nagenoeg niet op. In dezelfde periode is het CO2-gehalte van de atmosfeer met ruim 11,5 % gestegen. Het is dan ook de vraag wanneer de opwarming in Nederland opnieuw op gang zal komen. De KNMI-scenario's veronderstellen immers dat Nederland tot 2050 gemiddeld iedere tien jaar 0,18 °C (het gematigde scenario) tot maar liefst 0,42 °C (het warme scenario) warmer zou moet worden. Het KNMI zou meer aandacht moeten besteden aan het vergelijken van modeloutput met de recente veranderingen in het Nederlandse klimaat.

12) De hoeveelheid neerslag in Nederland is sinds 1910 toegenomen. Onduidelijk is echter met hoeveel procent. Het KNMI zelf geeft op haar website en in documenten verschillende percentages, waaronder 26% en 18%. Het is niet duidelijk waar die verschillen vandaan komen.

13) Het KNMI koppelt de neerslagtoename aan de toename van de temperatuur. Het idee is dan dat opwarming meer verdamping geeft en uiteindelijk dus ook meer neerslag. Maar zelfs wereldwijd gaat dit verhaal (nog) niet op. Het IPCC drukt zich dan ook zeer voorzichtig uit over trends in neerslag sinds 1900. Ook het Global Precipitation Climatology Project dat neerslag vanuit satellieten meet laat geen trends zien sinds 1979. Ook is er nog geen wereldwijde langetermijntrend aangetoond in de hoeveelheid waterdamp. Een toename van waterdamp fungeert in de modellen echter als positieve feedback, het versterkt de opwarming.

14) Dit rapport laat zien dat veranderde luchtcirculatie (meer zuidwestenwind) een logischere kandidaat is om trends in de Nederlandse neerslag te verklaren. Neerslagtrends in Nederland en Engeland zijn sterk aan elkaar gekoppeld wat ook pleit voor een grote invloed van grootschalige circulatie. Daarnaast is er een duidelijk waarneembaar stadseffect op de neerslag in ons land. De grote stedelijke agglomeraties Amsterdam, Utrecht, Den Haag en Rotterdam registreren meer neerslag dan landelijke gebieden. Onderzoek in West-Nederland laat zien dat niet alleen de grote steden hogere neerslagcijfers vertonen, maar dat dit ook geldt voor de kleinere steden en zelfs voor de benedenwindse rurale gebieden. Opvallend is overigens dat de neerslag piekte in het jaar 2000 en sindsdien weer behoorlijk is afgenomen, tot op een niveau van ongeveer 800 mm/jaar. Dat is het niveau dat we uit de jaren ’60 van de vorige eeuw kennen.

15) Het is algemeen geaccepteerd in het Nederlandse publieke debat over klimaatverandering dat extreme neerslag in Nederland steeds extremer aan het worden is. Een analyse van de data wijst uit dat het aantal dagen met extreme neerslag inderdaad is toegenomen, zoals het KNMI ook opmerkt. Maar uit diezelfde data blijkt dat extreme neerslag niet extremer is geworden. De gemiddelde neerslagintensiteit van etmaalsommen ≥50 mm is sinds 1950 niet gestegen. Ook bij de claim van het KNMI dat extreme buien steeds extremer worden kunnen vraagtekens gezet worden. Het vermoeden bestaat dat het KNMI in de val getrapt is van wat onderzoekers sampling bias noemen. Het aantal stations dat uurmetingen doet in Nederland is pas de laatste twintig jaar flink aan het toenemen. De kans om extreme buien ‘op te pikken’ neemt daarmee toe. Het KNMI legt grote nadruk op een handvol zware buien in recente jaren (bijvoorbeeld een zware bui in Herwijnen in 2011) maar die buien werden alle door relatief nieuwe stations gemeten. De uursommen in De Bilt laten sinds 1951 niets bijzonders zien. We concluderen dan ook dat noch de etmaalsommen noch de uursommen bewijzen dat de neerslag extremer wordt.

16) De zeespiegel langs de Nederlandse kust steeg de afgelopen 150 jaar in een tempo van ongeveer 18 cm/ eeuw (ofwel 1,8 mm/jaar). Toevallig komt dit ongeveer overeen met de wereldgemiddelde stijging van de zeespiegel in dezelfde periode. De KNMI-scenario’s voor 2050 gaan uit van een zeespiegelstijging van 15 tot maximaal 40 cm en van 25 tot maximaal 80 cm in 2085. Omgerekend komt dat neer op een stijging van 2,7 mm/jaar tot 7,3 mm/jaar tot aan 2050 en van 2,8 mm/jaar tot 8,9 mm/jaar tot aan 2085. Dit soort versnellingen hebben zich de afgelopen eeuw langs de Nederlandse kust niet voorgedaan, ook niet na 1950, de periode waarin volgens het IPCC de uitstoot van broeikasgassen het merendeel van de wereldwijde opwarming veroorzaakt zou hebben. Het KNMI gaat er dus vanuit dat er een historisch gezien ongekende versnelling van de zeespiegel gaat plaatsvinden langs de Nederlandse kust. Die versnelling is niet waarneembaar in de data. Extrapoleren we de historische trend naar 2050 dan komt de zeespiegel lager uit dan de ondergrens van het gematigde KNMI-scenario.

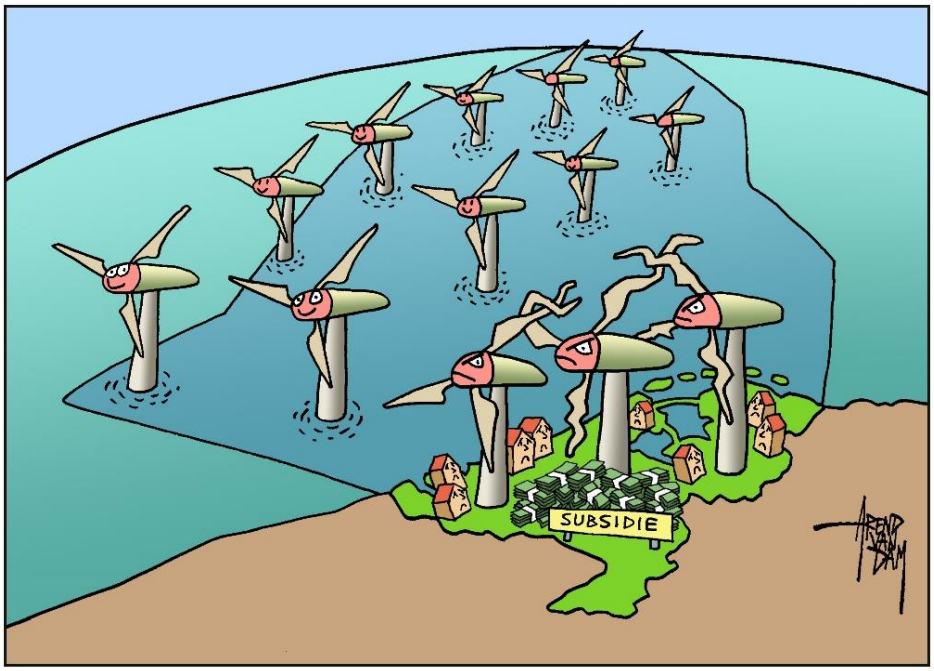
17) Klimaatmodellen kunnen regionale veranderingen in temperatuur en neerslag in de 20e eeuw niet goed simuleren. Het KNMI erkent dit ook in diverse wetenschappelijke papers. In de door het KNMI enPBL georganiseerde Climate Dialogue over regionale modellen stelt de Amerikaanse onderzoeker Roger Pielke Sr. dat regionale scenario's beleidsmakers op het verkeerde been zetten omdat ze de illusie wekken dat we het toekomstige klimaat kunnen 'voorspellen'.

18) Samenvattend: wij achten het niet aannemelijk dat de KNMI-scenario's zullen uitkomen. Historische ontwikkelingen van het Nederlandse klimaat zijn ook goed te 'verklaren' zonder (grote) invloed van broeikasgassen. Meer zon en een veranderde luchtcirculatie hebben vermoedelijk een aanzienlijke invloed gehad evenals de toenemende verstedelijking. Het 'warme' scenario van het KNMI is gebaseerd op het RCP8.5-scenario van het IPCC. Dit scenario gaat uit van een vertienvoudiging van steenkoolgebruik in 2100 en wordt door experts momenteel als onrealistisch bestempeld. De klimaatmodellen zelf zijn waarschijnlijk 'overgevoelig' voor CO2 en overschatten daarmee de (toekomstige) opwarming. Klimaatmodellen zijn voorts niet goed in staat om natuurlijke variaties in het klimaat te simuleren. De opwarming in Nederland staat de laatste twintig jaar 'stil'. Neerslag is na een piek in 2000 terug op het niveau van de jaren '60 van de vorige eeuw. De zeespiegel stijgt weliswaar, maar al anderhalve eeuw in hetzelfde monotone tempo.

Tijd voor een wind-op-land moratorium

Wind-op-land Klimaatakkoorddoelstelling al gehaald

Additionele EU doelstelling kan naar zee in lijn met advies
studiegroep Green Deal en Stuurgroep Extra Opgave



Windalarm
&
Nederlandse Vereniging Omwonenden Windturbines

29 april 2021

Samenvatting

- Binnen het klimaatakkoord is een **doelstelling voor grootschalige zon en wind-op-land** van 35 TWh in 2030 afgesproken.
- Deze **doelstelling is al gehaald** indien bestaande opwek wordt opgeteld bij de reeds vergunde én gesubsidieerde projecten **conform de PBL-methodiek** worden meegeteld.
- De huidige wildgroei van zon en wind op land leidt in toenemende mate tot **congestie in het elektriciteitsnet** en daaraan gekoppelde hoge investeringen.
- Wind-op-land leidt binnen een dichtbevolkt land als Nederland tot **ernstige geluidsoverlast** en gerelateerde gezondheidsschade voor tienduizenden mensen. Daarnaast heeft het een impact op **natuurgebieden** en ons **landschaps**.
- Wij pleiten voor een **directe stop op de verdere uitrol van wind-op-land** gezien de nadelen voor mens, natuur en landschap.
- De nog te plannen **verhoging van de doelstelling** voor duurzame elektriciteit kan veel beter worden ingevuld door meer wind-op-zee en desgewenst zon-op-dak.
- **Wind-op-zee** is inmiddels de goedkoopste vorm van duurzame energie, heeft een minimale impact op de visserij en gaat goed samen met de ecologische versterking van de Noordzee.
- Wind op Zee heeft een belangrijke rol in de verduurzaming van de industrie. Er is reeds **planologisch voldoende ruimte** geschapen binnen het Noordzee akkoord. Het opwek potentieel op zee is dermate groot dat het toevoegen van een relatief kleine additionele wind op land doelstelling maar een marginaal effect (+ 5%) heeft op de totale wind-op-zee ambitie.
- Het advies tot moratorium verdere groei wind en zon op land wordt ondersteund door het recente (januari 2021) rapport van de studiegroep Klimaatopgave Green Deal "***Bestemming Parijs*** *Wegwijzer voor klimaatkeuzes* 2030, 2050", dat stelt *"Hoewel extra hernieuwbare elektriciteit via wind en zon op land technisch mogelijk is, kleven er grote onzekerheden en bezwaren aan*." Ook de **Stuurgroep Extra Opgave** adviseert om de extra doelstelling volledig op zee te realiseren (april 2021).
- Bijna alle **politieke partijen** (waaronder VVD, D66, CDA, PvdA en SP) hebben in hun verkiezingsprogramma geen verdere verhoging van de doelstellingen voor wind-op-land voorzien. Alle focus is op wind-op-zee.
- Wij roepen de **politiek** op de voorkeurskeuze van Bestemming Parijs, de Nationale Omgevingsvisie, die van de politiek zelf en die **van de bevolking** op te volgen en de verdere planning van wind-op-land per direct stop te zetten.

Kijk voor de laatste versie van dit manifest op:

www.windalarm.org/wind-op-land-moratorium

Inhoud

1. Doelstelling Klimaatakkoord

2. Realisatie 2019 volgens PBL

3. Realisatie 2020 conform PBL systematiek

4. Extra ambitie vanwege ophoging doelstelling naar 55% CO2 reductie

5. Verhoging wind-op-zee ambitie

6. Analyse klimaatakkoord proces

7. Doelstelling 2030 en 2050

8. Wind-op-land in Nederland vs EU

9. Naar een moratorium voor wind-op-land

Annex

1. Toelichtingsbrief Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
2. Artikel Financieel Dagblad
3. *Bestemming Parijs* beleidsopties voor ophoging doelstellingen
4. Samenvatting podcast Studio Energie met Dr. Martin Visser
5. Brief minister EZK B. van ’t wout aangaande extra opgave 2030 duurzame opwek



1. Doelstelling Klimaatakkoord

- De onderstaande tabel betreft de uitgesplitste doelstellingen voor 2030. Men gaat beleidsmatig uit van 91 TWh zon- en windenergie per jaar (1 Terawatt uur = 1 miljard KWh). Dit is uitgesplitst in 49 TWh wind-op-zee, 35 TWh wind en grootschalige zon op land samen en 7 TWh kleinschalige zon (op daken van huizen). Overigens valt onder 'Wind op Land' ook Wind opgewekt op water zoals bijvoorbeeld in het IJsselmeer.

Tabel 3.1 De 2030-doelen uit het Klimaatakkoord voor hernieuwbare elektriciteits-productie op zee en op land en de geschatte bijdrage uit kleinschalig zon-PV en overig in TWh[8].

Bron	TWh	
Wind op zee	49	opgave nationaal
Hernieuwbaar op land (wind, zon > 15 kW)	35	opgave regio's
Kleinschalig zon-PV (≤ 15 kW)	7	Obv verwachte autonome ontwikkeling
Overige[9] hernieuwbare elektriciteitsproductie	~ 7	Obv verwachte ontwikkeling

https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-systematiek-monitor-res-hoofdlijnen-van-de-monitoringssystematiek-voor-de-regionale-energie-strategieen_3178.pdf

- Binnen de **Regionale Energiestrategieën** (RES) moeten de klimaatakkoord doelstellingen voor **wind en zon op land** ingevuld worden. De 35 TWh doelstelling is niet uitgesplitst naar wind en zon.

2. Realisatie 2019 volgens PBL

- In februari 2021 heeft het PBL de stand van zaken per eind 2019 m.b.t. de RES doelstelling gepresenteerd. Het PBL baseert zich op data van het CBS (gerealiseerd) en van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) die de SDE subsidieregeling uitvoert (vergund). www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2021-monitor-concept-res-een-analyse-van-de-concept-regionale-energie-strategieen_4297.pdf

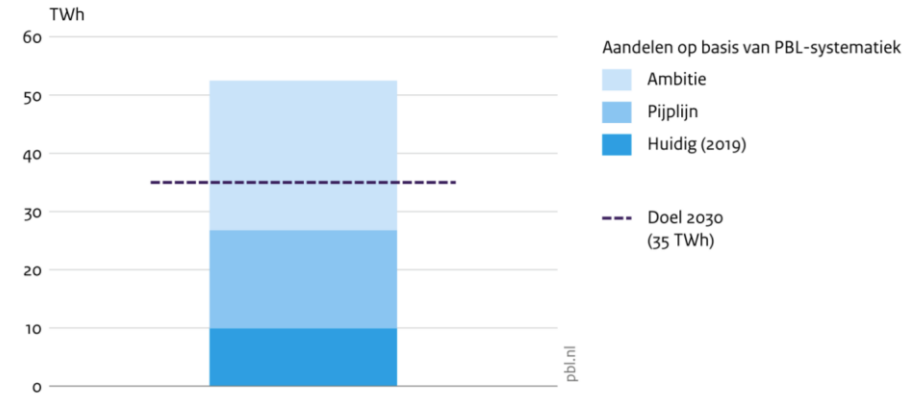
- Volgens het PBL was in 2019 al 26,8 TWh gehaald (realisatie + pijplijn). Er was dus nog 8,2 TWh in te vullen met Wind of Zon vanaf 2020 om aan de 35 TWh doelstelling in 2030 te komen.

Tabel 1. PBL – Nationaal Programma RES 2019 (persoonlijke email communicatie)

Energievorm	**TWh per jaar**
Grootschalig Zon op land 2019 gerealiseerd (CBS)	2,5
Grootschalig Zon op land pijplijn (vergund, 60% van SDE)	5,9
Wind op Land 2019 gerealiseerd (CBS)	7,4
Wind op Land pijplijn (vergund, 99% van SDE)	11,0
Nog te plannen tot 2030 aan wind op land én grootschalige zon op land om de nationale opgave klimaatakkoord (35 TWh op land) te realiseren	8,2
TOTAAL doelstelling klimaatakkoord	**35**

- Volgens PBL was er in 2019 **18,4 TWh wind-op-land** (realisatie + pijplijn) en **7,4 TWh** zon-op-land.

Figuur 1
Productie hernieuwbare elektriciteit op basis van concept-Regionale Energie Strategieën



Bron: CBS, RVO.nl, concept-RES'en; bewerking PBL

www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2021-monitor-concept-res-een-analyse-van-de-concept-regionale-energie-strategieen_4297.pdf (pagina 5)

- Projecten in de **pijplijn** hebben reeds een vergunning en een toegekende SDE Subsidie. De **ambitie** staat voor de ingediende plannen van de Nederlandse RES regio's. Daar zit zowel wind als zon bij.

- Doordat het PBL zich baseert zich op de cijfers van het CBS die lopen tot en met **2019**, lopen deze cijfers meer dan 1 jaar **achter op de actuele situatie**.

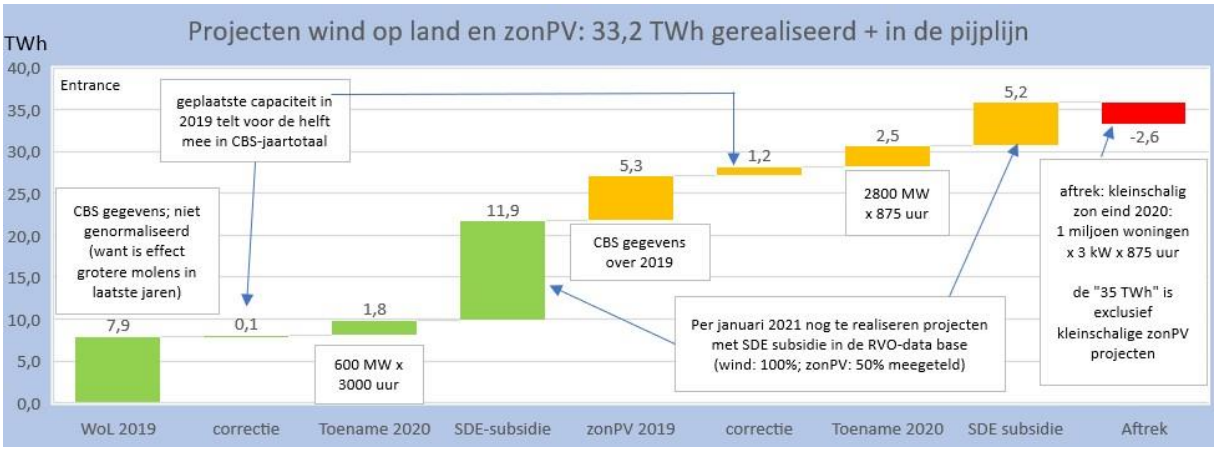
3. Realisatie 2020 conform PBL systematiek

- **Lector duurzame energietransitie** Hanze hogeschool Martien Visser maakt gebruik van exact dezelfde bronnen als het PBL (CBS en RVO/SDE) maar heeft ook 2020 meegenomen.

- Hij komt tot de conclusie dat we de gezamenlijke 2030 doelstelling van het klimaatakkoord voor wind-op-land en ZonPV van 35 TWh bijna gehaald hebben. We zaten per 31 januari 2021 al op **33,2 TWh**. Er is dus nog maar **1,8 TWh** te gaan om de **2030** doelstellingen te halen. Zie ook onderstaand plaatje en gerelateerd artikel in het FD en podcast van studio energie (via onderstaande link en annex 2 en 4)



https://fd.nl/ondernemen/1373198/nieuwe-locaties-voor-zon-en-windparken-zijn-overbodig-om-klimaatdoel-te-halen?fbclid=IwAR13gAhneyTheTHajEE0LX83gyL_vZ2Df6RFmrweI5wW56s7PAit0HtNW7A (Artikel in annex 2)



- Als **Windalarm** hebben we ook de cijfers van Martien Vissers voor wat betreft wind-op-land bij de bron gecheckt. We gebruiken daarbij de methodologie van het PBL conform de "Systematiek monitor RES". De **gerealiseerde doelstelling** bestaat volgens het PBL uit de optelling van het volgende:

  1. Elektriciteitsproductie uit **huidige opgesteld vermogen** van installaties uit wind en grootschalig zon-PV op basis van de **CBS statistieken**.

  2. Elektriciteitsproductie uit vermogen van installaties wind en grootschalig zon dat nog niet produceert maar **waar wel een SDE beschikking voor is afgegeven (pijplijn).**

  www.pbl.nl/publicaties/systematiek-monitor-res (pagina 20)

Huidig opgesteld vermogen

- Voor de productie van **opgesteld vermogen** kijkt men naar de **CBS database (stateline hernieuwbare elektriciteit).** Het opgesteld vermogen in 2020 is 4,1 GW en de gerelateerde productie capaciteit is **9,785 TWh**. Dit komt overeen met de cijfers van Martien Visser (7,9 + 0,1 + 1,8 = **9,8 TWh**.

Hernieuwbare elektriciteit; productie en vermogen

: Gewijzigd op: 24 februari 2021

Bron/Techniek	Perioden	Onderwerp: Elektriciteitsproductie Genormaliseerde bruto productie	Niet-genormaliseerde productie Bruto elektriciteitsproductie	Netto elektriciteitsproductie	Installaties Opgestelde installaties einde van jaar	Opgesteld elektrisch vermogen einde jaar
		mln kWh			aantal	MW-elektrisch
Windenergie op land	2019**	7 429	7 935	7 935	2 031	3 527
	2020*	8 905	9 785	9 785	.	4 100

Bron: CBS

https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/82610NED/table

- In de officiële PBL berekening 'hernieuwbare energie' wordt de opbrengst van windturbines genormaliseerd. Normalisatie gebeurt aan de hand van de gemiddelde loadfactor ('vollast-uren') over de laatste 5 jaar. Het gemiddelde over 2016-2020 komt uit op 2500 vollasturen. De laatste jaren zijn er echter veel nieuwe molens op land bijgekomen met 3000-3500 vollastuur. Dit leidt tot een structureel lagere opbrengst op papier. Normalisatie (EU regel) is bedoeld om wind-arme en wind-rijke jaren uit te middelen maar heeft hier dus een totaal onbedoeld effect dat het de opwek structureel te laag wordt inschat. Het waait immers niet abnormaal harder elk jaar maar door technologische ontwikkeling hebben turbines structureel meer opbrengst. Het gevaar van onderschatting van de werkelijke cijfers is dat er daardoor een over programmering van nieuwe windturbines op land kan gaan plaatsvinden. Dit is in feite nu al aan de gang. Van belang voor de analyse is dat, als we het feitelijke resultaat in 2030 als uitgangspunt nemen, de huidige hogere niet genormaliseerde opbrengstcijfers ook in de genormaliseerde cijfers tot uiting zullen zijn gekomen.
  www.cbs.nl/nl-nl/onze-diensten/methoden/onderzoeksomschrijvingen/aanvullende-onderzoeksbeschrijvingen/protocol-monitoring-hernieuwbare-energie-2015-rvo-cbs

- Normalisatie 'kost' NL tevens 'administratief' 0,25% aan hernieuwbare energie. De heer Martien Visser heeft berekend dat het normalisatie effect in 2020 leidt tot een onderschatting van de Nederlandse duurzame stroom productie met 1,4 TWh. Doordat Nederland haar EU doelstelling voor duurzame stroom opwek nog niet gehaald heeft moet Nederland administratief duurzame stroom inkopen van een ander EU land. In 2020 betaalde Nederland daarvoor aan Denemarken 12,5 miljoen euro per terawattuur.

  www.volkskrant.nl/economie/om-boete-te-voorkomen-koopt-wiebes-voor-200-miljoen-aan-duurzame-energie-in~ba76762e/
  www.tweedekamer.nl/kamerstukken/brieven_regering/detail?id=2020Z11652&did=2020D25031

- Het PBL stelt dat door het saneren van oudere molen de opwek in 2030 lager kan uitvallen omdat deze dan van de bestaande opwek worden afgetrokken. Feitelijk leidt sanering echter tot vervanging met grotere molens en juist tot meer capaciteit. Oudere molens staan met name in Flevoland.

www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2021-monitor-concept-res-een-analyse-van-de-concept-regionale-energie-strategieen_4297.pdf (pagina 17)

www.windplangroen.nl/wp-content/uploads/2020/03/Regioplan-Windenergie-dv.pdf

Pijplijn projecten

- Met betrekking tot de **systematiek** om nog niet realiseerde projecten voor het doel mee te tellen stelt het PBL: *"voor het regio-doel van 35 TWh tellen de installaties mee die elektriciteit produceren uit wind- en zonne-energie die in 2030 operationeel zijn. Het gaat om wind en zon-op-land. Een installatie telt in ieder geval mee als er SDE+ subsidie voor beschikbaar is".* (pagina 14). *www.pbl.nl/publicaties/systematiek-monitor-res*

- Voor de **pijplijn projecten** gebruikt het PBL de RVO **SDE database** van het Ministerie van EZK. Dit is een Excel tabel met alle gesubsidieerde projecten vanaf 2008 uitgesplitst per opwek vorm (bijvoorbeeld wind-op-land), provincie en of het project al gerealiseerd is of nog in de pijplijn zit. Volgens deze gegevens is er **11,86 TWh in de pijplijn.** Dat komt overeen met de 11.9 TWh van de heer Martien Visser. Van de windprojecten in de pijplijn wordt meer dan 99 % uiteindelijk gerealiseerd. De termijn voor realisatie is 4 jaar vanaf toekenning. Dus uiterlijk in 2023 zal de doelstelling ook in de praktijk gerealiseerd zijn. 7 jaar voor de deadline.
  www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/sde/feiten-en-cijfers-sde-algemeen
  Zie ook directe link naar tabel met optelling: www.windalarm.org/sde
  www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/82610NE

Tabel 2. SDE wind-op-land projecten in de pipeline (nog niet gerealiseerd)

SDE Ronde	Vermogen MW	Beschikte productie per jaar MWh
Gerealiseerd		
2015 Wind op land overgangsregeling	118	217.672
2016 Wind op land	173	659.773
2017 Wind in meer	356	1.440.761
2017 Wind op land	1.081	3.508.945
2017 Wind op primaire waterkeringen	8	28.480
2018 Wind in meer	103	430.223
2018 Wind op land	701	2.421.453
2018 Wind op primaire waterkeringen	3	13.172
2019 Wind op land	668	2.472.418
2019 Wind op waterkeringen	79	298.361
2020 Wind op land	116	368.369
Totaal	**3.406**	**11.859.626**

- Hieronder ook een **uitsplitsing per provincie** waarbij de grote verschillen per provincie opvallen. Logischer wijs zijn er meer wind-op-land projecten in de pijplijn voor provincies waar het harder waait of waar meer grootschalige dunbevolkte gebieden bestaan.

Tabel 2. SDE wind-op-land projecten (nog niet gerealiseerd) per provincie

Provincie	Vermogen in MW	Beschikte productie per jaar in MWh
Drenthe	241	860.723
Flevoland	1.135	4.111.229
Friesland	397	1.612.215
Gelderland	115	321.452
Groningen	442	1.610.796
Limburg	97	305.781
Noord-Brabant	298	997.621
Noord-Holland	186	462.654
Overijssel	22	78.496
Utrecht	22	87.300
Zeeland	122	403.941
Zuid-Holland	328	1.007.418
Totaal	**3.406**	**11.859.626**

- De gerealiseerde en vergunde hoeveelheid wind-op-land is: 9,8 TWh (CBS realisatie) + 11,9 (SDE pijplijn) = **21,7 TWh**. De gehaalde doelstelling voor grootschalige zon-op-land is **11,6 TWh.**

- Het **PBL** rekent overigens met een verwachte **realisatie van reeds gesubsidieerde zon projecten** (zie tabel 1) tussen de 60% (laag) en 75% (hoog) in plaats van de 50% waarmee de heer Visser rekent (een deel van de projecten vallen alsnog af vanwege netwerk inpassingsproblemen). Indien we de conservatieve (60%) PBL schatting nemen komt de pijplijn aan zonprojecten 1,04 TWh hoger uit (totaal 6,24 TWh) dan bij de schatting van de heer Visser. De totaal gehaalde doelstelling zon-op-land is daarmee 11,6 + 1,04 = 12,64 TWh.

  https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2021-monitor-concept-res-een-analyse-van-de-concept-regionale-energie-strategieen_4297.pdf (pagina 17)

- Kijkt men naar de **totale doelstelling** zon en wind samen dan ontbreekt er nog 35 TWh – 21,7 TWh (wind) - 12,64 TWh (zon) = 0,66 TWh.

Tabel 3. Klimaatakkoord doelstelling en realisatie overzicht

Opwekvorm	TWh / jaar 2030 (Doelstelling)	TWh / jaar 2020 (CBS + SDE)	TWh / jaar 2021 Nog Invullen
Zon op Land		12,64	0,66
Wind op land		21,70	0
Totaal	**35**	**34,34**	**0,66**

- Overigens is er in de herfst 2020 een **nieuwe SDE** ronde geweest. In het voorjaar van 2021 komt de uitslag en de verwachting is dat een extra 2 TWh (met name zon) kan worden toegevoegd aan de pijplijn. Daarmee zal de 35 TWh **volledig gerealiseerd** zijn. Wij zullen deze gegevens verwerken in dit document zo gauw deze beschikbaar komen. Na het publiceren van de uitslag van de SDE 2020 najaarsronde zullen de klimaatakkoord doelstellingen wind-op-land en grootschalige zon-op-land formeel zijn gehaald. Overigens staat in het klimaatakkoord zelf op pagina 163: "*Om de ambitie te realiseren is het uitgangspunt dat in 2025 de projecten die optellen tot minimaal 35 TWh een SDE+-subsidie aangevraagd hebben.*". De subsidie moet zijn aangevraagd, niet zijn toegekend! Op basis van dit uitgangspunt zijn we dus al ruim over de doelstelling van 35 TWh.

- Als reactie op de bovenstaande feiten stelde het **Ministerie van EZK** in het FD artikel en in de gerelateerde EenVandaag uitzending (link hieronder) dat het nodig is om toch te blijven zoeken naar nieuwe windturbine locaties:

  'Gaat iets toch niet door, dan komt de klimaatdoelstelling in gevaar. Bovendien geeft het aanwijzen van meer zoekgebieden dan nodig, op termijn nog de ruimte om keuzes te maken'.

  Hierbij gaat zij volledig **voorbij aan het democratisch proces**. Er is nog helemaal geen keuze gemaakt tot een verhoogde doelstelling wind-op-land. Het eventueel onnodig zoeken leidt tot veel onrust en **weerstand onder de bevolking** en schept (onterechte) verwachtingen bij investeerders.
  Zoals eerder aangegeven rekent EZK / NPRES zelf met een realisatie van 99% van de wind projecten in de pijplijn. Deze hebben immers al een formele omgevingsvergunningen en een subsidietoekenning. De zoekgebieden zijn er puur voor een eventuele additionele doelstelling wind-op-land. Daar is nog geen **maatschappelijk debat** over gevoerd, laat staan een democratisch besluit over genomen (….). Ophogen van de doelstelling wind-op-land gaat ook lijnrecht in tegen het beleid van de nationale overheid, advies van derden en partijprogramma's van politieke partijen. Hier wordt wederom dezelfde fout gemaakt als bij het Klimaatakkoord proces (zie hieronder).

  https://eenvandaag.avrotros.nl/item/besluiten-over-nieuwe-windmolens-kunnen-best-wat-minder-gehaast-vindt-energiedeskundige/

4. Extra ambitie vanwege ophoging doelstelling naar 55% CO2 reductie

- Wij pleiten er dan ook voor om per direct **geen nieuwe wind-op-land vergunningen** meer af te geven. Hoe verhoudt zich dit tot de huidige doelstellingen van het klimaatakkoord en de verhoogde doelstelling van de EU Green Deal?

Huidige doelstelling klimaatakkoord

- De klimaatakkoord ambitie voor wind-op-land wordt reeds gehaald. De politiek kan **zonder de bestaande afspraken te schenden** per direct stoppen met een verdere uitrol van wind-op-land.

De doelstelling van 21 TWh is zelfs reeds overschreden met 0,7 TWh. Dit staat ongeveer gelijk aan 60 wind turbines van 4 MW op land.

Verhoogde doelstelling EU

- Nederland heeft binnen Europa afspraken gemaakt om de CO2 reductie doelstellingen verder te verhogen van 49 % naar **55 % in 2030**. Voor elektriciteit impliceert dit een verhoging van de huidige 84 TWh (49 TWh wind op zee en 35 TWh zon en wind op land) met 43 % naar 120 TWh (zie brief EZK, annex 1).

- Over hoe deze **extra 36 TWh** te verdelen over wind-op-zee, zon-op-land en wind-op-land heeft de **studiegroep klimaatopgave Green Deal**, onder leiding van **AFM-voorzitter** Laura van Geest, in januari 2021 een rapport uitgebracht met **beleidsopties** voor CO2 reductie (*Bestemming Parijs: Wegwijzer voor Klimaatkeuzes 2030, 2050*). De beleidsopties voor opwek elektriciteit zijn tot stand gekomen in samenspraak met het **Ministerie van EZK**. Zij spreekt haar twijfels uit over het verder ophogen van de huidige doelstelling wind-op-land.

  "*Hoewel extra hernieuwbare elektriciteit via wind en zon op land technisch mogelijk is, kleven er **grote onzekerheden en bezwaren aan**".*

  Zij noemt onder andere de volgende argumenten: **geen of weinig extra C02 reductie** (door overaanbod duurzame stroom); beperkte ruimte op land; **gebrek aan draagkracht** onder de bevolking; problemen met **de netaansluiting** en ingewikkelde afstemmingstrajecten (zie ook annex 3 met relevante passages uit het rapport). Daarnaast vermeld zij de **zeer hoge kosten** per vermeden ton CO2 (**€ 495 - € 535**). De huidige marktprijs om een ton C02 te vermijden is € 20.
  www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2021/01/29/aanbieding-eindrapport-studiegroep-klimaatopgave-green-deal

Uitrol hernieuwbare energie op land

Departement: EZK
Omschrijving van de maatregel
• Extra realisatie van hernieuwbaar op land (wind en zon) / Verhogen van de huidige doelstelling van 35 TWh voor hernieuwbaar op land voor 2030
Doelgroep en doelstelling
Extra CO_2 reductie door meer hernieuwbare elektriciteit op land via wind en zon op te wekken, waarbij het aan de decentrale overheden is om te zorgen voor de benodigde locaties en bijbehorende planologische stappen.
Achtergrond/rationale
• Hoewel extra hernieuwbare elektriciteit via wind en zon op land technisch mogelijk is, kleven er grote onzekerheden en bezwaren aan. • Overeenkomen om extra hernieuwbare elektriciteit te gaan opwekken op land in de periode tot 2030 is zeer beperkt mogelijk en levert (net als bij wind op zee) naar verwachting zeer beperkt extra CO_2-reductie in. In 2030 komt immers 70% van alle opgewekte elektriciteit in Nederland al uit hernieuwbare bronnen. In het Klimaatakkoord is afgesproken de elektriciteitsproductie uit hernieuwbare bronnen op te schalen naar 84 TWh in 2030.

Maatschappelijk draagvlak	Het draagvlak voor hernieuwbaar op land is lager dan het draagvlak voor wind op zee. In de RES'en worden momenteel – samen met burgers en maatschappelijke organisaties gekeken waar draagvlak is voor zon en windenergie. Een verhoging van de doelstelling kan een negatief effect hebben op draagvlak voor de energietransitie en zal alleen op draagvlak kunnen rekenen indien de maatregelen zijn ingebed in een bredere investeringsagenda in regio's waarbij mensen direct een betere balans tussen lusten en lasten van wind- en zonneparken ervaren. En in combinatie met een breder pakket aan maatregelen op andere sectoren/onderwerpen waarbij duidelijk wordt dat daar de prioriteit ligt.
Gelijkheid speelveld	Niet van toepassing
Overig	Realisatie van wind- en zonprojecten vindt plaats in een dichtbevolkte en complexe ruimtelijke omgeving, waarbinnen energieopwekking de beschikbare ruimte moet delen met andere maatschappelijke functies zoals (civiele en militaire) luchtvaart, stedelijke ontwikkeling (woningbouw en bedrijventerreinen) en natuur. Daardoor is vooral bij wind de feitelijk beschikbare ruimte op land, beperkt.

Verhoging doelstelling	CO_2-reductie (Mton)	€/vermeden tCO_2
10%	0.260	495
15%	0.390	510
20%	0.500	535

- Naast het scenario “geen verdere ophoging” (moratorium) geeft de studiegroep aan om de doelstelling voor wind en zon op land met maximaal 10% - 20% op te hogen. 20% verhoging ten opzichte van de huidige 35 TWh doelstelling is 7 TWH. Deze verhoging wordt gelijkmatig verdeeld over zon en wind op land. De volgende tabel laat de verschillende scenario’s zien.

Tabel 4. Totale doelstelling 2030 bij verschillende opties

Energievorm	Klimaatakkoord 49% reductie	EU 55% reductie 0 % verhoging land doelstelling	EU 55% reductie 10 % verhoging land doelstelling	EU 55% reductie 20 % verhoging land doelstelling
Wind op zee	49 TWh	85 TWh	81,5 TWh	78 TWh
Wind op land	21 TWh	21,7 TWh	22,8 TWh	**24,5 TWh**
Zon op land	14 TWh	13,3 TWh	15,7 TWh	17,5 TWh
Totaal	**84 TWh**	**120 TWh**	**120 TWh**	**120 TWh**

- Het maximale scenario betekent dus een verhoging van de wind-op-land doelstelling tot 24,5 TWh. Er is reeds 21,7 TWh gerealiseerd of in de pijplijn wat betekent dat er nog **2,84 TWh extra wind-op-land** moet worden ingevuld.

Tabel 5. Extra te realiseren zon en wind op land bij verhogen doelstelling

Energievorm	TWh / jaar Moratorium	TWh / jaar + 10 %	TWh / jaar + 20 %
Zon op Land realisatie + pijplijn	12,6	12,6	12,6
Zon op Land nog in te vullen	0,7	3,1	4,9
Wind op land realisatie + pijplijn	21,7	21,7	21,7
Wind op land nog in te vullen	**0**	**1,1**	**2,8**
Totaal	**35**	**38,5**	**42**

- Met betrekking tot het handhaven (moratorium) of verhogen van de huidige doelstelling **is nog geen democratisch besluit genomen**. Dat is bewust aan het nieuwe kabinet overgelaten zodat ook de kiezer nog aan zet kon komen. In de woorden van de Minister.

  "*Het kabinet heeft deze Studiegroep, onder onafhankelijk voorzitterschap van AFM-voorzitter Laura van Geest, ingesteld om – zonder last of ruggespraak - een analyse uit te voeren naar de gevolgen van het hogere Europese reductiedoel voor het nationale klimaatbeleid en om bouwstenen uit te werken voor de invulling van de aanvullende reductieopgave. Dit met het oog op **besluitvorming door het nieuwe kabinet**".* (B. van 't Wout, Minister van Economische Zaken en Klimaat, 29 januari 2021).

- Op 28 april heeft Minister B. van 't Wout in een kamerbrief aangegeven dat op basis van het advies **Stuurgroep Extra Opgave** er nog een additionele doelstelling duurzame opwek van 15-45 TWh nodig zal zijn. Hij stelt hierbij "De stuurgroep voorziet hierbij een extra opgave wind-op zee (10 GW)". Een extra opgave wind-op-land is niet aan de orde. Zie annex 5.

- De huidige acties die in het kader van de RES plaatsvinden lijken dan ook **geen democratisch legitimatie** te hebben (Nationaal Programma RES, de provincies, gemeenten spreken de hele tijd over *"doelstellingen"* en *"opgaves"* terwijl het nieuwe kabinet hier nog een besluit over moet nemen). Het idee is dat het eventueel verhogen van de doelstelling en de wijze waarop deel zou worden van een **debat in het kader van de verkiezingen** waarna de het nieuwe kabinet de legitimatie heeft tot het nemen van besluiten. Geen enkele politieke partij heeft het wel of niet verhogen van de wind-op-land doelstelling als zodanig ter discussie gesteld in haar campagne. Men wilde blijkbaar het **lokale RES proces niet in verwarring brengen.** Tegelijkertijd was de weerstand van kiezers met wind-op-land en zonneparken wel een

belangrijk thema, waarna de discussie werd afgeleid naar kernenergie. Dit terwijl er nu een heldere keuze voorlicht.

- Het rapport "Bestemming Parijs" geeft ook duidelijk aan dat een verhoging van de Klimaatakkoord doelstelling voor duurzame opwel van elektriciteit alleen een positief effect op de C02 uitstoot heeft indien de **vraag naar elektriciteit sterk toeneemt** door elektrificatie van transport, verwarming en industrie en door omzetting in waterstof. Men maakt zich zorgen of de vraag de productiegroei zal bijbenen. Het **vergroten van de vraag vergt enorme investeringen** waarvan het onduidelijk is of deze voor 2030 gerealiseerd worden. Deze zullen parallel moeten plaatsvinden. Klimaatdoelstellingen halen wordt in de toekomst dus geen kwestie meer van meer duurzame opwek van stroom (die gaat er voldoende komen want duurzame stroom is inmiddels goedkoop en op zee is voldoende ruimte) maar een kwestie van het (tijdig) kunnen vergroten van vraag. **Meer produceren dan de vraag is contraproductief** omdat de businesscase van duurzame stroom daarmee wordt ondermijnt.

5. Verhoging wind-op-zee ambitie

- Wij pleiten ervoor om een eventueel (maximaal) verhoogde wind-op-land doelstelling **naar zee te verplaatsen**. Dit heeft een marginaal effect op de totale wind-op-zee ambitie. In de onderstaande tabel een calculatie hoe de 2,8 TWh uitpakt op land en op zee. De huidige standaard zijn 10 MW turbines. Na 2024 verwacht men dat de 15 MW turbine standaard zal zijn, deze heeft meer vollasturen. Daardoor zijn er minder turbines nodig.

Tabel 6. Benodigde aantal turbines voor realiseren maximale extra doelstelling

Energievorm	TWh	MW per turbine	Voltijdsuren	MW	Turbines
Wind op land	2,8	4	3066	910	227
Wind op zee	2,8	10	4300	650	65
Wind op zee (na 2024)	2,8	15	5333*	525	35

* *https://www.offshorewind.biz/2021/02/10/vestas-launches-15-mw-offshore-wind-turbine/*

65 turbines van 10 MW hebben 65 vierkante kilometer zee nodig, een oppervlakte vergelijkbaar met die van minder dan 1/3 van de gemeente Amsterdam. Dat is 0,11 % van de Noordzee. De opbrengst van 65 windturbines op zee is **>100 miljoen euro** per jaar en voorziet in de stroombehoefte van **660.000 huishoudens**. De website van het klimaatakkoord (SER) noemt als reden dat wind-op-land noodzakelijk is vanwege andere belangen op de Noordzee waaronder visserij. Ook milieuorganisaties noemen dit argument om verdere uitrol van wind-op-land te verdedigen. **Dit is een absolute drogreden.** De economische schade van deze 65 turbines voor de visserijsector door minder visgronden is slechts **85.000 euro** per jaar. Binnen windparken kan tevens kleinschalige visvangst plaatsvinden, kunnen vissen zich voortplanten en stijgt de biodiversiteit. De werkelijke economische schade voor de visserij sector zal dan ook minder zijn. Bovendien voorkomt dit 227 (!) extra 4MW windturbines op land, 10-duizenden mensen die geluidsoverlast gaan krijgen, verrommeling van het Nederlandse landschap en honderden miljoenen subsidie voor wind-op-land.

www.klimaatakkoord.nl/elektriciteit/vraag-en-antwoord/waarom-is-windenergie-op-land-nodig-kunnen-we-niet-alles-op-zee-doen
Zie voor verdere onderbouwing en aanvullende onderzoeken de rijksoverheidswebsite:
https://windopzee.nl/onderwerpen-0/effect-op/activiteiten/visserij/

- De wind-op-zee ambitie in het Klimaatakkoord is 49 TWH Deze zou zonder een moratorium op wind-op-land verhoogt worden met **29 TWh** naar 78 TWh. Met een moratorium zou deze verhoogt worden met een extra 2,8 TWh naar 80,8 TWh. We gaan er vanuit dat de zon ambitie op land wel verhoogd wordt. Er is nog een enorm onbenut potentieel van zon-op-dak en ook voor de energie balans dient een verhoging van wind samen te gaan met een verhoging van zon.

Tabel 7. Aantal benodigde extra windturbines op zee ten opzichte van klimaatakkoord doelstelling bij maximale verhoging doelstelling op land met en zonder wind-op-land moratorium.

Energievorm	TWh	MW per turbine	Voltijdsuren	MW	Turbines
Wind op zee	29	10	4300	6740	674
Wind op zee (na 2024)	29	15	5333	5430	362
Wind op zee	31,8	10	4300	7400	740
Wind op zee (na 2024)	31,8	15	5333	5960	398

- Het verschil tussen de moratorium optie en de maximale verhoging wind-op-land doelstelling zijn 36 wind turbines op zee van 15 MW. Deze zullen een oppervlakte van slechts **50 km2 zee beslaan**.

- In 2030 staat er dan 11,5 GW (huidige doelstelling) + 6 GW (maximale extra doelstelling) = 17,5 GW wind-op-zee. Dit produceert dan 80,8 TWh elektriciteit per jaar. Dit opgesteld vermogen produceert dan **67 % van het hele huidige (120 TWh) Nederlandse elektriciteitsgebruik**, dus inclusief stroom voor huishoudens en industrie. De omzet schade voor de visserijsector voor alle turbines op zee in 2030 samen is 2,3 miljoen euro per jaar (www.windopzee.nl). Dit is de omzet van nog geen **3 kotter vissers**. Er is binnen het Noordzeeakkoord 120 miljoen Euro vrijgemaakt om de visserijsector te compenseren voor verlies aan visgronden.

- Een argument genoemd door de SER, het Nationaal Programma Regionale Energiestrategie en de milieuorganisaties om de keuze voor wind-op-land te verantwoorden zijn **negatieve effecten op de natuur** van wind-op-zee. Onderzoek van de Wageningen Universiteit laat zien dat de impact juist zeer positief is op de onderwaternatuur. Ook voor vogels is de impact naar schatting 2 keer minder slachtoffers dan als diezelfde molen op land zou staan www.universiteitvannederland.nl/college/waarom-zijn-kabeljauwen-zo-dol-op-windmolens Ook het Ministerie van EZK noemt in haar brief dat er **geen fundamentele beperkingen meer zijn m.b.t ecologie** voor wind-op-zee op basis van een integraal onderzoek en spreekt daarmee de klimaatakkoord partijen tegen.

  www.noordzeeloket.nl/test/oude-opzet-windenergie-zee/windenergie-zee-oud/ecologie/cumulatie/kader-ecologie/

  In het kader van ons punt gaat het ook om een vergelijking tussen de molens op land met de molens op zee. Het zijn 4-5 molens op land voor 1 molen op zee om dezelfde opbrengst te halen. Molens op land lijken onder de streep dan ook zeker niet beter voor de natuur dan molens op zee.

'Alle wind-op-land projecten bij elkaar kunnen weleens grote gevolgen hebben', zegt Van der Winden. Denk aan het afnemen of zelfs verdwijnen van hele vogelpopulaties uit Nederland. Voor het Noordzeegebied is een integrale studie gedaan naar de opgetelde effecten, zegt hij. 'Dat zouden we ook voor de rest van het land moeten doen. Je kunt niet oneindig blijven bouwen.'. Voor wind-op-zee weten we dus dat cumulatieve ecologische effecten aanvaardvaar zijn indien we juiste maatregelen nemen, voor wind-op-land niet.

www.platform-investico.nl/artikel/hoe-de-windmolen-de-natuur-in-trok-geannoteerd-verhaal/#annotation-32880-50

- De vraag laat zich dan ook stellen **welke afwegingen** er waren bij het klimaatakkoord (2019) om toch te kiezen voor verdere uitrol wind-op-land. Men had immers ook in 2019 voor een moratorium kunnen kiezen. Toch heeft men wind-op-land doorgezet.

6. Analyse klimaatakkoord proces

- Binnen het **klimaatakkoord** (2019) is er, ondanks dat **wind-op-zee reeds een betaalbare en betere optie** was, afgesproken dat er **toch additionele wind-op-land** ten opzichte van het energieakkoord (2013) gaat komen. In eerste instantie werd vanuit de overheid aangegeven dat er ecologische grenzen waren op zee (2018). In april 2019 gaf toenmalig Minister Wiebes echter aan dat deze harde grenzen er niet meer waren (zie annex 1). Er had dus ook toen al besloten kunnen worden tot een wind-op-land moratorium. Die optie lag vreemd genoeg niet op tafel.

- **Burgerorganisaties** die wind-op-zee wilde promoten als alternatief voor wind-op-land **zijn niet gehoord** in het kader van de onderhandelingen rondom het klimaatakkoord. Bijvoorbeeld Nederwind, dat 65 burgerinitiatieven vertegenwoordigd en die een paper hebben ingediend (zie *"Wind op zee in relatie tot Wind op land", Nederwind, februari 2018).* Ook andere belangen waren niet vertegenwoordigd aan de elektriciteit tafel waaronder volkshuisvesting, landschapsbehoud, de medische sector (geluidsnormen), natuurbehoud en recreatie. De politiek die het algemeen belang had moeten dienen hield zich afzijdig. De discussies en overwegingen waren **geen onderdeel van een nationaal debat**.

- Dat er toch voor wind-op-land gekozen is kan verklaard worden door dat de partijen die aan tafel zaten **financiële belangen** en **ideologische posities** hadden rondom wind-op-land. Zo zaten er dezelfde energiebedrijven en energiecoöperaties aan tafel die vanaf 2013 (het sluiten van het energieakkoord) sterk hebben ingezet op wind-op-land en daarin geïnvesteerd hadden. Dat was in 2013 verklaarbaar vanwege het **toen nog bestaande kostenvoordeel**. Door de sterke daling van kosten voor wind-op-zee waren deze trajecten echter **maatschappelijk niet meer noodzakelijk**. Toch heeft men wind-op-land doorgezet. Wind-op-land levert een hogere winstmarge op dan wind-op-zee en niet alle wind-op-land partijen kunnen ook wind-op-zee ontwikkelen. Wind-op-land past ook beter binnen de ideologisch gedachte van **lokale zelfvoorziening** en **lokaal eigenaarschap** van de energieproductie (*aan dit laatste refereerde Jesse Klaver nog tijdens de uitzending van Buitenhof als reden waarom er meer wind-op-land moet komen, 28-02-2020*). Dit is een agenda van een groot deel van de milieubeweging en de energie coöperaties, die beide prominent aan tafel zaten. Lokale zelfvoorziening en lokaal eigenaarschap mag echter **geen doel op zichzelf** worden ten koste van overheidsfinanciën, inwoners en landschap. Bovendien heeft de Tweede Kamer onlangs een motie aangenomen welke ook energie coöperaties van burgers bij wind-op-zee mogelijk maakt. Ook bij lokaal eigenaarschap gaat het overgrote deel van de 'winst' naar de commerciële bedrijven die de

Windturbines bouwen, plaatsen en onderhouden.
Lokale zelfvoorziening is een vrij extreem politiek concept dat ook niet op andere producten wordt toegepast (graan, melk, computers, auto's, financiële sector, onderwijs, datacenters). Er lijkt geen maatschappelijke meerwaarde aan vast te zitten buiten een symbool functie.

- In de toelichtingsbrief van EZK op de klimaatakkoorddoelstellingen (annex 1) wordt ook nog de volgende redenen genoemd voor wind-op-land: "*Daarnaast hebben veel **gemeenten en provincies** beleid vastgelegd om bij te dragen aan het oplossen van de klimaatopgave*" en wind-op-land is "*een uiting van de ambitie van de gemeenten en provincies om gezamenlijk te werken aan de klimaatopgave. Daarbij past dat er ook hernieuwbare opwek op land plaatsvindt*". De Vereniging Nederlandse Gemeenten (VNG) zat ook aan de elektriciteit tafel en veel gemeenten hebben zich klimaat of energieneutraal verklaard. Klimaat- of energieneutraliteit is lokale zelfvoorziening. Dat is als zodanig geen nationale overheidsdoelstelling. Dit is verklaarbaar uit het feit dat wind-op-land tot 2018 veel goedkoper was dan wind-op-zee dat tot de tijd geen reële optie was. Er moest plek gevonden worden voor windturbines. Door wind-op-land toe te laten binnen hun gemeentegrenzen gaven de gemeente daadwerkelijk een bijdrage aan het oplossen van de klimaatproblemen. Deze gedachte was echter al achterhaald bij het tekenen van het klimaatakkoord. Gemeenten mogen uiteraard zelfvoorziening nastreven maar het is niet eerlijk dat dit naar de eigen bevolking wordt verkocht als zijnde een essentiële bijdrage aan de energietransitie. Het hoeft niet en werkt vaak contraproductief, want het is duurder en verstorend ten opzichte van het elektriciteitssysteem als zodanig omdat de elektriciteit vanuit de haarvaten van het net moet worden afgevoerd en congestie kan optreden (zie Windalarm paper Wind-op-zee). Het lijkt hier meer een rijdende (beleids)trein die niet meer te stoppen is en waar een logische onderbouwing voor ontbreekt. Waar opwek plaats kan en moet vinden kan het beste vanuit een centrale regie worden benaderd zodat een geoptimaliseerd systeem ontstaat.

- In 2019 was er geen essentiële energiesysteem-technische, financiële of klimaatdoelstellingsgerichte reden meer om vast te houden aan wind-op-land. Tekenend is dat er binnen het klimaatakkoord dan ook geen harde doelstelling is gemaakt voor wind-op-land. Er is alleen een harde doelstelling voor zon en wind op land gezamenlijk. Hiermee wordt in feite al erkent dat additionele wind-op-land vanuit de landelijk overheid en hieraan gekoppeld het halen van de klimaatdoelstellingen niet essentieel is. Dit komt ook naar voren uit de toelichtingsbrief van het Ministerie van EZK waarbinnen geen harde redenen genoemd worden voor wind-op-land buiten het feit dat "*gemeenten en provincies graag hun bijdrage leveren*" (annex 1).

- Gezien deze en andere onnavolgbare maatregelen die in het kader van het klimaatakkoord worden gepromoot is er dan ook maatschappelijke kritiek op de wijze waarop het klimaatakkoord tot stand is gekomen en de afwegingen die hier gemaakt zijn. Het gebrek aan het betrekken van de belangen van inwoners (= integrale maatschappelijke afweging) is een belangrijk kritiekpunt. De inwoners werden vertegenwoordigd door de milieuorganisaties en de energiecoöperaties. Deze hadden echter naast een algehele hoge einddoelstelling (prima) hun focus met name op lokaal eigenaarschap en lokale zelfvoorziening. Ook bij de evaluatie in een Tweede Kamer commissie van het Regionale Energiestrategie (RES) beleid op 27 januari vertegenwoordigden deze partijen wederom de "inwoners".
www.tweedekamer.nl/debat_en_vergadering/commissievergaderingen/details?id=2020A06470

- Een ander belangrijk kritiekpunt is het feit dat de instrumenten om de doelstellingen te halen voor een langere termijn vastliggen. Een discussie hierover op basis van nieuwe inzichten is

maatschappelijke taboe verklaard onder het mom *"we hebben dit nu eenmaal met elkaar afgesproken"*. Het systeem mist de flexibiliteit die nodig is. We hebben immers niet alleen een energietransitie maar ook een **energierevolutie** waarbij de financiële en technische context van oplossingen zeer snel veranderd. De flexibiliteit die nodig is om hiermee om te gaan staat haaks op de poldercultuur waarbij afspraken voor langere tijd vastliggen en **partijen gehouden zijn om deze afspraken extern te verdedigen**. Dat leidt tot suboptimale oplossingen, (veel)hogere financiële kosten, gebrek aan publiek debat en onbegrip bij inwoners. Beleid dat immers niet meer logisch is wordt met onnavolgbare argumenten verdedigd. De discussie rondom biomassa bijstook is hier een tekenend voorbeeld van, maar ook de wind-op-land discussie. In Amsterdam worden windturbines vanaf 350 meter van dichtbevolkte woonwijken verantwoord met het feit dat "*Amsterdam haar verantwoordelijkheid moet nemen*" en *"we doen het voor onze kinderen"*. Het overgrote deel van de burgers staat echter achter het doel, maar stellen de gekozen oplossing ter discussie. Daar mag dan weer niet over gesproken worden.

- Bovenstaande samengevat in de woorden van **Pieter Omtzigt** (Volkskrant, 9 november 2020): "*Naast regeerakkoorden zijn er 'maatschappelijke akkoorden' gekomen, zoals het klimaatakkoord. Nieuwe regelingen worden achter een onderhandeltafel bedacht. Daar zijn per definitie maar een aantal partijen aanwezig, om de onderhandelingen overzichtelijk te houden. Vervolgens worden de uitkomst van deze onderhandelingen in politiek beton gegoten.*

7. Doelstelling 2050

- Er is een **noodzaak tot een hogere doelstelling duurzame stroom** in 2030 vanwege de ophoging van de het einddoel (van 49% naar 55% CO2 reductie). Ook zal er na 2030 sprake zijn van een verdere groei van de benodigde hernieuwbare elektriciteit. In de brief van het ministerie van EZK staat hierover het volgende "*Hoe hoog dit moet zijn en wat dat eventueel betekent voor een verdere groei van wind en zon op zee en op land, is* ***nog geen besluit genomen****."*

- In de brief van EZK staat het volgende met betrekking tot de aanwezig (beleids)ruimte: "***Meer windenergie om klimaatdoelen voor 2050 te halen****. In het Programma Noordzee 2022-2027 zal het kabinet, conform de afspraken in het Noordzeeakkoord, 20 tot 40 GW aan* ***nieuwe gebieden*** *voor windenergie op zee aanwijzen. Hierbij wordt uitgegaan van 27 GW, hetgeen is gebaseerd op de scenario's en toekomstpaden uit de Noordzee Energie Outlook. 27 GW is immers het minimum dat - aanvullend op de* circa 11,5 GW *uit de huidige routekaart windenergie op zee 2030 - nodig is om tot 38 GW te komen, wat volgens deze scenario's in 2050 minimaal nodig is."*

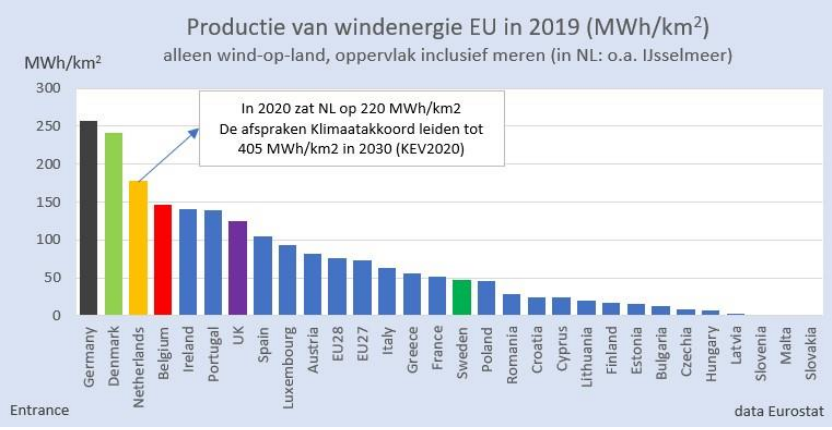
- Binnen het **Noordzeeakkoord** is dus ruimte gemaakt voor een totale ambitie van 40 GW + 11.5 GW = **51,5 GW** wind-op-zee. Er staat ook dat binnen de huidige scenario's naar schatting in 2050 ruimte voor 38 GW nodig is. Dat betekent een **additionele beleidsruimte van 13,5 GW** voor wind-op-zee. Hier is dus **maximaal 2,4 GW** van nodig om de hele (maximale) toekomstige wind-op-land ambitie naar zee te verplaatsen. Vanuit het **perspectief van het energiesysteem van 2050** is dit slechts een marginale (5% extra) beleidsaanpassing (van 38 naar 38,7 GW). Het is ook een teken van rationeel overheidsbeleid om bij het nemen van maatregelen in een onzekere situatie te beginnen aan de kant waar het het minst pijn doet en waar het draagvlak het hoogst is. Zie ook onze **"Naar zee ermee!"** paper welke laat zien dat wind-op-zee ook nog de goedkoopste optie is. (windalarm.org/wind-op-zee)

- Binnen de discussie over de **energiehoofdstructuur** liggen een aantal scenario's voor aangaande de einddoelstelling wind op land. Binnen het scenario dat Nederland zelfvoorzienend in elektriciteit (en energie via waterstof) wordt is 20 GW wind-op-land voorzien. Bij een Europees scenario of een globaal scenario (met import en export van stroom en waterstof) is 10 GW voorzien in 2050. Dat is een realistisch scenario. Duurzame energie neemt veel ruimte in beslag en dat is nu net iets wat schaars is in Nederland. Ook nu komt meer dan helft van de Nederlandse energievoorziening uit het buitenland en komen er alleen maar meer kabel verbindingen met het buitenland. Uitgaande van het internationaal scenario betekent dat er na 2030 niets meer bij hoeft op land. Van de 10 GW einddoelstelling 2030/2050 is 7,3 GW is al gerealiseerd of in de pijplijn en 2,7 GW wordt momenteel binnen de RES ingevuld (tegen advies overheidsbeleid en programma's politieke partijen) en kan dus vervangen worden door slechts 2 GW op zee, een verhoging van de einddoelstelling op zee met 5% van 38 naar 40 GW (*Klimaatneutrale energiescenario's 2050, Bureau Berenschot (2020).* Inmiddels heeft de studiegroep klimaatopgave Green Deal in haar rapport "bestemming Parijs" een aanbeveling gedaan tot een einddoelstelling te komen van maximaal 7,3 GW (moratorium) tot 8 GW (20 % verhoging).

8. Wind-op-land in Nederland vs EU

- Nederland is het **dichtstbevolkte land** van de Europa. De ruimte is beperkt. Zeker gezien het feit dat er tot 2030 1 miljoen nieuwe huizen bij moeten komen, de bevolking blijft groeien en er steeds meer behoefte is aan ruimte voor natuur en recreatie.

- Tegelijkertijd staat Nederland inmiddels op de **3e plaats in Europa** voor wat betreft de concentratie van **wind-op-land per km2.** Dit op basis van cijfers uit 2019. (bron: https://twitter.com/BM_Visser/status/1348946068394946560?s=20)



- Volgens de **Klimaatplannen van de Europese landen** voor 2030 gaat Nederland (+ 90%) de komende jaren Denemarken (+0%) en Duitsland (+30%) ruimschoots voorbij voor wat betreft wind-op-land concentratie, en blijft ook België (+60%) ruimschoots voor.
  Denemarken heeft recent een **moratorium** voor wind-op-land ingesteld. Dit land heeft slechts 1/3 van de bevolkingsdichtheid van Nederland, maar heeft de keuze gemaakt om verdere uitrol van wind alleen op zee te doen.

- Kijken we naar de cijfers voor **Nederland** per 1 februari 2021 dan komt Nederland op basis van alle vergunde en gesubsidieerde wind-op-land projecten nu al uit op 416 MWh/km2 en zal daarmee Duitsland binnen een aantal jaren ruim voorbij streven. Zelfs indien er vanaf nu geen enkele extra vergunning komt voor wind-op-land (en dus de doelstelling niet verhoogd wordt) zal **Nederland in 2030 28 % meer wind op land** concentratie hebben dan Duitsland dat dan op 325 MWh/km2 uitkomt.

- Gezien het feit dat een **dichtbevolkt land** als Nederland de hoogste dichtheid aan wind-op-land per oppervlakte gaat krijgen (binnen de huidige al te realiseren plannen) is het te verantwoorden om, naar voorbeeld van Denemarken, tot een **moratorium van wind-op-land** te komen en een eventuele verdere verhoging van de ambitie naar zee te verplaatsen.

9. Naar een moratorium voor wind-op-land

- De binnen het klimaatakkoord genomen **doelstelling voor wind-op-land zijn reeds gehaald** op basis van gerealiseerde projecten en deze die reeds vergund zijn.

- Het RIVM geeft helder aan op haar website dat de huidige geluidsnormen in Nederland te laag zijn.
  Het RIVM concludeert dat de Nederlandse geluidsnormen achterhaald zijn. Een miljoen Nederlanders hebben geluidsoverlast door auto's, treinen, vliegtuigen en windmolens, en dat leidt tot ernstige gezondheidsklachten zoals slaapverstoring en hartklachten. Het wettelijk toegestane geluidsniveau moet omlaag, vindt het RIVM.
  www.rivm.nl/nieuwsbrief?id=101500-813-54268&

- Door hogere geluidsnormen wordt verdere inpassing van wind-op-land binnen Nederland een moeilijke zaak. In andere landen wordt bijvoorbeeld een norm van 1000-1500 meter gehanteerd als minimale afstand tot een woning of een relatieve norm van 10x de hoogte van een turbine. Zie ook het Windalarm position paper "*Twaalf argumenten om de Nederlandse geluidsnorm voor industriële windturbines aan te scherpen*" windalarm.org/geluid-en-gezondheid

- Wij pleiten er dan ook voor dat bij de verdere invulling van een verhoging van de doelstelling voor wat betreft wind-op-land een **pas op de plaats** gemaakt wordt. Daarbij dient de **Tweede Kamer een bredere maatschappelijk afweging te maken** en dit niet over te laten aan de huidige klimaatakkoord partijen.

- Een vorm van burgerparticipatie zoals nu besproken wordt kan relevant zijn maar zal pas aan het einde van 2021 tot een eventueel advies leiden. De kamer hoeft hier niet op te wachten. Er zijn reeds voldoende signalen uit de samenleving dat **wind-op-land onvoldoende draagvlak heeft**. Een zeer sterk signaal was bijvoorbeeld de grote winst van FVD tijdens de provinciale verkiezingen in 2019. Een van de speerpunten van deze partij was "*geen verdere uitrol van wind-op-land*" (zie ook Nieuwsuur, 27-02-2021). Maar ook in een **politiek groene omgeving** als Amsterdam is het verzet sterk. **Mensen willen geen bron van overlast in hun omgeving.** De politiek moet met zwaarwegende argumenten komen om dit toch door te drukken. Die zijn er gewoon niet, want alternatieven zijn aanwezig. Dat heeft ook de Europese rechter aangeven welke windturbines als zware industrie kenschetste die niet bij bewoners mogen worden geplaatst.

- Wij pleiten daarom op basis van het **ontbreken van maatschappelijk draagvlak** en het aanwezig zijn van betere alternatieven dat de nationale politiek per direct openlijk uitspreekt dat mee **wind-op-land niet noodzakelijk is** (en dus niet hoeft te worden doorgedrukt tegen de wil van inwoners in) en vervangen kan worden door wind-op-zee. Daarnaast pleiten wij voor een **moratorium voor wind-op-land** om inwoners te beschermen die niet voor zichzelf kunnen opkomen en ons landschap te beschermen tegen verdere verrommeling en industrialisering. Het **landschap is immers van ons allemaal** en niet alleen van haar directe inwoners.

- Elke windturbine die nu nog in de planning komt heeft **geen democratische legitimatie**. Deze gaat immers uit boven de Klimaatakkoorddoelstelling en zoals in de brief van EZK gecommuniceerd "***een besluit daarover is aan het volgende kabinet***".

- Op pagina 182 van het **Klimaatakkoord** staat het volgende aangaande verhoging doelstelling wind-op-land na halen huidige doelstelling: "Partijen zijn bereid om het gesprek aan te gaan over een eventuele verhoging van de ambities voor Hernieuwbaar op Land, onder de voorwaarden dat **allereerst wordt gekeken naar de mogelijkheden voor Wind op Zee** en kleinschalig zon. Inspanningen van decentrale overheden die leiden tot meer dan 7 TWh kleinschalig zon (zoals lokale stimuleringsregelingen) tellen daarbij mee voor deze opgave."

- Alle politieke partijen met uitzondering van GroenLinks en de Christen Unie geven in hun verkiezingsprogramma aan de klimaatakkoord doelstelling voor wind-op-land niet te willen verhogen. Zie pleiten daarvoor de facto voor **een moratorium** voor wind op land. Zie onderstaande tabel uit de PBL doorrekening van de verkiezingsprogramma's (basispad is klimaatakkoorddoelstelling). De VVD heeft haar programma niet laten doorrekenen maar geeft in haar verkiezingsprogramma niet aan de wind-op-land doelstelling te willen verhogen. De klimaatakkoord doelstelling is al gehaald zoals we eerder zagen. Dat zou betekenen dat het hele **RES proces per direct kan worden stopgezet** voor wat betreft de wind-op-land doelstelling.

Tabel 4.10 Effect maatregelen op CO_2 emissies in Nederland en Europa (incl. Nederland), op verandering van de elektriciteitsvraag en op de netto-import van elektriciteit in Nederland (ten opzichte van het basispad)

	CDA	D66	GL	SP	PvdA	CU
CO_2-emissies [Mton]						
Nederland	-3	-4	-8	-4	-3	-3
Europa (incl. NL)	0	-2	0	-5	-2	-1
Vraagverandering elektriciteit (TWh)						
Nederland	9	22	23	-9	5	24
Extra opgesteld vermogen (GW)						
Windenergie op zee	2	4	4	0	1	4
Windenergie op land	0	0	2	0	0	2
Zon-PV	0	8	8	8	0	6
Netto-import [TWh]						
Nederland	2	-2	11	-10	1	0

` *www.pbl.nl/publicaties/analyse-leefomgevingseffecten- verkiezingsprogrammas-2021-2025*



Bronnen

- Toelichting besluiten klimaatakkoord Ministerie van EZK (annex 1 hieronder)
- Bestemming Parijs (zie annex 3)
- www.windopzee.nl (overheidswebsite door RVO, Ministerie van EZK)
- Martien Visser (Lector Energietransitie Hanzehogeschool / Entrance), https://twitter.com/BM_Visser
- Centraal Bureau voor de Statistiek ('Statline Hernieuwbare Elektriciteit)
- SDE subsidie toekenningen (www.windalarm.org/sde-plus)
- Eurostat
- Klimaatneutrale energiescenario's 2050, Bureau Berenschot

Zie ook Windalarm **position paper Wind op Zee** voor een analyse van wind-op-zee als alternatieve optie voor wind-op-land en de Windalarm **position paper geluid** en gezondheid. Alle Windalarm position papers krijgen een regelmatige update.

windalarm.org/wind-op-land-moratorium

windalarm.org/wind-op-zee

windalarm.org/geluid-en-gezondheid



Annex 1. Toelichtingsbrief Ministerie van EZK

De volgende toelichtingsbrief van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (markeringen in geel door Windalarm) is gepubliceerd op de website van het Nationaal Programma Regionale Energiestrategie (NPRES).

www.regionale-energiestrategie.nl/vragen/vragen+-+klimaatakkoord/1879584.aspx

Onderbouwing gemaakte keuzes in het Klimaatakkoord rond wind en zon

Ministerie van EZK, januari 2021

1. Klimaatakkoord en 84 TWh grootschalige hernieuwbare elektriciteit in 2030

- In het Klimaatakkoord is een doelstelling opgenomen voor hernieuwbare elektriciteit van 84 TWh. Die valt uiteen in 49 TWh wind op zee en tenminste 35 TWh hernieuwbaar op land. Het merendeel van de groene elektriciteit in 2030 komt dus van windmolens op zee;
- De doelstelling van tenminste 35 TWh is niet verder uitgesplitst in wind of zon. Die keuze is aan de provincies en gemeenten uit de 30 RES regio's.;
- Het totaal van 84 TWh is gebaseerd op de benodigde reductiedoelstelling van CO_2. Het kabinet heeft in het regeerakkoord bepaald dat Nederland in 2030 49% CO_2[1] dient te reduceren ten opzichte van 1990.
- In 1990 was de totale uitstoot aan broeikasgassen in Nederland ongeveer 228 miljoen ton CO_2 equivalenten[2] (228 megaton, afgekort Mton). In 2030 moet die uitstoot 49% lager zijn, dus 116 Mton. Zonder het Klimaatakkoord zou de uitstoot in 2030 op 165 Mton uitkomen. Het Klimaatakkoord moet dus zorgen voor nog eens 49 Mton minder broeikasgassen in het jaar 2030.
- In het Klimaatakkoord is een verdeling opgenomen over de sectoren. Voor de sector elektriciteit is de opgave 20,2 Mton CO_2. Deze verdeling is gebaseerd op een rapport van PBL uit 2018, waarbij is uitgegaan van een kosteneffectieve invulling van de opgave die tevens passend is bij de lange termijn opgave (Link naar Kamerbrief).
- Uitgangspunt voor het Klimaatakkoord was dat met het nemen van maatregelen in Nederland , dit niet tot een extra CO2-uitstoot zou leiden in de rest van de Europese Unie zou leiden. Dit betekende onder andere dat de elektriciteitsproductie die mogelijk weg zou vallen door het verbod op het gebruik van kolen, moest worden vervangen door hernieuwbare opwek. Daarnaast moest er rekening worden gehouden met de extra elektriciteitsvraag vanuit de andere sectoren. Dit resulteerde in een opgave van grofweg 90 TWh hernieuwbare elektriciteit. Daarbij was de verwachting dat circa 7 TWh zou worden ingevuld met kleinschalig zon-PV[3], waarmee 84 TWh aan meer grootschalige hernieuwbare elektriciteitsproductie resteerde.

---

[1] De doelstelling van 49% is opgenomen in het regeerakkoord en in de Klimaatwet. Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) concludeert dat het Nederlandse doel van 49% reductie in 2030 passen bij het beperken van de mondiale opwarming tot 2°C in 2050 (Analyse Regeerakkoord Rutte-III: Effecten op klimaat en energie, 30 oktober 2017).

[2] Niet alleen CO_2 draagt bij aan het broeikaseffect. De uitstoot van het totaal aan broeikasgassen waaronder bijvoorbeeld ook Methaan is daarom teruggebracht tot "CO_2-equivalenten".

[3] Kleinschalig zon-pv zijn installaties met een piekvermogen van minder dan 15 kW die op daken van huizen liggen en onder de salderingsregeling vallen (bij een vermogen van 300Wp van 1 paneel betekent dit dat de grens momenteel ligt bij 50 panelen). Bewoners mogen hun opgewekte elektriciteit aftrekken van hun huishoudelijk gebruik. Hieruit volgt automatisch dat grootschalige opwek via zon-pv een minimaal piekvermogen heeft van 15kW. Dit is ook een eis vanuit de Subsidieregeling Duurzame Energie++ (SDE++).

- Met 84 TWh hernieuwbare elektriciteit in 2030 voldoen we nog niet aan de doelen uit de Klimaatwet. Daarin is immers een doel van 95% CO2 reductie in 2050 opgenomen. Met 84 TWh hernieuwbare elektriciteit in 2030 zal onze elektriciteitsvoorziening voor ongeveer 70% bestaan uit hernieuwbare bronnen. Maar we gebruiken meer energie dan elektriciteit en de verwachting is ook dat het gebruik van elektriciteit in de gebouwde omgeving, industrie en mobiliteit zal groeien. Dit betekent ook dat na 2030 er sprake zal zijn van groei van de benodigde hernieuwbare elektriciteit. Hoe hoog dit moet zijn en wat dat eventueel betekent voor een verdere groei van wind en zon op zee en op land, is nog geen besluit genomen.

2. Toelichting op aandeel windenergie op zee

- Windenergie op zee: in de routekaart 2030 voor wind op zee staat beschreven dat er in 2030 in totaal 11,5 GW wind op zee moet zijn gerealiseerd:

  - Het regeerakkoord vormt de basis voor deze routekaart. Hierin staat dat met windenergie op zee een extra reductie van de CO_2-uitstoot gerealiseerd dient te worden van 4 megaton (dit is ten opzichte van het basis-pad uit de Nationale Energieverkenning 2016).
  - Deze 4 Mton vertaalt zich in een totale omvang van de windparken op zee van circa 11,5 gigawatt (GW) in 2030. Voor windenergie op zee gaat het Planbureau voor de Leefomgeving uit van 9,4 GW in 2030 (NEV 2016-scenario vastgesteld en voorgenomen beleid). Een uitstootreductie van 4,0 megaton CO_2 is equivalent aan 2,1 GW extra windenergie op zee daar bovenop. Zie “Nationale kosten Energietransitie in 2030”, Planbureau voor de Leefomgeving, 3 april 2017. Totaal dus 2,1GW + 9,4GW = 11,5GW.
  - Rekening houdend met de ten tijde van de routekaart windenergie op zee 2030 al bestaande windparken (circa 1 GW) en de te realiseren windparken uit de toe bestaande routekaart windenergie op zee tot en met 2023 (circa 3,5 GW), betekent dit dat er tussen 2024 en 2030 windparken bij moeten komen met een gezamenlijk vermogen van circa 7 GW.
  - De locaties van deze windparken op zee zijn reeds gereserveerd in het nationaal waterplan.
  - Belangrijk is dat de routekaart concreet tenders en windparken benoemt met een totaal vermogen van 10,6 GW. De benodigde 7 GW bovenop bestaande routekaarten en windparken kon niet gerealiseerd worden vanwege ecologische beperkingen (zie pagina 7 van de routekaart).
  - Om verdere doorgroei van windenergie op zee mogelijk te maken bovenop de 11,5 GW, werd nader ecologisch onderzoek aangekondigd. Op basis van dit onderzoek bleek in 2019 (p.11 bovenaan) dat de genoemde 11,5 GW toch past binnen de instandhoudingsdoelen van natuur en ecologie.

- In het Klimaatakkoord is de bovenbeschreven 11,5 GW opgenomen als doel. Dat komt overeen met de 49% CO_2 reductiedoelstelling. Gegeven de door PBL destijds gehanteerde aanname van 4.300 vollasturen[4] correspondeert 11,5 GW met 49 TWh aan opgewekte elektriciteit.
- Ook is in het Klimaatakkoord overeengekomen om extra windenergie op zee te onderzoeken en te realiseren, als de vraag naar hernieuwbaar geproduceerde elektriciteit aantoonbaar

[4] De term vollasturen behoeft enige toelichting. Dit is een eenheid voor de effectieve (jaar)opbrengst van een energiebron met een wisselend vermogen (zoals zonnepanelen en windmolens). Het aantal vollasturen kan worden gezien als de tijdsduur waarin de energiebron effectief op vol vermogen energie heeft geproduceerd. Het aantal vollasturen wordt berekend door het aantal jaaruren (24*365) te vermenigvuldigen met de productiefactor/rendement van de energie installatie. Voorbeeld: een windmolen met een productiefactor van 35% (wat op land momenteel normaal is), leidt tot 0,35*8.760= 3.066 vollasturen. Het vermenigvuldigen van het vermogen van de turbine met het aantal vollasturen levert vervolgens de jaarproductie. Indien de genoemde windmolen een vermogen heeft van 4 MW, levert deze windmolen op jaarbasis 4*3.066=12.264 MWh. Oftewel 0,012 TWh.

toeneemt. Er is een Noordzee-overleg onder leiding van een onafhankelijk voorzitter gestart, om afspraken te maken over deze verdere groei

- Momenteel worden er plannen ontwikkeld voor meer windenergie op zee, zowel tot 2030 als daarna:
  - Meer windenergie op zee om 49 TWh te halen. Op basis van een meer voorspelling van de daadwerkelijke productie van de geplande windparken tot 2030 is duidelijk geworden dat de geplande uitrol van de routekaart windenergie op zee 2030 onvoldoende is om de beoogde 49 TWh in 2030 te realiseren. Er zou 700MW aan extra windcapaciteit nodig zijn om zeker te zijn dat de doelstelling uit het Klimaatakkoord gehaald wordt. Dit is per brief gemeld aan de Tweede Kamer (p.10 bovenaan).
  - Meer windenergie op zee om 55% CO_2 reductie in 2030 te halen. De Europese Commissie en het Europese Parlement hebben zich uitgesproken voor een ambitieuzere CO_2-reductiedoelstelling in 2030. Als gevolg hiervan kunnen ook nog extra windparken voor of in 2030 nodig zijn. In het Klimaatakkoord is hierover afgesproken dat bij het realiseren van extra windparken voor 2030 recht wordt gedaan aan de juiste balans van belangen en er voldoende ecologische ruimte moet zijn. Het daadwerkelijke besluit over waar en wanneer extra windparken komen, zal - na overleg met belanghebbenden (waaronder het Noordzeeoverleg) - worden genomen als duidelijker is hoe groot de extra opgave in 2030 is en een integrale afweging kan worden gemaakt. Dit zal niet meer in deze kabinetsperiode plaatsvinden. Een Studiegroep Klimaatopgave Green Deal brengt hierover dit voorjaar een advies uit. In het Klimaatakkoord is in beeld gebracht dat voor een 55% scenario ca. 120 TWh aan hernieuwbare elektriciteit dient te worden gerealiseerd.
  - Meer windenergie om klimaatdoelen voor 2050 te halen. In het Programma Noordzee 2022-2027 zal het kabinet, conform de afspraken in het Noordzeeakkoord, 20 tot 40 GW aan nieuwe gebieden voor windenergie op zee aanwijzen. Hierbij wordt uitgegaan van 27 GW, hetgeen is gebaseerd op de scenario's en toekomstpaden uit de Noordzee Energie Outlook. 27 GW is immers het minimum dat - aanvullend op de circa 11,5 GW uit de huidige routekaart windenergie op zee 2030 - nodig is om tot 38 GW te komen, wat volgens deze scenario's in 2050 minimaal nodig is.

3. Toelichting op aandeel hernieuwbaar op land

In het Klimaatakkoord is overeen gekomen om in 2030 35 TWh aan grootschalige elektriciteit op te wekken. De onderbouwing van de 35 TWh is als volgt:

- Met de invulling van een groot deel van de opgave met extra wind op zee en de hiervoor geschetste beperkingen t.a.v. ecologie op de Noordzee, resteerde nog een aanvullende opgave om in 2030 49% minder uit te stoten. Daarnaast hebben veel gemeenten en provincies beleid vastgelegd om bij te dragen aan het oplossen van de klimaatopgave. Een manier om dat te doen is via wind en zon op land, zowel met kleinschalige opwek als de meer grootschalige opwek.
- Grootschalig wil zeggen wind en zon met een piekvermogen van tenminste 15 kW. Hieronder vallen dus niet de panelen die op daken van burgers liggen. Door het PBL werd ten tijde van het Klimaatakkoord uitgegaan van een productie uit deze kleinschalige zon op dak van 7 TWh in 2030. Dit is een raming die mede afhankelijk is van de mate waarin burgers investeren in zonnepanelen. Indien de groei harder gaat dan PBL heeft verondersteld, mogen regio's het surplus meetellen bij de RES'en, indien besloten wordt tot een extra opgave bovenop de 35 TWh. De onderbouwing hiervan is gelegen in de constatering dat opwek via salderen duurder is dan via grootschalige wind/zon dat bekostigd wordt via de SDE++ regeling.
- De 35 TWh hoeven niet gerealiseerd te worden met allemaal nieuwe windturbines en zonneparken. Ook voor het Klimaatakkoord waren er doelen voor wind op land (6.000MW in

2020) en werd de realisatie van zon-pv financieel ondersteund met de SDE+. Door het NPRES is recent de huidige realisatie en pijplijn in kaart gebracht. Per 01-01-2020 is inmiddels voor ca. 9,9 TWh aan productie van hernieuwbare elektriciteit gerealiseerd. Het grootste deel hiervan is productie uit wind op land, nl. ca. 7,4 TWh en de rest is productie uit grootschalige zon-pv, nl. ca. 2,5 TWh. Daarnaast is - kijkend naar alle in voorbereiding zijnde projecten met subsidiebeschikking voor SDE+ - de verwachting dat er in de komende jaren nog voor ca. 16,9 TWh bij gaat komen (pijplijn). Hiervan is naar schatting ca. 11,0 TWh uit wind op land en ca. 5,9 TWh uit grootschalige zon-pv. Huidig en pijplijn samen komen dan uit op ca. 26,8 TWh, waarvan 8,4 TWh zon-pv en 18,4 TWh wind op land. Dit betekent dat de resterende opgave circa 8 TWh bedraagt (bron: factsheet).

- 8 TWh komt overeen met (uitgaande van 950 vollasturen voor zon en een gemiddelde van 3350 voor wind (PBL advies basisbedragen SDE++ 2020):
  - Bij 100% wind: 597 turbines van 4 MW
  - Bij 100% zon: 8,4 GW (6.300 hectare zonneparken of 5.300 hectare zonnedaken)
  - Bij 50/50% wind en zon: 299 turbines van 4 MW 4,2 GW zon.

4. Conclusie

Concluderend kan worden gesteld dat er twee hoofdredenen zijn voor de verdeling zoals overeen gekomen in het Klimaatakkoord. Om te beginnen is het aandeel windenergie op zee begrensd door de destijds beschikbare gegevens over de ecologie. Anderzijds is de verdeling een uiting van de ambitie van de gemeenten en provincies om gezamenlijk te werken aan de klimaatopgave. Daarbij past dat er ook hernieuwbare opwek op land plaatsvindt. Verder kan worden geconcludeerd dat er voor 2030 nog meer hernieuwbare elektriciteit gerealiseerd dient te worden , om de door de Europese Commissie voorgestelde 55% CO_2 reductie in 2030 te behalen. Op grond van het Klimaatakkoord gaat het om 120 TWh – 84 TWh = 36 TWh. Een studiegroep heeft hiervoor de mogelijkheden in beeld gebracht. Een besluit daarover is aan het volgende kabinet.

ANNEX 2 ARTIKEL FD 9 FD

'Nieuwe locaties voor zon- en windparken zijn overbodig om klimaatdoel te halen'

Originele link van het artikel: https://fd.nl/ondernemen/1373198/nieuwe-locaties-voor-zon-en-windparken-zijn-overbodig-om-klimaatdoel-te-halen

Orla McDonald 9 feb

In het kort

- Regio's zijn druk met het vinden van nieuwe locaties om zon- en windparken te bouwen.
- Dat is nodig om het Nederlandse klimaatdoel te halen.
- Maar nu lijkt dit doel binnen handbereik en zijn de regionale klimaatplannen, die miljarden kosten, daardoor goeddeels overbodig.

Gemeenten en provincies zijn naarstig op zoek naar nieuwe locaties voor zon- en windparken, terwijl dat helemaal niet nodig is. Het klimaatdoel voor duurzame elektriciteit is namelijk allang binnen handbereik. De nieuw aangewezen bouwlocaties leiden tot grote onrust bij burgers en in gemeenteraden, terwijl de kans groot is dat daar nooit een zon- of windpark hoeft te komen, zegt Martien Visser, lector Energietransitie aan de Hanzehogeschool Groningen.

Branchevereningingen voor zon en wind, Holland Solar en NWEA, waarschuwden bij de onderhandelingen voor het Klimaatakkoord ook al voor dit scenario. Alex Kaat, onafhankelijk energie-adviseur, zegt dat de duurzame energieplannen van de regio's weinig toevoegen aan het halen van dit klimaatdoel. Kaat pleit voor een hogere klimaatambitie, zodat de regio's zich daarop kunnen richten.

In een nieuwe berekening laat Visser zien dat het Nederlandse klimaatdoel van 35 Terawattuur (TWh) duurzame elektriciteitsproductie op land in 2030 al bijna gehaald wordt. Dat maakt de Regionale Energiestrategieën (RES), die gemeenten en provincies nu opstellen, goeddeels overbodig. Het opstellen van die plannen kost miljarden, concludeerde de Raad voor het Openbaar Bestuur eind januari nog.

Protest

De zoektocht naar nieuwe locaties om zon- en windparken te bouwen zorgt de laatste maanden voor veel ophef. Zo vielen bij inwoners van Amsterdam-Noord protestfolders door de brievenbus, met daarop de afbeelding van een windmolen die ver uitsteekt boven de daarnaast afgebeelde Westertoren. De folders zijn bedoeld om te waarschuwen voor hoe hoog de windturbines kunnen worden, die het gemeentebestuur misschien wil plaatsen in dit deel van de stad. In Deventer werd een plaatje van een windturbine die neerkijkt op de Lebuinustoren massaal gedeeld.

Maar het klimaatdoel is al bijna binnen en zoveel nieuwe locaties zijn niet nodig, zegt Visser tegen het FD. Visser is onder energie-experts bekend vanwege zijn berekeningen op sociale media over hoeveel duurzame energie er in Nederland al is opgewekt.

Doel is 35 TWh



In het Klimaatakkoord is afgesproken om in 2030 35 TWh aan zon- en windenergieproductie op land te hebben. Dit is nodig om broeikasgasuitstoot in Nederland te reduceren om opwarming van de aarde tegen te gaan. 'Als je alle subsidies bekijkt die tot nu zijn beschikt voor het plaatsen van zon- en windparken en naar dat wat al is gebouwd, dan kom ik al op ruim 33 TWh', zegt Visser. 1 TWh staat volgens hem ongeveer gelijk aan tachtig grote windturbines of duizend hectare aan zonneweides.

Visser baseert zich op gegevens van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) en het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). De helft van de elektriciteitsproductie die nodig is voor dit klimaatdoel, is al gebouwd en voor de andere helft is subsidie toegezegd, aldus Visser. Die parken worden de komende tien jaar nog gebouwd, maar hun locatie staat al vast.

Het PBL publiceerde twee weken geleden een analyse van de concept-regioklimaatplannen en kwam toen nog tot een lagere raming voor de duurzame elektriciteitsopwekking in 2030. PBL-onderzoeker Jan Matthijsen gaat uit van 25 tot 30 TWh. Het grote verschil is dat het PBL de ontwikkelingen tot en met 2019 meeneemt, terwijl Visser ook kijkt naar wat er in 2020 nog is bijgebouwd en gesubsidieerd. ’En juist vorig jaar is er heel veel subsidie gegaan naar zonneparken’, aldus Visser.

'Niet stoppen met zoeken'

Kunnen gemeenten en provincies stoppen met zoeken? 'Nee, want tussen plan, vergunning en realiseren van een zon- of windpark liggen grote stappen', zegt Kristel Lammers directeur van het Nationaal Programma Regionale Energiestrategieën. Jop Fackeldey, bestuurder energie bij het Interprovinciaal Overleg vindt in de PBL-analyse meer zekerheid. 'Het kan om allerlei redenen nog stagneren, bijvoorbeeld omdat er geen capaciteit is op het elektriciteitsnet of vanwege te veel protest'. In veel provincies is het elektriciteitsnetwerk niet berekend op zoveel extra zon- en windenergie. Visser zegt dat hij er rekening mee heeft gehouden dat niet alle subsidies leiden tot de bouw van een energiepark, vooral bij zonneparken. Hij rekent die beschikte subsidies voor 50% mee. 'Beter focussen gemeenten zich op locaties waar draagvlak is, zo driftig zoeken als nu is onnodig', meent hij.

Een andere reden dat er toch nieuwe locaties nodig zijn, is dat het klimaatdoel omhoog kan gaan. Zo heeft de EU onlangs alvast het CO_2-reductiedoel voor 2030 verhoogd.

Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat zegt bij monde van een woordvoerder dat gemeenten en provincies niet moeten stoppen met zoeken naar locaties. 'Gaat iets toch niet door, dan komt de klimaatdoelstelling in gevaar. Bovendien geeft het aanwijzen van meer zoekgebieden dan nodig, op termijn nog de ruimte om keuzes te maken'.

Annex 3 Bestemming Parijs

www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2021/01/29/aanbieding-eindrapport-studiegroep-klimaatopgave-green-deal

Elektriciteitssector (ETS)

1. Uitrol hernieuwbare energie op land

Departement: EZK
Omschrijving van de maatregel
• Extra realisatie van hernieuwbaar op land (wind en zon) / Verhogen van de huidige doelstelling van 35 TWh voor hernieuwbaar op land voor 2030
Doelgroep en doelstelling
Extra CO_2 reductie door meer hernieuwbare elektriciteit op land via wind en zon op te wekken, waarbij het aan de decentrale overheden is om te zorgen voor de benodigde locaties en bijbehorende planologische stappen.
Achtergrond/rationale
• Hoewel extra hernieuwbare elektriciteit via wind en zon op land technisch mogelijk is, kleven er grote onzekerheden en bezwaren aan. • Overeenkomen om extra hernieuwbare elektriciteit te gaan opwekken op land in de periode tot 2030 is zeer beperkt mogelijk en levert (net als bij wind op zee) naar verwachting zeer beperkt extra CO_2-reductie in. In 2030 komt immers 70% van alle opgewekte elektriciteit in Nederland al uit hernieuwbare bronnen. In het Klimaatakkoord is afgesproken de elektriciteitsproductie uit hernieuwbare bronnen op te schalen naar 84 TWh in 2030. • Er is in het Regeerakkoord prioriteit gegeven aan wind op zee (49 TWh), vanwege de beperkte ruimte op land en omdat het draagvlak voor windenergie op zee hoger is. • Desalniettemin is er in het Klimaatakkoord ook een stevige doelstelling voor hernieuwbaar op land (zon en wind, > 15 kW) afgesproken van 35 TWh, aangezien we zee én land nodig hebben voor het halen van de Klimaatdoelstellingen. • In tegenstelling tot het eerdere Energieakkoord is er bewust voor gekozen (t.b.v. het verkrijgen van meer draagvlak) om de concrete invulling van deze doelstelling over te laten aan de decentrale overheden. Wel kan het Rijk een voorbeeldrol op zich nemen door meer Rijksgronden beschikbaar te stellen voor hernieuwbare energie. • Regio's kiezen daarom zelf op welke manier zij hun doelstelling invullen (wind of zon of beide) en waar er ruimte is voor nieuwe wind- of zonneparken. Regio's doen dit door het opstellen van Regionale Energiestrategieën (RES). In 2021 zullen de regio's een definitieve RES opleveren. • Deze afspraak is een resultaat van een langdurig afstemmingsproces met de decentrale overheden. Daarnaast bevinden regio's zich momenteel midden in het proces om een RES op te stellen. Vanuit dit oogpunt is een verhoging van de doelstelling gedurende dit proces ongewenst. • De concept RES'en laten zien dat de doelstelling van 35 TWh op papier ruimschoots wordt gehaald. Echter is de verwachting dat er in het proces tot de definitieve RES en in de uitvoeringsfase nog zoekgebieden zullen afvallen of kleiner zullen worden. Ook leert de ervaring met de wind op land doelstelling uit het Energieakkoord dat realisatie in veel gevallen langer duurt dan verwacht. Overprogrammering is dus gewenst. • Voor de het vraagstuk van de netcapaciteit vormt sec meer zon-pv (zeker in het Noorden van het land) een probleem (en veel extra investeringen in de netten). • Per saldo zal een eventuele wens tot ophoging van de doelstelling van 35 TWh hernieuwbare energieopwekking op land, onderhandeling/aanpassing van de afspraak met de mede-overheden vergen. Verwachting is dat die hier heel terughoudend in zullen staan (en dan bv zullen 'eisen' dat er eerst oplossing is voor de netcapaciteit en /of meer SDE-middelen) • Uitgifte van Rijksgronden voor wind- en zonprojecten verloopt traag o.a. door beperkte capaciteit om tenders uit te zetten. • Realiseren van een zonnepark op bestaande netaansluiting van een windpark biedt kansen voor cable pooling. Op Rijksgronden dient echter een openbare tender plaats te vinden. Twee verschillende exploitanten op 1 aansluiting leidt tot complexe juridische situatie.

Departement: EZK					
Effecten					
Klimaat	**Maatregel (eventueel uitgesplitst naar varianten)**			**Verwachte emissiereductie en/ of hernieuwbare productie / energiebesparing in 2030** ***In Mton CO_2/jaar of MWh/jaar***	
	Verhogen van doelstelling met 10%			3,5 TWh (circa 125 windturbines en 1500 ha zonnepanelen op basis van 50% zon/50% wind verdeling)	
	Verhogen van doelstelling met 15%			5,25 TWh (circa 188 windturbines en 2250 ha zonnepanelen op basis van 50% zon/50% wind verdeling)	
	Verhogen van doelstelling met 20%			7 TWh (circa 250 windturbines en 3000 ha zonnepanelen op basis van 50% zon/50% wind verdeling)	
	Verhoging doelstelling			CO_2-reductie (Mton)	€/vermeden tCO_2
	10%			0.260	495
	15%			0.390	510
	20%			0.500	535
Energievraag	Geen effect op de energievraag				
Budgettair + uitvoeringskosten	**Budgettair effect in mln. euro**				
	Maatregel (eventueel uitgesplitst naar varianten)	**2021**	**2022**	**2023**	**Struc.**
	Extra uitrol hernieuwbaar op land				*Nader te bepalen (waarschijnlijk relatief beperkt)*
	Aan de wind- en zonprojecten wordt momenteel nog SDE-subsidie gegeven die wordt gevoed vanuit de opslag op de energierekening (ODE). Ook de kosten voor het net komen tot uitdrukking in de energierekening. Daarbij speelt dat in het kader van het Klimaatakkoord afgesproken is dat er subsidie via de SDE++ tot en met 2025 beschikbaar is voor wind en zon (omdat daarna bij de huidige inzichten de businesscase dekkend is). De budgettaire effecten zijn naar verwachting daarom klein. Met de kanttekening dat dit vergt dat extra locaties gevonden zullen moeten worden zoals bv zon op dak, of qua hoogte beperkte windturbines, die op zich wel extra SDE+-middelen vergen. Onzekerheid hierin is de businesscase voor hernieuwbaar. Door extra vermogen wind/zon zal de elektriciteitsprijs dalen, waardoor de onrendabele top stijgt indien kostendaling lager is dan daling e-prijs. Dat kan leiden tot de situatie dat ook na 2025 SDE++ ander instrumentarium nodig is op het moment dat het wenselijk wordt geacht om extra hernieuwbare energieprojecten te realiseren.				
Administratieve lasten	Geen extra administratieve lasten.				
Uitvoerings-aspecten	De doorlooptijd van een windproject tot en met realisatie is circa 7 jaar. Een verhoging van de doelstelling voor hernieuwbaar op land kan daarom tegen problemen oplopen in de uitvoeringsfase wanneer dit met wind wordt ingevuld.				

Departement: EZK	
Maatschappelijk draagvlak	Het draagvlak voor hernieuwbaar op land is lager dan het draagvlak voor wind op zee. In de RES'en worden momenteel – samen met burgers en maatschappelijke organisaties gekeken waar draagvlak is voor zon en windenergie. Een verhoging van de doelstelling kan een negatief effect hebben op draagvlak voor de energietransitie en zal alleen op draagvlak kunnen rekenen indien de maatregelen zijn ingebed in een bredere investeringsagenda in regio's waarbij mensen direct een betere balans tussen lusten en lasten van wind- en zonne-parken ervaren. En in combinatie met een breder pakket aan maatregelen op andere sectoren/onderwerpen waarbij duidelijk wordt dat daar de prioriteit ligt.
Gelijkheid speelveld	Niet van toepassing
Overig	Realisatie van wind- en zonprojecten vindt plaats in een dichtbevolkte en complexe ruimtelijke omgeving, waarbinnen energieopwekking de beschikbare ruimte moet delen met andere maatschappelijke functies zoals (civiele en militaire) luchtvaart, stedelijke ontwikkeling (woningbouw en bedrijventerreinen) en natuur. Daardoor is vooral bij wind de feitelijk beschikbare ruimte op land, beperkt.

3. Wind op zee

Departement: EZK
Omschrijving van de maatregel
• Extra windparken op zee in combinatie met verdringing fossiel bij industrie en zwaar verkeer
Doelgroep en doelstelling
• Naast de aangekondigde ca. 11 GW in 2030 is er in ieder geval 2 GW extra mogelijk. Het kan oplopen tot 6 GW mogelijk onder de volgende randvoorwaarden: • Windparken op zee worden op industriële clusters en elektrolysers aangesloten (ivm knelpunten op het onshore hoogspanningsnet);   • De industrie krijgt voldoende prikkel om te elektrificeren, dan wel groene waterstof te gaan gebruiken (anders zoveel overaanbod hernieuwbaar dat e-prijs zo vaak en zoveel daalt dat windpark onvoldoende rendement oplevert om interessant te zijn voor ontwikkelaars en financiers);   • TenneT mag meer aansluitingen tegelijk ontwikkelen en een hechte bestuurlijke samenwerking gericht op het zorgvuldig en snel doorlopen van ruimtelijke procedures (inpassingsplan. Anders redden we het sowieso niet vóór 2030).   • Ander alternatief is we laten de ontwikkelaars zelf voor de aansluiting op de industriële clusters zorgen (mogelijk vergt dit aanpassen Wet windenergie op zee en Energiewet).   • Voor kostenefficiënte aansluiting, vergt dit wel nader onderzoek/besluiten ten aanzien van meest efficiënte aansluiting (redeneren we vanuit project of vanuit hele hoogspanningsnet.
Achtergrond/rationale
• Extra wind op zee is mogelijk, maar levert alleen substantieel extra CO_2-reductie op wanneer het fossiele energie verdringt. In 2030 komt immers 70% van alle opgewekte elektriciteit in Nederland al uit hernieuwbare bronnen. • Bij de ontwikkelaars bestaan zorgen om de rendabiliteit van de windparken omdat het aanbod van hernieuwbare energie veel sneller lijkt toe te nemen dan de vraag ernaar. Bovendien is wind- en zonne- energie op tijdstippen dat het hard waait en/of de zon schijnt in overvloed aanwezig waardoor de prijs ervan daalt. • Tegelijkertijd is de industrie gebaat (en gewend) aan lage kosten voor het gebruik van gas. Omschakeling naar hernieuwbaar (elektrificatie, groene waterstof) zal pas plaatsvinden wanneer hernieuwbaar goedkoper is dan fossiel (of wanneer daar zicht op is). Het goedkoper maken van elektriciteitsgebruik ten opzichte van gasgebruik voor de industrie kan hierbij helpen. • Om ontwikkelaars meer vertrouwen te geven in de businesscase en ervoor te zorgen dat extra windparken op zee tot extra CO_2-reductie zal leiden, is beleid gericht op vraagontwikkeling bij de industrie van groot belang. Deels is dit al het geval: er komt een – voorlopig beperkte – CO_2-heffing en in de SDE++ wordt elektrificatie enigszins gestimuleerd. • Er is echter een meer directe koppeling tussen vraag en aanbod noodzakelijk. Op tijd extra windparken gereed krijgen lijkt technisch wel haalbaar. Qua ruimtelijke inpassing is dit complex. Om opties voor versnelling open te houden zijn voorbereidingen voor extra windparken inmiddels in gang gezet (met programma Verkenning Aanlanding Windenergie op Zee, zie ook kamerbrief Noordzee Energie Outlook van begin november). Maatregelen gericht op vraagontwikkeling bij de industrie moeten nog worden uitgewerkt. • Om de doelstelling van 49 TWh in 2030 uit het klimaatakkoord te halen is bovenop de reeds geplande 11GW nog circa 700MW extra nodig. Daarnaast zal in de definitieve RES'sen nog moeten blijken of de beoogde 35 TWh op land kan worden gehaald. Het ligt voor de hand om een extra opgave voor wind op zee in samenhang te bezien met een eventuele extra opgave als gevolg van de 55%-doelstelling. • Zowel bij het aanwijzen van deze gebieden als het daadwerkelijk realiseren van windparken in deze gebieden (het nemen van kavelbesluiten) wordt gewerkt volgens de afspraken in het Noordzeeakkoord en vindt dus een integrale afweging plaats met andere belangen op de Noordzee zoals natuur, visserij en scheepvaart. In het Programma Noordzee 2022-2027 worden volgens de afspraken in het Noordzeeakkoord 20-40 nieuwe windenergiegebieden aangewezen. Gelet op de mogelijke extra opgave en ook op de uitkomsten van de Noordzee Energie Outlook is de inzet nu om ten minste 27GW aan nieuwe gebieden voor windenergie op zee aan te wijzen.

Departement: EZK					
Effecten					
Klimaat	**Maatregel (eventueel uitgesplitst naar varianten)**		**Verwachte emissiereductie en/of hernieuwbare productie / energiebesparing in 2030** ***In Mton CO_2/jaar of MWh/jaar***		
	2 GW 6 GW		9 TWh 27 TWh		
	CO_2-reductie zoals gezegd afhankelijk van mate van verdringen fossiele vraag. Extra wind op zee kan vanwege beperkingen op het elektriciteitsnet voor 2030 met name voor CO_2-reductie zorgen bij het vervangen van fossiele energie in de industriële clusters, zowel door elektrificatie als het vervangen van waterstof als feedstock. In hoeverre elektrificatie en groene waterstof voor de industrie aantrekkelijker is dan fossiel energiegebruik bepaald dus in hoge mate of met windenergie op zee reductie kan worden gehaald.				
Energievraag	Voor zover de elektriciteit wordt benut voor elektrificatie leidt extra wind op zee niet tot extra energievraag, maar verschuiving van fossiel naar hernieuwbaar elektrisch. Indien de elektriciteit wordt omgezet naar waterstof is er een rendementsverlies van 25 – 35% en is het verdringingseffect kleiner.				
Budgettair + uitvoeringskosten	**Budgettair effect in mln. Euro**				
	Maatregel (eventueel uitgesplitst naar varianten)	**2021**	**2022**	**2023**	**Struc.**
	Extra WOZ	*X*	*X*	*X*	*X*
	Aan de windparken zelf wordt geen subsidie gegeven. Productie stimuleren zonder dat er vraag tegenover staat vergroot het eventuele overschot (vergelijk de vroegere boterbergen en melkplassen) en zal via alsnog herintroductie van subsidies tot extra lasten bij de burger leiden. De kosten voor het net op zee worden nu gesubsidieerd, in de nabije toekomst mogelijk gesocialiseerd (net als de kosten voor het net op land). Omvang van de extra netkosten is afhankelijk van de hoeveelheid extra windparken.				
Administratieve lasten	Nader te bepalen.				

Departement: EZK	
Uitvoerings-aspecten	In 2030 is een significante reductie mogelijk onder de eerder genoemde voorwaarden. Ruimtelijk ligt hier een grote uitdaging. De ruimte op zee is schaars, belangen zijn divers (scheepvaart, visserij, boorplatforms). Extra windparken nemen relatief weinig ruimte in, echter kiezen van locaties voor extra windparken zal zorgvuldig moeten verlopen. Ook op land ligt een uitdaging: de aanlandingspunten van de hoogspanningskabels en transformatorstations zijn schaars. Met de huidige pijplijn voor windenergie op zee wordt in 2030 een realisatie van 11 GW geïnstalleerde capaciteit verwacht. Uitbreiding hiervan tot een totaal van 17 GW geïnstalleerde capaciteit in 2030 is mogelijk. Dit vergt wel een politiek besluit om de randvoorwaarden uiterlijk in 2022 op orde te brengen: zekerheid dat voldoende en tijdig vraag naar elektriciteit (voor direct gebruik of conversie naar H2) ontwikkelt met name binnen de industriële clusters, aanwijzen van nieuwe windenergiegebieden zodat zorgvuldige inpassing kan plaats vinden en zekerheid van realisatie van de benodigde infrastructuur op zee en op land (waaronder het versneld of ten minste zo spoedig als mogelijk doorlopen van de ruimtelijke procedures). Tussen vergunningsverlening en bouw zit nu 5 jaar.
Maatschappelijk draagvlak	Windenergie van zee heeft een groot draagvlak bij burgers en bedrijven. Bij stakeholders op de Noordzee ligt het draagvlak complexer. Gelet op het NZA is er draagvlak voor windenergie op zee mits het zorgvuldig wordt ingepast en de juiste balans wordt bewaakt met andere gebruiksfuncties. Recent is gebleken dat de visserij, niet mee kon in de afspraken van het NZA.
Gelijkheid speelveld	De aanpak rondom windenergie op zee is gericht op competitie en creëren van een level playing field, dus er is geen risico op het bevoordelen van specifieke ondernemingen. Nederlandse bedrijven in algemene zin hebben wel een zeer sterke positie in de supply chain voor offshore wind. Een grotere thuismarkt voor deze sector zal dus ook economisch voordelen bieden.
Overig	Vervanging van fossiel door hernieuwbaar uit windparken levert een grote NOx reductie op. Lastig punt hierbij is dat een relatief zeer kleine kost (klein tijdelijk effect door aanleg van de windparken en het net op zee) voor een enorme baat (structureel grote vermijding van NOx uitstoot) uitgaat, maar dat de regelgeving hier geen rekening mee houdt. Ook de aanleg van de al geplande windparken loopt hier tegenaan.

Departement: EZK	
Uitvoerings-aspecten	In 2030 is een significante reductie mogelijk onder de eerder genoemde voorwaarden. Ruimtelijk ligt hier een grote uitdaging. De ruimte op zee is schaars, belangen zijn divers (scheepvaart, visserij, boorplatforms). Extra windparken nemen relatief weinig ruimte in, echter kiezen van locaties voor extra windparken zal zorgvuldig moeten verlopen. Ook op land ligt een uitdaging: de aanlandingspunten van de hoogspanningskabels en transformatorstations zijn schaars. Met de huidige pijplijn voor windenergie op zee wordt in 2030 een realisatie van 11 GW geïnstalleerde capaciteit verwacht. Uitbreiding hiervan tot een totaal van 17 GW geïnstalleerde capaciteit in 2030 is mogelijk. Dit vergt wel een politiek besluit om de randvoorwaarden uiterlijk in 2022 op orde te brengen: zekerheid dat voldoende en tijdig vraag naar elektriciteit (voor direct gebruik of conversie naar H2) ontwikkelt met name binnen de industriële clusters, aanwijzen van nieuwe windenergiegebieden zodat zorgvuldige inpassing kan plaats vinden en zekerheid van realisatie van de benodigde infrastructuur op zee en op land (waaronder het versneld of ten minste zo spoedig als mogelijk doorlopen van de ruimtelijke procedures). Tussen vergunningsverlening en bouw zit nu 5 jaar.
Maatschappelijk draagvlak	Windenergie van zee heeft een groot draagvlak bij burgers en bedrijven. Bij stakeholders op de Noordzee ligt het draagvlak complexer. Gelet op het NZA is er draagvlak voor windenergie op zee mits het zorgvuldig wordt ingepast en de juiste balans wordt bewaakt met andere gebruiksfuncties. Recent is gebleken dat de visserij, niet mee kon in de afspraken van het NZA.
Gelijkheid speelveld	De aanpak rondom windenergie op zee is gericht op competitie en creëren van een level playing field, dus er is geen risico op het bevoordelen van specifieke ondernemingen. Nederlandse bedrijven in algemene zin hebben wel een zeer sterke positie in de supply chain voor offshore wind. Een grotere thuismarkt voor deze sector zal dus ook economisch voordelen bieden.
Overig	Vervanging van fossiel door hernieuwbaar uit windparken levert een grote NOx reductie op. Lastig punt hierbij is dat een relatief zeer kleine kost (klein tijdelijk effect door aanleg van de windparken en het net op zee) voor een enorme baat (structureel grote vermijding van NOx uitstoot) uitgaat, maar dat de regelgeving hier geen rekening mee houdt. Ook de aanleg van de al geplande windparken loopt hier tegenaan.

Annex 4. Studio Energie Uitzending, 6 februari 2021

https://podcastluisteren.nl/ep/Studio-Energie-S28-Martien-Visser-over-doorrekening-RESsen-Doel-2030-nu-al-bijna-gehaald

Vraaggesprek tussen Remco Kroon (**RK**) en Dr Martien Visser (**MV**) , lector Energietransitie aan de Hanzehogeschool en de ongekroonde cijferkoning van de Nederlandse energietransitie.

Samenvatting

Dr Martien Visser houdt de nederlandse electriciteitsopwek bij. Niet alleen wat er nu daadwerkelijk geproduceerd wordt maar ook wat er in de officiële pijplijn zit. Hij heeft berekend dat dat nu samen optelt tot 33,2 TWu. Daar komt nog bij 8 GW aan zon die al wel is aangemeld en die zich altijd voor ca 50% realiseert. 50% zou al voldoende zijn om de 35TWu van het klimaatakkoord te halen. Extra TWu zijn nog te verwachten omdat afgeschreven windturbines op korte termijn vervangen gaan worden door veel effectievere exemplaren. Voor 2030 moeten we niet meer elektriciteit met zon en wind gaan opwekken. Meer dan 70% leveringsonzekere productie is bij de huidige gelijkblijvende vraag economisch onverantwoord. Gemeenten, Ressen en provincies hebben tezamen al voldaan aan de opgave van het kabinet. Ze kunnen nu beter afwachten hoe de plannen van het kabinet voor de periode na 2030 er uit gaan zien. Hieronder de fragmenten uit het vraaggesprek die bovenstaande samenvatting nader illustreren.

Fragmenten

Z **en** W **voor Zon en Wind .** WoL **en** WoZ **voor wind op land en wind op zee. Hieronder met tijdstip (min:sec) enige interessante passages: (te vinden op link)**

- 2:00 Uitleg Energieakkoord en uitwerking tot Res Opgave van 35TWu grootschalig op land.
- 2:30 doelstelling 2030: 70% duurzame elektriciteit. Tot 2030 stijgt E-verbruik nauwelijks daarna snelle groei.
- 3:25 PBL (Planburo Leefomgeving): Nu 28 TWu bereikt, nog 7 te gaan. Er zijn plannen die dit verhogen tot 31,2 tot 45,7, maar die zijn nog onvoldoende uitgewerkt om meegenomen te worden
- 4:20 wat mag worden meegenomen: alles waar SDE subsidie voor is toegekend, dan is er al vergunning door gemeente en sinds kort toestemming van energienet. Dit heet de pijplijn.
- 6:58 MV: ik kom op 33,2 TWu met nog 9 jaar om de 35 te halen.
- 7:15 Daar komt nog bij 4GW aangemelde zon die tot nu toe voor 50% realiseert. Dit is al genoeg voor de 35TWh. Maar omdat van nu af alleen met toestemming energienet wordt meegerekend verwacht men meer realisatie dan 50%.
- 7:45 Verschil wordt verklaard omdat MV 2020 meeneemt, toen kwam na eerdere stagnatie veel Z&W in productie of in de pijplijn. PBL baseert zich op 2019.
- 9:10 MV: ontwikkeling nu razend snel, peildatum beter zo actueel mogelijk
- 10:00 MV: PBL neemt pijplijn onvoldoende mee.
- 10:20 Grafiek van MV moet veel verhelderen, te vinden op twitter.
- 11:40 MV: paniek om 35 TWu te halen niet nodig
- 12:30 MV: meer optimisme dan 50% gerechtvaardigd over doorgaan Zonprojecten.
- 13:00 Laatste zoekgebied Wind Weesp afgeschoten, wethouder afgetreden
- 13:30 MV: paniek onnodig bij focus op de 35TWu.
- 13:40 MV: paniek ontstaat bij gemeenten met te hoge eigen ambitie
- 14:15 MV: Hogere productie nu kunnen we niet kwijt. Meer dan 70% Zon en Wind levert teveel problemen door onvermijdbare fluctuatie. Capaciteit moet dan te vaak uitgezet.
- 14:25 Pas na 2030 als de vraag enorm gaat toenemen wordt de vraag acuut naar extra duurzame productie. Die vraag kunnen we later beantwoorden. Nu eerst klimaatakkoord.
- 15:00 Olongren: rest naar zee
- 15:20 Pieter Boot directeur PBL: 35 TWu maken we af, daarna Zee/import/kernenergie
- 15:50 MV: Draagvlak WoZ steeds groter
- 16:00 MV: aanzienlijk goedkoper geworden, concurreert met WoL. Trend zet door.
- 16:20 Denemarken bouwt WoL af.
- 17:30 Niet met stoom en kokend water nu nog WoL doordrukken: holt draagvlak uit en creëert steeds meer weerstand tegen de hele transitie. Maakt meer kapot dan u lief is.
- 18:15 Nog niet meegerekend: oude turbines worden vervangen door modernere. Die leveren veel meer op.
- 19:30 PBL erkent: update zou cijfers in de buurt van MV brengen.

Annex 5. Brief Minister EZK aangaande additionele opgave (28 april 2021)

Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

> Retouradres Postbus 20401 2500 EK Den Haag

De Voorzitter van de Tweede Kamer
der Staten-Generaal
Binnenhof 4
2513 AA DEN HAAG

Directoraat-generaal Klimaat en Energie
Directie Elektriciteit

Bezoekadres
Bezuidenhoutseweg 73
2594 AC Den Haag

Postadres
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

Overheidsidentificatienr
00000001003214369000

T 070 379 8911 (algemeen)
F 070 378 6100 (algemeen)
www.rijksoverheid.nl/ezk

Ons kenmerk
DGKE-E / 21101804

Bijlage(n)
1

Datum 28 april 2021
Betreft Aanbieding advies Stuurgroep Extra Opgave

Geachte Voorzitter,

De Stuurgroep Extra Opgave heeft op mijn verzoek een inschatting gemaakt van de elektriciteitsbehoefte vanuit de industrie (inclusief datacenters) richting 2030. Dit is afgesproken in het Klimaatakkoord.

De Stuurgroep schat in dat er ten opzichte van het Klimaatakkoord een extra vraag kan ontstaan van tussen de 15 en 45 TWh elektriciteit voor de elektrificatie in de industrie en voor datacenters in 2030. De Stuurgroep voorziet de hiervoor benodigde opwek op zee (10 GW). Om dit mogelijk te maken moeten de windgebieden uiterlijk oktober 2021 aangewezen worden in een aanvullend ontwerp en het programma Noordzee in maart 2022 definitief worden vastgesteld. Daarnaast doet de Stuurgroep een aantal aanbevelingen om tot deze elektrificatie te komen. Het gaat hierbij o.a. om het complementair ontwikkelen van vraag en aanbod van elektriciteit, het stimuleren van elektrificatie en flexibel vraagvermogen maar ook het onderkennen en accepteren dat er in de ontwikkelingen een kleine mismatch in de tijd kan ontstaan tussen vraag en aanbod.

Dit advies bied ik uw Kamer met genoegen aan. Vanwege de demissionaire status van het kabinet stuur ik u dit advies zonder appreciatie.

B. van 't Wout
Minister van Economische Zaken en Klimaat



Energietransitie in Nederland

Inclusief de kosten van de bestaande subsidieregeling SDE+ zullen voor een gemiddeld Nederlands huishouden de kosten voor het Energieakkoord bovenop de huidige energierekening kunnen neerkomen op bijna € 400 per maand.

Geschreven door ir. Jeroen R.F. Hetzler

Gecontroleerd door Prof. ir. R. W. Kouffeld, ir. C.A van Loon, ir. R. N. Walter

Een uitgave van de Groene Rekenkamer
20 juni 2014

Inhoudsopgave

Samenvatting 1
Inleiding 1
Nationaal Energieakkoord 2
Kosten 2
Te land 2
Ter zee 3
Windenergie en landschap 7
Afhankelijkheid van energie-import 7
Beperkingen van de hernieuwbare energiebronnen wind en zon 9
Vermogensdichtheid 9
Wet van Betz 10
Derdemachtregel en rendement zonnecel 10
Grilligheid van het weer 10
Motieven voor het Nederlandse energie- en klimaatbeleid 11
Voorraden brandstof 11
Conclusies 13
Bijlage 15
Uitleg stroomdiagram 15

Energietransitie in Nederland

Een illusie ten koste van € 400 per maand op uw energierekening?

Samenvatting

Het huidige Nederlandse energie- en klimaatbeleid stelt zich ten doel om onafhankelijker te worden van energie-import en om opwarming tegen te gaan door op hernieuwbare energieproductie, voornamelijk wind, zon en biomassa, over te stappen. Dit is o.m. vastgelegd in het Nationale Energieakkoord dat ten doel heeft het bereiken van 14% hernieuwbare energieproductie in 2020 (16% in 2023). Inclusief de kosten van de bestaande subsidieregeling SDE+ zullen voor een gemiddeld Nederlands huishouden de kosten voor het Energieakkoord bovenop de huidige energierekening kunnen neerkomen op ruim € 400 per maand.

Wat betreft onafhankelijkheid van energie-import, wordt Denemarken vaak genoemd als gidsland. Nadere analyse van de energieproductie en -consumptie leert dat de rol van met name wind en zon, zelfs daar verwaarloosbaar is. Zon en wind dragen samen in Denemarken in de totale productie en import 2,4%, terwijl dat in Nederland zelfs slechts 0,2% is (bron: IEA 2011). De import van energie bedraagt in Denemarken 24% en in Nederland 73%. De oorzaak van deze lage cijfers is namelijk het gewicht van o.a. de petrochemische industrie. Deze tak van industrie is afhankelijk van olie om er olieproducten van te maken voor bijvoorbeeld kunststoffen en tal van andere, vaak alledaagse, gebruiksartikelen. Deze getallen worden verderop toegelicht.

Gegeven de technische en fysische tekortkomingen van wind en de huidige generatie zonnepanelen, de toename van energieconsumptie en de noodzaak van back-up, is het zeer twijfelachtig of toepassing ervan een rol van betekenis zal kunnen spelen bij het bereiken van energieonafhankelijkheid en de doelstelling van terugdringing van menselijke CO_2-emissie. Hierbij moet verder bedacht worden dat hernieuwbaar niet het zelfde is als duurzaam, omdat bij hernieuwbaar de nadruk op ecologie ligt. Duurzaamheid (d.w.z. lange houdbaarheid) betreft echter zowel ecologie, welvaart en maatschappij. De huidige nadruk op hernieuwbaar vormt een bedreiging voor de 2 andere pijlers van duurzaamheid. Energiearmoede is inmiddels een snel stijgend fenomeen.

Inleiding

Dit rapport is deels een update van eerdere rapporten op basis van nieuwe inzichten en deels een uitbreiding die ingaat op de kosten, nieuwe ontwikkelingen en de achtergronden van het huidige Nederlandse energie- en klimaatbeleid.

In 1987 zag een rapport, genaamd Our common future, van de World Commission on Environment and Development het licht.

http://conspect.nl/pdf/Our_Common_Future-Brundtland_Report_1987.pdf

De belangrijkste passage in dit rapport luidt: "*voorzien in de eigen behoeften zonder hierbij de mogelijkheid voor toekomstige generaties in gevaar te brengen om ook in hun behoeften te voorzien"*

Om dit te kunnen waarborgen moet energieopwekking aan 6 eisen voldoen (zie: Onbeperkt klimaatneutrale stroom van A. de Goederen):

1. ruime beschikbaarheid,
2. behoud van capaciteit lang genoeg om nieuwe vormen van energieopwekking te vinden,
3. toepassing staat drastische vermindering van CO2-emissie niet in de weg,
4. de gebruikseigenschappen doen niet onder voor de huidige,
5. geen substantiële bijwerkingen m.b.t. gezondheid, het algemeen welzijn, het milieu en de biosfeer,
6. en de totale kosten per energie-eenheid zijn hooguit voorzienbaar tijdelijk hoger dan gangbaar.

Vanwege het bovenstaand moet onderscheid gemaakt worden tussen *hernieuwbaar* en *duurzaam*. Het duurzaamheidconcept is oorspronkelijk bedoeld als een evenwichtige samenhang tussen ecologie, economie en maatschappij dat het uitgangspunt van het bovengenoemde rapport moet waarborgen. Inmiddels is dit evenwicht zoekgeraakt doordat ecologie dominant is geworden.

Met dit in gedachten is het onderstaande geschreven

Nationaal Energieakkoord

Kosten

Het Nationaal Energieakkoord dat in september 2013 werd getekend beoogt het in 2020 bereiken van 14% van de energievoorziening uit hernieuwbare bronnen. Wat zal dit akkoord de burger/belastingbetaler kosten?

Bij beperking tot de plannen voor windenergie ontvouwt zich het volgende. Er is afgesproken dat er uiterlijk in 2023 4.500 Megawatt op zee wordt gerealiseerd en dat de eerder afgesproken opgave van 6.000 Megawatt op land in 2020 wordt afgerond.

Te land

Op dit moment staat er op het land voor bijna 2500 Megawatt aan opgesteld vermogen. Dat betekent dat er nog ruim 3.500 Megawatt op land moet worden gebouwd. Laten we op land uitgaan van windturbines van 5 Megawatt elk, dan zijn er 700 windmolens nodig om de doelstelling te halen.

Voor de kosten van de 3.500 Megawatt op land nemen we het windpark in de Noordoostpolder dat bij Urk in aanbouw is, als voorbeeld. Er komen daar 86 windmolens van ieder 5 Megawatt vermogen waarvoor een bedrag van 1 miljard euro subsidie ter beschikking is gesteld.
Om aan de doelstelling van 3.500 Megawatt te voldoen, waar 700 windmolens voor nodig zijn moeten er dus meer dan 8 vergelijkbare windparken gebouwd worden.

Rekening houdend met de SDE+ regeling van € 0,12/ kWh voor wind op land en € 0,03/kWh marktwaarde gaat dit de Nederlandse burgers in totaal kosten:

Aantal GW x uren/jr x capaciteitsfactor x kosten/kWh x kWh naar GWh x jaren

6 x 8760 x 0,24 x (0,12-0,03) x 10^6 x 15 = 17 miljard

Hierbij komen de kosten van aansluiting en netaanpassing om de stabiliteit van het elektriciteitsnet te borgen. Deze kosten een bedrag van ruim 100 miljoen euro per windpark. Totaal dus 8 windparken maal ruim 100 miljoen is afgerond 1 miljard euro.

Op land worden, om de fluctuerende elektrische energie uit windmolens op land en op zee te kunnen verdelen over het land, in de komende jaren enkele honderden kilometers 380 kV hoogspanningslijnen bijgebouwd. Van Zeeland naar Geertruidenberg in Brabant en van Ens naar de Eemshaven in Groningen. Bovendien nog eens twee nieuwe 380 kV hoogspanningslijnen naar Duitsland. Kosten ca. anderhalf miljard.

http://annualreport.tennet.eu/2013/jaarverslag/

en: http://www.tennet.eu/nl/nl/net-projecten.html

http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?VW=T&DM=SLnl&PA=70802ned&LA=nl

Ter zee

Op dit moment staat er voor iets minder dan 250 Megawatt aan opgesteld vermogen op zee. De overheid wil graag 4.500 Megawatt vermogen zien wat inhoudt dat er nog voor 4.250 Megawatt bijgebouwd moet worden. Als we uitgaan van windturbines met een vermogen van 5 Megawatt elk, dan zijn er ruim 850 windmolens nodig.

Rekening houdend met kosten van € 0,20/kWh en € 0,03/kWh marktwaarde gaat dit de Nederlandse burgers kosten:

Aantal GW x uren/jr x capaciteitsfactor x kosten*/kWh x kWh naar Gwh x jaren

4,5 x 8760 x 0,36 x (0,20-0,03) x 10^6 x 15 = 36 miljard

Een concreet voorbeeld is het Gemini windpark dat ten noorden van Schiermonnikoog gebouwd moet worden.

Voor dit windpark heeft de overheid 4,5 miljard euro subsidie beschikbaar gesteld zodra het stroom gaat leveren. Dus 15 jaar lang een bedrag van 300 miljoen euro voor de exploitant en aandeelhouders. Het windpark bestaat uit 150 windmolens die elk 4 Megawatt vermogen bij vollast kunnen leveren. Het totale opgestelde vermogen bedraagt dus 600 Megawatt. Er zijn dan om de doelstelling van 4.250 Megawatt te halen 7 vergelijkbare windparken nodig.

De aansluitkosten van € 1,3 miljard zijn bij de bouw van het Gemini windpark inbegrepen.

http://www.duurzaambedrijfsleven.nl/64541/komst-nederlands-grootste-windpark-definitief/

Daarnaast zijn 2 'ringen' nodig van hoge gelijkspanning van elk 500 miljoen.

Bij dit alles moet rekening gehouden worden met de huidige SDE^{+}- regeling. Dit betekent dat gedurende 15 jaar elk jaar nog eens € 3,8 miljard bij dit alles opgeteld moet worden: € 57 miljard. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat in beginsel de SDE+-regeling van jaar tot jaar bepaald wordt en dus ook gestopt kan worden.

https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-33115-D.html

http://www.groenerekenkamer.nl/1371/energieakkoord-welk-energieakkoord/

Samenvattend:

- Wind op land
  - Subsidie € 17,0 miljard
  - Aansluitkosten € 1,0 miljard
  - Hoogspanningsleidingen € 1,5 miljard
  - Overige kosten € 13 miljard
  - **Totaal land €32,5 miljard**

- Wind op zee*
  - Subsidie € 36 miljard
  - Hoogspanningsringen € 1,0 miljard
  - Overige kosten €17,0 miljard
  - **Totaal zee 54,0 miljard**

- **Totaal € 86,5 miljard (€ 94,5 mrd*)**
  Per huishouden € 64/maand (€ 70/maand*)**

*De aansluitkosten zijn bij de bouwkosten van het windpark Gemini inbegrepen. Echter voor later te bouwen offshore windparken zullen de aansluitkosten apart door TenneT worden doorberekend, omdat TenneT via de nieuwe wet Wind op Zee wettelijk aangewezen zal worden voor het uitvoeren van de aansluitingen. Dan komen er nog eens € 8 miljard aan kosten bij voor Nederland.

http://www.energiekeuze.nl/nieuws.aspx?id=2066

en http://www.energiekeuze.nl/nieuws.aspx?id=2030

**7,5 miljoen huishoudens

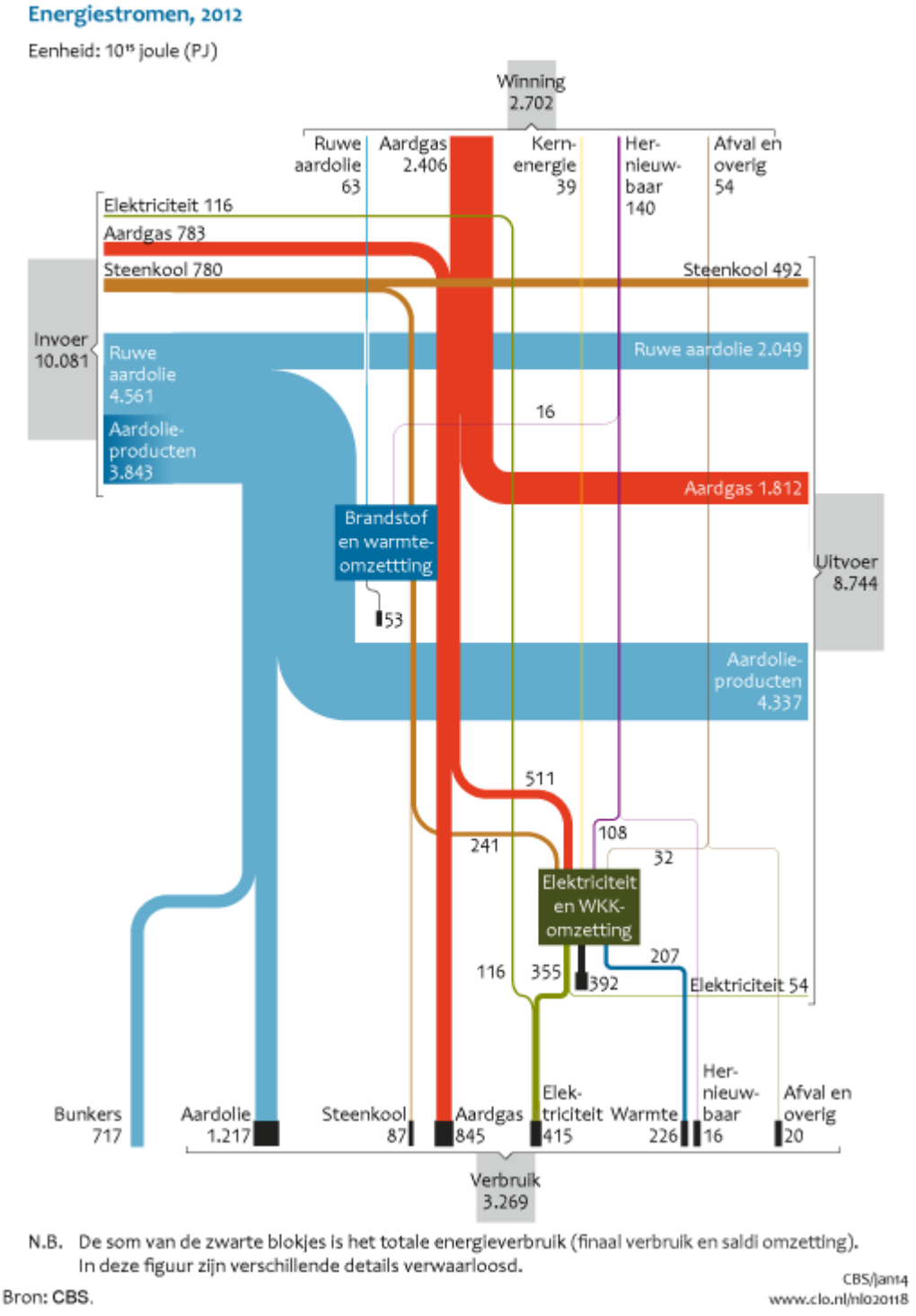
Het totale aandeel wind, bestaand en nieuw uit het NEA, komt op 10,5 GW (GW 4,5 op zee + 6 GW op land) gerealiseerd vermogen. Er wordt gerekend met een productietijd (= de tijd dat een windmolen daadwerkelijk stroom levert) van 36% op zee en 24% op land. Het totale Nederlandse elektriciteitsverbruik bedraagt: TWh 112,5/jaar (2012)

http://www.indexmundi.com/g/g.aspx?v=81&c=nl&l=en

De opbrengst van wind volgens het energieakkoord bedraagt:
(GW x uren/jr x pt = Gwh)
Op zee: 4,5 x 8.760 x 0,36 = 14.191 GWh
Op land: 6 x 8.760 x 0,24 = 12.614 GWh
Totaal: 26.805 GWh

Aandeel Nederlands elektriciteitsverbruik: 26.805 / 112.500 = 24%

Bekijken we het volgende stroomdiagram, dan zien we dat in 2012 het energiegebruik in Nederland 3.269 PJ bedroeg waarvan elektriciteit 415 PJ.



http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0201-Energiebalans-Nederland-(stroomdiagram).html?i=6-40

Aandeel elektriciteit in totale Nederlandse energiegebruik: 415/3.269 = 13%

Dus is de bijdrage van wind in de totale Nederlandse energievraag, binnen de 14% (16% in 2023) van het Energieakkoord: 0,13 x 0,24 = 3%. Grofweg kan dan gesteld worden dat de energierekening bij die doelstelling in het ongunstigste geval tot zeker € 370 per maand kan oplopen. In de praktijk zal het rond de € 250 per maand uitkomen door andere goedkopere toepassingen zoals biomassa.

Windenergie en landschap

Het oppervlaktebeslag door windmolens zal bij een effectief oppervlaktebeslag van 0,81 km^2/windmolen worden (700 nieuw + 1.882 bestaand) x 0,81 = 2.000 km^2. In de praktijk zal dit iets lager uitvallen door beperkingen aan de grootte van windmolens. Niettemin zal rekening gehouden moeten worden met 5% (het oppervlak van Nederland is 41.500km^2) oppervlaktebeslag. Dit lijkt weinig, maar de zichtcirkel van een molen van ca 200 meter hoog is [2 x (√(ooghoogte van 2 meter) + √(hoogte windmolen 200 meter))] 30 zeemijl x 1,8 = 54 km. Dit geeft dan een zichtoppervlak van 9.150 km^2. Door concentratie van windmolens in parken zal dit natuurlijk aanmerkelijk minder worden. De zichtcirkel van een windmolenpark als zoals Urk met 86 molens beslaat 5.000 km^2. Dit is $1/8^{ste}$ van het oppervlak van Nederland. Dus 9 van dergelijke windparken, mits gelijkelijk verdeeld over Nederland, betekent dat nergens een plek is waar geen windmolens zichtbaar zijn.

http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=70960ned&D1=0,4-9,12&D2=a&D3=a&HD=101220-1119&HDR=T&STB=G1,G2

http://www.vaarbewijzen.nl/peilen.html

Afhankelijkheid van energie-import

Het is een aantrekkelijke, en verdedigbare, gedachte om voor energie onafhankelijk te zijn van import uit vooral politiek instabiele gebieden.

Er wordt veel gezegd en geschreven over de successen van 'gidslanden' Denemarken, Duitsland en Spanje.

Ter illustratie volgt hieronder een vergelijking tussen Nederland en Denemarken.

Opgesteld vermogen Denemarken: 4.162 MW vermenigvuldigd met 8.760 (het aantal uren/jaar) = 36,8 TWh.

Vermenigvuldigd met de productiefactor van x 0,2 (zie overzicht) = 6,3 TWh.

http://www.its-nijmegen.nl/pdf/view_medewerkers.asp?id=281

De bovengenoemde stroomproductie is slechts een onderdeel van de totale energiebalans en -consumptie. Hoe onafhankelijk zijn Denemarken en Nederland van energie-import en hoe groot is de daadwerkelijke bijdrage van zon en wind hierin? Het onderstaande is ontleend aan de cijfers van het IEA voor 2011.

Miljoen ton olie-equivalent (Mtoe) en %	Denemarken (5,5 mln inwoners)	Nederland (16 mln inwoners)
Totale productie en import	***36,37 Mtoe***	***243,88 Mtoe***
Wind/zon	2,4%	0,2%
Bio/geothermie	7,1%	1,4%
Eigen gas/olie (kern)	48%	24,8%
Import	42,5%	73,6%
Totale consumptie	***14,1 Mtoe***	***59,63 Mtoe***
Wind/zon	0,07%	0,03%
Kolen/gas/warmte/stroom	49,2%	62,3%
Bio/geothermie	9,1%	1,4%
Olieproducten	41,6%	36,2%

http://www.iea.org/Sankey/index.html#?c=Denmark&s=Balance

http://www.iea.org/Sankey/index.html#?c=Netherlands&s=Balance

Het gebruik van deze interactieve stroomdiagrammen wordt in de bijlage uiteengezet. Om Nederland en Denemarken te kunnen vergelijken is gekozen voor dezelfde informatiebron die bovendien de beste reputatie heeft van betrouwbaarheid inzake deze complexe materie.

Er is, gegeven het bovenstaande en de geschatte kosten van het Energieakkoord, weinig reden voor optimisme over de beoogde onafhankelijkheid van import van (fossiele) brandstoffen. Het is bovendien niet aannemelijk dat een gezamenlijk Europees energiebeleid door de sterk uiteenlopende belangen van de lidstaten ooit van de grond zal komen. Hierbij draagt de Russische geopolitiek evenmin toe bij vanwege de voorgenomen aanleg van de South Stream gaspijplijn:

http://fd.nl/economie-politiek/332726-1405/gazprom-voert-koude-oorlog-over-gasmarkt

Voor biomassa is het de vraag of de vereiste hoeveelheden biomassa verantwoord binnen Nederland geproduceerd kunnen worden. Vooralsnog vindt import plaats. De kosten hiervan zullen stijgen doordat Duitsland massaal biomassa gebruikt.

http://www.groenerekenkamer.nl/2617/hoe-het-stoken-van-biomassa-uitgegroeid-tot-de-grootste-milieuvervuiler/

Voor zon gelden soortgelijke overwegingen. Het plan voor zonnecentrales in de Sahara, zal Europa afhankelijk maken van het Noord Afrikaanse politiek instabiel gebied. Inmiddels is het bedrijf Desertec flink in de problemen gekomen.

http://www.bbc.com/news/science-environment-20357167

Gezien de hoge kosten nemen in Duitsland de twijfels toe. Dit bleek onlangs door de uitspraken van Sigmar Gabriel, de Duitse vice–kanselier, minister van economische zaken en energie, en leider van de Duitse socialisten.

http://wattsupwiththat.com/2014/04/27/germanys-co2-and-energy-policy-about-to-falter/

In Spanje zijn al concrete stappen genomen in de richting van volledige stopzetting van subsidieverstrekking.

http://www.thegwpf.org/spain-kills-renewables-subsidies-plants-cuts-existing/

Alom komt een ongunstige verhouding naar voren tussen kosten en prestaties van hernieuwbare energie. Dit valt mede te verklaren door fysische beperkingen van hernieuwbare energiebronnen. Hieronder komen de belangrijkste aan bod.

Beperkingen van de hernieuwbare energiebronnen wind en zon

Hieronder worden enige oorzaken belicht die de prestaties van wind en -zonenergie verklaren.

Vermogensdichtheid

De belangrijkste beperking vormt vermogensdichtheid. Vermogensdichtheid is een maat voor de hoeveel vermogen in Watt per eenheid zoals kilogram, liter, m^3 of iets dergelijks. Om onderlinge vergelijking mogelijk te maken is hieronder een overzicht van aantal Watt/m^2.

Brandstofbron	Dichtheid (W/m2 laag)	Dichtheid (W/m2 hoog)
Aardgas	200	2000
Kolen	100	1000
Zon PV	5	11,4
Wind	2	3
Biomassa	0,32	0,5
Kern	10.000	16.000

Het gaat dan om het oppervlak van een centrale, het effectief benodigde oppervlak van een windturbine of het oppervlak van een zonnepaneel of teeltgrond.

Wet van Betz

Wet van Betz stelt dat maximaal 59,3% van de windenergie geoogst kan worden. Deze *"prestatiecoëfficiënt"* C_p (= $\frac{E_{max}}{E}$) heeft een maximale waarde van $C_{p.max} = \frac{16}{27} = 0{,}593$.

Verliezen door een rotor vormen de belangrijkste energieverliezen in, bijvoorbeeld, een windmolen. Het is belangrijk om deze dan ook zo klein mogelijk te maken. Moderne rotors hebben een C_p-waarde van ongeveer 0,4 tot 0,5, ofwel 70 tot 80% van wat theoretisch mogelijk is. Dit betekent dat windenergie vrijwel uitontwikkeld is.

http://nl.wikipedia.org/wiki/Wet_van_Betz

Derdemachtregel en rendement zonnecel

De volgende kostenverhogende factor voor wind is de derdemachtregel die stelt dat de geleverde energie van een windturbine 1/8^e bedraagt bij halvering van de windsnelheid.

http://www.wind-energie-halkema.org/een.html

Een kostenverhogende factor voor zon is het rendement van een zonnecel in de huidige generatie zonnepanelen. Een grote beperking is namelijk dat deze cellen presteren bij slechts één kleur licht waardoor het rendement ten hoogste 18% bedraagt. Hoe snel dit substantieel zal verbeteren is ongewis. Een citaat: "En wie weet blijkt het allemaal minder efficiënt dan gehoopt. Hoe dan ook levert dit spin-off in de vorm van fundamentele kennis, die op allerlei gebieden van pas kan komen. Maar ladingsvermenigvuldiging in commerciële zonnecellen? Een doorbraak kan over een tiental jaren komen, maar het ook veel langer duren."

http://www.kennislink.nl/publicaties/lichtkloverij

Grilligheid van het weer

Een belangrijke kostenverhogende factor is de grilligheid van het weer zoals windstilte, storm, bewolking, sneeuwval en nacht. Deze grillen van het weer resulteren erin dat zonnepanelen op deze breedte ongeveer 12% van de tijd leveringszekerheid hebben (Energiewende 2012 hieronder: 11%), dus voldoende elektriciteit leveren; in de winter echter vrijwel 0. Zie voor grafieken op maand-, week- en dagniveau onderstaand rapport.

http://www.ise.fraunhofer.de/en/downloads-englisch/pdf-files-englisch/news/electricity-production-from-solar-and-wind-in-germany-in-2012.pdf

Voor wind op land is gangbaar rekening te houden met ten hoogste 24% en op zee 32% van de tijd. Het komt regelmatig voor dat Europabrede

hogedrukgebieden in de zomer of de winter voor dagenlange windstilte zorgen. Dan biedt ook een smart-grid geen uitkomst.

Bovendien is de slijtage zo hoog dat windmolens maximaal na 15 jaar technisch zijn afgeschreven.

http://www.ref.org.uk/press-releases/281-wearnandntearnhitsnwindnfarmnoutputnandneconomicnlifetime

De grilligheden van het weer nopen tot een back-up van fossiel gestookte centrales en zelfs uitbreiding ervan in Duitsland, nu kernenergie daar wordt afgebouwd. Er is gegronde reden om aan te nemen dat de brandsof- en CO_2-besparing hierdoor zeer beperkt blijft. Een oorzaak hiervan is het op- en afregelen van back-up centrales met inefficiënte verbranding als gevolg. Tevens leidt het in Duitsland sluiten van kerncentrales, die immers CO_2-vrij produceren, tot extra verbranding van fossiele brandstof, met name steenkolen.

http://kirbymtn.blogspot.nl/2008/02/uk-fossil-fuel-use-for-electricity-2002.html

http://www.clepair.net/Udo-okt-e.html

Motieven voor het Nederlandse energie- en klimaatbeleid

Naast energieonafhankelijkheid en het milieu als motieven voor het huidige energie- en klimaatbeleid zijn daar ook de AGW-hypothese (Anthropogenic Global Warming; door de mens veroorzaakte opwarming) en het opraken van fossiele brandstoffen.

De Anthropogenic Global Warming-hypothese, namelijk dat menselijke CO_2-emissie de enige en significante factor is van de opwarming sinds 1850, is door de stagnatie van de temperatuur sinds 1998 weerlegd. Ook dat de opwarming na 1850 uniek is in de geschiedenis, is door onderzoek naar klimaat in het verre verleden aan de hand van o.a. ijskernen en door gedocumenteerde informatie sinds de Romeinse Opwarming weerlegd.

Verreweg de meeste wetenschappers en ook sceptici zijn het erover eens dat CO_2 enig effect heeft, maar grootte ervan en het mechanisme erachter is nog slecht bekend.

http://www.aitse.org/global-warming-anthropogenic-or-not/

http://joannenova.com.au/2012/10/man-made-global-warming-disproved/

Voorraden brandstof

Er bestaan vele publicaties over de wereldvoorraden kern- en fossiele brandstof. Zie o.a.:

http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=5&pid=57&aid=6&cid=r5,&syid=2009&eyid=2013&unit=BB

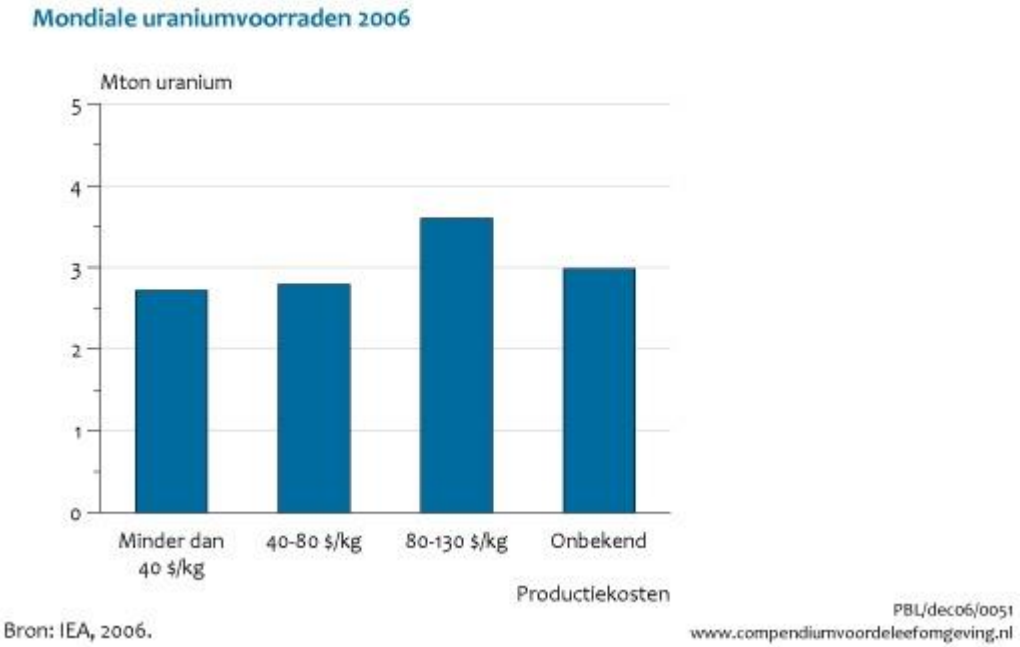
Onderstaand overzicht van de wereldvoorraden fossiele brandstoffen is afkomstig van het PBL.



Hoewel deze situatie voor olie nijpend lijkt, komen door innovatie en de vondst van nieuwe vormen zoals schaliegas, schalie-olie en abiotische olie, nieuwe energiebronnen beschikbaar. Gas en steenkool zijn nog ruim voldoende aanwezig, zeker als schaliegas wordt meegerekend en ook de opkomende winningtechniek van gas door verbranding van steenkool in diepere aardlagen.

Zie verder http://www.iea.org/statistics/

Het is al vele jaren stil rond kernenergie. Met name exploratie van uranium staat nog steeds op een laag pitje. Hierdoor worden de voorraden vrij laag geschat, doorgaans goed voor ca. 60-80 jaar. Echter, er mag redelijkerwijs verwacht worden dat bij hervatte exploratie dit al spoedig zal leiden tot een verdubbeling naar ongeveer 170 jaar.



De bouw van kerncentrales is zeer kapitaalintensief, mede vanwege de hoge veiligheidseisen, waardoor elke $ 100/kg extra een effect heeft van €ct 0,13/kWh. Dit maakt winning uit zeewater tegen naar schatting $ 500/kg tot een aantrekkelijk alternatief omdat de wereldvoorraden dan bijna oneindig worden.

Bron: Onbeperkt Klimaatneutrale stroom van A. de Goederen

Een dergelijke overweging geldt voor thorium dat als nieuwe kernbrandstof aan belangstelling begint te winnen. China heeft zijn ontwikkeling- en bouwplan onlangs 15 jaar naar voren gehaald.

Uranium en thorium zijn beide CO_2-vrij bij verbranding. Thorium heeft verder het voordeel dat er aanmerkelijk minder afval wordt geproduceerd en dat het ongeschikt is voor kernwapens. Ook het radioactieve afval dat bij energieopwekking uit uranium ontstaat en kan worden opgewerkt zoals in La Haye in Frankrijk plaatsvindt, is ongeschikt voor kernwapens vanwege de samenstelling.

Bron: Onbeperkt Klimaatneutrale stroom van A. de Goederen

Conclusies

1. De kosten van het Nationale Energieakkoord kunnen per maand oplopen tot € 250/maand (in het slechtste scenario tegen de € 400) rond 2023 voor een gemiddeld huishouden
2. De bijdrage van windenergie zal na uitvoering van het NEA uitkomen op 3% van het energiegebruik

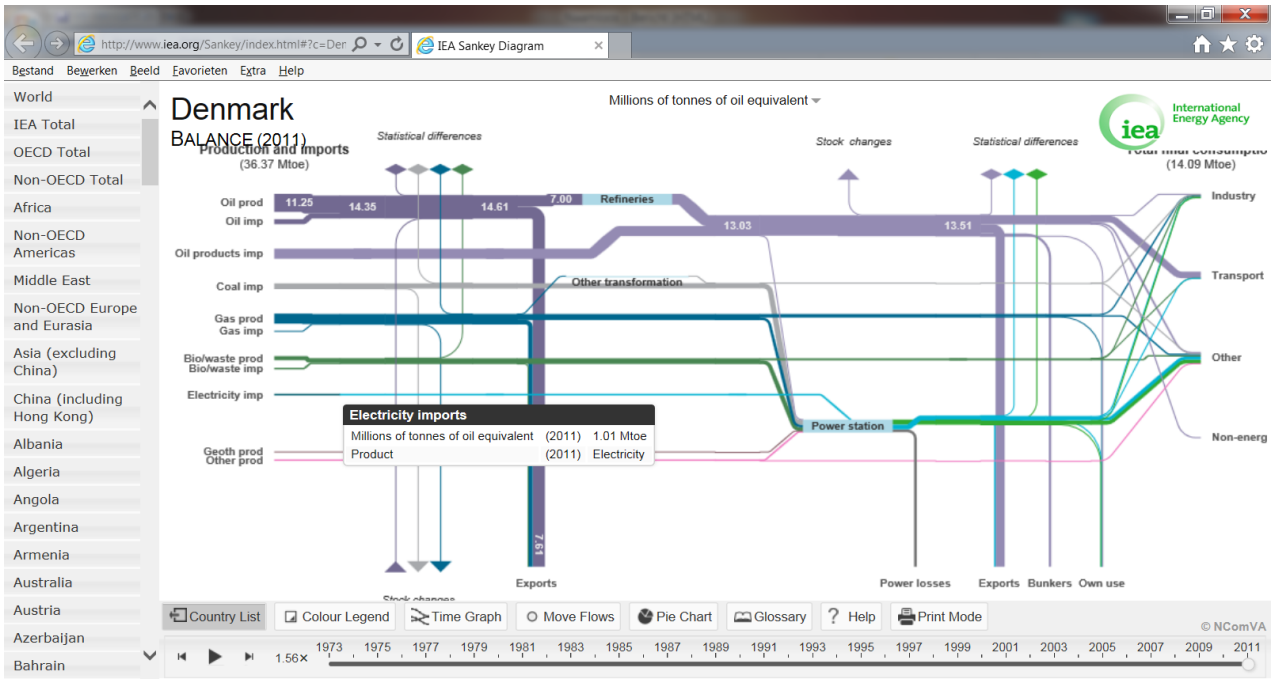
3. De bijdrage van windenergie aan onafhankelijkheid van energie-import is in 2011 voor Denemarken 2,4% en voor Nederland 0,2%. De bijdrage aan de consumptie bedraagt in 2011 0,07% respectievelijk 0,03%
4. Er is geen grond voor (de urgentie van) het huidige Nederlandse energie- en klimaatbeleid, mede doordat er nog volop andere energiebronnen beschikbaar zijn.
5. Er is geen aanleiding te veronderstellen dat wind en zon een rol van betekenis kunnen spelen in het totale energiegebruik,
6. Het streven naar een koolstofarme economie botst met het economische belang van takken van industrie die sterk afhankelijk zijn van olie en gas zoals met name de petrochemische industrie,
7. Hernieuwbaar is niet hetzelfde als duurzaam. De nadruk op ecologie bij het energiebeleid bedreigt de welvaart door bijvoorbeeld energiearmoede, en sociale ontwikkeling door uitgaven die beter aan medische zorg, toegang tot betaalbare energie e.d. in ontwikkelingslanden besteed kunnen worden.
8. Hernieuwbare energie voldoet door inherente tekortkomingen niet aan de basiseisen voor betaalbare, betrouwbare en algemeen beschikbare energie.

Bijlage

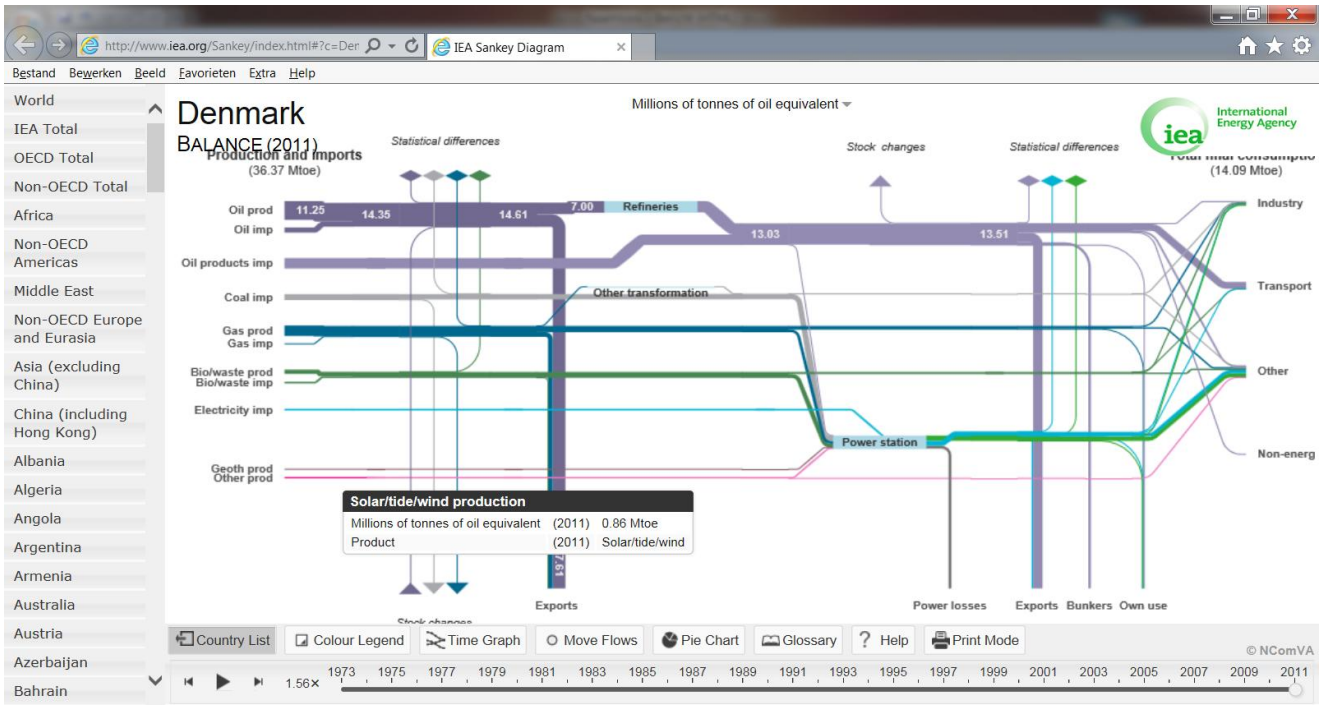
Uitleg stroomdiagram

Openen: http://www.iea.org/Sankey/index.html#?c=Denmark&s=Balance

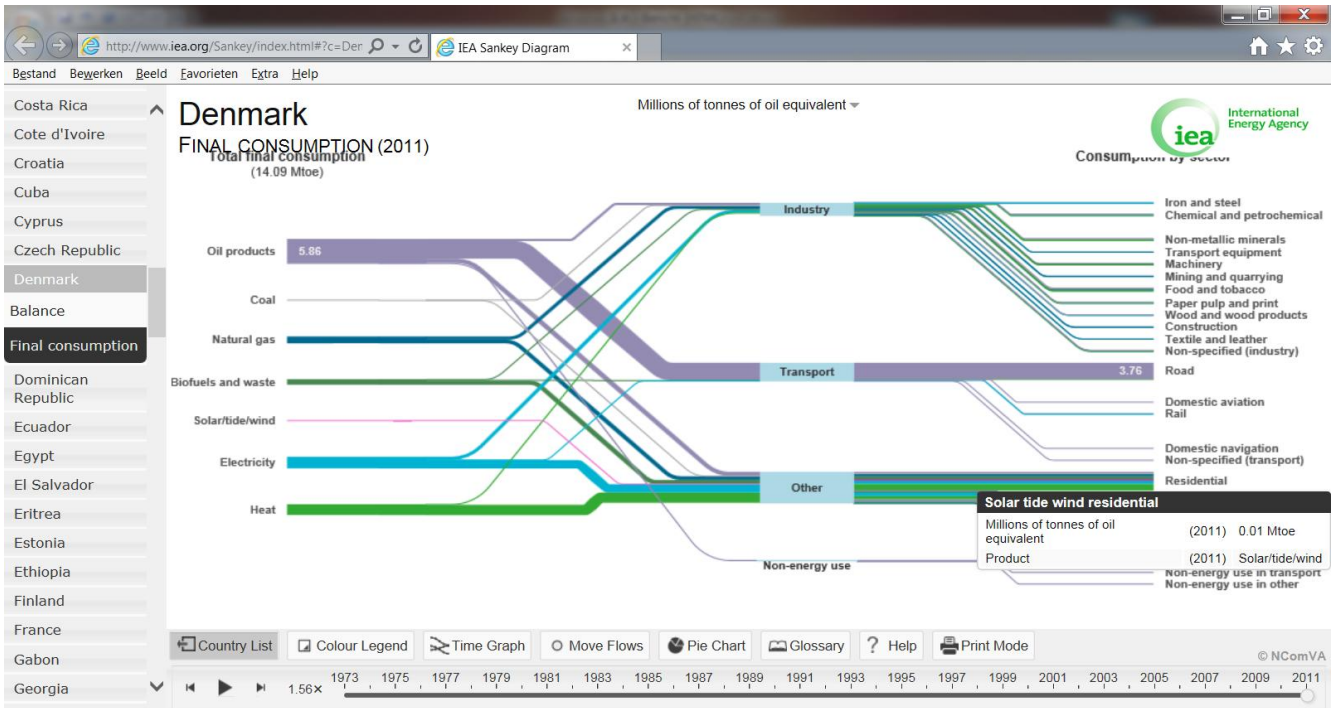
Ga vervolgens met de cursor op de lijn rechts naast Electricity imp staan, dan verschijnt het blokje eronder (1,01 Mtoe). Stel dat dit 100% wind is, dan wordt de totale production and imports verminderd met deze 1,01 Mtoe 35,36 Mtoe (zie 36,37 links boven).



Doe hetzelfde bij Other prod, dan verschijnt 0,86 Mtoe; delen door 35,36 geeft 2,4%



Final consumption.



Zie paarse lijntje links op de afbeelding en verder volgend links van Residential = 0,01 Mtoe. Delen door 14,09 Mtoe = 0,07%

Voor Nederland gelden dezelfde handelingen. Nederland kan in de landenlijst geheel links geselecteerd worden.