

## Windturbines en gezondheid

Willem Oosterberg

Mei 2021

### 1 Inleiding

Als het gaat om de gezondheidseffecten van windturbines is er sprake van een grote kloof tussen de ervaringen van omwonenden en de conclusies van de gevestigde wetenschap.

In verschillende delen van de wereld melden omwonenden van windturbines een groot aantal gezondheidsklachten. Het meest genoemd worden: - ergernis en prikkelbaarheid; - chronische slaapproblemen en vermoeidheid; - hoofdpijn en migraine; - misselijkheid, oorsuizen, drukgevoel op de oren, draaiduizeligheid; - concentratie- en geheugenproblemen; - paniekaanvallen; - hartklachten<sup>1</sup>.

Op dit moment is de conclusie van de gevestigde wetenschap dat er niet of nauwelijks aanwijzingen zijn dat windturbines deze klachten veroorzaken, met uitzondering van ergernis en mogelijk slaapverstoring vanwege het geluid dat turbines maken.

Dit verhaal stelt de vraag hoe de wetenschap tot deze conclusie is gekomen. Het is opgebouwd uit een beschrijving hoe de wetenschap mogelijke gezondheidseffecten van windturbines onderzoekt en wat tot nu toe is gevonden. In het laatste hoofdstuk ga ik in op een aantal punten die mij zijn opgevallen:

- De wetenschap lijkt flink achter de ontwikkelingen aan te lopen. Er is tot nu toe nog weinig kwalitatief goed onderzoek gedaan naar de gezondheidseffecten van windturbines. De wetenschap is een traag proces en de windturbines ontwikkelen zich in snel tempo met als gevolg dat de conclusies van de wetenschap eerder relevant lijken voor de windturbines van 'gisteren', dan voor die van 'vandaag'.
- Wetenschappelijke artikelen en rapporten maken vaak de inschatting dat de hinder van windturbines zal meevallen als de kwaliteit van het proces van planning en plaatsing goed is, maar nemen hierbij voetstoots aan dat zo'n 'goed proces' bij projecten met grote windturbines mogelijk is.
- De overheid zet in de Regionale Energiestrategieën (RESsen) in op een snelle uitbreiding van het aantal windturbines op land maar verricht op dit moment niet of nauwelijks onderzoek naar de mogelijke gezondheidseffecten. Mijn aanbeveling zou zijn om dit om te draaien: een minder snelle uitbreiding in combinatie met meer onderzoek.

#### Verantwoording

Aanleiding voor het verhaal zijn zorgen bij bewoners van de Voorsterklei nadat hun buurt onverwacht werd aangewezen als mogelijk zoekgebied voor windturbines in de concept-RES van de Cleantech Regio. Het is gebaseerd op systematische overzichten van het RIVM<sup>2</sup> en van Freiberg<sup>3</sup>, een recent advies van de Wereld Gezondheidsorganisatie (WHO) voor geluidnormen<sup>4</sup> en een aantal artikelen van epidemiologische studies. Voor het hoofdstuk 'Hoe werkt de wetenschap' is vooral gebruik gemaakt van Wikipedia. Voor de gezondheidsklachten van laagfrequent- en infrageluid is begonnen bij het kennisoverzicht van Sylvia van Manen<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> Zie bijvoorbeeld:

- Hoofdstuk 3.6 in Pilot Kennisplatform Windenergie 2015 - Kennisbericht Geluid van windturbines
- Van Manen 2018 - Windmolens maken wel degelijk ziek
- Pierpont 2009 – Wind Turbine Syndrome – a report on a natural experiment
- Jeffery e.a. 2013 - Adverse health effects of industrial wind turbines

<sup>2</sup> RIVM 2020 - Health effects related to wind turbine sound

<sup>3</sup> Freiberg e.a. 2019 - Health effects of wind turbines on humans in residential settings - results of a scoping review

<sup>4</sup> WHO 2018 - Environmental noise guidelines for the European region

<sup>5</sup> [https://www.hardenberg.nl/fileadmin/documenten/Inwoners/Projecten/Windenergie/Bergentheim-Kloosterhaar-Sibculo/Omgevingsadviesgroep/Kennisbijeenkomsten/Presentatie\\_Sylvia\\_van\\_Manen.pdf](https://www.hardenberg.nl/fileadmin/documenten/Inwoners/Projecten/Windenergie/Bergentheim-Kloosterhaar-Sibculo/Omgevingsadviesgroep/Kennisbijeenkomsten/Presentatie_Sylvia_van_Manen.pdf)

Ik ben geen specialist in gezondheidswetenschappen wat als voordeel kan hebben dat dit verhaal voor een leek eenvoudiger is te volgen en als nadeel dat ik her en der misschien de plank heb misgeslagen.

Graag wil ik bedanken: Jenny Metzelaar die een eerste aanzet van het verhaal maakte, Arie Oosterlee, epidemioloog bij de GGD Kennemerland in Haarlem voor zijn constructieve commentaar, en Nanske Kuiken die het verhaal beoordeelde op leesbaarheid.

## 2 Hoe werkt de gevestigde wetenschap?

### *Nee, tenzij*

Wetenschap gaat uit van twijfel. Niets is waar tenzij het is aangetoond of onderbouwd. Het startpunt is dan ook dat windturbines geen effect hebben op de gezondheid. Een wetenschapper kan vervolgens op basis van eigen onderzoek of onderzoek uit het verleden proberen te onderbouwen dat dat wél zo is. Collega-wetenschappers houden elkaar bij de les en proberen elkaars resultaten of conclusies in twijfel te trekken (*Engels: peer review*). Pas als een wetenschappelijk artikel deze zeef passeert, komt het in een gevestigd vakblad. De verzameling van artikelen in de wetenschappelijke vakbladen vormt de basis voor de kennis over een bepaald onderwerp. Naarmate de conclusies uit verschillende, onafhankelijk onderzoeken die zijn uitgevoerd in verschillende settings en met verschillende methoden in de dezelfde richting wijzen (*consistentie*), worden ze aannemelijker. Deze conclusies staan aan de basis van het overheidsbeleid. Het is de kennis van de gevestigde wetenschap en niet die van omwonenden die in dit beleid de doorslag geeft.

### *Van vermoedens naar waarheden*

Wetenschappelijk onderzoek begint met vermoedens en eindigt (als het goed is) met waarheden<sup>6</sup>. Er zijn verschillende methoden voor het onderbouwen van wetenschappelijke conclusies. Deze methoden zijn in de figuur hieronder als een piramide op elkaar gestapeld. Simpele, goedkope methoden hebben minder bewijskracht maar zijn eenvoudiger toe te passen en dienen als een soort zeef om de duurdere methoden met meer bewijskracht te richten op de zaken die er het meest toe doen. Zo worden de verschillende methoden vaak in een min of meer vaste volgorde, van beneden naar boven toegepast.



### *Ervaringen en inschattingen*

De gezondheidsklachten van omwonenden van windturbines zijn een belangrijk startpunt. Mensen zijn immers de beste waarnemers van hun eigen gezondheid.

Een tweede startpunt is de inschatting van wetenschappers. Windturbines produceren geen chemische stoffen of fijnstof en er is geen mechanisch contact met mensen (zoals bij drillboren). Ze zijn een flinke bron van geluid en van geluid is bekend dat het gezondheidsproblemen kan geven. Ze bederven het uitzicht maar dat wordt niet gezien als een gezondheidsprobleem. Dus *geluid* springt eruit als belangrijkste *mogelijke* oorzaak van gezondheidsproblemen. Dit kan verklaren waarom zeker 90% van het onderzoek tot op heden is gericht op de vraag of het geluid van windturbines leidt tot gezondheidsproblemen.

### *Casus beschrijvingen*

Omwonenden zien hun gezondheid veranderen en hebben vermoedens wat hiervan de oorzaak is. Huisartsen kunnen signaleren dat er iets aan de hand is als patiënten uit de buurt van windturbines eenzelfde soort klachten vertonen.

<sup>6</sup> Het is preciezer om te spreken van 'breed aanvaarde conclusies' dan van 'waarheden', want ieder moment kan er een feit opduiken dat een lang gekoesterde waarheid ondermijnt.

Zulke vermoedens en signalen kunnen verder worden verkend door mensen te interviewen die in de buurt van windturbines wonen.

Dit kan leiden tot een stelling met de vorm 'ik denk dat .... oorzaak is van effect ....'. Dit is nog niet meer dan een stelling.

#### *Experimenten*

In de wetenschap geldt het experiment als de beste, 'hoogste' methode voor het onderbouwen van conclusies. Daarin zou een onderzoeker een grote groep willekeurig gekozen mensen op basis van toeval (dobbelsteen) moeten splitsen in twee groepen; één groep wordt langdurig bij windturbines geplaatst en de andere niet. Dit is niet realistisch en onethisch, maar sommige aspecten van windturbines lenen zich tot op zekere hoogte wel voor experimenten, zoals slaapverstoring of het effect van laagfrequent geluid. Tot op zekere hoogte want experimenten zijn van korte duur en de invloed van windturbines strekt zich uit over jaren. Daarom leveren deze experimenten maar beperkt ondersteuning voor de gezondheidseffecten van windturbines.

#### *Epidemiologisch onderzoek*

Stellingen over chronische gezondheidseffecten van windturbines kunnen in feite alleen worden aangetoond in epidemiologisch onderzoek. Hierbij zoekt een onderzoeker naar een situatie die op een experiment lijkt. Globaal zijn er twee vormen van epidemiologisch onderzoek: met-zonder studies en voor-na studies.

##### *Met-zonder studies (Engels: cross-sectional studies)*

Een met-zonder studie vergelijkt de gezondheidstoestand van een groep mensen die dicht bij windturbines woont (de met-groep) met een groep mensen die er (veel) verder van af woont (zonder-groep). Dit type onderzoek is een vergelijking op één moment in de tijd. De onderzoeker zoekt naar een statistisch *verband* tussen de windturbines (de veronderstelde oorzaak) en gezondheidsproblemen (het veronderstelde gevolg). Liefst is er een dosis-effect relatie: méér invloed van windturbines in de vorm van aantallen of geluid of afstand (*dosis*) hangt samen met meer gezondheidsproblemen (*effect*). Als er een verband wordt aangetoond, dan is het nog niet gezegd dat de windturbines de oorzaak zijn van de gezondheidsproblemen. Afgezien van de nabijheid van windturbines kunnen de twee groepen verschillen in allerlei andere aspecten die de gezondheid beïnvloeden; leeftijd, leefwijze, beroep, andere risicofactoren in de omgeving. Deze aspecten kunnen ook worden gemeten en door statistische analyse kan worden gezocht of er nog een verband met de windturbines overblijft. Maar er blijven altijd vraagtekens hangen of het echt de windturbines zijn die de gezondheidseffecten veroorzaken. Daarom worden conclusies uit dit type onderzoek door de gevestigde wetenschap niet als doorslaggevend gezien.

Tot op heden zijn er zo'n 35 onafhankelijke epidemiologische studies<sup>7</sup> uitgevoerd naar de gezondheidseffecten van windturbines. De overgrote meerderheid (33 studies) zijn met-zonder studies.

##### *Voor-na studies (Engels: longitudinal studies, cohort studies)*

Een stap hoger in de piramide zijn studies waarin de met-groep en de zonder-groep niet op één moment in de tijd worden onderzocht maar in de tijd worden gevolgd. Op een bepaald moment worden in de omgeving van de met-groep windturbines geplaatst; in de zonder-groep is dit niet het geval. De gezondheid van de mensen in beide groepen verandert in de loop van de tijd, maar als de veranderingen in de met-groep anders of groter zijn dan die in de zonder-groep, kan dit in principe worden toegeschreven aan de windturbines. Dit type studie wordt in de epidemiologie hoog aangeslagen. Maar het is per definitie langdurig – het gaat om chronische ziekten, dus al gauw om 5 jaar of meer - en daarom duur. Een ander probleem in dit type onderzoek is het verhuizen of afhaken van deelnemers. Tot op heden zijn maar 3 voor-na studies naar de gezondheidseffecten van windturbines uitgevoerd.

#### *Systematische overzichten*

---

<sup>7</sup> Het getal van 35 heeft niet betrekking op het aantal artikelen. Vaak worden over één studie meer artikelen geschreven.

De experimenten, met-zonder studies en voor-na studies zijn *oorspronkelijke onderzoeken*: er is daadwerkelijk ergens gemeten aan de effecten van windturbines. In systematische overzichten worden deze oorspronkelijke onderzoeken op een rij gezet en gekeken of de conclusies in dezelfde richting wijzen. Als dat het geval is, krijgen deze conclusies meer gewicht, ze worden meer waarheid. Het beleid van de Nederlandse overheid over de gezondheidsrisico's van windturbines is gebaseerd op de conclusies van systematische overzichten van het RIVM.

#### *Epidemiologisch onderzoek is moeilijk*

Er zijn legio problemen bij epidemiologische studies. Bijvoorbeeld:

- een vooringenomen keuze van deelnemers aan de studie (*selection bias*). Omdat deelname aan een studie in principe vrijwillig is, kan het zo zijn dat mensen met een uitgesproken mening over windturbines eerder meedoen dan degenen die dat niet hebben. Ook als onderzoeker kun je in de keuze van deelnemers al of niet bewust in een bepaalde richting sturen.
- een onjuiste meting van veronderstelde oorzaken en effecten (*information bias*). De voorkeur gaat uit naar *objectieve maten* voor oorzaken (bijvoorbeeld het geluidniveau in decibellen) en effecten (bijvoorbeeld gemeten bloeddruk, voorgeschreven geneesmiddelen). Maar voor sommige effecten ben je aangewezen op wat mensen zelf over hun gezondheid zeggen (*zelfrapportage*), waarbij gezondheidsklachten kunnen worden afgevlakt of juist aangedikt. Bovendien zijn mensen op zoek naar oorzaken voor hun gezondheidsklachten en kunnen dit leggen bij veranderingen in hun omgeving (*attributie*). Informatie uit de media of eigen verwachtingen over de gevolgen van windturbines kunnen de eigen inschatting kleuren – veelal in negatieve zin (*nocebo effect*). Het goed meten of berekenen van de geluidbelasting waaraan omwonenden van windturbines zijn blootgesteld is een vak op zich en wordt in veel studies vaak zo'n beetje geschat.

Kortom: er zijn veel aangrijpingspunten voor kritiek van collega-wetenschappers op elkaars onderzoek.

#### *Tot op heden weinig kwalitatief goede epidemiologische studies*

Om een indruk te geven hoe streng men onderling is: een systematisch overzicht van de epidemiologische studies die vóór 2017 zijn gepubliceerd beoordeelde 20% als van goede kwaliteit en 80% als van mindere kwaliteit<sup>8</sup>. Wel is het zo dat de wetenschap leert van zijn eigen fouten: het onderzoek op een bepaald thema wordt in de loop van de tijd 'vanzelf' van betere kwaliteit.

#### *Epidemiologisch onderzoek kost tijd*

Het aantonen van chronische gezondheidseffecten door epidemiologisch onderzoek is een langdurige zaak. Kenmerk van deze gezondheidseffecten is dat het jaren kan duren voordat ze ontstaan. Bovendien neemt de wetenschap zijn tijd: er verstrijkt al gauw 3 jaar tussen het moment dat de veldgegevens zijn verzameld en het verschijnen van het wetenschappelijke artikel, en het verwerken van oorspronkelijk onderzoek in een systematisch overzicht kan nog eens 1 – 2 jaar duren. Als windturbines die nu worden geplaatst een of andere chronisch gezondheidsprobleem zouden veroorzaken, dan duurt het al gauw 8 – 10 jaar voordat de gevestigde wetenschap de conclusie trekt dat dit probleem er is. Voorwaarde is bovendien dat er onderzoek wordt uitgevoerd.

#### *Hoe moet je de conclusie lezen dat er geen verband is gevonden?*

Een veel voorkomende conclusie in systematische overzichten luidt:

'Er zijn geen overtuigende aanwijzingen voor een verband tussen windturbines en gezondheidseffect X'.

Dit kan drie dingen betekenen:

- Het is niet of nauwelijks onderzocht
- De studies die zijn gedaan, zijn niet van goede kwaliteit
- De conclusies van de goede studies die zijn gedaan, wijzen niet in dezelfde richting (niet consistent)

---

<sup>8</sup> Freiberg 2019 - Health effects of wind turbines on humans in residential settings - results of a scoping review

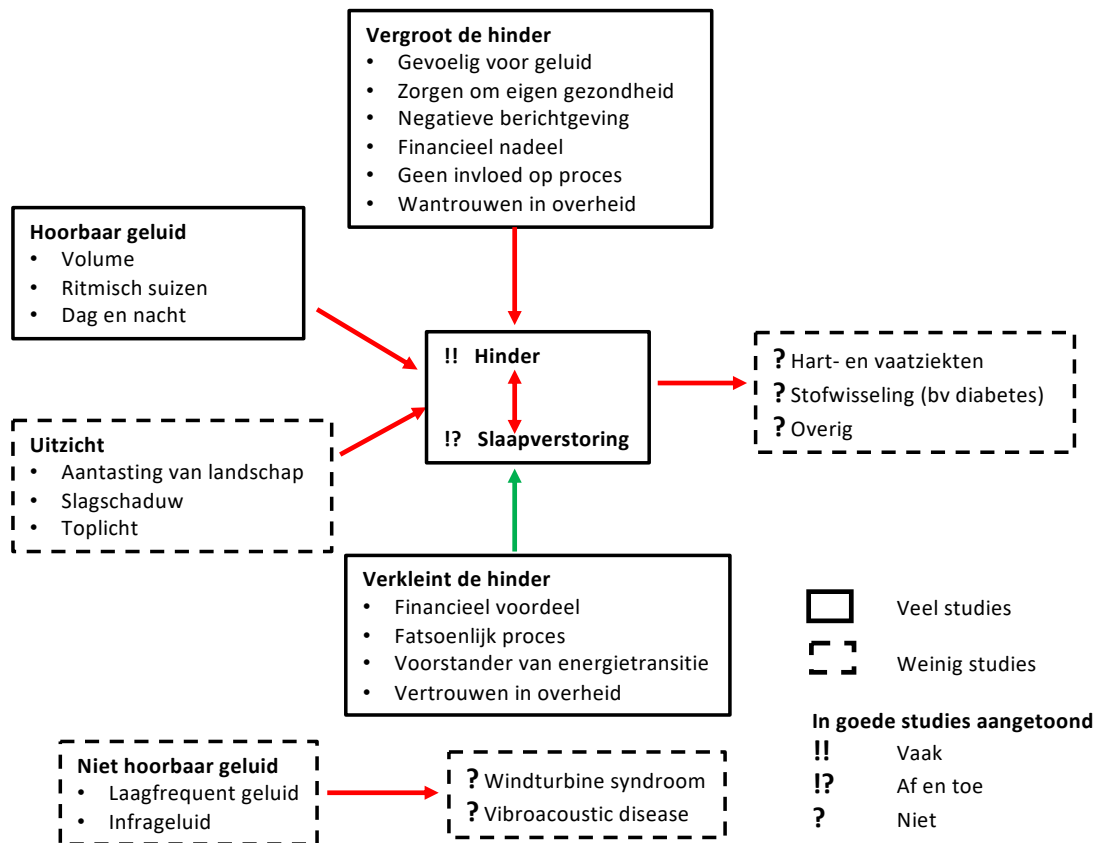
Zo'n conclusie moet dus niet worden gelezen als 'het is aannemelijk dat er geen verband is'.

*Onderzoek van Poulsen: voorbeeld van goed onderzoek*

In 2018 – 2019 rondde de onderzoeksgroep van Poulsen een programma af dat wordt gezien als een van de beste epidemiologische onderzoeken naar de gezondheidseffecten van het geluid van windturbines. Het is een voor-na onderzoek waarbij is gekeken naar veranderingen in het gebruik van geneesmiddelen of opnamen in ziekenhuizen. Hierdoor zijn de valkuilen van zelfrapportage van gezondheidseffecten vermeden. Dat dit mogelijk is, is te danken aan het feit dat alle geneesmiddelvoorschriften en ziekenhuisopnamen in Denemarken centraal digitaal zijn vastgelegd. Ook de locaties en kenmerken van alle windturbines in Denemarken (circa 7500) zijn centraal vastgelegd. Met deze gegevens is de geluidbelasting berekend voor alle omwonenden binnen een zekere afstand van een of meer windturbines. Deze geluidbelasting is onderscheiden in hoorbaar geluid en laagfrequent geluid. Op basis van de geluidbelasting zijn deelnemers aan de met-groep en zonder-groep geselecteerd, waarbij de met-groep verder is opgedeeld in deelgroepen met oplopende geluidbelasting (dit om een dosis-effect relatie te kunnen vaststellen). In alle groepen is gekeken naar veranderingen in het gebruik van geneesmiddelen of ziekenhuisopnamen. Maar ook dit onderzoek heeft zijn beperkingen: omdat de regelgeving voor geluid en afstand tot windturbines in Denemarken streng is, zijn maar heel weinig mensen blootgesteld aan een hoge geluidbelasting door windturbines. Bovendien kijkt dit onderzoek alleen naar de gezondheidseffecten van geluid.

### 3 Wat is tot nu toe gevonden?

De figuur hieronder probeert in één schema weer te geven wat de wetenschappelijke conclusies tot nu toe zijn. In het bovenste deel van de figuur gaat het om de gezondheidseffecten van hoorbaar geluid van en uitzicht op windturbines. Het onderste deel laat zien dat ook slecht- of niet hoorbaar geluid misschien gezondheidseffecten heeft.



#### Hinder

##### *Wat wordt bedoeld met hinder?*

Hinder wordt algemeen gezien als een gezondheidsprobleem op zich – als je lange tijd hinder ervaart, ben je niet gezond. Bovendien is bekend dat hinder een tussenstation kan zijn naar ernstiger gezondheidsproblemen.

Hinder is de vertaling van het Engelse *annoyance* dat ook zou kunnen worden vertaald met ergernis, je storen aan. Bij hinder door geluid spelen de volgende zaken een rol:

- Verstoring van waar je mee bezig bent – geconcentreerd aan het werk, slapen, enzovoort
- Ergernis dát je gestoord wordt
- Machteloosheid - je kunt er weinig aan doen om de oorzaak weg te nemen.

Deze samenhang van verstoring, ergernis en machteloosheid is een soort stress.

##### *Geluid van windturbines veroorzaakt hinder*

Bij verreweg het meeste onderzoek tot nu toe wordt gekeken naar de invloed van hoorbaar geluid van windturbines op hinder (*geluidhinder*). Het staat inmiddels vast dat deze invloed er is én dat er sprake is van een dosis-effect relatie: meer geluid van windturbines leidt tot meer hinder. Deze relatie is de basis voor de norm in Nederland voor het geluidniveau van windturbines waaraan omwonenden mogen worden blootgesteld.

#### *Waarom is het geluid van windturbines zo hinderlijk?*

Uit onderzoek blijkt dat het geluid van windturbines bij een gegeven geluidsniveau (de decibellen) hinderlijker is dan dat van andere bronnen zoals (trein)verkeer of industrie. Dit komt omdat het geluid van windturbines *ritmisch* is<sup>9</sup>. Het menselijk gehoor is 'geprogrammeerd' om alert te zijn op ritmes, daar kun je je niet voor afsluiten. Bovendien gaat het geluid van windturbines dag en nacht door – er is geen pauze, en met name geluid 's nachts is extra hinderlijk omdat dan andere geluidbronnen wegvallen. Het ritmische karakter wordt omschreven als zoeven, zwiepen, bonzen.

Windturbines worden steeds hoger en groter. Op de vraag of dit ritmische karakter bij hoge turbines anders is dan bij lage turbines, heb ik geen antwoord kunnen vinden.

#### *Wen je aan geluidhinder?*

Sommige onderzoeken vinden aanwijzingen dat omwonenden in de loop van de tijd steeds meer geluidhinder ervaren van windturbines; andere onderzoeken vinden juist aanwijzingen voor gewenning. Dit is dus onbeslist.

#### *Zichthinder is ook van belang maar nauwelijks onderzocht.*

Naar de hinder door uitzicht op de windturbines (*zichthinder*) is tot nu toe veel minder onderzoek gedaan. Er zijn een aantal studies uitgevoerd naar de hinder door slagschaduw, maar de hinder door aantasting van het landschap of het toplicht dat 's nachts brandt is nauwelijks onderzocht.

Een recent met-sonder onderzoek van goede kwaliteit<sup>10</sup> vond dat de zichthinder die door omwonenden wordt ervaren zeker zo groot is als de geluidhinder. Dat windturbines naast geluidhinder ook veel zichthinder veroorzaken, is een verschil met andere geluidbronnen zoals vliegtuigen, weg- of treinverkeer.

#### *Overgevoeligheid voor geluid*

Zo'n 5 – 15% van de bevolking is extra gevoelig of overgevoelig voor geluid. Dit is voor een belangrijk deel genetisch bepaald maar kan ook het gevolg zijn van bijvoorbeeld migraine. Het ligt voor de hand dat mensen met deze gevoeligheid, als ze een keuze hebben, vaak ervoor kiezen om op een rustige plek op het platteland te gaan wonen. En juist rustig platteland is aantrekkelijk zoekgebied voor windturbines.

#### *Een top-down proces en zorgen om gezondheid en financiële gevolgen vergroten de hinder*

In veel onderzoeken wordt aangetoond dat omwonenden meer hinder ervaren wanneer zij het gevoel hebben dat ze geen invloed hebben op het proces van planning en plaatsing van de windturbines, wanneer zij zich zorgen maken om hun eigen gezondheid, of eigenaar zijn van een woning en vrezen voor waardedaling. Het verband tussen deze factoren en de hinder is vaak even sterk of zelfs sterker dan het verband tussen het geluidsniveau (de decibellen) en de hinder.

#### *Omwonenden met financieel voordeel van windturbines ervaren minder hinder*

In veel studies wordt gevonden dat degenen die financieel voordeel hebben van de windturbines weinig hinder ervaren. Vaak zijn dit de grondeigenaren waar de turbines zijn geplaatst. Ze wonen dicht bij de turbines zodat ze zijn blootgesteld aan een hoog geluidsniveau en een grote verandering in hun uitzicht. Het gaat vaak om actieve agrariërs die gemiddeld jonger en zijn en ook daarom misschien minder gezondheidsproblemen hebben.

#### *Slaapverstoring*

Net als hinder is slaapverstoring een gezondheidsprobleem op zich. Slaapverstoring kan ook de oorzaak zijn voor ernstiger gezondheidsproblemen zoals hart- en vaatziekten, overgewicht, psychische problemen enzovoort.

Het staat vast dat lawaai van vliegtuigen, verkeer en spoorwegen kan leiden tot slaapverstoring.

Bij omwonenden van windturbines is slaapverstoring een veel voorkomende klacht, met name door het ritmische karakter van het geluid of als het geluid bromtonen bevat.

---

<sup>9</sup> De vakterm voor dit ritmische karakter is *amplitude modulation*.

<sup>10</sup> Michaud 2018 b - Derivation and application of a composite annoyance reaction construct based on multiple wind turbine features

Naar de invloed van turbinegeluid op slaap is regelmatig onderzoek gedaan, maar de gevestigde wetenschap beoordeelt de meeste van deze onderzoeken als van matige kwaliteit. De meeste van deze onderzoeken vinden overigens wel een significant verband.

Het aantal onderzoeken van goede kwaliteit is tot op heden zeer beperkt en geeft soms wel een verband en soms niet. Een van deze onderzoeken<sup>11</sup> vond een verband tussen een hoog geluidsniveau en het gebruik van slaappillen, met name bij oudere mensen. Een ander onderzoek<sup>12</sup> vond geen rechtstreeks verband tussen geluidsniveau en slaapverstoring, maar mensen sloten wel vaker hun ramen om ongehinderd te kunnen slapen, wat een grote bron van hinder was: men kon slapen ondanks het geluid, maar wel met de ramen dicht.

Systematische overzichten trekken de conclusie dat nog te weinig onderzoek van goede kwaliteit is verricht om zekere uitspraken te doen over het verband tussen het geluid van windturbines en slaapverstoring, maar dat een verband wel plausibel is.

### Overige gezondheidsproblemen

#### *Weinig studies en de meeste van matige kwaliteit*

Er zijn weinig epidemiologische studies uitgevoerd naar het verband tussen windturbines en gezondheidsproblemen zoals hart- en vaatziekten, stofwisseling, psychische problemen. Al deze studies zoeken naar een verband tussen het geluid van windturbines ('*turbinelawaai*') en gezondheidsproblemen.

De meeste studies worden in systematische overzichten beoordeeld als van matige kwaliteit. Het onderzoek in Denemarken van de groep van *Poulsen* is hierop de gunstige uitzondering.

De verbanden die in de studies zijn gevonden worden hieronder samengevat, waarbij telkens eerst iets wordt gezegd over wat bekend is van de effecten van andere geluidbronnen<sup>13</sup>.

#### *Hart- en vaatziekten*

Tot hart- en vaatziekten worden gerekend: hoge bloeddruk, hartritmestoornissen, hartinfarct, en beroerte. Het is inmiddels door de gevestigde wetenschap aanvaard dat lawaai van verkeer, vliegtuigen of spoorwegen een effect heeft op hartritmestoornissen en dat verkeerslawaai de kans op een hartinfarct vergroot.

Er is vaak gezocht naar een effect van het lawaai van verkeer, vliegtuigen of spoorwegen op hoge bloeddruk of de kans op een beroerte maar dit is niet of nauwelijks gevonden.

Er is in enkele studies gezocht naar een verband tussen turbinelawaai en hart- en vaatziekten. In een kwalitatief goed voor-na onderzoek in Denemarken is een zwak verband gevonden met de kans op hartritmestoornissen<sup>14</sup>. Daarnaast vond Poulsen in zijn studie een zwak, maar statistisch niet significant verband met de kans op een hartinfarct. Ook vond hij een bepaald verband van laagfrequent geluid met de kans op hartinfarct of beroerte (zie verder).

Een verband tussen turbinelawaai en hoge bloeddruk is tot nu toe niet gevonden.

#### *Overgewicht en diabetes*

Er zijn aanwijzingen dat vliegtuiglawaai de kans op overgewicht vergroot.

Er zijn aanwijzingen dat verkeerslawaai de kans op diabetes vergroot.

Onderzoek naar een verband tussen turbinelawaai en overgewicht is tot op heden niet uitgevoerd.

Er is in enkele studies (waaronder door Poulsen) gezocht naar een verband tussen turbinelawaai en diabetes maar niet gevonden.

#### *Psychische problemen en gedragsproblemen bij kinderen*

---

<sup>11</sup> Poulsen 2019 - Long-term exposure to wind turbine noise on redemption of sleep medication and antidepressants

<sup>12</sup> Michaud 2016 - Effects of wind turbine noise on self-reported and objective measures of sleep

<sup>13</sup> Dit op basis van WHO 2018 - Environmental noise guidelines for the European region

<sup>14</sup> Bräuner 2019 Long-term wind turbine noise exposure and the risk of incident atrial fibrillation in the Danish Nurse cohort.

Er zijn aanwijzingen dat vliegtuiglawaai de kans op depressie of het gebruik van anti-depressiva vergroot.

Er zijn aanwijzingen dat verkeerslawaai en spoorweglawaai leidt tot meer gedragsproblemen bij kinderen.

Poulsen vond een verband tussen turbinelawaai en het gebruik van anti-depressiva, met name in de groep ouder dan 65 jaar<sup>15</sup>.

Voor zover ik kan nagaan is een verband tussen turbinelawaai en gedragsproblemen bij kinderen nooit onderzocht.

#### *Problemen rond de zwangerschap*

Er zijn aanwijzingen dat verkeerslawaai de kans op problemen rond de zwangerschap (vroeggeboorte, geboortegewicht) vergroot.

Er is in enkele studies (waaronder door Poulsen) gezocht naar een verband tussen turbinelawaai en problemen rond de zwangerschap, maar deze zijn niet gevonden.

#### *Gezondheidsklachten van laagfrequent- en infrageluid*

##### *Wat is het?*

- Laagfrequent geluid en infrageluid zijn luchttrillingen die slecht of niet hoorbaar zijn maar wel veel energie bevatten - ze kunnen voorwerpen laten trillen. Menselijke bronnen zijn bijvoorbeeld verkeer, luchtvaart, machines, disco's; natuurlijke bronnen zijn wind of de branding op zee.
- *Laagfrequent geluid* is nog hoorbaar. Het menselijk oor is er weinig gevoelig voor zolang het *ruis* is, dat wil zeggen niet ritmisch is en geen bromtonen bevat. Een *bromtoon* is een laagfrequente toon rond één frequentie – denk aan de laagste snaar van een basgitaar. Laagfrequent geluid draagt verder dan gewoon geluid en wordt minder gedempt door muren. Dus op grotere afstand van een geluidbron en binnenshuis blijft vooral het laagfrequente deel over.
- *Infrageluid* trilt met zo'n lage frequentie dat het per definitie niet meer hoorbaar is, eerder een gevoel van drukschommelingen dan van geluid. Ook dit type geluid draagt ver en wordt minder gedempt.

##### *Bij windturbines*

Windturbines produceren een flinke hoeveelheid laagfrequent- en infrageluid, dat bovendien ritmisch is. Normaal horen windturbines geen bromtonen te produceren, maar toch wordt dit vaak door omwonenden gesignaleerd<sup>15</sup>.

Windturbines worden steeds hoger en groter. Sommige studies vinden dat hoge turbines een groter aandeel laagfrequent- en infrageluid produceren dan lage turbines; andere studies weer niet<sup>16</sup>. Dit is dus onbeslist.

##### *Tot op heden één epidemiologisch onderzoek naar laagfrequent geluid*

Tot op heden is er maar één epidemiologische studie gedaan die specifiek kijkt naar de gevolgen van laagfrequent geluid van windturbines. Dit is het kwalitatief goede onderzoek van Poulsen. Hij vond geen verband met het gebruik van medicijnen voor hoge bloeddruk, diabetes, slaapmiddelen, anti-depressiva, of problemen rond de zwangerschap. Wel vond hij dat diegenen die waren getroffen door een hartinfarct of een beroerte, vaak in de dagen voorafgaand aan de opname waren blootgesteld aan een hogere belasting van laagfrequent geluid dan ze gemiddeld ondervonden. De interpretatie van Poulsen is dat het laagfrequente geluid *mogelijk* de trigger is voor een hartinfarct of beroerte als er door aanleg of leefwijze al een hoog risico op deze ziekten is. Maar hij houdt hierbij slagen om de

---

<sup>15</sup> Recent kwam in het nieuws dat dit ook is aangetoond bij windpark N33

<https://www.rtvnoord.nl/nieuws/801169/Specialist-over-laagfrequent-geluid-Windpark-N33-Je-hoort-gewoon-een-bromtoon>

<sup>16</sup> Pilot Kennisplatform Windenergie 2015 - Kennisbericht Geluid van windturbines

arm: de groep die het betrof was klein zodat het gevonden verband ook op toeval kan berusten. Pas door bevestiging in andere onderzoeken wordt het verband aannemelijker<sup>17</sup>.

#### *... en geen epidemiologisch onderzoek naar infrageluid*

Epidemiologisch onderzoek naar de effecten van infrageluid van windturbines lijkt er helemaal niet te zijn. In kortdurende experimenten is aangetoond dat infrageluid een invloed kan hebben op het evenwichtsorgaan en kan leiden tot misselijkheid, duizeligheid of trillingen van het lichaam; maar de niveaus van infrageluid in deze experimenten zijn veel hoger dan die van een windturbine.

#### *Je kunt niet ziek worden van geluid dat je niet hoort?*

De reden voor het gebrek aan zulke studies is waarschijnlijk de breed aanvaarde stelling in de medische wetenschap dat 'je alleen ziek kunt worden van geluid dat je hoort'. De route van geluid naar gezondheidsklachten loopt dan per definitie via geluidhinder die bewust wordt ervaren. Geluid wordt in het algemeen gemeten als één waarde voor hoorbaar geluid die een soort optelsom is over alle frequenties. In deze maat doet het laagfrequente geluid mee voor *zover het hoorbaar is*. Daarom stellen veel wetenschappers dat het niet nodig is om apart naar laagfrequent geluid te kijken – het is al meegenomen in de maat voor het geluid en de door dit geluid bewust ervaren geluidhinder.

In deze visie wijken de gezondheidsklachten die aan laagfrequent geluid worden toegeschreven dan ook niet af van die voor hoorbaar geluid in het algemeen: hinder en stress en wellicht slaapverstoring. Infrageluid doet in deze visie per definitie niet mee – het is niet hoorbaar.

#### *Of leidt laagfrequent- en infrageluid ongemerkt tot gezondheidsproblemen?*

Er zijn een aantal casus beschrijvingen die erop wijzen dat laagfrequent- en infrageluid specifieke gezondheidsproblemen kunnen veroorzaken die niet via bewust ervaren hinder verlopen:

- Windturbine syndroom  
Pierpont, huisarts in de VS, signaleerde bij omwonenden van windturbines een set van samenhangende symptomen (in vaktermen een *syndroom*): interne kloppingen, trillen en beven, paniekaanvallen, de behoefte om te vluchten of te checken of de omgeving veilig is, misselijkheid, beklemming op de borst en hartklachten. Ze stelt dat dit syndroom wordt veroorzaakt door *infrageluid* van windturbines dat inwerkt op het evenwichtsorgaan. De symptomen verschenen vaak na de komst van de windturbines en verdwenen weer wanneer degenen die het trof enkele dagen van huis waren. Voor sommigen waren de klachten zo hevig dat ze besloten elders te gaan slapen of definitief te verhuizen.
- Vibroacoustic disease  
De onderzoeksgroep van Alves-Pereira en Castelo Branco vond in de periode 1980-1990 een verband tussen het niveau van *laagfrequent- en infrageluid* op een luchtmachtbasis en hart- en vaatproblemen bij technici op deze basis. Ze schreven dit toe aan een overmatige toename in bindweefsel als reactie op het in trilling brengen van interne organen door laagfrequent- en infrageluid. De groep werd in 2007 benaderd door een gezin in de buurt van windturbines met gezondheidsklachten en kwam tot de conclusie dat het laagfrequent- en infrageluid van de windturbines ook hier leidde tot vibroacoustic disease.

In principe moet het werk van Pierpont en Alves-Pereira worden gezien als casus-beschrijvingen die een stelling aandragen die vervolgens in epidemiologisch onderzoek wordt getoetst. Maar de gevestigde wetenschap neemt hun werk niet heel serieus. Er worden zeer veel vraagtekens gezet bij de verbanden die ze voorstellen. Er wordt gesignaleerd dat hun werk wordt aangewakkerd door de media en op grote schaal wordt aangegrepen door tegenstanders van windturbines, wat kan leiden tot 'nocebo' effecten waarbij omwonenden gezondheidsklachten ten onrechte toeschrijven aan windturbines.

#### *Verhuizen mensen vanwege windturbines?*

---

<sup>17</sup> Poulsen 2018 - Short-term nighttime wind turbine noise and cardiovascular events. Zijn bevindingen zijn te beluisteren op <https://www.vpro.nl/argos/lees/onderwerpen/windmolens/2020/onhoorbaar-geluid-schadelijk-voor-gezondheid.html#>

Pierpont stelde dat in gebieden waar windturbines worden geplaatst meer mensen verhuizen dan gemiddeld. Dit wordt ook gesignaleerd door huisarts Sylvia van Manen bij het windpark Spui in de gemeente Hoeksche Waarde: van de 12 gezinnen die op korte afstand (circa 500 meter) woonden van het in 2019 aangelegde windpark zouden inmiddels zes gezinnen zijn verhuisd

#### *Toenemende aandacht*

- In de afgelopen jaren nemen zowel in Nederland als in het buitenland de klachten over bromtonen van verschillende geluidbronnen toe.
- Argos heeft in september 2020 een uitzending gewijd aan laagfrequent- en infrageluid van windturbines<sup>18</sup>. In vervolg op de uitzending zijn Kamervragen gesteld en heeft de staatssecretaris van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat in oktober 2020 toegezegd om 'in samenspraak met het RIVM te verkennen of aanvullend gezondheidsonderzoek of -monitoring bij bestaande windparken nieuwe kennis kan opleveren'<sup>19</sup>.
- Argos besteedde onder meer aandacht aan het literatuuronderzoek van audioloog De Laat van het Leids Universitair Medisch Centrum naar de gezondheidsaspecten van laagfrequent geluid. Ook Een Vandaag besteedde in december 2020 aandacht aan dit onderzoek. In deze uitzendingen geeft de Laat aan dat hij het bestaan van vibroacoustic disease aannemelijk vindt. Zijn onderzoek zou kort na de uitzendingen verschijnen maar voor zover ik kan nagaan is dit nog niet gebeurd.
- De Rijksuniversiteit Groningen onderzoekt op dit moment of mensen die hinder ervaren van laagfrequent geluid vanuit verschillende bronnen (waaronder windturbines) meer problemen hebben met concentratie, geheugen, planning en organisatie, dan degenen die geen hinder ervaren van laagfrequent geluid. De resultaten worden medio 2021 verwacht. Het onderzoek heeft 'last' van de felle discussies rond windturbines: omdat de gezondheidsklachten deels via zelfrapportage worden gemeten, zijn de onderzoekers bang dat de deelnemers in hun antwoorden hierdoor worden beïnvloed.

---

<sup>18</sup> <https://www.vpro.nl/argos/lees/onderwerpen/windmolens/2020/onhoorbaar-geluid-schadelijk-voor-gezondheid.html#>

<sup>19</sup> Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, oktober 2020 - Beantwoording Kamervragen van de leden Beckerman en Van Gerven over de aanhoudende klachten rond laagfrequent geluid bij windturbines

## 4 Discussie

### *De wetenschap loopt flink achter de ontwikkelingen aan*

Er zijn tot nu toe weinig kwalitatief goede epidemiologische studies verricht naar de gezondheidseffecten van windturbines. Alleen het verband tussen het geluid van windturbines en geluidhinder is goed onderzocht. Het kost nog een flink aantal tijdrovende epidemiologische studies om het plaatje volledig te maken.

In de tussentijd maakt de overheid vaart met de aanleg van windturbines op land en worden deze in snel tempo steeds hoger en groter. De Nederlandse geluidnormen zijn gebaseerd op epidemiologische studies uit de jaren 2000 – 2007 toen de grotere turbines een tiphoogte hadden van rond 65 meter. De turbines van tegenwoordig hebben een tiphoogte van 220 – 250 meter. De minimale afstand tussen turbines en omwonenden wordt in Nederland en veel andere landen bepaald door een norm voor hoorbaar geluid, met als gevolg dat fabrikanten investeren in de ontwikkeling van grotere, geluidarme turbines. Dit heeft tot gevolg dat de minimale afstand tot omwonenden niet meegroeit met de omvang van de turbines. De hinder door uitzicht neemt hierbij zeker toe maar is nog nauwelijks onderzocht. Of de blootstelling aan laagfrequent- en infrageluid toeneemt, lijkt onbeslist. Of het ritmische karakter van het geluid – de reden dat windturbines zo hinderlijk zijn – verandert met de omvang van de turbines lijkt nog niet te zijn onderzocht.

Dat roept de vraag op of de wetenschappelijke kennis van dit moment toereikend is om te kunnen beoordelen wat de gezondheidseffecten zijn van de turbines die nu worden geplaatst.

### *Stelt de wetenschap de juiste vraag?*

Het overgrote deel van de epidemiologische studies en systematische overzichten heeft als onderzoeksvraag: 'leidt het geluid van windturbines tot gezondheidsproblemen?'. Een veel voorkomende conclusie is:

'Slaapverstoring en gezondheidseffecten in de omgeving van windturbines staan eerder in verband met de ervaren hinder van de turbines dan met het geluidniveau van de turbines'<sup>20</sup>.

Waarom dit onderscheid tussen geluidniveau en hinder als de mogelijke oorzaak van gezondheidseffecten? De reden lijkt te zijn dat geluid van windturbines een onvermijdelijk, 'hard' aspect is van windturbines – de geluidloze windturbine bestaat niet. Geluid leidt tot hinder, maar er zijn andere 'zachte' aspecten die evenzeer of zelfs sterker tot hinder leiden: de kwaliteit van het proces van planning en plaatsing van de turbines, de financiële consequenties, zorgen om de eigen gezondheid, beeldvorming door de media enzovoort. Aan deze 'zachte' aspecten is in principe wat te doen – een windpark realiseren in een voor omwonenden goed en financieel interessant proces. Als het vooral de 'zachte' aspecten zijn die de hinder veroorzaken, dan is het in principe mogelijk om windparken te realiseren met geen of weinig hinder of andere gezondheidseffecten voor omwonenden. Dit lijkt de boodschap te zijn die veel studies en overzichten willen brengen. Maar zijn de 'zachte' aspecten wel zo zacht zijn? Ondanks de adviezen voor goede processen en financiële compensatie worden de processen van planning en plaatsing van windturbines toch veelal top-down ingestoken (de aanwijzing van zoekgebieden in de concept-RESSen is een goed voorbeeld) en komt een goede financiële compensatie maar moeizaam van de grond. Misschien zijn dit evenzeer 'harde' aspecten die onlosmakelijk aan projecten voor grote windturbines zijn verbonden. De onderzoeksvraag 'leidt het geluid van windturbines tot gezondheidsproblemen?' is dan te smal. Eigenlijk zou de onderzoeksvraag moeten luiden: 'leidt de planning en plaatsing van windturbines tot gezondheidsproblemen?'.

---

<sup>20</sup> Bijvoorbeeld:

- Van Kamp & Van den Berg 2017 - Health effects related to wind turbine sound, including low-frequency sound and infrasound
- Pedersen & Persson 2007 - Wind turbine noise, annoyance and self-reported health and well-being in different living environments
- Bakker et al. 2012 - Impact of wind turbine sound on annoyance, self-reported sleep disturbance and psychological distress

### *Epidemiologisch onderzoek vraagt om meer mensen dicht bij windturbines*

Het is gebruikelijk dat wetenschappelijke artikelen ingaan op de zwakten in het eigen onderzoek. Een veel genoemde zwakte is dat de groep die werd blootgesteld aan het hoogste geluidsniveau te klein was om statistische verbanden te vinden. Er wonen tot op heden nu eenmaal weinig mensen dicht bij windturbines. Wil epidemiologisch onderzoek de gezondheidseffecten goed in beeld kunnen krijgen, moet er ergens in de wereld een flinke groep mensen van nabij worden blootgesteld aan grote windturbines.

Als de RESSen hun ambities waarmaken dan worden er tot 2030 een 1000-tal grote windturbines in Nederland geplaatst. Vanwege de hoge bevolkingsdichtheid in Nederland komt er een grote groep mensen op korte afstand van deze windturbines te wonen. Dit is de ideale setting voor epidemiologische studies. Nederland wordt als het ware de proeftuin waar epidemiologen naar zoeken.

### *Nederland loopt niet voorop in onderzoek*

In Nederland is tot op heden één epidemiologische studie uitgevoerd: het onderzoek Windfarmperception uit 2007<sup>21</sup>.

Inmiddels zijn of worden veel windparken aangelegd – Flevopolder, Watergraafsmeer, Drentse Monden, N33. Ik heb niet gevonden dat er bij deze windparken epidemiologische studies naar gezondheidsproblemen wordt uitgevoerd.

### *Wil de Nederlandse overheid wel meer weten over de gezondheidseffecten van windturbines?*

Stel dat Nederland kwalitatief goed epidemiologisch onderzoek laat uitvoeren naar de gezondheidseffecten bij diegenen die in het kader van de RESen op korte afstand van windturbines terecht komen en er worden over 10 jaar overtuigende aanwijzingen gevonden voor gezondheidseffecten – wat dan? turbines afbreken? getroffen schadeloos stellen? En stel dat zo'n onderzoek, dat veel geld kost, géén overtuigende aanwijzingen voor gezondheidseffecten vindt - wat levert dat als voordeel op? Als de keus is gemaakt om voluit te gaan voor windturbines op land, dan lijkt onderzoek naar de gezondheidseffecten voor de overheid en de andere machtige partijen rond windturbines (ontwikkelaars, netbeheerders) enkel een risico.

### *Alternatief: voorzichtig uitbreiden in combinatie met gedegen onderzoek*

In een presentatie<sup>22</sup> pleit Frits van den Berg, een gerenommeerde Nederlandse deskundige op het gebied van windturbines en gezondheid, voor een voorzichtige uitbreiding in enkele windparken, met nadruk op een goed proces en met een vinger aan de pols wat betreft de geluidbelasting, gezondheidseffecten en overige effecten. Zijn argument hiervoor is dat windenergie nog jong en onbekend is en zich nog in een leercurve bevindt.

Mijn aanbeveling zou zijn om dit advies ter harte te nemen en gedegen epidemiologisch onderzoek te doen naar wat er gebeurt in de recent aangelegde en nieuw aan te leggen windparken in Nederland in termen van hinder, gezondheid, prijzen voor woningen, frequentie van verhuizingen enzovoort. Het opzetten van een studie vergelijkbaar met die van Poulsen lijkt goed haalbaar. Net als in Denemarken worden in Nederland geneesmiddelenvoorschriften en ziekenhuisopnamen centraal geregistreerd. Een instituut als het NIVEL (Nederlands Instituut voor Onderzoek van de Gezondheidszorg) verzamelt gegevens bij huisartsen over de gezondheidsklachten van hun patiënten. Waardedaling van woningen is te onderzoeken met gegevens in het Kadaster. Ook het signaal dat mensen vaker verhuizen vanwege de plaatsing van windturbines is een belangrijk signaal voor nader onderzoek – verhuizen doe je niet zomaar.

Vanuit het perspectief van de overheid heeft zulk onderzoek als nadeel dat impliciet naar omwonenden wordt gecommuniceerd: 'we weten nog niet genoeg van de effecten van windturbines en toch gaan we er enkele in uw omgeving plaatsen'. Maar naar mijn mening is dat wel de realiteit. De energietransitie is nu eenmaal onbekend en dus risicovol. Een eerlijke discussie over en verdeling van deze risico's ('wat als ik klachten krijg', 'krijgt de directeur van het energiebedrijf ook een grote windturbine in zijn achtertuin?') is van belang om het draagvlak voor de energietransitie te behouden.

---

<sup>21</sup> Pedersen 2009 - Response to noise from modern wind farms in the Netherlands

<sup>22</sup> Van den Berg 2013 – Windturbines: gezondheidseffecten, sociale aspecten en hinder. Presentatie NSG-dag Geluidshinder van windturbines

