

DISCLAIMER



Onafhankelijke informatie is niet gratis. Het NTvG investeert veel geld om het hoge niveau van haar artikelen te waarborgen, door een proces van peer-review en redactievoering. Het NTvG kan alleen bestaan als er voldoende betaalde abonnementen zijn. Het is niet de bedoeling dat onze artikelen worden verspreid zonder betaling. Wij rekenen op uw medewerking.

Geluid van industriële windturbines

De relatie met gezondheid

Jan A.P.M. de Laat, Wilco Alteveer, A.J.J. (Ronald) Maas, Sylvia van Manen en Louw Feenstra

Casus

Bij een 56-jarige vrouw is sinds 2019 een windpark operationeel op 940 meter afstand van haar woning. Zij had voorheen geen noemenswaardige slaapproblemen. Sinds de plaatsing van de windturbines ervaart zij echter een niet te negeren, diep doordringend 'geluid' dat haar nachtrust verstoort. Met ramen open slapen is niet mogelijk, met ramen dicht ook niet.

Zij voelt een 'bot-dragende frequentie' in het lichaam met een steeds wisselende geluidshinder, waar niet op te anticiperen valt. Een onregelmatig 'gezwof', omdat alle turbines op eigen ritme draaien. De trillingen zorgen dat zij constant gespannen is en iedere ochtend doodmoe wakker wordt. Zij ervaart spierpijn en hoofdpijn, is geïrriteerd en heeft last van de trommelvliezen en van waziger zien.

Maandenlang slaapt zij op een matras op de grond aan de andere kant van het huis. Later in het jaar kiest zij voor de oplossing om uit logeren te gaan. Na een aantal dagen elders voelt zij haar energie weer terugkeren. Voordat zij elders ging slapen had zij twee maanden niet kunnen werken; zij heeft een uitgebreid hartonderzoek ondergaan vanwege hartkloppingen. Vanaf medio 2020 wordt zij behandeld om de ervaren stress te leren reduceren. Zij gaat niet meer melden bij overlast, vanwege de stress die het melden zelf haar oplevert. De stressreductie is gedeeltelijk gelukt, maar de overlast is er nog steeds. Als het praktisch en financieel mogelijk zou zijn, zou zij verhuizen.

Denkend aan Holland zien wij draaiende wieken braaf boven oneindig laagland gaan. De wieken zijn van industriële windturbines (IWT's). Dag- en weekbladen, praatprogramma's en het grijze circuit, ook artsen, schonken ruimschoots aandacht daaraan.¹⁻⁴ Wij richten ons in dit artikel op geluidshinder van IWT's en de gevolgen daarvan.^{5,6} Uitleg over IWT's en wat we in dit kader onder 'geluid' moeten verstaan, is te vinden in het supplement bij dit artikel.

Lawaai

Lawaai is veel, hard, hinderlijk of onaangenaam geluid. Als uitzondering geldt lawaai van festivals, disco's en cafés waarvoor een convenant is opgesteld.⁷ Toegestane limieten van geluidsoverlast zijn in wetten verankerd. Deze wetten zijn niet uitsluitend bepaald vanuit het perspectief mensen te beschermen; economische en technische belangen spelen mee. De wetgeving wordt aangepast na introductie van nieuwe soorten lawaai, zoals verkeer, bedrijven, dieselmotoren, wisselstroom, hoogspanningsleidingen en IWT's. Voor de meeste geluidsbronnen gelden afzonderlijke normen maar een normering voor cumulatie blijft achterwege. In dit artikel gaan wij dieper in op het geluid van IWT's en hun effect op mensen.⁸

Het hoorbare geluid van IWT's is anders dan verkeerslawaai: pulserend, zwiepend, zoevend, bonkend en beïnvloed door de dampkring. De relatie tussen enerzijds de variabele windsnelheid, de hoek waaronder de wind de wieken treft, de hoogte van de mast en de geluidsproductie op diverse afstanden tot de mast is ingewikkeld.⁹

De windsnelheid varieert. Door 24-uursverschillen in temperatuur van aarde en lucht ontstaan verticale luchtstromen en tussen luchtlagen bestaan windsnelheidsverschillen. Hoge IWT's vangen wind van andere en vaak hogere snelheden dan laag bij de grond. Het hoorbare lawaai van IWT's is 's nachts hinderlijker dan overdag, omdat er 's nachts minder omgevingslawaai is en de verstoring van het windturbinegeluid meer opvalt. 's Nachts waait het in hogere luchtlagen ook vaak harder dan op de grond, waardoor IWT-lawaai sterker blijkt dan de fabrikant opgeeft.

term	uitleg
geluidsdruk	snelle lokale drukvariatie in lucht of een ander medium rondom de heersende statische druk
geluidsdrukniveau (L)	logaritmische verhouding van de absolute waarde van de geluidsintensiteit (het kwadraat van de geluidsdruk) en een referentiewaarde, bijvoorbeeld de gehoordrempel van normaalhorenden, gemeten bij 1000 Hz; deze referentiewaarde bedraagt 0 dB en dB is de eenheid voor het geluidsdrukniveau
dB(A)	deze grootheid is afgeleid van de gewone decibel, maar corrigeert de geluidsdruk voor de gevoeligheid van het menselijk oor (zie figuur 1)
dB(C)	als dB(A), corrigeert bovendien nog voor de snelle toename van de luidheid van lage tonen*
ILFN	geluid/lawaai in de infrasone frequenties (< 20 Hz) en lage frequenties (< 125 Hz) worden vaak samen omschreven als 'infrasound and low frequency noise' (ILFN) ‡
L_{eq}	het gemiddelde geluidsdrukniveau, gemeten over een bepaalde tijd, bijvoorbeeld een werkdag van 8 uur
L_{den}	het gemiddelde geluidsdrukniveau, gemeten over een etmaal ('day-evening-night'), waarbij correctiewaarden toegepast worden voor de avond (5 dB) en de nacht (10 dB), omdat geluiden 's avonds en 's nachts als hinderlijker worden ervaren dan overdag soms wordt L_{den} ook gebruikt als term voor het 'jaargemiddelde' geluidsdrukniveau

* De hoorspan (dat is de afstand tussen het juist hoorbare geluid en de pijndrempel) bedraagt bij 20 Hz ruim 60 dB, bij 1000 Hz bijna 140 dB. Dit betekent dat laagfrequente geluiden eerder tot onaangename sensaties aanleiding geven.

‡ Er zijn geen normen voor laagfrequent geluid (20-125 Hz) en infrasone trillingen (< 20 Hz) die afkomstig zijn van industriële windturbines. Met een klasse 1 geluidsniveaumeter kan men tamelijk nauwkeurig meten vanaf ongeveer 20 Hz tot 20.000 Hz. Infrasonen trillingen meet men met een geijekte microbarometer of trillingopnemer. Wereldwijd is nog onvoldoende onderzocht of, hoe en in welke mate al dan niet waarneembare infrasonen trillingen hinder en gezondheidsklachten kunnen veroorzaken, bijvoorbeeld een gevoel van zeeziekte.

Tabel

Termen die worden gebruikt bij metingen van lawaai of geluidshinder, in het bijzonder met betrekking tot industriële windturbines

In de tabel staan de termen en grootheden die worden gebruikt om geluid en de effecten daarvan te beschrijven. Infrasonen (IS) en laagfrequente (LF) trillingen worden vooral voortgebracht door compressie van lucht tussen de wieken en de mast. Die trillingen gaan via de mast en het betonnen fundament tot kilometers door de bodem. Hogere masten en langere wieken veroorzaken meer en lagere geluidstrillingen.

Metten van geluid

Voor metingen van infrasonen trillingen is andere meetapparatuur nodig dan de gangbare apparatuur voor hoorbare frequenties in dB(A). In Nederland wordt volstaan met geluidmetingen van de hoorbare frequenties in dB(A), gemeten aan de buitengevel van woningen.

Infrasonen trillingen worden niet tegengehouden door bouwconstructies. Er valt daardoor ook niet tegen te isoleren. Het is daarom eigenlijk nodig IS en LF trillingen ook binnenshuis te meten. In Denemarken bestaat een absolute norm voor IS trillingen binnen woningen van 20 dB.¹⁰ Het is vooraf onvoorspelbaar in welke woning en waar in die woning de intensiteit het hoogst is. Meting van laagfrequente geluiden – vooral van IS trillingen – is gecompliceerd, vereist specifieke deskundigheid, is tijdrovend en kostbaar.

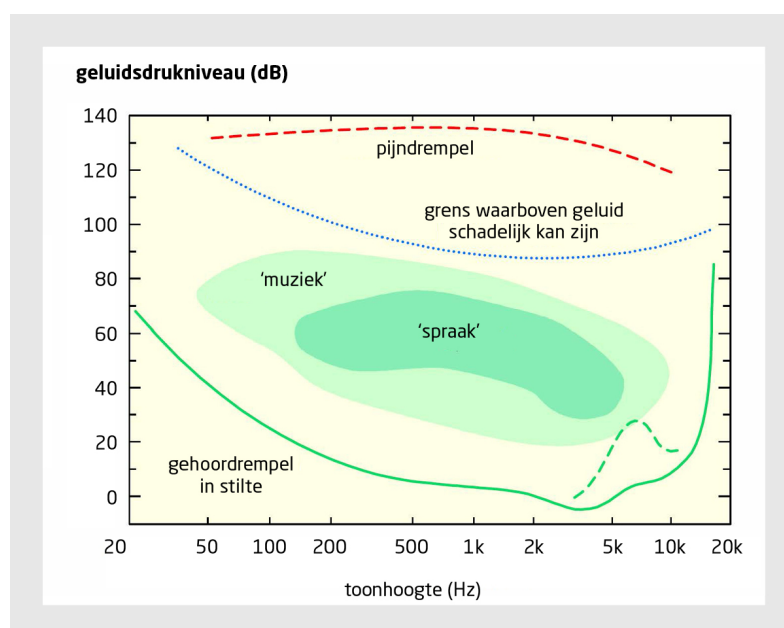
Effecten van lawaai

Aan lawaai kan men gedeeltelijk wennen, maar dat geldt niet voor iedereen. Chronisch lawaai gaat niet samen met welbevinden en het gehoor kan blijvend beschadigd worden. Lawaai veroorzaakt chronische inslaap- en doorslaapproblemen die op den duur bij volwassenen cardiovasculaire aandoeningen en bij kinderen verstoorde cognitie veroorzaken.

De WHO waarschuwde al in 2003 dat lawaai een toenemend gezondheidsprobleem was, is en wordt. In de Europese Gemeenschap leven 56 miljoen mensen in steden met meer dan 250.000 inwoners, die door weg-, spoor- en vliegverkeer en industrie worden blootgesteld aan te hoge geluidsniveaus, waardoor gezondheidsschade ontstaat.¹¹

Van belang bij de analyse van geluidseffecten van IWT's is het dynamisch bereik (de hoorspan) van het gehoor. In de figuur is het dynamisch bereik de afstand tussen de groene en rode lijn. Deze afstand wordt kleiner bij lagere frequenties. Dat betekent dat bij lagere frequenties de hoorspan – de afstand tussen het juist hoorbare en de pijndrempel – afneemt. Bij 20 Hz bedraagt die 60 dB en bij 1000 Hz 140 dB. Bedenk dat drempels gemiddelde waarden vertegenwoordigen met een spreiding van zo'n 10-15 dB. Dat impliceert dat persoon A met ongevoelig gehoor bij blootstelling aan laagfrequent geluid weinig hoort of voelt, terwijl persoon B met

een gevoeliger gehoor bij dezelfde geluidsdruk hinder ervaart.



Figuur
Gehoordrempel en overgevoeligheid voor geluid

De X-as en de Y-as hebben een logaritmische schaal (het geluidsdruk niveau is logaritmisch afgeleid van de geluidsdruk). De groene lijn geeft de gehoordrempel weer; geluid onder deze drempel kan niet door mensen worden waargenomen; de rode lijn geeft de onaangename luidheid weer, waarboven geluid tot pijnsensaties aanleiding geeft. De afstand tussen de groene en rode lijn is het dynamische bereik van het gehoor, de 'hoorspan' genoemd. De horizontale uitbreiding ervan heet 'hoorvaam'. De blauwe lijn geeft de grens aan waarboven geluid of lawaai schadelijk is voor het gehoor. Het donkergroene gebied ('sprakei') geeft aan in welk gebied de menselijke spraak zich afspeelt. Het lichtgroene 'muziekei' daaromheen is groter dan het sprakei. Merk op dat het gehoor het gevoeligst is voor toonhoogten rond 3-4 kHz en dat de onderlinge afstand tussen groen en rood, het dynamisch bereik, kleiner wordt in de richting van de infrasonen frequenties (rond 20 Hz). (Bron: Brüel & Kjær Sound and Vibration Measurement A/S, Denemarken)

In het volgende beperken wij ons tot lawaai door IS (< 20 Hz) en LF trillingen (20 Hz-125 Hz), samen wel omschreven als 'infrasound and low frequency noise' (ILFN).

IWT's en gezondheidsklachten

De literatuur hierover kunnen we grofweg indelen in casusbeschrijvingen, inventarisaties met vragenlijsten, geluidsmetingen op verschillende afstanden van diverse soorten IWT's, en overzichtsartikelen. Er is minder dierexperimenteel onderzoek verricht en weinig onderzoek met proefpersonen die aan IS trillingen en LF geluid werden blootgesteld. De overzichtsartikelen zijn vooral epidemiologisch georiënteerd.

De Amerikaanse kinderarts Pierpont muntte het begrip 'windturbinesyndroom' (WTS). Daarin bracht zij de volgende symptomen samen: slaapproblemen, hoofdpijn, oorsuizen, druk op de oren, duizeligheidsklachten, wazig zien, misselijkheid, prikkelbaarheid, moeheid, concentratie- en aandachtsproblemen, angst, stress, depressie en paniekaanvallen, benauwdheid en hoesten of gebruik van luchtwegmedicatie, en verstoring van de cognitieve ontwikkeling van kinderen. Daarvan is chronische slaapprostoring (inslaap- en doorslaapproblemen) het belangrijkste. Zij schreef dit symptomencomplex toe aan de effecten van ILFN.

De kwaliteit van haar onderzoek wordt in de meeste gepeerreviewde artikelen als onvoldoende gekwalificeerd. Verschillende onderdelen van Pierponts WTS zijn apart onderzocht, maar blijken statistisch niet significant méér voor te komen binnen dan buiten IWT-omgevingen. Wel opvallend is de 'annoyance' voor omwonenden van IWT's; dit geldt nog sterker in de nabijheid van windparken. Vooral artsen zijn overtuigd van het reële van de klachten van hun patiënten. Een cardioloog stelde zelfs dat er inmiddels meer dan honderdduizend patiënten zijn beschreven met de genoemde symptomen.¹² Er is ons geen artikel bekend waarin helder wordt omschreven aan welke criteria moet worden voldaan om te spreken van het WTS. Dat is ook lastig, gezien het specifieke van de klachten.

In 2011 verscheen een genuanceerde analyse van de verschillende klachten.¹³ Hinder en slaapprostoring zijn de belangrijkste

klachten. Ook de visuele landschappelijke bezwaren (niet passend, rusteloosheid van draaiende wieken en schaduwen) scoren hoog. Op basis hiervan wordt ervoor gepleit de bezorgdheid bij de omwonenden weg te nemen 'door een eerlijke en open procedure met een betrouwbare en onpartijdige overheid waarin bewoners daadwerkelijk wat te zeggen hebben. En ook eerlijke en onpartijdige akoestische adviseurs die niet doen of hun neus bloedt, of kennis achterhouden'. Dit standpunt wordt herhaald in het RIVM-rapport 'Gezondheidseffecten van windturbinegeluid'.¹⁴

ILFN buiten het lichaam

Kleine waterrimpelingen tegen een zware meerpaal stuiteren terug, grote golven lopen er ongestoord omheen. Datzelfde gebeurt met geluid. Hoge frequenties stuiteren grotendeels terug tegen een gevel, muur of glaswand, maar lage frequenties met een grote golflengte niet. Lage tonen zijn op grotere afstand hoorbaar, terwijl de hoge tonen eerder 'uitsterven'.

ILFN verplaatst zich sneller door de bodem dan door de lucht en kan zich tientallen kilometers verspreiden, afhankelijk van grondsoort en bodemopbouw.¹⁵ Natuurlijke IS trillingen ontstaan onder andere door donderslagen, aardbevingen en tsunami's. Mensen wekken IS en LF op met dieselmotoren, ventilatiesystemen, IWT's en luchtstromen tussen gebouwen.

Waarneming en effect

Het is belangrijk onderscheid te maken tussen (a) bewust waarnemen van ILFN (perceptie) en (b) het somatische effect van ILFN op het lichaam. Ook niet-waargenomen stimuli beïnvloeden lichaam en gedrag. Er bestaan bijvoorbeeld lichtprikkels die we nooit bewust ervaren, maar die ons altijd beïnvloeden. Dat gebeurt via de circa 1-3% fotoreceptoren van de retina die gevoelig zijn voor licht met een golflengte van 480 nm en die samen 'Zeitgeber' heten.¹⁶ De prikkels die deze fotoreceptoren afgeven eindigen in de nucleus suprachiasmaticus, waar ons circadiane ritme wordt bepaald.

Datzelfde geldt voor infrason geluid, letterlijk 'beneden het gehoor'. Mits met voldoende intensiteit aangeboden wekt dit geluid toch sensaties op die deels worden gehoord, deels gevoeld, zonder dat te kunnen onderscheiden. Uit fMRI-onderzoek blijkt dat deze signalen worden waargenomen in de auditieve cortex en dat ze eindigen in de rechter amygdala.¹⁷ De experimentele intensiteiten waarmee deze signalen werden aangeboden waren echter hoger dan van het geluid dat wordt voortgebracht door IWT's.¹⁸ Toch klagen mensen over IWT's. Als men geloof hecht aan hun klachten, dan betekent dat dat zij die signalen toch waarnemen. Maar hoe kan dat?

Hoe kunnen IS trillingen worden waargenomen?

We weten dat niet zeker. De 'lagere' gewervelde dieren beschikken over een sacculus die een hoorfunctie heeft. Bij de mens evolueerde de sacculus tot evenwichtsorgaan, gevoelig voor verticaal-lineaire verplaatsingen. De utriculus is gevoelig voor horizontaal-lineaire verplaatsingen. Samen geven de otolietorganen informatie over de positie van het hoofd, waardoor die in de juiste houding en balans gehandhaafd blijft. De otolietorganen geven statische informatie over de stand van het hoofd ten opzichte van de zwaartekracht (frequentie 0 Hz) en dynamische informatie over verticale trillingen (frequentie 0-10 Hz). Het otolietstelsel blijkt gevoelig voor laagfrequent geluid.^{19,20} Recentelijk is aangetoond dat de sacculus gevoeliger is voor IS geluiden (< 20 Hz) dan voor LF (> 20 Hz).²¹ De gevoeligheid van de sacculus reikt van 12,5 tot 800 Hz.²² Dat kan een verklaring zijn voor de relatieve extra klachten van IS geluid 's nachts, doordat competitieve maskerende geluiden 's nachts 'wegvallen'. Bovendien neemt de overgevoeligheid voor IS geluiden toe bij aanbod van hardere LF geluiden.

Pierponts WTS-klachten van wazig zien, misselijkheid en een algemeen gevoel van onbehagen doen sterk denken aan het patroon van zeeziekte (bewegingsziekten), waarvan bekend is dat de interindividuele verschillen groot zijn. Met fMRI is vastgesteld dat liminale en zelfs subliminale IS stimulatie leidt tot activiteit van de amygdala, de poort naar het autonome zenuwstelsel.²³

Berusten de klachten op een soort 'staart op de Gauss-kromme' van een normale verdeling in gevoeligheid? Hangen ze samen met bekende otologische verschijnselen als de binnenoorhydrops, het Tullio-fenomeen dat in 1923 en het superior-canal-dehiscence-syndroom dat pas in 1998 werd beschreven?²⁴ We weten dat IS en LF subliminaal binnenoorstructuren kunnen stimuleren. Het is onzeker hoe en waar precies de excitatie plaatsvindt, en vervolgens hoe na excitatie de signalen hun weg vinden naar auditieve of non-auditieve centra in het CZS.

Tot besluit

Onderzoek heeft aangetoond dat IWT's IS en LF geluiden en trillingen produceren die op grote afstanden waarneembaar en meetbaar zijn.^{1,25} Wij onderschrijven de verwachting dat meer focus op laboratorium- en proefpersonenonderzoek betere verklaringen voor klachten van patiënten zal opleveren dan nóg meer epidemiologisch onderzoek.⁵ Als dergelijk onderzoek plaatsvindt, kan ook aandacht besteed worden aan de afweging van verschillende belangen, waarin voor ons gezondheid op de eerste plaats behoort te staan: 'salus aegroti suprema lex' (Hippocrates).

Het recent verschenen RIVM-rapport 'Gezondheidseffecten van windturbinegeluid' besteedt hier aandacht aan en doet de suggestie om deze discussie publiekelijk te organiseren.¹⁴ Ons inziens is 'voorkomen beter dan genezen', op een verantwoorde en te handhaven wijze, zoals wij elders hebben verwoord: 'indien op land geplaatste windturbines (nog) noodzakelijk zijn, plaats de turbines dan op een zodanige afstand van de rand van de bebouwde kom, namelijk 10 x de masthoogte, dat het geluid en de trillingen van de turbines de nachtrust niet verstoren'.²⁶

- Online artikel en reageren op ntvg.nl/D5999
- LUMC, Audiologisch Centrum (KNO), Leiden: dr.ir. J.A.P.M. de Laat, klinisch-fysicus - audioloog. Utrecht: ing. W. Alteveer, civiel ingenieur. Erasmus MC, afd. Keel-, neus- en oorheelkunde, Rotterdam: ing. A.J.J. Maas, vestibuloloog niet praktiserend; em.prof.dr. L. Feenstra, kno-arts en filosoof. Stichting Haspel, 's-Hertogenbosch: drs. S. van Manen, huisarts en kaderarts ggz.
- Contact: J. de Laat (japmdelaat@lumc.nl)
- Belangenconflict en financiële ondersteuning: geen gemeld.
- Aanvaard op 20 oktober 2021
- Citeer als: Ned Tijdschr Geneeskd. 2021;165:D5999

Literatuur

1. Van Manen S. [Windmolens maken wel degelijk ziek](#). Medisch Contact, 22 maart 2018.
2. Vocking K, Vocking J. [Voorkom het windturbine syndroom](#). DEI; 2021.
3. Brands S, Bucx J, Schadd E, et al. Raadsadres aan gemeente Amsterdam, 29 maart 2021. <http://nederwind.nl/wp-content/uploads/2021/05/Raadsadres-Gezondheidseffecten-windturbines-29-03-2021.pdf>, geraadpleegd op 27 oktober 2021.
4. Baan JH. Huisartsen en medisch specialisten Rijssen roepen op tot onvoorwaardelijk NEE tegen windturbines. 25 mei 2021. <https://youtu.be/tKDDlvFYH5Y>, geraadpleegd op 27 oktober 2021.
5. Carlile S, Davy JL, Hillman D, Burgemeister K. A review of the possible perceptual and physiological effects of wind turbine noise. Trends Hear. 2018;22:2331216518789551. doi:10.1177/2331216518789551. Medline
6. Basner M, Babisch W, Davis A, et al. Auditory and non-auditory effects of noise on health. Lancet. 2014;383:1325-32. doi:10.1016/S0140-6736(13)61613-X. Medline
7. Geluidsoverlast in de wet: regels en normen. www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/geluidsoverlast/geluidsoverlast-in-de-wet, geraadpleegd op 27 oktober 2021.
8. Verheijen E, Jabben J, Schreurs E, et al. [Evaluatie nieuwe normstelling windturbinegeluid](#). Bilthoven: RIVM; 2009.
9. Van den Berg GP. [The sound of high winds. The effect of atmospheric stability on wind turbine sound and microphone noise](#) [proefschrift]. Groningen: Universiteit Groningen; 2006.
10. Jakobsen J. [Danish regulation of low frequency noise from wind turbines](#). J Low Frequency Noise Vib Active Control 2012;4:239-46.
11. Pötscher F, Ortner R. [Sound level of motor vehicles](#) [workshop]. Brussel, Directorate General for Internal Policies of the European Parliament; 2012.
12. Johnson WB. Cardiologist investigation and response to industrial wind turbines in the rural residential countryside regarding concerns of adverse health effects. www.wind-watch.org/documents/cardiologist-investigation-and-response-to-industrial-wind-turbines-in-the-rural-residential-countryside-regarding-concerns-of-adverse-health-effects/, geraadpleegd op 27 oktober 2021.
13. Van den Berg GP. Duurzaam en ongezond? Sociale en (niet-)akoestische kanten van windenergie. Geluid. 2011;4:9-13.
14. Van Kamp I, van den Berg GP. [Gezondheidseffecten van windturbinegeluid](#). Bilthoven: RIVM; 2021.
15. Jeanneret JB. [Intensité des infrasons émis par les éoliennes et sa dépendance du sous-sol et d'effets résonant dans les constructions](#). Pully, Zwitserland; 2020.
16. Wikipedia. Zeitgeber. <https://en.wikipedia.org/wiki/Zeitgeber>, geraadpleegd op 28 oktober 2021.
17. Dommes E, Bauknecht HC, Scholz G, Rothmund Y, Hensel J, Klingebiel R. Auditory cortex stimulation by low-frequency tones-an fMRI study. Brain Res. 2009;1304:129-37. doi:10.1016/j.brainres.2009.09.089. Medline
18. Tonin R. A Review of Wind Turbine-Generated Infrasound: Source, Measurement and Effect on Health. Acoust Aust. 2018;46:69-86. doi:10.1007/s40857-017-0098-3.
19. Curthoys IS, MacDougall HG, Vidal P-P, de Waele C. Sustained and transient vestibular systems: a physiological basis for interpreting vestibular function. Front Neurol. 2017;8:117. doi:10.3389/fneur.2017.00117 Medline
20. Sheykholsami K, Kaga K. The otolithic organ as a receptor of vestibular hearing revealed by vestibular-evoked myogenic potentials in patients with inner ear anomalies. Hear Res. 2002;165:62-7. doi:10.1016/S0378-5955(02)00278-2. Medline
21. Burke E, Hensel J, Fedtke T, Uppenkamp S, Koch C. Detection thresholds for combined infrasound and audio-frequency stimuli. Acta Acustica (Les Ulis). 2019;105:1173-82. doi:10.3813/AAA.919394.

22. Todd NP, Rosengren SM, Colebatch JG. Tuning and sensitivity of the human vestibular system to low-frequency vibration. *Neurosci Lett*. 2008;444:36-41. [doi:10.1016/j.neulet.2008.08.011](https://doi.org/10.1016/j.neulet.2008.08.011). [Medline](#)
23. Weichenberger M, Bauer M, Kühler R, et al. Altered cortical and subcortical connectivity due to infrasound administered near the hearing threshold - Evidence from fMRI. *PLoS One*. 2017;12:e0174420. [doi:10.1371/journal.pone.0174420](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174420). [Medline](#)
24. Goumans J, Boumans LJ, van der Steen J, Feenstra L. [Het 'superior-canal dehiscence'-syndroom](#). *Ned Tijdschr Geneesk*. 2005;149:1320-5.
25. Zajamšek B, Hansen KL, Doolan CJ, Hansen CH. [Characterization of windfarm infrasound and low-frequency noise](#). *J Sound Vibr*. 2016;176-90.
26. De Laat JAPM, Feenstra L. [Hinderlijk geluid van windturbines](#). MT-integraal, 25 augustus 2021.

Reactie

Het is nog te vroeg om stelling te nemen

Door: dr. Markus L.Y.M. Oei, kno-arts (Flevoziekenhuis, Almere)

Er is een overeenkomst tussen nieuwe technologieën en nieuwe medische behandelingen en medicijnen: ze gaan doorgaans gepaard met complicaties en bijwerkingen. Het is voor ons daarom vanzelfsprekend om bij technologische vernieuwingen ongewenste gezondheidseffecten te monitoren en te benoemen. En net als bij nieuwe behandelingen moet de afweging gemaakt worden of de bijwerkingen opwegen tegen de positieve effecten. Daarom is het van belang dat bijwerkingen geobjectiveerd aangetoond zijn met een duidelijke causaliteit. Vervolgens moeten de proportionaliteit van het beoogde resultaat en de bijwerking tegen elkaar worden afgewogen. Een patiënt met een ontstoken blindedarm wordt wel geopereerd, ondanks het gevaar van nabloeding, en chemotherapie bij kanker wordt niet gestaakt wanneer de patiënt misselijkheid als bijwerking heeft.

Een duidelijk verschil tussen nieuwe technologieën en geneeskunde is echter dat we het daarbij hebben over bredere en maatschappelijke impact. Medische behandelingen hebben doorgaans uitsluitend consequenties voor een individuele patiënt. De baten en lasten van technologie liggen vaak niet bij dezelfde personen. Zo heeft de vakantieganger in het vliegtuig niet hetzelfde belang als de omwonenden van het vliegveld. Daarom kan men niet dezelfde criteria gebruiken zoals wij gewend zijn.

In het geval van windturbines – wat niet helemaal nieuwe technologie is, aangezien de eerste in 1887 gebouwd werd – hebben we te maken met een klein aspect van een groot, wereldwijd maatschappelijk probleem: de energietransitie die nodig is om de klimaatverandering tegen te gaan. Het is enorm moeilijk om grote maatschappelijke belangen af te wegen tegenover persoonlijke last zoals beschreven in het artikel van De Laat en collega's, zeker als het nog onzeker is of er een concreet causaal verband is. Buiten kijf staat dat er een grote interindividuele variatie is in problemen met het evenwicht, met als duidelijkste voorbeeld wagen- en zeeziekte. En bepaalde mensen kunnen zeker gevoeliger zijn voor laagfrequente trillingen, maar dat betekent niet dat we auto's en scheepvaart moeten staken. Het gaat ook hier dus om proportionaliteit.

Het is goed dat wij, als dokters, oog hebben voor ongewenste gezondheidseffecten van nieuwe technologische ontwikkelingen. Dat het artikel over de industriële windturbines de mogelijkheid van een nog onbekende bijwerking aankaart is prima, evenals de theoretische onderbouwing. Maar dat is niet voldoende om stelling te nemen. Wij weten als geen ander dat praktijk en theorie vaak niet overeenkomen. Feitelijke data over incidentie, causaliteit, impact en gezondheidsschade is nodig voordat er een goede belangenafweging gemaakt kan worden. En dat wij als artsen en onderzoekers kunnen bijdragen aan een heldere, feitelijke en rationele discussie over gezondheidseffecten, is zowel ons voorrecht als onze maatschappelijke plicht. Uiteindelijk gaat het om een maatschappelijk probleem, waar de maatschappij een afweging over moet maken.