

Bijlage MER

Gezondheid en windturbines

Pondera

v1.0 | Definitief

13-6-2023



Samenvatting

In deze bijlage zijn de onderzoeken naar de gezondheidseffecten van windturbines beschreven. De beschouwde onderzoeken zijn door ons op betrouwbaarheid geëvalueerd. Naast wetenschappelijk betrouwbare onderzoeken behandelen we ook enkele veel gebruikte minder wetenschappelijk betrouwbare bronnen. Dit omdat dergelijke bronnen vaak worden aangehaald en in diverse gesprekken over en zienswijzen op plannen voor windenergie naar voren worden gebracht.

Conclusies relatie windturbinegeluid en gezondheid uit wetenschappelijk betrouwbare bronnen

Wetenschappelijke studies: geen significante relatie gezondheid en windturbinegeluid

Zoals uit Tabel 1 is af te leiden laten de beschouwde wetenschappelijke studies zien dat er geen significante relatie is gevonden tussen gezondheidseffecten en windturbinegeluid. Wel kunnen windturbines hinder (geluid, zicht, gevoel van onrechtvaardigheid) veroorzaken. Er is bewezen dat slaapverstoring eerder verband houdt met hinder dan met windturbinegeluid boven een bepaald geluidniveau. Uit wetenschappelijk onderzoek blijkt dat er een verband bestaat tussen de totale hinder en gezondheidsklachten, maar er kunnen nog geen conclusies worden getrokken over de richting van dit verband: hebben mensen die ernstig worden gehinderd door windturbinegeluid meer gezondheidsklachten of worden mensen met gezondheidsklachten meer gehinderd door windturbinegeluid?

Eventuele gezondheidseffecten houden eerder verband met ervaren hinder dan met windturbinegeluid boven een bepaald niveau

In diverse onderzoeken is gevonden dat slaapverstoring en andere gezondheidseffecten van omwonenden van windparken gerelateerd kunnen zijn aan hinder, in plaats van directe blootstelling aan geluid van een windturbine. De gezondheidsklachten houden voornamelijk verband met een scala aan niet-akoestische factoren en minder met het feitelijke blootstellingsniveau. De mate van hinder kan worden beperkt door in planvorming rekening te houden met gezondheidsaspecten door de optimalisering van locaties waar windturbines worden geplaatst en het doorvoeren van technische innovaties zoals het toepassen van een andere bladvorm en het aanbrengen van structuren op de rotorbladen die het geluid verminderen. Voor sommige maatregelen is onvoldoende informatie beschikbaar om een goede inschatting van de gezondheidseffecten te kunnen bepalen. Het RIVM en de GGD's hebben een 'Expertisepunt Windenergie en Gezondheid' opgericht. Het expertise centrum verzamelt kennis en houdt deze bij in een databank. Het expertisecentrum adviseert het ministerie.

Geen verband tussen laagfrequent geluid (LFH) en gezondheidseffecten. LFG leidt ook niet tot extra hinder

Uit de literatuur blijkt niet dat het laagfrequent deel van het windturbinegeluid (lage tonen) tot extra hinder leidt. Verder is er geen direct bewijs voor een verband tussen laagfrequent geluid van windturbines en gezondheidseffecten.

Conclusies relatie windturbinegeluid en gezondheid uit niet wetenschappelijke betrouwbare bronnen

Vaak aangehaalde niet wetenschappelijke bronnen zeggen dat windturbinegeluid de gezondheid schaadt

In Tabel 1 is de in de beschouwde onderzoeken gevonden of veronderstelde relatie tussen gezondheidsaspecten en windturbinegeluid samengevat. De nummers van de onderzoeken en publicaties komen overeen met de paragraafnummers / kadernummers waarin de betreffende onderzoeken later in het document zijn beschreven. Vier van de vijf bronnen die wij als niet wetenschappelijk beschouwen stellen dat windturbine geluid gezondheidseffecten veroorzaakt. Eén bron is iets minder stellig.

Tabel 1 Gevonden en veronderstelde relatie tussen gezondheid en windturbinegeluid

Beschreven gezondheidsaspect	Wetenschappelijke bronnen										Niet wetenschappelijke bronnen				
	Bronnen										Bronnen				
	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.10	K2.1	K2.2	K2.3	K2.5	K2.6
Hart- en vaatziekten				GR	GR										
Hoge bloeddruk		GR		GR	GR										
Cognitieve stoornissen					GR										
Gehoorproblemen					GR										
Ongunstige zwangerschap uitkomsten				GR	GR										
Slaapstoornissen		GR		GR	GR	GR	GR			GR					
Windturbinesyndroom door LFG	GR									GR	R				R
Gezondheidseffecten door LFG			GR	GR						GR				R	
Hart- en vaatziekten door LFG										GR			R		R
Migraine		GR													
Diabetes		GR													
Gezondheidseffecten	GR		GR		GR	GR	GR			GR		MR			
Gezondheidseffecten door hinder					MR	MR		MR	MR						

GR= Geen significante Relatie aangetoond

MR= Mogelijk Relatie

R= Er is een Relatie

Paragraaf / Kader

- 2.1. Wind Turbine Health Impact Study: Report of Independent Expert Panel, Massachusetts (2012)
- 2.2. Exposure to wind turbine noise: Perceptual responses and reported health effects, Health Canada (2016)
- 2.3. NHMRC Statement and information paper: Evidence on Wind Farms and Human Health (2015)
- 2.4. A nationwide cohort study, Denmark (2018)
- 2.5. Environmental Noise Guidelines: for the European Region, World Health Organization (2018)
- 2.6. RIVM & GGD Windturbines: invloed op de beleving en gezondheid van omwonenden, (2013/ 2018)

- 2.7. RIVM Health effects related to wind turbine sound: an update (2020)
 - 2.8. RIVM Effecten van nieuwe energiebronnen op gezondheid en veiligheid in Nederland (2021)
 - 2.9. Advies expertgroep gezondheidseffecten windturbines (2022)
 - 2.10. EHP (Environmental Health Prospectives): The Health Effects of 72 Hours of Simulated Wind Turbine Infrasound: A Double-Blind Randomized Crossover Study in Noise-Sensitive, Healthy Adults (2023)
- Kader 2.1 Pierpont, Wind Turbine Syndrome – A Report on a Natural Experiment (2009)
- Kader 2.2 Artikel S. van Manen, Medisch Contact, Windmolens maken wel degelijk ziek (2018)
- Kader 2.3 M. Alves-Pereira Public health and noise exposure: the importance of low frequency noise
- Kader 2.5 Artikel J. de Laat, Nederlands Tijdschrift voor Gezondheid (2021)
- Kader 2.6 Rapport DEI Voorkom het windturbine syndroom (2020)

Conclusies overige effecten windturbines

Op grond van de normen die gehanteerd worden voor windturbinegeluid wordt al een zodanige afstand tussen windturbines en bebouwing aangehouden dat er geen sprake is van elektromagnetische hinder van de windturbines. Uit onderzoek blijkt dat de invloed van trillingen bij het in gebruik zijn van de windturbines binnen een afstand van circa 15 tot 20 meter uit de windturbine nog enige invloed kan hebben, daarbuiten is deze invloed verwaarloosbaar.

Windturbines hebben een effect op de verspreiding van fijnstof die al in de lucht aanwezig is. De verspreiding van fijnstofuitstoot door verkeer heeft vanwege de grote horizontale afstand tussen ontvangers en windturbines echter geen significant negatief effect. De mate van verspreiding van industriële uitlaatgassen neemt toe als de afstand tussen een emissiebron en de windturbines kleiner is. De verspreiding neemt ook toe als de schoorsteen hoger is dan de as van de windturbine. Uit een onderzoek bij Tata Steel bleek dat bij een afstand van meer dan 1,5 kilometer vanaf de windturbines geen significante effecten waarneembaar zijn.

Als gevolg van erosie zal jaarlijks een minimale deel van de bovenste laag van windturbinebladen eroderen. Daarbij kunnen microplastics vrijkomen die onder ander de weekmaker Bisphenol-A (BPA) kunnen bevatten. BPA wordt namelijk bij de bereiding van epoxyhars gebruikt dat wederom een bestanddeel is van windturbinebladen. In 2015 is BPA door de Europese Voedselveiligheidsorganisatie (EFSA) aangemerkt als ongevaarlijk voor de volksgezondheid en bruikbaar voor direct contact met voedsel. De geschatte bijdrage van windturbines op land aan de totale landelijke emissie van microplastics is echter verwaarloosbaar klein vergeleken met de bijdrage van autobanden, verpakkingen en landbouwplastic.

1. Inleiding

Wanneer windturbines in bewoonde gebieden worden geplaatst, kunnen omwonenden hinder ondervinden van de effecten van windturbines, bijvoorbeeld als gevolg van zicht, slagschaduw of geluid. Voor zicht zijn geen normen gesteld. Wel wordt zicht als mogelijke aspect van hinder als onderdeel van een goede ruimtelijke onderbouwing getoetst aan onder andere landschappelijke uitgangspunten. Ten aanzien van effecten geluid- en slagschaduw zijn normen gesteld om deze effecten tot een aanvaardbaar niveau te beperken. Deze normen zijn vergelijkbaar met normen die zijn gesteld voor andere activiteiten zoals wegverkeer en industrie. De vraag wordt gesteld of de effecten van windturbines ook invloed op de menselijke gezondheid kunnen hebben.

Het eerste deel van deze bijlage presenteert de actuele status van wetenschappelijke inzichten ten aanzien van de relatie tussen windturbines en gezondheid. Omdat de discussie en de wetenschappelijke literatuur over dit onderwerp zich voornamelijk buigt over de effecten van windturbinegeluid en gezondheid, zal windturbinegeluid centraal staan in dit deel van de bijlage. In hoofdstuk drie richten we ons op de overige thema's die aan de orde komen in het gesprek over windturbines en gezondheid.

Evaluatie betrouwbaarheid bronnen

Om inzicht te krijgen in de stand van de kennis is het belangrijk om vast te stellen welke bronnen betrouwbare informatie bieden. De kwaliteit van gebruikte bronnen moet worden geëvalueerd om de zeggingskracht van de informatie te kunnen waarderen. Daarbij is gebruik gemaakt van de richtlijnen van de Universiteit Utrecht over het evalueren van bronnen¹. Wetenschappelijke bronnen zijn te prefereren aangezien hier controle voor- en achteraf plaatsvindt. Daarnaast zijn er niet wetenschappelijke bronnen waarbij de kwaliteit van de informatie beoordeeld kan worden door bijvoorbeeld te beschouwen wie de auteur(s) is/zijn, het doel of intentie van de bron (indien bekend) of het niveau van de bronnen (zoals de gehanteerde/gebruikte verwijzingen).

2. Stand van zaken (wetenschappelijke) studies windturbines en gezondheid

De eerste moderne windturbines zijn in de jaren '70 van de vorige eeuw ontwikkeld en gerealiseerd. Er zijn in de loop van de jaren diverse studies naar gezondheidseffecten van windturbines uitgevoerd. De informatie in deze bijlage is gebaseerd op met name informatie volgend uit (inter)nationale gezondheidsinstellingen en universiteiten. Voornamelijk worden er wetenschappelijke metastudies behandeld waarin een analyse is gemaakt van een groot aantal uitgevoerde onderzoeken. Daarnaast behandelen wij in deze bijlage regelmatig aangehaalde berichtgevingen in de maatschappelijke discussie rond windturbines en gezondheid. Deze informatiebronnen hebben wij in kaders opgenomen.

Deze paragraaf beschrijft de onderstaande de belangrijkste wetenschappelijk studies en adviezen:

1. Wind Turbine Health Impact Study: Report of Independent Expert Panel, Massachusetts (2012)
2. Exposure to wind turbine noise: Perceptual responses and reported health effects, Health Canada (2016)

¹ <https://libguides.library.uu.nl/bronnen-evalueren/algemeen#s-lg-box-wrapper-16941472>

3. NHMRC Statement and information paper: Evidence on Wind Farms and Human Health (2015)
4. A nationwide cohort study, Denmark (2018)
5. Environmental Noise Guidelines: for the European Region, World Health Organization (2018)
6. RIVM & GGD Windturbines: invloed op de beleving en gezondheid van omwonenden, (2013/ 2018)
7. RIVM Health effects related to wind turbine sound: an update (2020)
8. RIVM Effecten van nieuwe energiebronnen op gezondheid en veiligheid in Nederland (2021)
9. Advies expertgroep gezondheidseffecten windturbines (2022)
10. EHP (Environmental Health Prospectives): The Health Effects of 72 Hours of Simulated Wind Turbine Infrasound: A Double-Blind Randomized Crossover Study in Noise-Sensitive, Healthy Adults (2023)

Verder zijn in deze paragraaf enkele kaders opgenomen waarin berichtgevingen en publicaties zijn opgenomen die in de maatschappelijke discussie regelmatig worden aangehaald, te weten:

- Kader 2.1 Pierpont, Wind Turbine Syndrome – A Report on a Natural Experiment (2009)
Kader 2.2 Artikel S. van Manen, Medisch Contact, Windmolens maken wel degelijk ziek (2018)
Kader 2.3 M. Alves-Pereira Public health and noise exposure: the importance of low frequency noise
Kader 2.5 Artikel J. de Laat, Nederlands Tijdschrift voor Gezondheid (2021)
Kader 2.6 Rapport DEI Voorkom het windturbine syndroom (2020)

2.1 Wind Turbine Health Impact Study: Report of Independent Expert Panel, Massachusetts (2012)²

Om meer overzicht te creëren in de wetenschappelijke literatuur over de gezondheidseffecten door windturbines, heeft een panel van zeven onafhankelijke deskundigen een studie van wetenschappelijke literatuur ondernomen. Het panel gebruikte onder andere peer reviewed literatuur van vier studies om de gedocumenteerde of potentiële gezondheidseffecten en risico's van windturbines te identificeren. De kwaliteit van de informatiebron is hoog op grond van de relevante expertise van de deskundigen en het gebruik van wetenschappelijke informatie gepubliceerd in wetenschappelijke tijdschriften.

Uit dit onderzoek komt naar voren dat een deel van de omwonenden het geluid door windturbines als hinderlijk ervaart. Ook het veranderde uitzicht en het waarnemen van de beweging van de rotorbladen wordt als hinderlijke aspect benoemd. Onderzoek laat ook zien dat mensen die de windturbines vanuit hun woning kunnen zien, bij vergelijkbare geluidsniveaus, eerder hinder rapporteren dan mensen die geen windturbines vanuit huis zien. Wanneer omwonenden economisch voordeel hebben van een windturbine rapporteren ze vrijwel geen hinder. De mate van ervaren hinder is een combinatie van de feitelijke geluidbelasting, zichtbaarheid van windturbine(s) vanuit de woning en of er sprake is van economisch gewin.

Wanneer iemand hinder ondervindt, dan betekent dit nog niet dat er een effect is op de gezondheid van die persoon. In de studie worden de volgende conclusies ten aanzien van gezondheidseffecten getrokken:

- Er is geen bewijs dat windturbinegeluid directe gezondheidsproblemen of ziektes veroorzaakt;
- Of hinder van windturbines kan leiden tot slaapproblemen of stress is niet voldoende onderzocht;

² Ellenbogen, Jeffrey M., et al. "Wind turbine health impact study: report of independent expert panel." Prepared for Massachusetts Department of Environmental Protection and Massachusetts Department of Public Health (2012): 340p.

- Er is geen bewijs voor gezondheidseffecten door blootstelling aan windturbines dat aanwijzingen biedt voor het gestelde 'windturbinesyndroom' (dit wordt verder uitgelegd in Kader 2.1).

Kader 2.1 'Windturbinesyndroom' N. Pierpont³

Regelmatig wordt de publicatie van de Amerikaanse arts N. Pierpont geciteerd over het 'windturbinesyndroom'. Deze ziekte zou veroorzaakt worden door laagfrequent geluid. De conclusies worden niet gedeeld door andere studies die de invloed van windturbines op gezondheid bestudeerden. De arts heeft een eigen onderzoek uitgevoerd dat breed is bekritiseerd als wetenschappelijk zwak op basis van de volgende punten:

- De steekproef is te klein om een statistisch effect te vinden (38 personen uit 10 families op verschillende afstanden van windturbines, te weten 300 tot 1.500 meter);
- De studie bevatte geen controlegroep, waardoor geen validatie van de relatie plaatsvond;
- De studie is niet gebaseerd op metingen maar op telefonische interviews. Ze interviewde 23 mensen en van hen verzamelde ze ook de symptomen van de overige 15 personen. De symptomen waren door de proefpersonen zelf gerapporteerd zonder tussenkomst van een medisch specialist;
- Er is geen onderzoek gedaan naar de gezondheidshistorie van de proefpersonen. Een aantal proefpersonen zou al gezondheidsproblemen hebben voor de bouw van de windturbines;
- Het artikel is enkel peer reviewed door kennissen van Pierpont. Geen van de peer reviewers heeft een achtergrond in akoestiek, epidemiologie of geneeskunde.

Evaluatie wetenschappelijke betrouwbaarheid: De kwaliteit van het betreffende onderzoek is laag gezien voorgaande.

2.2 Exposure to wind turbine noise: Perceptual responses and reported health effects, Health Canada (2016)⁴

De federale gezondheidsinstantie van Canada, Health Canada, heeft een uitgebreid onderzoek gedaan naar de gezondheidseffecten van windturbines. In dit onderzoek zijn meer dan 1.000 personen betrokken. Het onderzoek bestond uit lichamelijk onderzoek en het beoordelen van ingevulde vragenlijsten.

De kwaliteit van de informatie is hoog aangezien de uitvoering plaats heeft gevonden door deskundigen met relevante expertise en de resultaten zijn gepubliceerd in wetenschappelijke tijdschriften en daarom peer reviewed. De onderzoeken zijn uitgevoerd onder supervisie van een begeleidingscommissie bestaande uit inhoudelijk deskundigen.

³ Bronnen: Pierpont, N. (2009), Wind Turbine Syndrome – A Report on a Natural Experiment. Santa Fe. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3179699/>, <https://www.theaustralian.com.au/business/business-spectator/the-junk-science-of-wind-turbine-syndrome/news-story/bc83f0bd362b8e36c82e99fd60de9152>; <https://abcnews.go.com/Health/wind-turbine-syndrome-blamed-mysterious-symptoms-cape-cod/story?id=20591168>; <http://www.nwea.nl/over-windenergie/factsheets-land/factsheet-windturbines-en-gezondheid>.

⁴ Michaud, David S., et al. "Exposure to wind turbine noise: Perceptual responses and reported health effects." *The Journal of the Acoustical Society of America* 139.3 (2016): 1443-1454.

Uit het onderzoek komt naar voren dat geluid van windturbines geen directe negatieve effecten heeft op de gezondheid van omwonenden. Er zijn geen meetbare effecten op (chronische) ziekten, stress en slaap, zo luidt de conclusie. Vanaf 2012 zijn 1.238 volwassenen, woonachtig op verschillende woonafstanden van windturbines gevolgd. Voor het onderzoek zijn deze mensen meerdere keren lichamelijk onderzocht op bloeddruk, hartritme, slaap en stresshormonen. Ook moesten zij enquêtes invullen bestaande uit vragen over sociaal-demografische situaties, geluid en hinder, gezondheidseffecten, levensstijl en bestaande chronische ziektes. Tevens is tijdens het onderzoek 4.000 uur aan windenergiegeluid opgenomen om te kijken of er bij een hoger geluidniveau ook meer klachten zijn. Er zijn geen directe verbanden gevonden tussen blootstelling aan windturbinegeluid en klachten als migraine, diabetes, hoge bloeddruk en slapeloosheid. "While some people reported some of the health conditions above, their existence was not found to change in relation to exposure to wind turbine noise," aldus Health Canada. Wel ervaren omwonenden meer hinder van de luchtvaartlichten op de gondels en slagschaduw wanneer het geluidniveau hoger is.

Kader 2.2 Artikel S. van Manen, Medisch Contact (2018)⁵

In 2018 heeft huisarts S. van Manen een artikel gepubliceerd in het opinieblad Medisch Contact. Er wordt, op basis van een van haar bronnen, genoemd dat een substantieel deel van omwonenden van windturbines wereldwijd identieke gezondheidsklachten rapporteert. Haar aangehaalde bron van Health Canada uit 2016 (zie artikel hierboven) concludeert echter dat er op basis van een steekproef van 1.238 omwonenden van windparken geen relatie is tussen blootstelling aan windturbine geluid tot 46 dB(A) en de gerapporteerde gezondheidsklachten. Tot slot concludeert van Manen dat er geen bewijs is dat windturbines directe gezondheidsproblemen of ziektes veroorzaken en stelt dat er meer onderzoek nodig is.

Evaluatie wetenschappelijke betrouwbaarheid: een publicatie in een opinieweekblad heeft geen wetenschappelijke status.

2.3 NHMRC Statement and information paper: Evidence on Wind Farms and Human Health (2015)⁶

De Australische gezondheidsautoriteit heeft een overzicht voor geïnteresseerden en beleidsmakers opgesteld over de kennis over gezondheidseffecten van windturbines. Er is een toelichting opgesteld vergezeld van een informatiedocument (information paper). De kwaliteit van de informatie is hoog. NHMRC heeft de informatie opgesteld op basis van een systematische review door het Adelaide Health Technology Assessment (AHTA) onderdeel van de universiteit van Adelaide. Een peer review heeft plaatsgevonden door een onafhankelijke expertcommissie en gezondheidscentrum (NCCEH) uit Canada.

Deze verklaring is op basis van een literatuurstudie opgesteld door de 'National Health and Medical Research Council' (NHMRC) van de Australische nationale overheid. In deze verklaring wordt gesteld dat er geen direct bewijs is dat windturbines nadelige gezondheidseffecten kunnen veroorzaken. De volgende conclusies worden getrokken:

⁵ <https://www.medischcontact.nl/nieuws/laatste-nieuws/artikel/windmolens-maken-wel-degelijk-ziek.htm>

⁶ Armstrong, Bruce, et al. "Information Paper: Evidence on Wind Farms and Human Health." (2015).

- Blootstelling aan geluid kan gezondheidseffecten veroorzaken, maar deze gezondheidseffecten kunnen alleen voorkomen bij geluidsniveaus die veel hoger liggen dan het geluidniveau dat wordt ervaren door omwonenden van windparken;
- Alhoewel individuen windturbinegeluid op grotere afstand kunnen waarnemen, is het onwaarschijnlijk dat windturbinegeluid als hinderlijk wordt ervaren op afstanden groter dan 1.500 meter;
- Er is geen direct bewijs voor een verband tussen laagfrequent geluid van windturbines en gezondheidseffecten.

Kader 2.3 Onderzoek van M. Alves-Pereira⁷ en Wollongong University⁸

Bij de zorg die omwonenden kunnen hebben over mogelijke gezondheidseffecten van windturbines, wordt geregeld het onderzoek van Alves-Pereira aangehaald. Zij stelt dat er een relatie is tussen het geluid van windturbines, en met name het laagfrequente geluid, en de aanwezigheid van hart- en vaatziekten.

Evaluatie wetenschappelijke betrouwbaarheid:

Uit Australisch onderzoek (University of Wollongong) blijkt dat de stellingen van Alves-Pereira niet door andere onderzoekers worden onderschreven. Voort blijkt uit hetzelfde Australische onderzoek dat het onderzoek van Alves-Pereira niet voldoet aan de eisen die aan wetenschappelijke onderzoek kunnen worden gesteld. Het onderzoek over het gestelde effect van 'vibro-acoustic disease' (evenals Windturbinesyndroom) is eveneens beoordeeld in het recente onderzoek van het RIVM (2020). Hierin concludeert het RIVM het optreden van deze effecten als 'niet bewezen' en 'niet aannemelijk'.

2.4 A nationwide cohort study, Denmark (2018)

In 2018 publiceerde de Deense overheid in het kader van "a nationwide cohort study" de volgende onderzoeken over de effecten van windturbinegeluid op de gezondheid:

1. Het effect van langdurige blootstelling aan windturbinegeluid op het laten voorschrijven van slaapmedicatie en antidepressiva;⁹
2. Het effect van langdurige blootstelling aan windturbinegeluid op zwangerschap en geboorte en het effect op het laten voorschrijven van bloeddrukverlagende medicijnen;¹⁰
3. Het effect van langdurige blootstelling aan windturbinegeluid op risico van het krijgen van een hartaanval of beroerte.¹¹

⁷ Alves-Pereira M, Castelo Branco MS. Public health and noise exposure: the importance of low frequency noise. Istanbul: Inter-Noise 2007; 2007 [4 Sept 2012]

⁸ University of Wollongong, How the factoid of wind turbines causing "vibroacoustic disease" came to be "irrefutably demonstrated", 2013

⁹ Impact of Long-Term Exposure to Wind Turbine Noise on Redemption of Sleep Medication and Antidepressants: A Nationwide Cohort Study

¹⁰ Long term exposure to wind turbine noise and redemption of antihypertensive medication: a nationwide cohort study (2018) & Pregnancy exposure to wind turbine noise and adverse birth outcomes: a nationwide cohort study (2018).

¹¹ Long-Term Exposure to Wind Turbine Noise and Risk for Myocardial Infarction and Stroke: Nationwide Cohort Study (2018)

De kwaliteit van de informatiebron is hoog als gevolg van de uitvoering door deskundigen met relevante expertise en de publicatie in wetenschappelijke tijdschriften.

Voor hun onderzoek gebruikten de onderzoekers nationale registers met tientallen jaren verblijfs- en gezondheidsgegevens voor honderdduizenden inwoners van Denemarken. De onderzoekers hadden toegang over landelijke gegevens van meer dan 7.000 windturbines in het land.

Voor het onderzoek zijn alle Deense huishoudens geïdentificeerd die tussen 1982 en 2013 zijn blootgesteld aan windturbinegeluid.

- 1.) Het effect van langdurige blootstelling aan windturbinegeluid op het laten voorschrijven van slaapmedicatie en antidepressiva

In het eerste onderzoek is onderzocht of langdurige blootstelling aan windturbinegeluid geassocieerd kan worden met slaapverstoring. De onderzoekers vonden een zwak verband tussen een jaargemiddeld niveau van windturbinegeluid van 42 dB(A) of hoger 's nachts (buitenshuis) en het gebruik van slaapmedicatie, maar dit verband was niet significant. Ook is geen verband gevonden met het geluidniveau binnenshuis. De effecten lijken daarom veroorzaakt te worden door niet-akoestische aspecten. Een nadere analyse toonde aan dat de sterkste verbanden voorkwamen bij oudere mensen. Het risico op vertekening in deze studie is hoog, omdat de gegevens werden geanalyseerd op groeps-/bevolkingsniveau en gegevens niet op individueel niveau beschikbaar. Verder later de resultaten van het onderzoek geen relatie zien tussen laag frequent geluid (zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**) en slaap en welbevinden. In de discussie van het onderzoek stelt de onderzoeker dat de verhoogde kans op slaapverstoring bij ouderen ook veroorzaakt kan worden door de verandering in slaappatroon van mensen boven een bepaalde leeftijd. Het onderzoek ligt daarmee in lijn met de bevindingen van het RIVM over hinder en potentiële impact op slaapverstoring.

Kader 2.4 Laagfrequent geluid

Laagfrequent geluid is geluid met een frequentie lager dan 200 Hz. In de meeste gevallen wordt dit overstemd door hoger frequent geluid en dus niet als zodanig gehoord. Het is meestal mechanisch geproduceerd geluid. Bekende bronnen zijn transformatoren, wegverkeer en windturbines. Maar ook warmtepompen, airconditioners, wasmachines en andere huishoudelijke apparaten, mechanische ventilatie en muziek bij festivals/discotheken produceren laagfrequent geluid. Laagfrequent geluid dempt door gevels en op grotere afstand minder uit dan normaal geluid. Op meer dan 5 kilometer afstand van sterke geluidbronnen blijft alleen laagfrequent geluid over.

In de discussie rondom windturbines en gezondheid wordt vaak de vraag gesteld of laagfrequent geluid van windturbines effecten kan hebben op de menselijke gezondheid. Er is geen direct wetenschappelijk bewijs gevonden voor een verband tussen laagfrequent geluid van windturbines en gezondheidseffecten.

Er is geen Nederlandse wettelijke norm voor specifiek laagfrequent geluid van windturbines, omdat laagfrequent geluid wordt meegewogen in de wettelijke norm van Lden 47 dB. Het RIVM concludeert eveneens dat geen aparte beoordeling nodig is boven op de huidige geluidsnorm.

Opgemerkt wordt dat in Denemarken sinds januari 2012 een aparte geluidnorm van 20 dB(A) voor laagfrequent geluid geldt. In enkele projecten in Nederland, zoals Windpark Lage Weide is getoetst aan de Deense norm voor laagfrequent geluid. Hieruit blijkt dat de 47 Lden en 41 Lnight bescherming biedt die vergelijkbaar is met de Deense norm.

- 2.) Het effect van langdurige blootstelling aan windturbinegeluid op zwangerschap en geboorte en het effect op het laten voorschrijven van bloeddrukverlagende medicijnen

In het tweede onderzoek zijn uit de hiervoor genoemde populatie alle geboren baby's van moeders die zijn blootgesteld aan windturbinegeluid geïdentificeerd. Er is onderzoek gedaan naar vroeggeboorte, laag geboortegewicht en klein voor zwangerschapsduur. Er is geen relatie gevonden tussen windmolengeluid en negatieve geboorteresultaten. Daarnaast is in dit onderzoek het gebruik van antihypertensiva (medicijnen die worden gebruikt voor de behandeling van hoge bloeddruk) beschouwd. In deze studie is er geen relatie gevonden tussen blootstelling aan windturbinegeluid en het gebruik van antihypertensiva.

- 3.) Het effect van langdurige blootstelling aan windturbinegeluid op risico van het krijgen van een hartaanval of beroerte

In het derde onderzoek waarbij gekeken is naar het verband tussen windturbinegeluid en hoge bloeddruk, cardiovasculaire aandoeningen zoals een hartaanval of beroerte (in relatie tot blootstelling op korte termijn) en suikerziekte. Ook is onderzocht of langdurige blootstelling aan windturbinegeluid het risico op een hartinfarct en beroerte verhoogt. Hierbij is specifiek gekeken naar het laagfrequente deel van het geluid waaraan men blootgesteld is. De onderzoekers zagen dat de hoogste niveaus van windturbinegeluid in verband konden worden gebracht met het hoogste relatieve risico op het krijgen van een hartaanval of beroerte. Echter, het aantal personen in het onderzoek dat is blootgesteld aan hoge niveaus van windturbinegeluid is gering. Daarom concluderen de onderzoekers dat de resultaten van het onderzoek geen overtuigend bewijs leveren voor een verband tussen blootstelling aan hoge niveaus windturbinegeluid en het risico op het krijgen van een hartaanval of beroerte. Toekomstig onderzoek,

indien mogelijk met grote hoeveelheden sterk blootgestelde personen, zou meer duidelijkheid kunnen geven.

2.5 Environmental Noise Guidelines: for the European Region, World Health Organization, 2018

De Wereldgezondheidsorganisatie WHO (World Health Organization) heeft richtlijnen voor milieugeluid geactualiseerd op basis van wetenschappelijk onderzoek, waaronder voor geluid door windturbines. Hierbij evalueert de WHO een groot aantal (veld)onderzoeken en de beschikbare dosis-hinderonderzoeken naar windturbinegeluid. De WHO geeft in het rapport een geconditioneerd advies om de blootstelling van geluidniveaus van windturbines te reduceren tot 45 dB L_{den} .¹²

Dit geconditioneerd advies volgt uit de constatering dat er op basis van vier studies wordt gesteld dat 10 procent van de populatie sterk gehinderd is door blootstelling aan een geluidniveau van 45 dB L_{den} . Volgens de WHO is het beschikbare bewijs voor de relatie tussen windturbinegeluid en hinder en gezondheid van lage kwaliteit. Daarom wordt het advies voor een normstelling van 45 dB L_{den} als conditioneel (voorwaardelijk) beschouwd. Dit heeft tot gevolg dat het advies voor een normstelling van 45 dB L_{den} als conditioneel (voorwaardelijk) wordt aangemerkt.

Verder komt uit het rapport van de WHO naar voren dat er geen statistisch significante relatie gevonden is tussen blootstelling aan windturbinegeluid en hart- en vaatziekten, hoge bloeddruk, cognitieve stoornissen, gehoorproblemen, ongunstige zwangerschap uitkomsten en slaapstoornissen. De WHO vat het bewijs voor de relatie tussen windturbinegeluid en gezondheid als volgt samen: “*as the foregoing overview has shown, very little evidence is available about the adverse health effects of continuous exposure to wind turbine noise.*” (p. 84). Tot slot geeft het rapport aan dat contextuele factoren (zoals de opvatting t.o.v. windturbines, direct zicht, economisch profijt) een belangrijke rol spelen in de effecten en de ervaring van windturbinegeluid. Deze studies zijn beschikbaar gesteld op de website van de WHO¹³.

2.6 Onderzoek RIVM & GGD 2013¹⁴ & 2018¹⁵

Dit betreft een informatieblad dat in 2013 is opgesteld door het RIVM (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu). Dit informatieblad is opgesteld omdat de GGD¹⁶ behoefte heeft aan concrete, objectieve en evenwichtige informatie om er hun advies op te baseren. Het informatieblad dient als ondersteuning bij het beantwoorden van gezondheidsvragen van omwonenden van (geplande) windturbines.

¹² L_{den} is een maat om de geluidbelasting van omgevingslawaai uit te drukken. De L_{den} is de gemiddelde van de dag-, avond- en nachtwaarde, waarbij bij de avond en nachtwaarde een straffactor van respectievelijk 5 en 10 dB(A) wordt opgeteld. dB (A) wordt doorgaans gebruikt bij geluidsmetingen en berekeningen waarbij de gevoeligheid van het oor wordt meegenomen door middel van een bepaalde weging bij verschillende frequenties.

¹³ <https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region>

¹⁴ Informatieblad GGD. Windturbines: invloed op de beleving en gezondheid van omwonenden, update 2013

¹⁵ Health effects related to wind turbine sound, including low-frequency sound and infrasound, 2018

¹⁶ GGD staat voor Gemeentelijke of Gemeenschappelijke Gezondheidsdienst. De GGD'en vormen een landelijk dekkend netwerk.

In 2018 heeft de GGD Amsterdam in samenwerking met het RIVM nog een literatuurstudie uitgevoerd naar de relatie tussen blootstelling aan windturbinegeluid en gezondheid. In die studie zijn 32 (peer reviewed¹⁷) wetenschappelijke onderzoeken uit de periode tussen 2009 en 2017 onderzocht. De kwaliteit van de informatie is hoog aangezien deze is opgesteld door deskundigen met actuele relevante deskundigheid en is gebaseerd op de meest recente wetenschappelijke inzichten die gepubliceerd zijn in wetenschappelijke tijdschriften en derhalve peer-reviewed zijn volgens vastgelegde procedures.

Beide studies concluderen dat uit onderzoek niet volgt dat een windturbine directe effecten heeft op de gezondheid van omwonenden. Wel kunnen er indirecte effecten optreden. Mensen die in de nabijheid bij windturbines wonen, kunnen hinder door geluid ondervinden. Slagschaduw, zichtbaarheid en knipperende lichten kunnen bijdragen aan de mate van hinder die wordt ondervonden. Het geluidniveau van windturbines is minder hoog dan van andere bronnen (verkeer e.d.), maar het karakter zorgt ervoor dat het windturbinegeluid al bij lagere niveaus als hinderlijk wordt ervaren. Hinder kan zich uiten in irritatie, boosheid en onbehagen. Er is weinig data beschikbaar om de invloed van windturbines op slaapverstoring te kunnen evalueren. In de onderzoeken is gevonden dat slaapverstoring en andere gezondheidseffecten van omwonenden van windparken gerelateerd kan zijn aan hinder, in plaats van directe blootstelling.

Eveneens kunnen economische aspecten van invloed zijn op het ervaren van hinder van windturbines. In een Zweeds onderzoek¹⁸ is geconcludeerd dat mensen met een economisch belang bij windturbines geen hinder ondervonden van het windturbinegeluid, ondanks dat zij hetzelfde geluidniveau even goed hoorden als andere respondenten en dezelfde termen gebruikten om het geluid te karakteriseren. Ook kunnen persoonlijke omstandigheden zoals gevoeligheid, privacy zaken en het verloop van het planningsproces van het windpark van invloed zijn op de ervaren hinder.

Het informatieblad van 2013 adviseert om omwonenden zoveel mogelijk te betrekken bij de ontwikkeling van windenergie en waar mogelijk in de exploitatiefase, bijvoorbeeld in de vorm van (financiële) participatie vanuit de mogelijke beperking van ervaren hinder.

2.7 RIVM Health effects related to wind turbine sound: an update¹⁹

In 2020 heeft het RIVM nader onderzoek gedaan naar wat bekend is over de gezondheidseffecten van windturbines²⁰. Uit dat onderzoek blijkt dat er een duidelijke relatie is tussen geluid van windturbines en hinder: hoe sterker het geluid (in dB) van windturbines, des te groter de hinder ervan. Voor andere gezondheidseffecten zijn de resultaten van wetenschappelijk onderzoek niet eenduidig: deze effecten hangen niet duidelijk samen met het geluidniveau, maar soms wel met de ervaren hinder.

Verder heeft het RIVM de volgende conclusies opgenomen:

- Er is een duidelijk verband tussen het geluid van windturbines en hinder. In lijn met de WHO-definitie van gezondheid is ook hinder als een schadelijk gezondheidseffect te beschouwen.

¹⁷ Peer reviewed betekent een evaluatie van wetenschappelijk of professioneel onderzoek door andere specialisten binnen het desbetreffende werkveld.

¹⁸ Wind turbine noise, annoyance and self-reported health and well-being in different living environments, Pedersen et al., 2007

¹⁹ Health effects related to wind turbine sound: an update (RIVM report 2020-0150)

²⁰ RIVM, Gezondheidseffecten van windturbinegeluid (2020) <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2020-0214.pdf>

- Mensen ondervinden meer hinder naarmate het geluid harder is (in dB). Dit geldt voor het hele geluidsspectrum. Het is niet zo dat 'laagfrequent geluid' (de lage tonen) van windturbines voor extra hinder zorgt in vergelijking met 'gewoon' geluid.
- Naast het geluid bepalen ook andere factoren of mensen hinder ondervinden. Zo hebben omwonenden minder hinder van het geluid van de windturbines als ze betrokken werden bij de plaatsing ervan. Ook geluidgevoeligheid, de houding ten opzichte van windturbines, visuele aspecten en economisch voordeel zijn factoren die hinder mede kunnen beïnvloeden.
- Voor andere gezondheidseffecten, zoals slaapverstoring, slapeloosheid en hart- en vaatziekten, en mentale effecten is er geen verband met geluid van windturbines aangetoond. Dat kan betekenen dat er te weinig studies zijn, dat de kwaliteit van de studies waarin de relatie tussen geluid van windturbines en gezondheidsproblemen is onderzocht onvoldoende is, of dat de resultaten van de studies niet duidelijk samenhangen met geluid.

2.8 RIVM Klimaatakkoord: effecten van nieuwe energiebronnen op gezondheid en veiligheid in Nederland (2021)

Het RIVM heeft in mei 2021 een onderzoek²¹ gepubliceerd waarin zij de effecten (luchtverontreiniging (buiten), binnenmilieu, (laagfrequent) geluid en overige effecten, zoals elektromagnetische straling en geurhinder) van nieuwe energiebronnen op de gezondheid en veiligheid in Nederland heeft geanalyseerd. Het onderzoek gaat dus niet alleen over windturbines. Uit de geschatte gezondheidseffecten en veiligheidsrisico's volgt dat de impact van de meeste maatregelen uit het klimaatakkoord beperkt zal zijn. Wanneer het RIVM de effecten op hoofdlijnen naast de 'winst' legt die het afbouwen van het gebruik van fossiele brandstoffen op de gezondheid en veiligheid heeft, dan is het beeld dat het netto effect positief zal zijn voor de gezondheid en veiligheid. Wel kunnen enkele energiebronnen negatieve effecten op gezondheid en veiligheid veroorzaken. Zo kunnen windturbines hinder veroorzaken bij omwonenden en veroorzaken houtkachels en installaties om biomassa te verbranden luchtverontreiniging.

Eventuele gezondheidseffecten op omwonenden van windmolenparken worden in relatie gebracht met ervaren hinder. De mate van hinder kan worden beperkt door in planvorming rekening te houden met gezondheidsaspecten door de optimalisering van locaties waar windturbines worden geplaatst. Daarnaast is bekend dat wanneer omwonenden bij de besluitvorming over locaties en landschappelijke inpassing worden betrokken en ze daarbij van goede, betrouwbare informatie worden voorzien, eventuele hinder zo goed mogelijk preventief wordt aangepakt. Ook het inrichten van een klachtensysteem, het beschikbaar stellen van een knop om windturbines stil te zetten en economische incentives (door omwonenden mee te laten delen in de opbrengst van windturbines) kunnen bijdragen aan een preventieve aanpak van hinder. Andere maatregelen om de geluidsbelasting door windturbines te beperken zijn technische innovaties, zoals vermindering van het toerental, het toepassen van een andere bladvorm en het aanbrengen van structuren op de rotorbladen die het geluid verminderen.

Het RIVM geeft aan dat er voor sommige maatregelen onvoldoende informatie is om een goede inschatting van de gezondheidseffecten en veiligheidsrisico's te kunnen doen. Dit gaat vooral om de gezondheidseffecten door verbranding van biomassa en biobrandstoffen en de gevolgen van geluidhinder door windturbines.

²¹ <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2021-0054.pdf>

Het RIVM vormt samen met de GGD's het 'Expertisepunt Windenergie en Gezondheid'. Dit expertisecentrum is in het leven geroepen omdat sommige mensen zich zorgen maken over de gevolgen van windturbines als deze in de buurt van hun woonomgeving komen te staan. Zij maken zich zorgen over de grootte, horizonvervuiling, slagschaduw en geluidhinder. Maar ook of ze als bewoners wel door de overheid betrokken worden bij het maken van plannen. Het expertisepunt verzamelt kennis en houdt deze bij in een databank om de beschikbare kennis actueel te houden en om provincies, gemeenten en hun inwoners te kunnen adviseren over effecten op de gezondheid in verband met windturbines. Daarnaast verkennen zij de opties voor eventueel aanvullend onderzoek naar gezondheidseffecten van windturbines op land.

2.9 Advies expertgroep gezondheidseffecten windturbines (2022)

In opdracht van de Gemeente Amsterdam is een adviesrapport opgesteld door een expertgroep over de mogelijke gezondheidseffecten van windturbines²². Dit onderzoek is opgesteld naar aanleiding van discussie over de voorgenomen plaatsing van windturbines in het kader van de Regionale Energiestrategie. De expertgroep heeft zelf geen nieuw onderzoek verricht naar gezondheidseffecten van windturbines, maar baseert zich op de meest recente onderzoeken en gegevens.

De expertgroep geeft aan dat een ALARA-beginsel²³ ook voor effecten van windturbines het uitgangspunt zou moeten zijn. Dit betekent: reduceer de effecten zoveel mogelijk, zonder de ontwikkelingen onmogelijk te maken. Daarbij beveelt de expertgroep aan om voor geluidnormen van windturbines uit te gaan van een grenswaarde die niet mag worden gepasseerd en een standaardwaarde waarvan alleen onderbouwd kan worden afgeweken. Het hanteren voor een afstandsnorm voor geluid wordt afgeraden, omdat er verschillende factoren zijn die de hoorbaarheid en hinderlijkheid van geluid beïnvloeden. Dit kan leiden tot relatief grote verschillen bij een gelijke afstand. Een conclusie die ook in het recente rapport over afstandsnormen in opdracht van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat, uitgevoerd door Arcadis, naar voren komt²⁴. Uit het rapport blijkt ook dat het waardevol is als er ruimte is tussen grens- en standaardwaarde, waarbinnen het bevoegd gezag een expliciete afweging maakt over de effecten van de plaatsing van windturbines voor de omwonenden en de mogelijkheden om deze te mitigeren.

²² Advies expertgroep gezondheidseffecten windturbines (2022):

https://amsterdam.raadsinformatie.nl/document/11378017/1/Advies_expertgroep_gezondheidseffecten_windturbines

²³ ALARA staat voor 'As Low As Reasonably Achievable', ofwel zo laag als redelijkerwijs mogelijk is binnen het redelijke.

²⁴ Arcadis, 2022; Onderzoek afstandsnormen windturbines (19 april 2022); <https://open.overheid.nl/repository/ronl-0b664dbf19b17e8adef1020970a84586e0cb213/1/pdf/onderzoek-afstandsnormen-windturbines.pdf>

Kader 2.5 Artikel J. de Laat, Nederlands Tijdschrift voor Gezondheid (2021)²⁵

In december 2021 heeft audioloog Jan de Laat samen met vier andere auteurs een opiniestuk gepubliceerd in het Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde. Het betreft een niet peer-reviewed artikel, waarin de auteurs een aantal cases beschrijven van mensen die gezondheidsklachten beschrijven die zij wijten aan de realisatie van industriële windturbines. Deze klachten worden naast hoorbaar geluid deels veroorzaakt door infrasone en laagfrequente trillingen (ILFN). Zo beschrijven de auteurs dat er een onderscheid is tussen bewust waarnemen en het somatische effect van ILFN. Dit zou ertoe leiden dat ook bij zeer lage waarden, niet hoorbaar of waarneembaar toch effecten kunnen optreden. De auteurs geven ook aan dat meer onderzoek en een publieke discussie nodig is over de afweging van verschillende belangen, waarbij gezondheid voorop zou moeten staan. Tot die tijd adviseren zij om windturbines op 10 keer de tiphoogte van de bebouwde kom zouden moeten staan.

Evaluatie wetenschappelijke betrouwbaarheid:

Omdat het betreffende onderzoek waarop het artikel gebaseerd zou zijn niet gepubliceerd is, is het onmogelijk vast te stellen of dit voldoet aan de standaard van wetenschappelijke kwaliteit, waardoor aan de conclusies en adviezen geen waarde kan worden toegekend.

2.8 The Health Effects of 72 Hours of Simulated Wind Turbine Infrasound: A Double-Blind Randomized Crossover Study in Noise-Sensitive, Healthy Adults²⁶ (2023)

In maart 2023 is in het internationale tijdschrift Environmental Health Perspectives een onderzoek naar de gezondheidseffecten van windturbinegeluid en specifiek infrageluid gepubliceerd. De aanleiding van dit onderzoek is de bezorgdheid van sommige omwonenden van windparken. Deze omwonenden melden hoofdpijn, duizeligheid en slaapstoornissen te ervaren die ze aan de turbines toeschrijven. De symptomen, die ook misselijkheid, tinnitus en prikkelbaarheid omvatten, werden gezamenlijk aangeduid als 'windturbinesyndroom', zie ook Kader 2.1.

In het kader van het onderzoek is met behulp van een innovatief aangepast audiosysteem de mogelijke aanwezigheid van het syndroom in het laboratorium onderzocht. Het infrageluid dat door het audiosysteem is gegenereerd, komt overeen met het audiopatroom dat is opgenomen van werkende windturbines en wordt opnieuw afgespeeld op een conservatief hoog niveau dat overeenkomt met een windturbine op ongeveer 390 meter afstand, zonder toepassing van geluwering.

De onderzoekers betrokken 37 gezonde 'geluidsgevoelige' maar verder gezonde volwassenen (18-72 jaar oud; 51% vrouw) in het onderzoek. De volwassenen hebben drie verblijven van drie nachten doorgebracht in het geluiddichte slaaplaboratorium. Deelnemers werden willekeurig blootgesteld aan gesimuleerd infrageluid van windturbines, geen geluid of verkeerslawaai. De deelnemers wisten niet of er wel of geen geluid werd afgespeeld, omdat infrageluid onhoorbaar is.

Tijdens het onderzoek werden testen uitgevoerd om de slaapkwaliteit en -duur van de vrijwilligers, hersenactiviteit, symptomen, cardiovasculaire veranderingen en neurogedragsprestaties te controleren.

²⁵ De Laat, et al; Geluid van industriële windturbines, De relatie met gezondheid (2021)
<https://www.ntvg.nl/artikelen/geluid-van-industriële-windturbines>

²⁶ Marshall, et al; 2023: The Health Effects of 72 Hours of Simulated Wind Turbine Infrasound: A Double-Blind Randomized Crossover Study in Noise-Sensitive, Healthy Adults: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/epdf/10.1289/EHP10757>

Uit de onderzoeken blijkt dat bij geen van de mensen die werden blootgesteld aan infrageluid effecten optreden die kunnen worden omschreven als het 'windturbinesyndroom'. Er was geen impact op slaap, hersenfunctie of cardiovasculaire of psychologische gezondheid. Daarom denken de onderzoekers dat het onwaarschijnlijk is dat infrageluid van windturbines een negatief effect op de gezondheid of slaapverstoring veroorzaakt.

De bevindingen komen overeen met de theorie dat het windturbinesyndroom wordt veroorzaakt door nocebo-effecten²⁷, dat wil zeggen de overtuiging van een persoon dat de blootstelling hen schade zal berokkenen.

Kader 2.6 Democratisch Energie Initiatief (DEI²⁸) - Voorkom het windturbine syndroom²⁹

Het Democratische Energie Initiatief (DEI) heeft een rapportage opgesteld over het 'windturbinesyndroom'. In het rapport worden diverse gezondheidseffecten van windturbines benoemd. Dit betreft onder meer het windturbinesyndroom en vibro-acoustic disease. Gesuggereerd wordt dat deze gevolgen in de medische wereld erkend worden. De bronnen die hiervoor kennelijk zijn gebruikt, zijn echter niet van wetenschappelijke aard en/of al met zekerheid niet correct bevonden zoals blijkt uit de recente publicaties (zie ook hiervoor in deze bijlage). Daarbij worden ongeloofwaardige claims gedaan, waaronder de claim dat allerlei reacties en medische effecten al 100.000 keer door wetenschappers zijn vastgesteld op basis van een niet wetenschappelijke bron.

Evaluatie wetenschappelijke betrouwbaarheid: De kwaliteit van de informatiebron is laag. Het rapport is niet opgesteld door deskundigen met relevante expertise. In het kader van het onderzoek is een deskundige met relevante expertise geraadpleegd. Het onderzoek is echter niet gepubliceerd in een wetenschappelijk tijdschrift en er heeft geen peer-review plaatsgevonden. Daarnaast is de rapportage, volgens de literatuurlijst, niet gebaseerd op de meest recente wetenschappelijke inzichten. Deels betreft het websites, nog niet gepubliceerde stukken en mediaberichten.

3 Overige windturbine-effecten

In de vorige paragraaf is vooral gekeken naar welke gezondheidseffecten het windturbinegeluid, het neveneffect van de energieproductie, op de mens heeft. Naast geluid kunnen er door de plaatsing van windturbines ook andere neveneffecten optreden. Deze andere neveneffecten worden in deze paragraaf besproken.

3.1 Slagschaduw

Slagschaduw kan hinderlijk zijn vanwege de korte afwisseling van schaduw door de draaiende turbinebladen. Bekend is dat frequenties tussen 2,5 en 14 Hz als hinderlijk worden ervaren. Bij moderne

²⁷ Het nocebo-effect is een negatief verwachtingseffect en de tegenhanger van het positieve verwachtingseffect dat bekend is als het placebo-effect. Populair gezegd: 'Angst maakt ziek'.

²⁸ Het Democratische Energie Initiatief (DEI) verwijst naar zichzelf als een groep onafhankelijke energiedeskundigen voort gekomen uit FNV Noord. Het DEI heeft onder meer als doelstelling een energietransitie zonder windenergie op land (<https://www.deinl.nl/programma.html>)

²⁹ Uitgave DEI, Voorkom het windturbinesyndroom, W. Alteveer en K. Vocking, januari 2020

windturbines zijn de frequenties nooit hoger dan 1 Hz. Windturbines met een grotere rotor draaien doorgaans langzamer dan windturbines met kleinere rotoren.

Verder speelt de blootstellingsduur een grote rol bij de beleving van slagschaduw. Volgens de “Wind Turbine Health Impact Study: Report of Independent Expert Panel” (Massachusetts, 2012) is er weinig wetenschappelijk bewijs van een verband tussen hinder van langdurige schaduw flikkeren (meer dan 30 minuten per dag) en fysieke gevolgen voor de gezondheid. Eenzelfde conclusie kan worden getrokken uit de onderzoeken van Health Canada (2015) en de laboratoriumonderzoeken van de universiteit van Kiel uit 1999³⁰.

3.2 Lichtschitteringen

Wanneer de zon op de turbine schijnt, kan het zonlicht reflecteren op de rotorbladen in de richting van de beschouwer. Tegenwoordig worden windturbines uitgevoerd met een anti-reflecterende coating, zodat lichtschittering niet optreedt. Het RIVM (update 2013) bevestigt dit ook in haar informatieblad³¹. In de praktijk wordt lichtschittering daarom niet als een probleem ervaren.

3.3 Elektromagnetische velden

Elektrische, magnetische en elektromagnetische velden zijn deels van nature aanwezig en bevinden zich in ons dagelijks leven om ons heen. Bekende natuurlijke vormen zijn UV-straling (zon), infrarode straling (warme voorwerpen) en zichtbaar licht. Elektromagnetische velden zijn ook aanwezig bij bijvoorbeeld huishoudelijke elektrische apparaten, zoals de magnetron en de stofzuiger, en bij het transport van elektriciteit over lange afstanden (via hoogspannings-verbindingen).

De sterkte van elektromagnetische velden neemt sterk af wanneer de afstand tot de bron groter wordt. Ook rondom de gondel en de kabels die de windturbine koppelen aan het hoogspanningsnet kunnen magnetische velden voorkomen.

Het Landelijke Centrum Medische Milieukunde (LCM)³² adviseert situaties te voorkomen waarin kinderen langdurig worden blootgesteld aan een veldsterkte die (jaargemiddeld) hoger is dan 0,4 microtesla. Dit advies richt zich op alle bronnen van magnetische velden die samenhangen met de elektriciteitsvoorziening.

Een windturbinegondel (boven op de mast) kan een hoge veldsterkte hebben, maar deze bevindt zich op een grote verticale afstand van plekken waar mensen langdurig verblijven (woningen, scholen, crèches en kinderopvangplaatsen). Recht boven kabels is de veldsterkte in de regel niet hoger dan 1 microtesla, maar deze kabels liggen nooit onder gebouwen waar mensen langdurig verblijven. Het is dan ook niet aan de orde dat de windturbine en de daarbij behorende kabels veldsterkten veroorzaken boven 0,4 microtesla op plaatsen waar mensen langdurig verblijven. Er is dan ook geen reden om aan te nemen dat elektromagnetische velden die in de buurt van windturbines en de daarbij behorende ondergrondse

³⁰ [12] J. Pohl, F. Faul, R. Mausfeld. Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen. Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 1999.

³¹ “Windturbines: invloed op de beleving en gezondheid van omwonenden”, GGD Informatieblad medische milieukunde, Update 2013, RIVM rapport 200000001/2013, I. van Kamp et al.

³² LCM Landelijk Centrum Medische Milieukunde, (2006) Standpunt ELF-EM velden elektriciteitsvoorziening en gezondheid Hoogspanningslijnen – Onderstations – Transformatorhuisjes. Definitieve versie, 21 juni 2006.

kabelverbindingen voorkomen, een gezondheidsrisico vormen. Het Kennisplatform EMV bevestigt deze conclusie³³. Op grond van de normen die gehanteerd worden voor windturbinegeluid wordt reeds een zodanige afstand tussen windturbines en bebouwing aangehouden dat er geen sprake is van elektromagnetische hinder van de windturbines.

3.4 Trillingen

Op grond van ervaringen op land blijkt dat fundaties van windturbines geen hinderlijke trillingen doorgeven aan de ondergrond en de omgeving. De Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu heeft laten weten³⁴ dat “de bewering in enkele literatuurbronnen dat ook overdracht door de grond plaats vindt ongegrond is, *hetgeen blijkt uit nauwkeurige metingen van trillingsniveaus in de bodem rondom windturbines*”.

Het Geo-Consultancy bureau Fugro heeft in het verleden bij een aantal windturbines verspreid over Nederland trillingsmetingen uitgevoerd met als doel het inzichtelijk maken van de optredende trillingsintensiteiten tijdens de regulier in bedrijf zijn van de windturbine. Over de bevindingen van destijds heeft Fugro in briefrapportage³⁵ gerapporteerd. Fugro heeft metingen verricht bij de volgende locaties:

- Afrikahaven te Amsterdam. In oktober/november 2008 zijn metingen bij een drietal opgestelde 3 MW windturbines uitgevoerd;
- Noordland (eiland Neeltje Jans/ Roompot). In januari/februari 2009 zijn metingen bij een tweetal 3 MW turbines uitgevoerd;
- Eemshaven. In de periode januari – mei 2013 uitgebreide metingen (25 meetlocaties) bij een opgestelde 6 MW windturbine uitgevoerd.

Op basis van de resultaten van de hierboven beschreven metingen concludeert Fugro dat de invloed van trillingen bij het in gebruik zijn van de windturbines binnen een afstand van circa 15 tot 20 meter uit de windturbine nog enige invloed kan hebben, daarbuiten is deze invloed verwaarloosbaar.

In haar literatuuronderzoek uit 2020 (zie paragraaf 2.7 van deze bijlage) beschrijft het RIVM enkele studies die zijn uitgevoerd naar trillingen als gevolg van windturbines. Het RIVM concludeert dat: “...*infrageluid dat afkomstig is van windturbines en wordt geproduceerd op de gebruikelijke afstand van woningen is te zwak om door de mens te kunnen worden ervaren.*”

3.5 Fijnstof

Fijnstof in de lucht kan schadelijke effecten op de gezondheid hebben. De Europese Unie heeft daarom in 1999 grenswaarden voor fijnstof (PM10) vastgesteld. In 2008 is de regelgeving uitgebreid met grens- en streefwaarden voor de fijnere fractie van fijnstof (PM2,5). Fijnstof wordt hoofdzakelijk uitgestoten in het verkeer, maar uitstoot wordt ook veroorzaakt door industrie, landbouw en huishoudens.

³³ Kennisplatform Elektromagnetische Velden (2014) Elektromagnetische velden van windturbines. 10 juni 2014. Bron: https://www.kennisplatform.nl/media/original/20140610_Memo_Windturbines.pdf, referentie KP EMV 20140610

³⁴ Brief van Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu aan de Tweede Kamer, vergaderjaar 2013-2014, 33 612, nr. 22

³⁵ Fugro Geoservices BV, Aspect trillingen windpark Drentse Monden – Oostermeer, kenmerk 1016-0910-000.B01v3/ASN, 12 december 2016

Windturbines stoten zelf geen fijnstof uit. Wel hebben windturbines mogelijk een effect op de verspreiding van fijnstof die al in de lucht aanwezig is doordat de wind in het gebied achter de windmolen een hogere mate van turbulentie bevat, waardoor er verdunning optreedt door verspreiding.

Het maakt hierbij uit op welke manier fijnstof wordt uitgestoten. De fijnstofuitstoot door verkeer bevat een grote hoeveelheid decentrale bronnen op een lage hoogte. De verticale afstand tussen de bron (verkeer op maaiveldniveau), de ontvangers (woningen op maaiveldniveau) en de turbines (bladen die hoog boven de grond bewegen) is dermate groot dat van een significant negatief effect geen sprake kan zijn, helemaal omdat ook de horizontale afstand tussen ontvangers en windturbines minimaal enkele honderden meters bedraagt en de wegen op geruime afstand van het windpark zijn gelegen.

Bij fabrieksschoorstenen van industriële centrales is de verticale afstand kleiner, waardoor de kans op verspreiding toeneemt. Het effect van windturbines op de verspreiding van industriële uitlaatgassen is onderzocht in een case studie voor 7 windturbines op 400 meter afstand van de hoogovens van Tata Steel³⁶. In het rapport wordt in kaart gebracht of windturbines invloed hebben op concentraties fijnstof (PM10), maar ook SO₂, NO₂, zware metalen, ammoniak en geur. Het rapport concludeerde dat de windmolens de concentraties luchtverontreiniging nauwelijks beïnvloeden en dat in geen geval grenswaarden voor luchtkwaliteit uit de Wet milieubeheer. Logischerwijs zal de mate van verspreiding toenemen als de afstand tussen een emissiebron en de windturbines kleiner is. De verspreiding neemt ook toe als de schoorsteen hoger is dan de as van de windturbine. Bij een afstand van meer dan 1,5 km zijn er helemaal geen significante effecten waarneembaar.

Naast het mogelijk veranderde verspreidingspatroon van fijnstof dient tevens opgemerkt te worden dat door de komst van windturbines de totale fijnstofuitstoot zal afnemen door de verminderde fossiele energievraag.

3.6 Bisphenol A en bladerosie

In zienswijzen op windenergieprojecten wordt aandacht gevraagd voor het gebruik van de stof Bisphenol-A in de bladen van windturbines, ook in relatie tot gezondheid. Bisphenol-A (ook bekend onder de afgekorte naam BPA) is een weekmaker die veel gebruikt wordt in de productie van polycarbonaat plastic, epoxyhars en veel andere algemene producten zoals speelgoed, drinkflessen en contactlenzen. Bij de productie van windturbines wordt dit materiaal niet gebruikt. Het wordt gebruikt bij de bereiding van epoxyhars die weer gebruikt wordt om windturbinebladen te maken. De windturbinebladen bestaan uit glasvezel, epoxyhars en soms koolstofvezels. Echter de productie van de bladen zelf gebruikt geen BPA, dit gebeurt alleen in het proces van het produceren van de hars. De bladen worden vervolgens geschilderd met een speciale beschermende coating.

Als gevolg van erosie (die optreedt bij ieder object waarop verf aanwezig is, zoals een huis of auto) zal jaarlijks ongeveer 1.000 gram van deze beschermende coating van de bladen per windturbine eroderen³⁷. Dit betreft chemisch inactieve polymeerdeeltjes. Ter vergelijking: een recent rapport van TNO schat dat de totale jaarlijkse emissie van alle microplastics in Nederland naar het milieu ongeveer 5000 ton bedraagt,

³⁶ Erbrinks Stacks Consult (2016), Impact windmolens op verspreiding van luchtverontreiniging – Windmolens Spuisluis en de emissies van Tata Steel, Rapport 2016R001, Oosterbeek.

³⁷ RIVM, Eerste inzicht in emissies van chemische stoffen bij windturbines op land; Resultaten quickscan, April 2023

waarbij autobanden (~2000 ton), verpakkingen (~1500 ton), en landbouwplastics (~800 ton) de grootste bronnen zijn. De geschatte bijdrage van windturbines op land aan de totale landelijke emissie van microplastics is minder dan 0,0002% tot 0,8%, waarbij het laatste getal een worst case inschatting betreft.

Tot slot wordt opgemerkt dat BPA veel wordt gebruikt in de (voedsel)verpakkingsindustrie. In 2015 is het product door de Europese Voedselveiligheidsorganisatie (EFSA) aangemerkt als ongevaarlijk voor de volksgezondheid en bruikbaar voor direct contact met voedsel³⁸. In Kader 3.1 is aangegeven hoe erosie van windturbinebladen ontstaat en welke maatregelen worden getroffen om dit zoveel mogelijk tegen te gaan.

Kader 3.1 Erosie

Als rotorbladen op hoge snelheid door de lucht klieven zal er altijd sprake zijn van enige erosie. De erosie is voornamelijk aanwezig op de 'rand van een rotorblad' de leading edge. Deze erosie wordt versterkt als er andere stevigere deeltjes in de lucht aanwezig zijn zoals regendruppels bij hevige regenbuien of in zoute condities (offshore). Het is daarom van groot belang dat de coating op windturbinebladen goed ontworpen is en zodanig bestand hiertegen is dat de erosie zo minimaal mogelijk blijft. Ook zijn er speciale leading-edge protectiemiddelen die erosie op grote moderne windturbinebladen minimaliseren*. Er is hierbij ook een groot belang voor de initiatiefnemer van een windpark om de erosie te minimaliseren. Extra imperfecties aan het rotorblad zorgt namelijk ook voor een verlies van energieopbrengst doordat het rotorblad minder soepel door de lucht heen beweegt. Het is daarom voor de hele windsector en voor elk windpark belangrijk om de erosie van een rotorblad zo laag mogelijk te houden. Gelukkig worden de coatings en materialen van een rotorblad, met mogelijk gebruik van nanotechnologie, steeds beter ontworpen waardoor er steeds minder erosie optreedt. De problematiek is in Nederland veel kleiner dan op locaties met extremere omstandigheden (nabij woestijnen bijvoorbeeld of in ijzige condities).

Wanneer uit reguliere inspecties blijkt dat sprake is van significante erosie zal onderhoud gepleegd worden om de bladen te beschermen. Het is daarmee in ieders belang om de erosie van de rotorbladen te minimaliseren.

³⁸ Scientific Opinion on the risks to public health related to the presence of bisphenol A (BPA) in foodstuffs: Executive summary (2015)