

# WINDTURBINEGELUID: KNELPUNT IN DE ENERGIETRANSITIE

*Ir Alex Moerkerken*

*Lid van de werkgroep Natuurlijk Krabbendam, aangesloten bij de Stichting Kritisch Platform Ontwikkeling de Zijpe  
Krabbendam, 5 november 2020*

## 1. INLEIDING

Dit document beschrijft welke hinder- en gezondheidsproblemen zich kunnen voordoen rond geluid van windturbines in het kader van de energietransitie. Deze problemen verergeren door de steeds groter wordende turbines, met tiphoogtes van zo'n 100 tot 250 meter ('megawindturbines'). Beschreven wordt waarom de wettelijke geluidnormen vergaand te kort schieten om omwonenden tegen deze problemen te beschermen. Er moet snel een aparte normstelling komen voor windturbinegeluid, omdat anders de energietransitie ernstig ten koste zal gaan van grote groepen burgers. De overheid wordt opgeroepen het tij te keren nu het nog kan. De megawindturbines zijn ook nog eens overbodig bij het behalen van de groene energie doelstellingen, zoals wordt beschreven in het document 'Duurzame ontwracting door windenergie' van november 2020 [23].

De feitelikheden in de tekst zijn grotendeels gebaseerd op het rapport en de bijlage van het Kennisbericht Kennisplatform Windenergie uit 2015 [1]. Dit is een gezamenlijke publicatie van rijksoverheid, kennisinstututen en belanghebbenden over de stand van de wetenschap omtrent windturbinegeluid met het oog op de energietransitie. Andere recentere informatiebronnen worden telkens expliciet aangegeven.

## 2. HET GELUID VAN WINDTURBINES

### *Ontstaansmechanismen*

De grootste oorzaak van windturbinegeluid is het aerodynamische geluid van de draaiende rotorbladen, dat vooral wordt bepaald door de tipsnelheid en de vorm van de rotorbladen. Dit geluid bestaat uit 1) *afstroomgeluid*, 2) *instroomgeluid*, 3) *verdringingsgeluid*, 4) *ritmische karakter* en 5) *overig geluid*. Deze geluidcomponenten komen bij een draaiende turbine tegelijk voor en tellen op.

*Afstroomgeluid* zit in een frequentieband van ongeveer 400 tot 2000 Hz (Hertz = trillingen per seconde). Dit geeft het geluid een ruisachtig karakter. *Instroomgeluid* is laagfrequent tussen 20 en 200 Hz. Dit geeft het geluid een laag-tonig karakter. *Verdringingsgeluid* is zogenoemd infrasoongeluid tussen ongeveer 1 en 20 Hz (beneden 20 Hz is het geluid onhoorbaar; voor ouderen kan die grens opschuiven tot zo'n 100 Hz). Het *ritmische karakter* houdt in dat het totale geluid fluctueert met een ritme van zo'n 1 tot 3 keer per seconde. Dit geeft het geluid een onrustig karakter dat ervaren wordt als zoeven, zwiepen, stampen of bonken. Het *overige geluid* hangt vooral samen met de gondel. De ontstaansmechanismen van deze vijf componenten van windturbinegeluid worden toegelicht in de onderstaande kaders.

#### **1. Afstroomgeluid (ruisachtig)**

Afstroomgeluid ontstaat door het dunne laagje lucht dat direct langs het oppervlak van een wiek stroomt. Verderop langs de wiek wordt het steeds turbulenter. Die turbulentie wekt vooral aan de scherpe achterrand van de wieken geluid op, met een ruisachtig karakter in een frequentieband van ongeveer 400 tot 2000 Hz. Bij de tippen is de geluidafstraling het grootst omdat daar de snelheid het grootst is. De emissie van het afstroomgeluid neemt sterk toe met de wieksnelheid. Een verdubbeling van de draaisnelheid geeft een 15 dB (decibel) hoger geluidniveau (dat klinkt ongeveer 2,5 keer zo luid).

## **2. Instroomgeluid (laagfrequent)**

Omdat de wind zelf ook turbulent is, is er ook turbulentie aan de voorkant van een wiek. Dat veroorzaakt zogenoemd instroomgeluid bij het treffen van het bladoppervlak van de wiek. Dit geluid is ook ruisachtig maar laagfrequentier dan afstroomgeluid met frequenties tussen 20 en 200 Hz.

## **3. Verdringingsgeluid (infrasoon)**

Door het turbulente karakter van de wind kunnen de windsnelheid en windrichting plotseling veranderen. Dit geeft dan een plotselinge zijwaartse beweging van de wiek waardoor de aangrenzende lucht wordt verdrongen. Hierdoor ontstaat geluid waarvan de frequentie bepaald wordt door het toerental van de rotor (dat is de draaifrequentie maar het zijn ook meervouden hiervan). Dit zogenoemde verdringingsgeluid zit grofweg tussen 1 tot 20 Hz. Dit geluid is niet hoorbaar voor mensen (infrasoon geluid) maar is wel meetbaar. Hoe hoger de turbines hoe meer infrasoon geluid je kunt verwachten.

## **4. Ritmische karakter (1 tot 3 Hz)**

Er zijn mechanismen die het totale geluid een ritmisch karakter geven.

Het afstroomgeluid verandert ritmisch van klankkleur (frequentiesamenstelling) op het moment dat een rotorblad de mast passeert. Dat geeft het geluid een onrustig karakter. Daarnaast verandert bij elke mastpassage ook de sterkte van het totale geluid (amplitudemodulatie). Dat is hoorbaar als een ritmisch zoeven, zwiepen of stampen. Bij een driebladige rotor gebeurt dat met een frequentie van zo'n 1 tot 3 keer per seconde (1 tot 3 Hz). Daar komt nog bij dat de windturbines zo groot zijn dat de wieken door luchtlagen op verschillende hoogten malen. De windsnelheid neemt sterk toe met de hoogte, vooral na zonsondergang door de afkoelende bodem. De wieken komen daardoor tijdens hun rondgang verschillende windsnelheden tegen waardoor het opgewekte geluid periodiek verandert. Hierdoor fluctueert de geluidsterkte tot zo'n 5 dB (bijna een verdubbeling van de luidheid), vooral 's nachts. Ook dit proces varieert met een frequentie van zo'n 1 tot 3 Hz. Dit ritmische geluid (variërende klankkleur en variërende sterkte) valt op omdat mensen gevoelig zijn voor ritme. Op grotere afstand wordt dit ook wel beschreven als een 'stampend' geluid of een 'rollende grommende branding'.

## **5. Overig geluid**

Verder is er sprake van mechanisch geluid dat veroorzaakt wordt door de bewegende delen in de gondel, zoals de generator of de tandwielkast. Bij moderne turbines zou dit geluid ondergeschikt zijn (sommige turbines hebben geen tandwielkast meer). Toch worden soms ook kortdurende geluiden van draaiende delen van de gondel gerapporteerd. Verder is het op de windrichting draaien van de gondel vaak hoorbaar voor nabije bewoners. Bij veranderlijke windrichting kan dit vaak gebeuren. Tenslotte kan een oneffenheid op de wiek een fluitend geluid veroorzaken.

### ***Onrustig geluid***

Windturbinegeluid is erg onrustig. Het heeft een hinderlijk pulserend karakter, waardoor het erg opvalt. Het varieert en fluctueert op verschillende manieren (zie kader 'Ritmische karakter'). Het klinkt als een zoevend brommend geluid dat zo'n 1 tot 3 keer per seconde varieert. Op grotere afstanden wordt dit geluid laagfrequentier en klinkt het doffer (stampen, bonken) omdat de hoge tonen door de lucht worden geabsorbeerd (die absorptie neemt toe met de frequentie en met de afstand). Dan wordt het laagfrequente geluid (beneden 200 Hz) dominant. Door bodemabsorptie en afschermdende werking van obstakels zal het geluid nog laagfrequentier worden (beneden 100 Hz).

Het windturbinegeluid hangt af van de windsnelheid. Bij meer wind draait de turbine sneller en wordt meer geluid geproduceerd. Van het minimum (het net gaan produceren van elektriciteit) tot aan het maximum (op vol vermogen), neemt de geluidproductie toe met 10 tot 15 dB (ongeveer vier keer zo luid).

's Nachts kan nabij de grond de wind gaan liggen en kan de windsnelheid op rotorhoogte juist toenemen. Hierdoor wordt het zwoegende stampende geluid sterker. Bovendien gaat de turbine dan sneller draaien en neemt de frequentie van het ritmische geluid toe. Hierdoor valt het meer op. Verder is het 's nachts vaak stiller, vooral op het platteland, waardoor het geluid beter hoorbaar is.

Dit alles maakt windturbinegeluid aanzienlijk hinderlijker dan geluid van verkeer en industrie [2].

Verder wordt de geluidsoverdracht van de windturbine naar woningen beïnvloed door de weersomstandigheden. Hierdoor kan het geluidsniveau nabij woningen van dag tot dag sterk variëren. Bovenwinds (als het geluid tegen de wind ingaat) is het geluidsniveau op grotere afstanden veel lager. Het geluid buigt dan tegen de grond. Benedenwinds (als het geluid wind mee heeft) is het geluidsniveau juist hoger, omdat het geluid dan over objecten en over de absorberende grond heen buigt.

### ***Geluidsterkte***

De geluidsterkte (geluidemissie) van windturbines wordt vooral bepaald door de draaisnelheid en de hoogte van de turbine. Een dubbele draaisnelheid geeft 15 dB meer geluid. Dat klinkt alsof de turbine 2,5 keer zo dichtbij staat. Bij grotere hogere turbines is de emissie groter en draagt het geluid bovendien verder.

De geluidemissie van een windturbine is zijwaarts wat kleiner dan recht naar achteren, met de wind mee. Maar globaal gezien straalt een windturbine rondom even veel geluid af. Tot 2015 waren windturbines van 2 tot 4 MW gebruikelijk. Sindsdien worden de vermogens (en dus de hoogtes) nog groter. Die grotere turbines produceren meer geluid. Een verdubbeling van het vermogen geeft zo'n 3 dB hogere geluidproductie.

In het Kennisbericht [1] wordt gesteld dat het aandeel laagfrequent geluid lijkt toe te nemen naarmate de turbines groter worden, maar dat dit nog niet zeker zou zijn. Echter, sindsdien zijn er steeds meer aanwijzingen dat laagfrequent geluid en infrason geluid inderdaad een probleem zijn. [3, 4] En dat is ook te verwachten omdat het aerodynamische geluid rond grotere constructies meer geluidafstraling geeft (grotere vlakken geven meer luchtverplaatsing) en vooral bij lagere frequenties (grotere constructies stralen langere geluidgolven af). Hoe hoger en zwaarder de turbines, hoe meer laagfrequent en infrason geluid.

### ***Mogelijke maatregelen***

In hoeverre kan de geluidemissie met maatregelen worden verminderd?

- a) Dat kan door het toerental extra te begrenzen. Een toerentalreductie van 20% geeft zo'n 5 dB geluidreductie (in de praktijk zal dit zelden worden toegepast vanwege de sterk verminderde elektrische opbrengst).
- b) De windturbine kan tijdens omstandigheden met grote geluidhinder tijdelijk worden stilgezet (ook dit zal in de praktijk zelden worden toegepast).
- c) Het ritmisch karakter kan worden verminderd door het draaien van de bladen om hun as tijdens de omwenteling van de rotor (dat is een gecompliceerd kwetsbaar mechanisme dat nog niet wordt toegepast).
- d) Een andere vorm van rotorblad kan potentieel 3 dB geluidreductie geven (dat wordt weinig toegepast omdat dit structureel ten koste gaat van de elektrische opbrengst).
- e) Het aanbrengen van structuren (zoals zaagtanden) op de achterkant van de bladen kan zo'n 3 dB geluidreductie opleveren (deze innovatie komt in toenemende mate op de markt; het is nog kwetsbaar omdat het ook een geluidtoename kan geven door slechte uitlijning).

Technische maatregelen achteraf (a en b) zijn in de praktijk slechts beperkt uitvoerbaar. Als ergens een windpark is gebouwd, dan kan de geluidimpact op de omgeving met

dergelijke maatregelen nog maar marginaal worden verminderd. Doordachte planologie (geluidzoning) is daarom belangrijk.

Als laatste optie rest nog het vrijwillig uitkopen of dwingend onteigenen van woningen. Dat is een moeizaam traject dat vaak niet haalbaar is.

Opgemerkt wordt dat gevelisolatiemaatregelen weinig effectief zijn omdat laagfrequent geluid maar beperkt wordt tegengehouden, en infrason geluid helemaal niet. Trillingen gaan hierbij een rol spelen, waardoor de gevel niet meer isoleert. Verder kunnen bij dit laagfrequente geluid beneden 200 Hz (bij golflengten van enkele meters) in de kamers resonanties (staande golven) ontstaan die plaatselijk nog meer hinder geven (6 dB versterking).

### **3. HINDER, SLAAPVERSTORING EN GEZONDHEIDSEFFECTEN**

De effecten van windturbinegeluid op omwonenden kunnen bestaan uit geluidhinder, slaapverstoring of gezondheidseffecten.

#### ***Geluidhinder***

Geluidhinder wordt bepaald door omwonenden te vragen naar hun hinderbeleving, waarbij meestal onderscheid wordt gemaakt tussen 'hinder' en 'ernstige hinder'. Anders dan bij verkeersgeluid en industriegeluid, is over geluidhinder van windturbines nog maar beperkte informatie beschikbaar. Het Kennisbericht zegt: "Klachten bij omwonenden kunnen op grond van onderzoek nog maar ten dele worden verklaard." [1] Dat is logisch omdat rond windturbines nog te weinig onderzoeken zijn uitgevoerd. Het zijn relatief nieuwe bronnen met vaak te weinig omwonenden om statistisch significante uitspraken te kunnen doen. Bovendien zijn er nog weinig onderzoeksgegevens beschikbaar over de megawindturbines die de overheid in het kader van de energietransitie wil gaan plaatsen.

De overheid onderkent dat windturbinegeluid extra hinderlijk is: "Geluid van windmolens wordt eerder als hinderlijk ervaren dan geluid van verkeer of industrie." [1,2] Het Kennisbericht [1] stelt: Bij gelijke geluidniveaus is windturbinegeluid hinderlijker dan verkeers- en industriegeluid. Meestal (75% van de respondenten) beschrijft men het windturbinegeluid als zoeven/zwiepen. Het meest hinderlijk vind men zoeven, kabbelen en fluiten. Binnenshuis is vooral het ritmisch karakter hinderlijk. Op het platteland worden windturbines 's nachts hinderlijker gevonden door het lage niveau van het achtergrondgeluid en de verwachting dat het 's nachts op het platteland rustig is. [1]

Het Kennisbericht [1] zegt verder: De hinderbeleving door windturbines wordt versterkt door het ritmische karakter en door visuele kenmerken (slagschaduw, waarschuwingslichten). Het wordt vaak ervaren als opdringerig, vooral door het zoevende stampende geluid, de bewegende slagschaduw en de voortdurende draaibeweging. Het gaat dag en nacht door. De dominante zichtbaarheid van de turbines versterkt de hinderbeleving.

#### ***Hinder door laagfrequent en infrason geluid***

Over hinder door het laagfrequente deel van windturbinegeluid en infrason geluid is nog te weinig bekend, aldus het Kennisbericht. [1] Maar er zijn steeds meer indicaties dat dit een probleem zal worden bij de megaturbines die de overheid steeds meer wil gaan plaatsen.

In 2018 schrijft het RIVM het volgende over laagfrequent en infrason geluid in het algemeen [27]: Zo'n 2,2% van de volwassen Nederlanders wordt ernstig gehinderd door laagfrequent geluid van industriële installaties. Dit cijfer lijkt toe te nemen. Soms kan men het geluid niet horen maar heeft men er toch last van. In stille landelijke gebieden, vooral 's nachts, wordt laagfrequent geluid duidelijker ervaren omdat

maskerende geluiden ontbreken. Hinder en slaapverstoring zijn voldoende aangetoond. Mogelijke secundaire effecten zijn hoofdpijn, concentratieproblemen en hartkloppingen. Er is hiernaar nog te weinig systematisch onderzoek gedaan, aldus het RIVM in 2018 [27].

Het RIVM beveelt aan [27] om het probleem van laagfrequent en infrason geluid systematischer te onderzoeken met het oog op de technische ontwikkelingen, zoals in de energietransitie (o.a. windmolens). In 2019 vragen de GGD's in een brief aan de minister [26] om in het klimaatplan meer aandacht te geven aan gezondheidseffecten van hernieuwbare energiebronnen (zoals windturbines).

Volgens de Nederlandse Stichting Geluidhinder NSG kunnen laagfrequent geluid, infrason geluid en trillingen nauw samenhangen [36]: Bij de overdracht van laagfrequent en infrason geluid kunnen trillingen in de grond en in de constructie van de woning een rol spelen. Dit geldt ook voor het lichaam: men neemt trillingen waar in buik, borst, armen en benen. Men ervaart een druk in de gehoorgang en op het hoofd. Door gebrek aan richtingsinformatie bij zulke lage frequenties lijkt het geluid in het hoofd te zitten wat extra irriteert. Het geluid dat men hoort loopt ook via beengeleiding (oordopjes helpen dan niet). Het went niet. De gehinderde wordt zich er steeds meer van bewust en kan erdoor geobsedeerd raken. Niet iedereen is gevoelig voor infrason geluid. Daardoor kan de gehinderde zich onbegrepen voelen, aldus de NSG [36].

Infrason geluid heeft een aantoonbaar effect op de hersenactiviteit. Dit bleek uit een Duitse studie in 2017 [33]. De Belgische neurowetenschapper Paul van de Heyning [31] stelt dat je infrageluid kunt voelen, ook door het evenwichtsorgaan. De ene persoon is er meer gevoelig voor dan de andere. De adrenaline-niveaus stijgen erdoor en de hersenen worden actiever.

Op het test-park van ECN in de Wieringermeer staan een aantal turbines tot 237 meter hoogte. Daar ervaren omwonenden dat men het geluid kan voelen, zoals je ervaart naast de geluidboxen van een popconcert. [5] Dat is typisch voor laagfrequent en infrason geluid. Omdat dit geluid erg ver draagt en door gevels heen dringt, is dit mogelijk een voorbode van wat komen gaat in de energietransitie.

De exploitanten van windturbineparken zoals in de Wieringermeer brengen daar tegenin dat laagfrequent geluid is meegenomen in de hinderonderzoeken (wat niet het geval is omdat die onderzoeken alleen gaan over kleinere windturbines) en dat er geen onderzoek is waaruit blijkt dat laagfrequent geluid een probleem is (dergelijk onderzoek komt steeds meer beschikbaar maar wordt genegeerd). De overheid bezigt dezelfde mantra's.

### ***Slaapverstoring en gezondheidseffecten***

Slaapverstoring kan bestaan uit problemen met inslapen, doorslapen en onrustiger slapen (bewegingsonrust en versnelde hartslag). De dag erna kan men er gestrest van zijn. Er is nog geen direct verband aangetoond tussen het geluidniveau van windturbines en slaapverstoring [1]. Wel is er een verband gevonden tussen hinder en slaapverstoring [1]. Gevoelens van onmacht versterken de hinderbeleving, wat weer kan leiden tot gezondheidseffecten als depressie, hoofdpijn of hoge bloeddruk, aldus het Kennisbericht [1].

Gezondheidseffecten kunnen onder andere bestaan uit vermoeidheid, hoge bloeddruk, windturbinesyndroom of vibro-akoestische ziekte (VAZ). [1]

De term windturbinesyndroom verwijst naar een cluster van klachten door blootstelling aan windturbinegeluid: problemen met concentratie en geheugen, versnelde hartslag, paniekaanvallen in verband met gevoelens van beweging of trilling in het lichaam overdag en in de slaap. Deze problemen zijn geconstateerd tussen 300 en 1500 meter van windturbines op basis van interviews. Het mechanisme is nog onduidelijk. Een plausibele verklaring is dat de klachten het gevolg zijn van stressreactie door aanhoudende ernstige geluidhinder [1].

VAZ, dat deels samenvalt met windturbinesyndroom, wordt vooral in verband gebracht met laagfrequent geluid en infrageluid. VAZ is een beroepsziekte die optreedt bij hoge niveaus laagfrequent geluid. Er zijn hartproblemen gerapporteerd bij vliegtuigtechnici, maar veel is nog onduidelijk. De blootgestelde hoort en 'voelt' het geluid. [1]

De overheid onderkent dat chronische hinder of een gevoel dat de kwaliteit van de leefomgeving afneemt, een negatieve invloed kan hebben op gezondheid en welbevinden. [1] Dit mechanisme is bij megawindturbines in het bijzonder van toepassing. Verder erkent de overheid dat 'slaapverstoring een rol kan spelen' en dat 'gezondheidseffecten zoals vermoeidheid, hoge bloeddruk of windturbinesyndroom niet kunnen worden uitgesloten'. [1, 6] De overheid weet blijkbaar dat er risico's van slaapverstoring en gezondheidseffecten zijn, en dat deze onvoldoende zijn onderzocht. Maar toch zet ze haar plannen met megawindturbines onverminderd voort, zonder nader onderzoek te doen.

### ***Nieuwe informatie over gezondheidseffecten***

Sinds het Kennisbericht van 2015 [1] zijn er meer aanwijzingen gekomen dat windturbinegeluid de gezondheid beïnvloedt. Een onderzoek uit 2016 laat zien dat windturbines tot op grote afstanden (15 km) de gezondheid kunnen beïnvloeden [30]. Het pulserende karakter van windturbinegeluid veroorzaakt slaapverstoring en fysiologische effecten [35]. Tijdens de slaap blijft het brein de waarneming van infrason geluid registreren, met stress als gevolg [31].

In 2019 heeft het RIVM in een rapport [7] de rijksoverheid aanbevolen de Nederlandse geluidnormen aan te passen aan de nieuwe richtlijnen van de WHO van 2018 [24]. De geluidnormen voor woningen zouden aangescherpt moeten worden vanwege gezondheidsrisico's (vooral coronaire hartziekten) die volgens de laatste inzichten al bij lagere geluidniveaus optreden. Daarom zou naar een groter gebied rond geluidbronnen gekeken moeten worden dan nu gebeurt met de huidige geluidnormen. Windturbineparken worden met name genoemd naast wegverkeer, railverkeer en vliegverkeer. Het RIVM herinnert er fijntjes aan dat het Nederlandse geluidbeleid formeel als doel heeft schadelijke gezondheidseffecten te *voorkomen en saneren*, terwijl toch veel mensen in de gevarenzone wonen, ook rond windturbines. De rijksoverheid heeft dit signaal van haar eigen kennisinstituut tot nu toe niet opgepakt. Met andere woorden: als de overheid in de energietransitie faalt met *preventie* dan heeft ze straks een stevige *saneringsopgave*.

Onlangs is door de klinisch fysicus Dr. Jan de Laat van het LUMC een analyse uitgevoerd van ruim 300 recente internationale studies naar gezondheidseffecten rond de steeds groter wordende windturbines [4]: Bij windturbines gaat laagfrequent geluid altijd samen met infrason geluid en trillingen. Je hoort én voelt het geluid, als een ziekmakende combinatie. De overdracht van geluid gaat deels via trillingen in de grond en in de constructie van de woning. Er ontstaan ook trillingen in het lichaam. Door die lage frequenties (lange golven) en door trillingen in de bodem draagt het geluid erg ver. Op wat grotere afstand is het laagfrequente geluid dominant. Het komt nagenoeg ongedempt in de slaapkamer. Soms ervaart men dat de trillingen uit het matras komen. Mensen kunnen er vaak niet van slapen. Geconstateerd is dat door deze chronische blootstelling geleidelijk gezondheidsproblemen kunnen opbouwen, met name hartproblemen (kleine infarcten) bij mensen die al hartproblemen hebben. Ook kan het cognitieve functioneren verslechteren (geheugen en concentreren).

De Laat concludeert dat je langdurige problemen met slapen en gezondheid door windturbines grotendeels kunt wegnemen als je de huidige norm van 41 dB (zie hierna) verlaagt naar 35 dB. In andere landen, zoals Duitsland, komt men inmiddels ook tot dit inzicht en maakt men de geluidnormen strenger. Bovendien hanteert men ook

afstandsnormen, zoals 1000 meter. In enkele landen hanteert men als afstandsnorm 10 keer de ashoogte. Voor een windturbine met ashoogte van 200 meter is die afstand dan 2000 meter, aldus Jan de Laat [4].

Wat betreft de afstanden tussen windturbines tot woningen, wordt men zich internationaal steeds meer bewust van de gezondheidseffecten:

- De Franse gezondheidsraad adviseert een minimale afstand tot woningen van 1,5 km [37].
- De UK Noise Association Report on Windturbine noise noemt een afstand van 1 tot 1,5 mijl [37].
- Beieren hanteert een minimale afstand van 10 keer de tiphoopte [32].

Maar dit gaat vooral over het hoorbare geluid. Er zijn aanwijzingen dat infrason geluid van windturbines veel verder kan reiken dan deze afstanden, en dat dit effecten op de mens kan veroorzaken.

Infrason geluid kan soms zeer ver dragen door bepaalde atmosferische omstandigheden (temperatuur- en windsnelheidsverloop met de hoogte). Een extreem voorbeeld betreft metingen in 2015 van infrageluid van een groot windpark op 90 km afstand [29]. Maar metingen zijn natuurlijk nog geen effecten op mensen. Verontrustend is wel dat in een andere studie op 15 km van een windpark gezondheidssymptomen door de bewoners zijn gemeld (slaapverstoring, vermoeidheid) [30].

We moeten er rekening mee houden dat infrason windturbinegeluid op veel grotere afstanden effect kan hebben op de mens dan het hoorbare windturbinegeluid. Misschien komt dit alleen voor onder incidentele meteorologische condities, en misschien is het erg persoonsafhankelijk. Er is hierover nog te weinig bekend. In ieder geval reiken de effecten van infrageluid veel verder dan de afstanden volgens de geluidnormen. Dit alles vergt nader onderzoek in het kader van de preventieve taak van de overheid voor de gezondheid van haar burgers.

#### **4. DE GELUIDNORMEN VOOR WINDTURBINES ZIJN ONTOEREIKEND**

##### ***Normen voor Lden en Lnight***

De huidige wettelijke geluidnormen voor windturbines bestaan uit de grenswaarden voor Lden en Lnight die beide nabij woningen niet mogen worden overschreden, ook niet bij een solitaire woning. De grenswaarde voor Lden is 47 dB en de grenswaarde voor Lnight is 41 dB.

Lden staat voor Level day-evening-night. Dat is het tijd-gewogen jaargemiddelde geluidniveau (sound level) uitgedrukt in dB (decibel). Lden is het gemiddelde geluidniveau over een heel jaar, waarbij tijdens de avonduren (19 tot 23 uur) 5 dB wordt opgeteld bij het werkelijke geluidniveau, en tijdens de nachturen (23 tot 7 uur) 10 dB, omdat mensen dan gevoeliger zijn voor geluid. Daarnaast wordt ook nog de norm Lnight gehanteerd, omdat dit extra bescherming voor de nacht zou geven. Lnight is het jaargemiddelde geluidniveau over alle nachten (23 tot 7 uur) op een rij.

Aan deze geluidnormen kleven de volgende zes tekortkomingen, die allemaal in het nadeel van de omwonenden zijn:

##### ***Tekortkoming 1: rechtsonzekerheid***

Omdat er gewerkt wordt met jaargemiddelde geluidniveaus, is het niet mogelijk om op basis van geluidmetingen bij woningen te bepalen of de grenswaarde wordt overschreden (bij verkeer en industrie zijn daar overigens wel manieren voor: het kan wel). Voor toetsing aan de norm moet je namelijk de geluidemissie van de windturbine kennen, de jaarregistratie van bedrijfscondities van de turbine, en de weersstatistieken voor de locatie. Met een complex rekenmodel [8] kan dan het jaargemiddelde

geluidniveau worden berekend. Alleen specialistische bureaus kunnen dit. Zo kunnen de gemeente en de burger niet checken of er in de rekensystematiek fouten zitten: de rekenwerkelijkheid vervangt de echte werkelijkheid.

In het Kennisbericht uit 2015 wordt aangegeven dat de rekenmethode niet altijd betrouwbaar lijkt en dat dit met metingen nabij woningen zou moeten worden gecontroleerd [1]. De berekende geluidniveaus op grotere afstanden zouden te laag zijn. In de conclusies van het Kennisbericht staat dat geadviseerd wordt dit nader te onderzoeken. Dit is niet gebeurd. Als dit signaal klopt dan zijn de berekende geluidniveaus op grotere afstanden systematisch te laag.

Ook naleving en handhaving zijn ondoorzichtig. Op klachten kan niet adequaat worden gereageerd: de burger weet niet of zijn slapeloze nachten binnen de normen passen of niet. De burger voelt zich hierdoor miskend, onmondig en onmachtig, hetgeen de hinderbeleving weer versterkt. Deze rechtsonzekerheid is een fundamentele tekortkoming van de normsystematiek.

### ***Tekortkoming 2: jaarmiddeling***

We kijken vooral naar de nacht. De jaargemiddelde nachtnorm ( $L_{\text{night}} = 41$  dB) betekent dat het geluidniveau in de nacht bij meewind hoger kan zijn dan 41 dB en dat dan toch wordt voldaan aan de norm. Het geluidniveau kan 2 tot 6 dB hoger zijn dan gemiddeld, afhankelijk van de locatie (kust, binnenland) en de hoogte van de windturbine [1]. Dus nachtelijke geluidniveaus van 43 of 47 dB kunnen nog steeds binnen de norm vallen van  $L_{\text{night}} = 41$  dB. Bij deze geluidniveaus (45 dB) ondervindt 31% van de omwonenden binnen een straal van 2,5 km van de windturbine hinder, aldus G.P. van den Berg van de GGD Amsterdam [28]. Dat is een hoog cijfer voor een situatie die aan de norm voldoet.

Vooraf bij de hogere megawindturbines zal dit verschijnsel van 'lawaaïge nachten binnen de norm' toenemen. De daarmee samenhangende slaapverstoring (tijdens nachten met meewind) kan je moeilijk uitmiddelen over een jaar. Jaarmiddeling houdt geen verband met de echte problemen van de omwonenden. Ook deze technocratische benadering is een fundamentele tekortkoming in de normsystematiek.

Zoals de rijksoverheid zelf in het Kennisbericht [1] bevestigt, is dit probleem met jaargemiddelde geluidnormen voor windturbines bij de totstandkoming van de normen wel onderkend, maar men hoopt dat dit in de praktijk kan worden opgelost door in goed nabuurschap tussen exploitant en omwonenden tijdens de meest hinderlijke tijden maatregelen te treffen (zoals beperken toerental of tijdelijk stilzetten turbine)[1]. Ook kan het bevoegd gezag bij een energieproject als oplossing eventueel een scherpere grenswaarde vaststellen dan de landelijke norm, maar dan alleen bij bijzondere lokale omstandigheden [1]. Deze 'oplossingen' zijn naïef en ongeloofwaardig gezien de belangen van de windbranche en de druk op de energietransitie. Dit is geen oplossing voor de fundamentele tekortkoming van de jaargemiddelde normen voor windturbines.

### ***Tekortkoming 3: infrason en laagfrequent geluid***

Infrasoon geluid van windturbines zit helemaal niet in de normen. Voor gezonde jonge mensen is geluid hoorbaar tussen 20 Hz en 20.000 Hz. Beneden 20 Hz is het geluid niet meer hoorbaar: infrason geluid.

Infrasoon geluid zit niet in de berekende geluidniveaus bij woningen. Dat komt omdat bij de meting van de emissiesterkte van de windturbine de microfoon geen infrason geluid meet, maar alleen het geluid tussen 20 en 20.000 Hz. Ook de overdrachtsberekening naar de woningen toe gebeurt alleen voor het frequentiegebied van 20 tot 20.000 Hz. Dat betekent dat infrason geluid niet in de berekende geluidniveaus bij woningen zit, terwijl het ver draagt (het wordt 6 dB versterkt door reflectie tegen de bodem) en wel degelijk effecten kan hebben op omwonenden. Infrason geluid kan samengaan met trillingen in de bodem, en uiteindelijk in de



constructie van het huis en zelfs in het lichaam. De combinatie van laagfrequent geluid, infrason geluid en trillingen kan zeer hinderlijke effecten geven, die fundamenteel niet in de geluidnormen zijn verwerkt.

Anders dan infrason geluid zit laagfrequent geluid wel in de norm maar onvoldoende. Bij de ontwikkeling van de geluidnormen zijn de deelnemers nooit gevraagd naar laagfrequent geluid (beneden zo'n 100 of 200 Hz) [1]. De overheid vond in 2014 een aparte norm voor laagfrequent geluid overbodig [9]. Ook recente signalen van het RIVM [7] uit 2019 zijn niet opgepakt door de rijksoverheid. Het Rijk negeert voor windturbines de problematiek van laagfrequent geluid, infrageluid en trillingen, ook al zijn er genoeg aanwijzingen om de normen aan te passen of nader onderzoek uit te voeren. Ook op dit punt schiet de normsystematiek dus tekort voor de specifieke hinder en gezondheidseffecten van windturbines.

#### ***Tekortkoming 4: te soepele grenswaarden***

Bij de vaststelling van de grenswaarden voor windturbines op 1 januari 2011 is hinder afgewogen tegen het belang van groene energie [1]. Daar doet de wetgever niet geheimzinnig over. Wat betekent dit? Als het geluidniveau gelijk is aan de geluidnorm, dan zal bijna 1 op de 10 omwonenden (8 tot 9%) *ernstige* hinder ondervinden [1]. Dat is meer dan bij andere geluidbronnen. Dat is een hoog cijfer, te meer omdat dit vaak met slaapverstoring samenhangt. De overheid zegt hiermee aan te sluiten bij de Europese geluidmaten  $L_{night}$  en  $L_{den}$  die in Nederland ook bij weg-, rail- en vliegverkeer worden gebruikt [1]. Maar dit doet geen recht aan het extra hinderlijke karakter van windturbinegeluid (continu geluid dag en nacht, onrustig ritmisch geluid). En met de effecten van laagfrequent geluid in combinatie met infrason geluid en trillingen wordt geen rekening gehouden.

Bovendien worden bij verkeerslawaai binnenshuis extra normen gehanteerd, met lagere grenswaarden om slaapverstoring tegen te gaan. Voor windturbines is die slaapbescherming vervallen. Dat is onlogisch omdat het geluidniveau binnenshuis bij windturbines juist relatief hoog is: laagfrequent geluid gaat makkelijk door de gevel.

Verder worden bij verkeersgeluid in nieuwe situaties strengere grenswaarden gehanteerd dan in bestaande situaties (dan zijn er immers meer vrijheidsgraden). Bij windturbines gebeurt dat niet, alsof al die nieuwe megaturbines er al jaren lang staan. De overstap naar de nieuwe normstelling voor windturbines in 2011 impliceert duidelijk een versoepeling ten faveure van de windbranche en ten koste van de omwonenden. Maar het gaat nog verder.

#### ***Tekortkoming 5: landelijk gebied***

In de oude systematiek voor 2011 speelde het achtergrondgeluid nog een rol. Dat is het geluidniveau van de omgeving uitgedrukt in het achtergrondniveau  $L_{95}$  (het geluidniveau dat 95% van de tijd wordt overschreden). Dat is het geluidniveau zonder allerlei tijdelijke geluiden zoals voertuigpassages. Men noemt dit het referentieniveau omdat dit een referentie is voor de hinderbeleving. 's Nachts op het platteland is het doorgaans stil en zal een geluidbron daardoor eerder hinderlijk zijn. Bij een laag referentieniveau werden vóór 2011 daarom lagere grenswaarden toegepast. Er werden gebied-specifieke normen gehanteerd. Dat is nu voor windturbines verdwenen. Stille landelijke gebieden worden nu niet beschermd maar juist opgeofferd.

Het Rijk heeft dit als volgt verdedigd [10, 11]. De overgang naar de nieuwe normen zou beleidsneutraal zijn. Het verdwijnen van de bescherming van het stille landelijke gebied zou gecompenseerd worden door het toevoegen van  $L_{night}$ . Maar de oude toeslag van 10 dB op nachtelijke geluidniveaus is hierin verdwenen.  $L_{night}$  is helemaal geen scherpere norm. De grenswaarde  $L_{night} = 41$  dB betekent gewoon een gemiddeld geluidniveau van 41 dB. En dat komt ongeveer overeen met  $L_{den} = 47$  dB.

Lnight voegt dus niets toe aan Lden. Het lijkt vooral een optische truc om de normversoepeling voor windturbines te maskeren.

### ***Tekortkoming 6: cumulatie windturbines***

De berekening van het geluidniveau gebeurt voor de gezamenlijke geluidproductie van alle windmolens op een windpark. Het windpark wordt gezien als inrichting zoals een bedrijfssterrein bij industriegeluid. Binnen de milieuwetgeving wordt een terrein als inrichting beschouwd wanneer er sprake is van een zekere begrenzing (terrein windpark) en een fysieke samenhang (bekabeling) en een organisatorische samenhang (dezelfde exploitant). [12] Dat betekent dat de geluidniveaus optellen: bij 2 turbines neemt het geluidniveau toe met 3 dB, bij 4 turbines met 6 dB, bij 8 turbines met 9 dB en bij 16 turbines met 12 dB, enzovoort. Omdat sommige turbines wat verder staan dan andere, kunnen deze dB-waarden wat kleiner zijn. Die hogere (opgetelde) geluidniveaus reiken veel verder weg. Bij 4 turbines wordt de invloedsafstand verdubbeld en bij 16 turbines verviervoudigd. Dit betekent dat door de almaar verdergaande introductie van grotere windmolens, grotere woongebieden met laagfrequent geluid zullen worden geconfronteerd. Dat is een nieuwe ontwikkeling. In de oude geluidhinderonderzoeken waarop de geluidnormen voor windturbines zijn gebaseerd, zijn deze effecten onvoldoende meegenomen en is ook niet expliciet gevraagd naar laagfrequent geluid.

Verder kan een probleem zijn dat windparken (inrichtingen) soms in elkaars nabijheid liggen. Bewoners zullen een cumulatie van het geluid van verschillende parken kunnen ondervinden, en daardoor hogere geluidniveaus en meer hinder ervaren. De methodiek houdt hier geen rekening mee: per windpark wordt het geluidniveau berekend en getoetst aan de grenswaarde. De cumulatie blijft buiten beschouwing. De gemeente kan dit compenseren door lagere grenswaarden vast te stellen, maar zoals eerder gezegd, betreft dit alleen uitzonderlijke lokale situaties en zal dit in het algemeen geen rol spelen. Ook op het punt van cumulatie schiet de normsystematiek dus tekort, en weer in het nadeel van de omwonenden.

### ***Conclusie***

De normsystematiek en de geluidnormen voor windturbines zijn ontoereikend: 1) de burger heeft geen rechtszekerheid, 2) de jaarmiddeling is kunstmatig, 3) laagfrequent en infrasoon geluid zijn onvoldoende meegenomen, 4) de grenswaarden zijn te soepel, 5) de slaapfunctie in het stille landelijke gebied wordt niet beschermd, en 6) cumulatie van windparken wordt genegeerd.

De daadwerkelijke hinder, slaapverstoring en gezondheidseffecten worden niet afgedekt met de bestaande geluidnormen. De werkelijke (negatieve) impact van windturbines is systematisch groter dan de berekende impact en kan misschien veel verder dragen dan enkele kilometers. De zes genoemde tekortkomingen zijn zodanig dat ze alleen kunnen worden opgelost met een nieuw specifiek normstelsel voor windturbinegeluid.

## **5. INDICATIEVE AFSTANDEN TOT WINDTURBINES**

### ***Planologische zones***

Het besluitvormingstraject begint met een eerste planologische fase. Hierin worden doorgaans indicatieve zoneringsafstanden gehanteerd. Dan kan men in een vroegtijdig stadium normoverschrijdingen bij woningen en andere gevoelige bestemmingen vermijden of signaleren. De provincies en gemeenten hanteren in hun ruimtelijke plannen indicatieve geluidzones rond windturbines. Zo heeft de provincie Noord-Holland rond windparken lange tijd een indicatieve zone van 600 meter gehanteerd, al lijkt dit nu onder druk te staan in het licht van de energietransitie [13]. Maar uiteindelijk is, wettelijk gezien, bepalend of de situatie voldoet aan de geluidnormen. Daartoe moeten de geluidcontouren berekend worden voor  $L_{den} = 47$  dB en  $L_{night} = 41$  dB.

Binnen die contouren mogen geen woningen liggen. Het is dus zaak om in de eerste planologische fase realistische waarden te hanteren voor de indicatieve geluidafstanden.

Onlangs (najaar 2020) zijn zoekgebieden voor wind aangewezen in de concept regionale energie strategieën (RES). Het is gewenst om daarbij realistische afstanden tot de woonbebouwing aan te houden. Het ziet ernaar uit, zoals in de energieregio Noord-Holland Noord (NHN), dat deze aanwijzingen soms 'uit de losse pols' zijn gedaan. Er is vooral gekeken of de turbines op de grond aansluiten bij de infrastructuur (kanaal, weg), en minder naar afstanden tot woningen. Dat laatste vergt nader onderzoek in een volgende fase. Hierdoor kan straks, bij de berekening van de geluidniveaus bij woningen, blijken dat veel zoekgebieden afvallen.

Wat zijn realistische geluidafstanden tot windturbines? Vanaf welke afstand worden de wettelijke geluidnormen niet meer overschreden en vanaf welke afstand zijn geen beduidende effecten meer te verwachten voor de daadwerkelijke hinder, slaapverstoring en gezondheid?

In het Kennisbericht [1] staat dat men in Duitsland 1500 meter hanteert als de afstand waarbuiten geen nadelige effecten van windturbines meer te verwachten zijn. In de VS wordt dit soms gedaan door een afstand uit te drukken in een aantal malen de turbinehoogte [1]. Dat geeft op een meer geloofwaardige manier richting aan de planologie. In een volgende fase moet altijd aan de geluidnormen worden getoetst, maar de grootste knelpunten zijn dan al in de planologische fase geluid. In ons dichtbevolkte land is een realistische planologische zoneringsafstand des te belangrijker.

Het is lastig om een algemene zoneringsafstand te bepalen. Het hangt namelijk af van de specifieke geluidemissiecijfers van de windturbine, de hoogte van de turbine, de plaatselijke weersstatistiek, en de daadwerkelijke situatie in het overdrachtspad tussen windturbine en woningen. Kijkend naar enkele bestaande situaties met berekende geluidcontouren rond windparken [14 t/m 19] ontstaat het volgende globale beeld.

Voor een geluidniveau  $L_{night}$  van 41 dB of  $L_{den}$  van 47 dB van 1 grote windturbine moet gedacht worden aan een afstand in de orde van grootte van 500 m. Zoals hiervoor aangegeven, moet deze afstand voor een windpark van zo'n 4 tot 8 turbines ruim worden verdubbeld. Een typische afstand lijkt dan 1000 m te zijn (in specifieke situaties kan de afstand hiervan beduidend afwijken). Dit komt globaal overeen met de afstandsnorm die sommige landen hanteren, namelijk 10 maal de ashoogte van de windturbines [4]. Bij een ashoogte van 100 m is dat 1000 m.

Als we hinder, slaapverstoring en gezondheidseffecten serieus nemen, zouden we volgens De Laat van het LUMC [4] voor  $L_{night}$  35 dB als uitgangspunt moeten nemen in plaats van 41 dB. Dit verschil van 6 dB betekent een verdubbeling van de afstand (dus tot 2000 meter).

### ***Indicatieve zones***

Dit betekent dat als indicatie een afstand van 1000 meter kan worden gekozen waarbuiten de geluidniveaus beneden de wettelijke normen liggen, en een afstand van 2000 meter waarbuiten de daadwerkelijke hinder en slaapverstoring van het hoorbare windturbinegeluid acceptabel is. Overigens vermeldt het Kennisbericht [1] dat er binnen 2000 meter ook aandacht moet zijn voor het stroboscopisch effect van de slagschaduw van de draaiende turbines. In de planologische fase zou de overheid daarom rond windparken in ieder geval een zoneringsafstand van 2000 meter moeten aanhouden. Om de risico's van infrason geluid echt te vermijden, moet rekening gehouden worden met een aanzienlijk grotere afstand dan 2000 meter. Er is te weinig onderzoek bekend om hiervoor een afstand te kunnen noemen. De onderstaande tabel vat dit samen.

<b>effect op omwonenden</b>	<b>indicatieve zone</b>
theoretische hinder volgens de huidige wettelijke geluidnormen	1000 meter
daadwerkelijke hinder en gezondheidseffecten van hoorbaar windturbinegeluid	2000 meter
vermijden van risico op gezondheidseffecten van infrason windturbinegeluid	aanzienlijk meer dan 2000 meter

## **6. OVERIG**

### ***Risicoafstanden***

Naast geluidafstanden moeten ook risicoafstanden worden aangehouden. Zo moeten windturbines op een minimale afstand van verkeerswegen worden geplaatst, bijvoorbeeld vanwege het afbreken van de wieken. Die afstand wordt bepaald met risicoberekeningen voor de specifieke situatie [20]. Afhankelijk van de grootte van de turbine, het type turbine, de verkeersintensiteit, en het risiconiveau dat gekozen wordt, zal deze afstand variëren tussen zo'n 50 en 200 meter tot de rand van de verkeersweg.

### ***Milieu-effectrapportages***

Welke stappen volgen formeel na de eerste planologische fase (of na het aanwijzen zoekgebieden)? Plannen en besluiten van de overheid die kunnen leiden tot belangrijke nadelige gevolgen voor het milieu vallen onder de wettelijke regels voor milieueffectrapportage (MER). Voordat de overheid een besluit neemt, moet ze een milieueffectrapport opstellen en dat de burgerinspraak laten doorlopen [12]. Dit geldt ook voor windparken [21].

Allereerst moeten de zoekgebieden voor wind uit de concept-RES worden vertaald naar ruimtelijke plannen (meestal bestemmingsplannen) voor windenergie. Voordat de gemeente over zo'n bestemmingsplan een besluit neemt, moet altijd een milieueffectrapportage worden opgesteld, een zogenoemd plan-MER. Dit levert een eerste duiding van de aan te houden geluidafstanden.

In een volgende stap wordt het ruimtelijke plan vertaald naar een concreet project voor een specifiek windpark op een gedefinieerde locatie. Voor zo'n windpark moet een project-MER worden opgesteld, waarin de effecten van het project worden gerapporteerd. Deze rapportage zal de geluidcontouren van het windpark moeten bevatten voor  $L_{den} = 47$  dB en  $L_{night} = 41$  dB. Daarmee moet duidelijk worden of het project doorgang kan vinden en zo ja welke maatregelen daartoe eventueel getroffen moeten worden. Dit geeft een nauwkeuriger beeld van de aan te houden afstanden. Een complicatie is dat voor windturbines de geluidnormen niet toereikend zijn, zoals hiervoor is aangegeven.

### ***Vergunningverlening***

Daarna komt de stap dat een initiatiefnemer (projectontwikkelaar, exploitant) van een windmolen of windpark bij de overheid (doorgaans de gemeente) een milieuvergunning gaat aanvragen alvorens hij met de bouwwerkzaamheden kan beginnen. In het kader van de Omgevingswet worden milieuvergunningen, bouwvergunningen en bestemmingsplanwijzigingen zo veel mogelijk aan elkaar gekoppeld. Meestal gaat dat met een melding die door de gemeente wordt beoordeeld. Omwonenden kunnen hiertegen bezwaar maken bij de gemeente en daarna zo nodig in beroep gaan bij de Raad van State. Bij die milieumelding zal de initiatiefnemer een geluidrapport moeten voegen op basis van een akoestisch onderzoek dat door een specialistisch bureau is

uitgevoerd. In dit rapport moet staan wat de geluidniveaus zijn bij de omliggende woningen en moet duidelijk worden dat de wettelijke geluidnormen niet worden overschreden. Pas dan kan de gemeente goed beoordelen of het windpark qua geluidnormen inpasbaar is in de omgeving. Dit is nog afgezien van de tekortkomingen van de geluidnormen.

### ***Europese jurisprudentie***

Wat betreft de tekortkomingen van de geluidnormen voor windturbines kan het volgende van belang zijn. Recente Europese jurisprudentie kan een trigger worden voor onze rijksoverheid om de geluidnormen voor windturbines aan te passen. Door een uitspraak van het Europese Hof van Justitie van 25 juni 2020 blijkt dat windturbineparken onder de Europese richtlijnen vallen, waaronder de SBM-Richtlijn [22]. Deze Europese richtlijn schrijft voor dat plannen met vergaande milieu- en gezondheidsgevolgen onderworpen moeten worden aan een milieutoetsing en een milieueffectrapportage. Dit kan een breuk worden in de jurisprudentie van de Raad van State. Die milieutoetsing kan inhouden dat ook de Nederlandse geluidnormen voor windmolens vooraf getoetst moeten worden op hun gevolgen voor milieu en gezondheid. In het voorgaande zagen we dat er vele aanwijzingen zijn dat het Nederlandse geluidnormsysteem voor windturbines ontoereikend is. Daarom is het goed denkbaar dat in voorkomende gevallen de rechter de geluidnormen voor windturbines niet blind zal overnemen en nader onderzoek zal verlangen naar de toereikendheid van deze normen.

Er is al een eerste rechtszaak gestart waarin dit punt is aangekaart, en mogelijk zullen er meer volgen. Afhankelijk van de jurisprudentie in deze zaken, zou dit de rijksoverheid kunnen dwingen de geluidnormen voor windturbines aan te scherpen. Beter zou zijn als de rijksoverheid op basis van de voorliggende argumenten zelf besluit om de geluidnormen voor windturbines spoedig aan te passen, in het belang van haar burgers en in het belang van een succesvolle energietransitie.

## **7. OPROEP AAN DE OVERHEID**

- Het geluid van megawindturbines heeft veel meer negatieve impact dan verkeers- en industriegeluid, door het onrustige ritmische karakter, door de lage frequenties, omdat het dag en nacht doorgaat, omdat het ver draagt, omdat het makkelijk doordringt in slaapkamers, en omdat de hinder wordt versterkt door de visuele impact. De toepassing van megawindturbines is een nieuwe tak van sport die nieuwe spelregels vergt.
- De huidige normsystematiek voor windturbinegeluid is aantoonbaar ontoereikend ten aanzien van rechtszekerheid, jaarmiddeling, laagfrequent geluid, te soepele grenswaarden, landelijk gebied, en cumulatie van windturbinegeluid. Al deze tekortkomingen gaan ten koste van de omwonenden. De daadwerkelijke impact is veel groter dan de huidige geluidnormen aangeven.
- Bij de vaststelling van de huidige normsystematiek voor windturbines heeft het Rijk willens en wetens ruimte gemaakt voor grootschalige windenergie ten koste van de leefbaarheid. Vooral het landelijke gebied en de slaapfunctie zijn het kind van de rekening. De impact van megawindturbines op omwonenden is zo groot dat dit tot heftig maatschappelijk verzet kan leiden, vooral als steeds meer mensen binnen de invloedssfeer van windparken komen te wonen. De overheid wordt opgeroepen het tij te keren nu het nog kan.

- De Rijksoverheid wordt opgeroepen om voor windturbines aparte normen te ontwikkelen, gericht op hinder, slaapverstoring en gezondheidseffecten, met aandacht voor laagfrequent geluid en infrasoon geluid. Dit is een noodzakelijke randvoorwaarde van een succesvolle energietransitie.
- Gemeenten en provincies worden opgeroepen om in de regionale energie strategieën geen nieuwe megawindturbines op land te introduceren totdat er nieuwe adequate geluidnormen voor windturbines zijn. Ondertussen kunnen de energie-doelstellingen ook worden bereikt met andere hernieuwbare energie technieken dan wind [23].

## REFERENTIES

- [1] *Kennisbericht van het Kennisplatform Windenergie, geluid van windturbines*, versie 1.0, Rapport en bijlagen. Juni 2015
- [2] *Geluid van windenergie nader bekeken*, [www.rivm.nl/windenergie](http://www.rivm.nl/windenergie)
- [3] Stichting laagfrequent geluid: [www.laagfrequentgeluid.nl](http://www.laagfrequentgeluid.nl)
- [4] Dr. Jan de Laat, LUMC Leiden, NPO-radio 1 Argos, zaterdag 26 september 2020: 'Onhoorbaar geluid schadelijk voor de gezondheid', [www.vpro.nl/argos](http://www.vpro.nl/argos)
- [5] [www.stichting-jas.nl](http://www.stichting-jas.nl) zie Saskia Soeters 29 september 2020
- [6] RIVM-rapport *Windturbines: invloed op de beleving en gezondheid van omwonenden*, GGD-informatieblad medische milieukunde, update 2013, zie ook [www.kennisplatformwindenergie.nl](http://www.kennisplatformwindenergie.nl)
- [7] RIVM-rapport (2019) *Motie Schonis en de WHO-richtlijnen voor omgevingsgeluid*, RIVM 2019-0227
- [8] Rekenmethodiek geluidniveaus (Lden en Lnight) voor windturbines:
  - 1) Activiteitenbesluit milieubeheer van 19 oktober 2007,
  - 2) Activiteitenregeling milieubeheer van 9 november 2007,
  - 3) Reken- en meetvoorschrift windturbines van 9 november 2007,
  - 4) Handreiking meten en rekenen industrielawaai 2004
- [9] *Laagfrequent geluid van windturbines*, brief van de Staatssecretaris I & M aan de Tweede Kamer, 31 maart 2014
- [10] Wijziging Activiteitenbesluit milieubeheer per 1 januari 2011, Nota van toelichting
- [11] [www.nkpw.nl](http://www.nkpw.nl), Nationaal kritisch platform windenergie: *geluidregels voor windmolens bieden onvoldoende bescherming*, 5 september 2014
- [12] [www.infomil.nl](http://www.infomil.nl), website van de rijksoverheid met informatie over milieuregelgeving
- [13] Stichting JAS [www.stichting-jas.nl](http://www.stichting-jas.nl), *Provincie zet de deur open voor de bouw van windmolens in de Schermer*, Leonie Groen, 18 januari 2020
- [14] [www.arcadis.nl](http://www.arcadis.nl)
- [15] Windwinning Culemborg, Kennisbijeenkomst Gebiedstafel Windwinning Culemborg, windpark Strijen, Bosch & van Rijn
- [16] *Sound levels from wind turbines*, [www.canwea.ca](http://www.canwea.ca)
- [17] *Windpark Noordoostpolder te Urk: 8 windturbines*, MER onderzoek geluid, Lichtveld Buis & Partners, 10 juli 2009
- [18] *Milieu-effect rapportage windpark Oostflakkee*, Bosch & van Rijn, feb 2017
- [19] *MER Windpark Deil te Geldermalsen*, Bosch & van Rijn, januari 2017
- [20] *Veiligheidsafstanden windturbines*, zie websites van RIVM, RVO en Infomil
- [21] [www.omgevingsweb.nl](http://www.omgevingsweb.nl), *Windenergie en de MER*, Wim Keijsers van Commissie mer en Wouter Verweij van Bosch & van Rijn
- [22] [www.climategate.nl](http://www.climategate.nl), *EU-wetgeving inzake milieueffectenrapportage genegeerd bij wind- en zonne-energie*, Nico Broekema, oktober 2020
- [23] Frank Niele, *Duurzame ontwrichting door windenergie*, november 2020
- [24] WHO guidelines for environmental noise: *The end justifies the means*, 2018
- [25] Nederlandse Vereniging Omwonenden Windturbines NLVOW, [www.nlvow.nl](http://www.nlvow.nl)
- [26] GGD GHOR Nederland positief over klimaatbeleid maar blijft aandacht vragen voor gezondheid, [www.ggdghor.nl](http://www.ggdghor.nl), 19 november 2019
- [27] RIVM, [www.rivm.nl](http://www.rivm.nl) *Meldingen over en hinder van laagfrequent geluid of het horen van een bromtoon in Nederland: Inventarisatie*, 18 oktober 2018
- [28] *Impact van windturbines op gezondheid: internationaal steeds meer waarschuwingen*, [www.groen-inzicht.nl](http://www.groen-inzicht.nl), 19 november 2019
- [29] Marchillo et al, (2015). *On infrasound generated by wind farms and its propagation in low-altitude tropospheric waveguides*, Journal of Geophysical Research: Atmosphere (JGR Atmosphere), 21 augustus 2015
- [30] [www.wind-watch.org](http://www.wind-watch.org), *Pilot study shows no significant reduction in damage caused by infrasound until more than 15 kilometres from wind farms*, Finnish Association for Environmental Health SYTe, 2016
- [31] [www.mijngezondheidsgids.nl](http://www.mijngezondheidsgids.nl), *Windmolens schadelijk voor de gezondheid*, 2018
- [32] *Aiwanger kündigt Windkraft-Offensive an*, [www.br.de](http://www.br.de), 30 oktober 2019
- [33] [www.windwahn.com](http://www.windwahn.com) *Infraschall induzierte Veränderungen der Hirnaktivität nachgewiesen und sichtbar gemacht*, 21 april 2017
- [34] [www.stopthesethings.com](http://www.stopthesethings.com) *Far Out: German study finds pulsing wind farm infrasound 20 km from turbines*. 7 mei 2019
- [35] *Physiological effects of wind turbines noise on sleep*, M. Smith et al, 22nd International Congress on Acoustics, Buenos Aires, 5 – 9 september 2016
- [36] NSG-richtlijn laagfrequent geluid, Nederlandse Stichting Geluidhinder, [www.nsg.nl](http://www.nsg.nl), 1999.
- [37] Groen in Zicht, [www.groen-inzicht.nl](http://www.groen-inzicht.nl), *Impact van windturbines op gezondheid: internationaal steeds meer waarschuwingen*
- [38] Dr Mireille Oud, *Verklaring voor hinder van laagfrequent geluid – biofysische benadering*, vakblad Geluid nummer 1, maart 2013