



# Advies expertgroep gezondheidseffecten windturbines

*Definitieve versie*

**Datum**

4 april 2022

**Opdrachtgever**

Gemeente Amsterdam

**Auteurs**

Niels Koeman, Frits van den Berg, Oscar Breugelmans

**Secretariaat**

Bart Teulings, Jonas van Leeuwen

# / Samenvatting van het advies

In Amsterdam is discussie over de voorgenomen plaatsing van windturbines in het kader van de Regionale Energiestrategie. Het College van B&W heeft in reactie hierop een reflectiefase ingelast, waarin aandacht wordt besteed aan vragen en zorgen vanuit de stad. Zij heeft een expertgroep Gezondheidseffecten windturbines ingesteld om advies uit te brengen over de mogelijke gezondheidseffecten van windturbines. De expertgroep heeft in haar opdracht drie vragen meegekregen:

- ▶ Welke norm of beschermingsniveau zou de gemeente Amsterdam uit oogpunt van gezondheid kunnen hanteren bij de besluitvorming?
- ▶ Zijn er aanvullend voor de gezondheid aandachtspunten die een rol kunnen spelen bij de locatiekeuze, vergunningverlening en m.e.r-procedure?
- ▶ Is het wenselijk na plaatsing van windturbines de gezondheidseffecten daarvan te blijven monitoren en zo ja, op welke wijze?

In dit advies geeft de expertgroep haar aanbevelingen

## **Advies is een tussenstap**

De expertgroep geeft haar advies als een overbrugging in de normstelling tot landelijke normen worden vastgesteld. Vanwege deze tijdelijkheid adviseert de expertgroep een behoedzame benadering. Bij voorkeur wordt voorkomen dat de gehanteerde tijdelijke normen in Amsterdam worden ingehaald door strengere landelijke normen. De expertgroep verwacht niet dat de uiteindelijke landelijke normering strenger zal zijn dan de behoedzame normering in dit advies. Dit is echter niet volledig uit te sluiten. De expertgroep acht het daarom wenselijk dat de gemeente in haar afspraken met initiatiefnemers opneemt hoe om te gaan met de situatie waarin de lokale normen worden ingehaald door strengere landelijke normen.

## **Behoedzaamheid geboden**

De expertgroep beveelt een behoedzame normering aan waarmee de gezondheidseffecten van windturbines worden beperkt en tegemoet wordt gekomen aan de vragen en zorgen van inwoners van Amsterdam. Dat vraagt om een zorgvuldige omgang met de beschikbare wetenschappelijke kennis, die op onderdelen nog in ontwikkeling is. Zo kunnen de gezondheidseffecten van windturbines worden beperkt. Tegelijkertijd is het van belang dat ook de gemeente Amsterdam, waar dat verantwoord en mogelijk is, een bijdrage levert aan de afspraken die in het Klimaatakkoord en in de Regionale Energiestrategie zijn gemaakt om de opwarming van de aarde tegen te gaan. In haar advies gaat de expertgroep uit van het ALARA-principe: *as low as reasonably achievable: zo laag als redelijkerwijs haalbaar*. De expertgroep stelt vast dat er nog onderwerpen zijn die om aanvullend onderzoek vragen. Zij beveelt de gemeente aan om het ministerie van EZK te informeren over dit advies met het oog op de landelijke normering.

## **Naar systematiek met standaardwaarde en grenswaarde**

De expertgroep adviseert uit te gaan van een grenswaarde die niet mag worden overschreden en een standaardwaarde waarvan enkel gemotiveerd kan worden afgeweken. De motivatie dient maatregelen/activiteiten te bevatten die de omwonenden handvatten geven om in gesprek te gaan over eventuele overlast. Bij plaatsing van windturbines boven de standaardwaarde dient de gemeente dat te motiveren vanuit een ruimtelijke afweging van alle relevante maatschappelijke belangen.

### **Geluidsnorm voorkeur boven afstandsnorm**

De expertgroep adviseert voor de bescherming van de bevolking tegen geluidsoverlast uit te gaan van een norm op basis van geluidsbelasting en niet van afstand. De geluidsbelasting is afhankelijk van de afstand van de windturbines tot geluidsgevoelige objecten, maar ook de ondergrond, eventuele obstakels en de prevalentie windrichting. Met een norm voor geluidsbelasting wordt het meest evenwichtig recht gedaan aan de noodzaak omwonenden te beschermen tegen de mogelijke effecten van windturbines.

### **Naar concrete normstelling: grenswaarde**

Tot voor kort heeft de rijksoverheid in het Activiteitenbesluit een norm gehanteerd van 47 dB L<sub>den</sub>. De WHO adviseert in haar richtlijnen een *advieswaarde* van 45 dB L<sub>den</sub>. Dat advies is in lijn met haar overige richtlijnen voor geluidsbelasting waarbij het percentage gehinderden maatgevend is. Het ligt daarom voor de hand dat de gemeente op basis van een politiek-bestuurlijke afweging de grenswaarde hanteert in het gebied van 45 tot 47 dB L<sub>den</sub>. Vanuit behoedzaamheid adviseert de expertgroep voorlopig – tot nieuwe landelijke normen zijn vastgesteld – voor de grenswaarde aan te sluiten bij de waarde die de WHO adviseert van 45 dB L<sub>den</sub>.

### **Naar concrete normstelling: standaardwaarde**

In een stedelijke omgeving, waar meerdere maatschappelijke functies moeten worden gecombineerd, is enige mate van geluidshinder door verschillende geluidsbronnen niet te vermijden. Voor windturbines lijkt de grens waaronder geen geluidshinder voorkomt rond de 40 dB L<sub>den</sub> te liggen. Op basis van een politiek-bestuurlijke afweging kan het bevoegd gezag de standaardwaarde bepalen tussen 40 en 45 dB L<sub>den</sub>. De expertgroep meent dat het waardevol is als er ruimte is tussen grens- en standaardwaarde, waarbinnen het bevoegd gezag een expliciete afweging maakt over de effecten van de plaatsing van windturbines voor de omwonenden en de mogelijkheden om deze te mitigeren. Zij adviseert daarom binnen deze bandbreedte een standaardwaarde aan te houden van 42 dB L<sub>den</sub>. Dit is, wat de verwachte hinder betreft, vergelijkbaar met de standaardwaarden bij weg- en railverkeer.

Door te beginnen de plaatsing van windturbines vooral mogelijk te maken op locaties waar deze grens- en standaardwaarden van toepassing zijn, wordt recht gedaan aan de zorgen in de stad over de mogelijke gezondheidseffecten van windturbines. Hiermee wordt ook voorkomen dat plaatsingsbesluiten ongedaan moeten worden gemaakt als landelijk tot strengere normen wordt besloten.

### **Naar concrete normstelling: karakteristieken van windturbinegeluid**

Om hinderlijke karakteristieken van geluidsproductie door windturbines tegen te gaan beveelt de expertgroep aan:

1. Een straffactor toe te passen op windturbines die tonaal geluid veroorzaken;
2. Voor laagfrequent geluid een aparte norm te hanteren vergelijkbaar met die in Denemarken;
3. Zoveel mogelijk na te streven om ritmische geluiden tegen te gaan.

### **Naar concrete normstelling: slagschaduw**

Om hinder van slagschaduw tegen te gaan adviseert de expertgroep als grenswaarde uit te gaan van een belasting van gevoelige objecten van maximaal 17 dagen per jaar 20 minuten. Daarnaast verdient het aanbeveling slagschaduw zoveel mogelijk te reduceren.

### **Gezondheidsaspecten binnen de ruimtelijke afweging**

De expertgroep beveelt aan bij de locatiekeuze voor windturbines binnen bovenstaande normen een ruimtelijke afweging te maken. Betrek daarin de cumulatie van geluid, de mogelijke visuele hinder en de nabijheid van volkstuinen en andere locaties waar mensen overnachten. Daarnaast kunnen andere maatschappelijke belangen, zoals natuurwaarden, kwaliteit van de leefomgeving en het belang van de energietransitie mee worden genomen in de ruimtelijke afweging. De precieze weging van de factoren zal de gemeente mede op basis van de m.e.r.-procedure moeten bepalen.

### **Monitoring na plaatsing windturbines**

De expertgroep vindt monitoring na plaatsing van groot belang om de eventuele impact op de leefomgeving zichtbaar te maken en het gesprek met omwonenden goed te kunnen voeren. Zij adviseert als startpunt van monitoring een nulmeting uit te voeren: de geluidsbelasting zonder windturbines. Daaropvolgend dient in een periodieke monitor te zijn opgenomen: de naleving van geluidsnorm en schaduwnorm en de effecten van andere factoren. Als het gaat om de monitoring benadrukt de expertgroep het belang van begrijpelijkheid en transparantie richting omwonenden en het in beeld brengen van hun zorgen en behoeften.

### **In advies zijn zorgen uit de stad door expertgroep meegewogen**

De expertgroep heeft bij haar advies uitgebreid stil gestaan bij de zorgen zoals die vanuit de stad –en vanuit de klankbordgroep in het bijzonder– naar voren zijn gebracht. In bijlage A worden de voornaamste zorgen die de expertgroep heeft gesignaleerd in afzonderlijke paragrafen aangegeven, met daarbij de overwegingen van de expertgroep en hoe deze zijn verwerkt in haar advies.

# / Inhoud

<b>/</b>	<b>Samenvatting van het advies</b>	<b>1</b>
<b>/ 1</b>	<b>Inleiding en vraagstelling</b>	<b>6</b>
	Context	6
1.1	Vraagstelling aan de expertgroep	6
1.2	Samenstelling expertgroep	6
1.3	Terugtrekken lid expertgroep	7
1.4	Leeswijzer	8
<b>/ 2</b>	<b>Huidige normering windturbines</b>	<b>9</b>
2.1	Landelijke normering windturbines in Activiteitenbesluit	9
2.2	Overige normering windturbines in Activiteitenbesluit	11
2.3	WHO-richtlijnen voor windturbinegeluid	12
2.4	Uitspraak Raad van State	16
2.5	Discussie in Amsterdam	16
2.6	Voornemen in nationaal coalitieakkoord	17
<b>/ 3</b>	<b>Advies voor gewogen normering</b>	<b>18</b>
3.1	Advies is een tussenstap	18
3.2	Behoedzaamheid geboden	19
3.3	Naar systematiek met standaard- en grenswaarde	19
3.4	Geluidsnorm voorkeur boven afstandsnorm	20
3.5	Naar concrete normstelling	22
3.6	Gezondheid onderdeel van brede ruimtelijke afweging	26
3.7	Monitoring na plaatsing windturbines	27
<b>/ A</b>	<b>Verwerking zorgpunten in advies</b>	<b>29</b>
A.1	Gezondheidseffecten windturbines in algemene zin	29
A.2	Actualiteit onderzoeken die basis zijn voor normen	31
A.3	Kwaliteit van onderzoek naar gezondheidseffecten	32
A.4	Gezondheidseffecten op termijn	33
A.5	Belang van zorgvuldig proces	33
A.6	Tiphoogte van Windturbines	34
A.7	Laagfrequent geluid en infrageluid	35
A.8	Effecten bebouwing en ondergrond	35
A.9	Cumulatie en maskering van geluid	36
A.10	Aanwezigheid grote bevolkingsconcentraties	37
A.11	Gezondheidseffecten op kinderen	38
A.12	Gezondheidseffecten op risicogroepen	39
A.13	Volkstuinen	39
A.14	Klimaatverandering	40
A.15	Vrijkomen stoffen door slijtage windturbines	40

<b>/ B</b>	<b>Reflectie Prof. Dr. A. Knottnerus</b>	<b>42</b>
B.1	Reflectie Knottnerus	42
B.2	Reactie Expertgroep op reflectie Knottnerus	45
<b>/ C</b>	<b>Overzicht separate bijlagen</b>	<b>47</b>
<b>/ D</b>	<b>Verklaringen omtrent belangen</b>	<b>48</b>
<b>/ E</b>	<b>Literatuur</b>	<b>50</b>

# / 1 Inleiding en vraagstelling

## Context

In het Klimaatakkoord heeft Nederland de ambitie uitgesproken om de CO<sub>2</sub>-uitstoot in 2030 ten opzichte van 1990 met tenminste 49% terug te dringen. Om deze doelstelling te bereiken is in het akkoord vastgelegd dat er op land 35 TWh hernieuwbare elektriciteit opgewekt dient te worden. Afgesproken is dat de plannen hiervoor door provincies en gemeenten worden uitgewerkt in 30 Regionale Energie-Strategieën (RES). Het College van B&W van de gemeente Amsterdam heeft de ambitie uitgesproken om tot 2030 de bijdrage van windenergie uit te breiden tot 127 MW. In de RES Noord-Holland Zuid 1.0 zijn daartoe 7 zoeklocaties voorgesteld om ca. 17 extra windmolens te plaatsen binnen de gemeentegrenzen. In reactie op dit voorstel is in de stad een discussie ontstaan, waarbij zorgen zijn geuit over de mogelijke gezondheidseffecten van windturbines. Dit heeft ertoe geleid dat het College van B&W een reflectiefase heeft ingelast, waarin aandacht wordt besteed aan vragen en zorgen vanuit de stad. Onderdeel van de reflectiefase is de instelling van een expertgroep welke is gevraagd advies te geven over de wijze waarop gezondheidseffecten meegenomen kunnen worden in de afweging rond de plaatsing van windturbines. Dit advies zal worden meegenomen in de milieueffectrapportage (m.e.r.) en gezondheidseffectanalyse (GEA), die per voorziene locatie voor windturbines zal worden uitgevoerd.

## 1.1 Vraagstelling aan de expertgroep

De expertgroep heeft de volgende opdracht van de gemeente gekregen [1]:

1. *Welke norm of welk beschermingsniveau zou de gemeente Amsterdam uit een oogpunt van gezondheid kunnen hanteren bij de besluitvorming over de plaatsing van windturbines in afwachting van een landelijke normering?*
2. *Zijn erin aanvullend voor de gezondheid relevante onderwerpen of aandachtspunten, die een rol zouden kunnen spelen bij de locatiekeuze of vergunningverlening voor windturbines in Amsterdam? En hoe kunnen bedoelde normen en aanvullende onderwerpen in de vervolgfase worden betrokken bij nog uit te voeren onderzoeken (bijv. m.e.r.)?*
3. *Is het wenselijk na plaatsing van windturbines de gezondheidseffecten daarvan te blijven monitoren en zo ja, op welke wijze?*

## 1.2 Samenstelling expertgroep

Bij de instelling van de expertgroep zijn de volgende deskundigen toegetreden tot de expertgroep:

- ▶ Oscar Breugelmans, milieu-epidemioloog en deskundige van de GGD, die op grond van de Wet Publieke Gezondheid de gemeente adviseert over gezondheidseffecten van beleidsvoornemens;
- ▶ Dick Bijl, huisarts en epidemioloog, voormalig hoofdredacteur van het geneesmiddelenbulletin, aangedragen door Windalarm;
- ▶ Frits van den Berg, natuurkundige en zelfstandig deskundige op het gebied van geluid en gezondheidseffecten van geluid, voormalig onderzoeker/adviseur op het gebied van (effecten van) geluid bij de Rijksuniversiteit Groningen en de GGD Amsterdam, aangedragen door de



Amsterdamse windenergiecoöperaties. Hij is auteur of co-auteur van vele publicaties over (de effecten van) omgevingsgeluid, waaronder windturbinegeluid. O.a. heeft hij, samen met het RIVM, voor de Zwitserse overheid zowel in 2017 als 2020 een review opgesteld van onderzoeken naar de gezondheidseffecten van windturbines.

De expertgroep wordt voorgezeten door prof. Niels Koeman, em. hoogleraar milieurecht en ruimtelijk ordeningsrecht en oud-lid van de Raad van State, als onafhankelijk voorzitter. Het secretariaat van de expertgroep wordt verzorgd door adviesbureau AEF.

## 1.3 Terugtrekken lid expertgroep

Op 18 februari 2022 heeft de heer Bijl zich teruggetrokken als lid van de expertgroep. In zijn brief aan de voorzitter gaf hij aan dat hij vond dat er in de expertgroep onvoldoende ruimte was voor wetenschappelijke validatie van de bevindingen en aanbevelingen van de expertgroep. Ook gaf hij aan het eerste concept van het advies onvoldoende wetenschappelijk onderbouwd te vinden [2].

In de expertgroep is gesproken over de vraag of voor het gevraagde advies al het verrichte internationale onderzoek opnieuw – per onderzoek - gevalideerd moet worden, of dat kan worden aangesloten op de reviews van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) uit 2018 en het RIVM van 2020. Het valideren van het ruim beschikbare internationale onderzoek ligt buiten de scope van de expertgroep. De expertgroep meent dat dit redelijkerwijs niet van haar verwacht kan worden, gegeven het tijdsplan dat de expertgroep is gegeven om te komen tot een advies aan de gemeente. Het is ook niet nodig vanwege de kwaliteit van de beschikbare internationale reviews. Juist de expertise van de leden kan garanderen dat de benodigde basiskennis in de groep aanwezig was.

Het gangbare onderzoek naar de effecten van geluidsbelasting op de volksgezondheid staat in de milieugezondheidkundige traditie. De heer Bijl heeft aangegeven dat de kwaliteit van wetenschappelijk bewijs beoordeeld zou moeten worden langs de criteria die gelden voor Evidence-Based Medicine (EBM). Dit uitgangspunt sluit niet aan bij de internationale standaarden die in de internationale onderzoeksgemeenschap worden gehanteerd en die voor de WHO zijn gevalideerd. In milieugezondheidsonderzoek is het te doen gebruikelijk om criteria zoals de *Study Quality Assessment Tools* van het National Institute of Health (NIH) te hanteren om de kwaliteit van bewijs te beoordelen. Met deze beoordeling van wetenschappelijk bewijs kunnen meerdere onderzoeksmethodieken (waaronder dwarsdoorsnede-onderzoeken) betrouwbare resultaten opleveren ten aanzien van gezondheid en windturbines [4].

De expertgroep heeft in dit advies gebruik gemaakt van de reviews van de internationale wetenschappelijke literatuur over gezondheidseffecten van omgevingsgeluid (waaronder windturbinegeluid) van de WHO en de daarop gebaseerde richtlijnen alsmede de aanvullingen daarop van het RIVM wat betreft geluid en andere effecten van windparken op omwonenden. Zij meent dat EBM geen goede wetenschappelijke benadering is voor het waarderen van milieugezondheidkundig onderzoek. Het was noch zinvol, noch mogelijk om langs de principes van EBM alle internationale literatuur over gezondheidseffecten van windturbines in het verband van deze expertgroep te toetsen.

De overige leden van de expertgroep hebben aangegeven het vertrek van de heer Bijl te betreuren. In de expertgroep is vanuit verschillende perspectieven een aantal deskundigen

samengebracht die geacht werden diepgaande expertise en gezondheidkundige kennis over de effecten van windturbines te hebben. Binnen de expertgroep is er alle ruimte geweest om vanuit deze verschillende achtergronden met elkaar door te spreken over het uit te brengen advies. Juist de uitwisseling van deze perspectieven en expertise acht de expertgroep waardevol voor het gesprek in haar midden en de verdieping van haar advies.

Naar aanleiding van het vertrek van de heer Bijl heeft de voorzitter van de expertgroep een onafhankelijk medicus van naam en faam gevraagd om een reflectie te schrijven op het conceptadvies van de expertgroep. Dit is de Prof. Dr. A. Knottnerus, arts-epidemioloog, em. hoogleraar huisartsgeneeskunde, oud-voorzitter van de Gezondheidsraad en van de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid. De expertgroep heeft dankbaar gebruik gemaakt van de reactie van Prof. Dr. Knottnerus en haar advies op enkele onderdelen gewijzigd. In Bijlage B is beschreven op welke wijze de expertgroep dit heeft gedaan.

Bij instelling van de expertgroep is tevens een klankbordgroep ingesteld, die de expertgroep kon voeden met zorgen en vragen en kon reageren op het conceptadvies. In de nasleep van het terugtreden van de heer Bijl heeft ook het merendeel van de leden van de klankbordgroep zich teruggetrokken. De expertgroep heeft daardoor geen reactie op haar conceptadvies vanuit de klankbordgroep ontvangen. Wel heeft zij haar conceptadvies voor commentaar voorgelegd aan de resterende leden van de klankbordgroep en twee leden die zich hebben teruggetrokken, maar toch graag bij de bespreking van het concept aanwezig waren. De expertgroep heeft de opmerkingen die in dit gesprek zijn gemaakt betrokken bij de afronding van haar advies. Dat geldt ook voor de schriftelijke reactie die de expertgroep van één van klankbordgroepleden heeft ontvangen.

Mede tegen deze achtergrond zijn er gedurende het adviestraject op momenten vragen gesteld, dan wel opmerkingen gemaakt over het verloop van het adviestraject. Om hier transparant zicht op te bieden heeft de expertgroep een procesrelaas opgesteld. Dit is op de website van de gemeente terug te vinden. Daarbij zijn ook de verslagen van de vergadering van de expertgroep en de klankbordgroep en relevantie correspondentie op deze website opgenomen. In bijlage C is een overzicht te vinden van de documenten die als achtergrondinformatie op de website van de gemeente zijn terug te vinden.

## 1.4 Leeswijzer

In dit advies is achtereenvolgens beschreven:

- ▶ wat de **huidige stand van zaken** rondom de normering van windturbines is (hoofdstuk 2);
- ▶ wat de expertgroep **adviseert ten aanzien van de normering** van windturbines incl. een antwoord op de drie vragen hierboven (hoofdstuk 3).

In de bijlagen bij dit advies is terug te vinden:

- A. hoe krijgen de **zorgen vanuit de stad** een plek in dit advies;
- B. de **reflectie van Prof. Dr. Knottnerus** op het conceptadvies en de reactie van de expertgroep;
- C. een overzicht van **separate bijlagen**, gerelateerd aan het proces van de expertgroep, die op de website van de gemeente staan;
- D. **verklaringen omtrent belangen** van de leden van de expertgroep en het secretariaat.
- E. de door de expertgroep aangehaalde **literatuur**.

# / 2 Huidige normering windturbines

## 2.1 Landelijke normering windturbines in Activiteitenbesluit

Om het woon- en leefklimaat te beschermen van bewoners die nabij een windturbine wonen zijn wettelijke normen vastgelegd voor de maximaal toelaatbare geluidbelasting en slagschaduw van windturbines op woningen. Deze normen zijn op grond van de Wet Milieubeheer vastgelegd in het Activiteitenbesluit [5] en verder uitgewerkt in de Activiteitenregeling [6]. Deze landelijke normering is inmiddels buiten werking gesteld door een uitspraak van de Raad van State (zie paragraaf 2.3).

### Normen voor windturbinegeluid

Windturbines genereren twee soorten geluid: enerzijds mechanisch geluid door apparatuur in de turbine en anderzijds stromingsgeluid door de interactie van de wieken met de lucht. Eén van de kenmerkende eigenschappen van windturbinegeluid is 'amplitudemodulatie', ofwel het zwiepende, zoevende of stampende – in het algemeen: ritmische - karakter dat omwonenden beschrijven. Windturbines maken geluid over het hele spectrum van lage en hoge tonen. Hierbij horen dus ook laagfrequent geluid en infrageluid. De totale sterkte van het windturbinegeluid en het speciale karakter van windturbinegeluid (amplitudemodulatie) dragen bij aan de ervaren hinder.

Tegen deze achtergrond zijn normen vastgesteld voor het geluid dat windturbines (of een combinatie van windturbines) maximaal mogen produceren. De geluidnorm die in het Activiteitenbesluit was opgenomen is 47  $L_{den}$  (Level day-evening-night) en 41  $L_{night}$ . De normen betreffen het geluidsniveau aan de gevel van omwonenden.

### Onderzoek TNO uit 2008 naar hinder door geluid van windturbines

Voor de onderbouwing van de normen verwijst de Nederlandse overheid naar een onderzoek van TNO uit 2008 naar de ervaren hinderlijkheid van windturbinegeluid in vergelijking met andere geluidbronnen [7]. TNO heeft in opdracht van het toenmalige Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM) de relatie tussen de blootstelling aan geluid door windturbines en verwachte percentages (ernstige) hinder vastgesteld op basis van onderzoeksgegevens verzameld in Zweden en Nederland. Om de relatie tussen  $L_{den}$  en de hinderscores uit het Zweedse en Nederlandse onderzoek te bepalen is hetzelfde statistische model gebruik dat eerder voor hinder van verkeersgeluid gebruikt is [8,9].

In het rapport van TNO concluderen de onderzoekers dat het geluid geproduceerd door windturbines door een deel van de omwonenden als hinderlijk wordt ervaren. Van grote invloed is of er sprake is van economisch voordeel en of men vanuit de woning zicht heeft op de windturbine(s). In vergelijking met andere geluidsbronnen wordt al bij een relatief lage geluidbelasting hinder ervaren. De hinder buiten de woning was bij vrijwel alle respondenten hoger dan de hinder die binnenshuis ervaren werd. In het rapport zijn de verwachte percentages (ernstig) gehinderden binnenshuis en buitenshuis voor 29 t/m 60  $L_{den}$  weergegeven. Voor de door de Nederlandse overheid gekozen norm, 47 dB  $L_{den}$ , zijn de percentages binnenshuis 17% hinder en 8% ernstige hinder. Buitenshuis is dat 34% hinder en 19% ernstige hinder. De onderzoekers doen geen uitspraken over het maximum percentage (ernstige) hinder dat aanvaardbaar is.

### **Hoe zit dat met $L_{den}$ en $L_{night}$ ?**

De geluidsnormering op grond van de huidige regelgeving en de toekomstige Omgevingswet gaat uit van de geluidsmaten  $L_{den}$  en  $L_{night}$  om normen te stellen voor de jaargemiddelde geluidsbelasting over het gehele etmaal en gedurende de nacht. Op grotere hoogten is de windsnelheid gemiddeld over een jaar gedurende de dag, avond en nacht ongeveer even groot, zodat een grote windturbine gemiddeld over elke etmaalperiode ongeveer evenveel geluid produceert. Dat is anders bij (spoor)wegverkeer dat 's avonds en vooral 's nachts veel minder luid is dan overdag.

$L_{night}$  is een eenheid die de gemiddelde geluidsbelasting gedurende de nacht in decibel (dB) aangeeft. Omdat eenzelfde geluidniveau 's nachts hinderlijker is dan overdag, wordt in de berekening van  $L_{den}$  bij de geluidsbelasting 's avonds 5 dB opgeteld en 's nachts 10 dB. Door deze toeslagen wordt het geluid 's avonds strenger beoordeeld dan overdag, en nachtelijk geluid nog strenger.

Als een geluidbron in elke etmaalperiode gemiddeld evenveel geluid produceert, kan men berekenen dat het  $L_{den}$  dan ongeveer 6 dB hoger ligt dan het  $L_{night}$ . Daardoor is de norm voor windturbines in  $L_{den}$  (47 dB) hoger dan het  $L_{night}$  (41 dB).

### **Onderzoek RIVM uit 2009 naar de gevolgen van een nieuwe normstelling windturbinegeluid**

Naast het onderzoek van TNO uit 2008, heeft de sector Milieu en Veiligheid van het RIVM in opdracht van de directie Leefomgevingskwaliteit van VROM in 2009 onderzoek gedaan naar de gevolgen van mogelijke nieuwe normstelling voor het geluid van windturbines [10]. In die tijd was een nieuw wetsvoorstel voor windturbines in voorbereiding waarbij, net als voor weg- en railverkeersgeluid, een standaardwaarde en een grenswaarde zou worden gesteld. Onder de standaardwaarde zijn er geen belemmeringen om nieuwe windturbines te plaatsen; boven de grenswaarde kan het bevoegde gezag geen vergunning verlenen. Tussen deze waarden zouden belangen na een inspraakprocedure worden afgewogen. Het RIVM heeft de mogelijke consequenties bij verschillende grenswaarden onderzocht. Gekeken is naar de kans op geluidhinder, plaatsingsruimte voor nieuwe turbines in relatie tot energiedoelstellingen en risico's op extra hinder door laagfrequent geluid. In haar rapport adviseert het RIVM een standaardwaarde van ca. 40 dB  $L_{den}$  als ondergrens omdat dit consistent is met de normstelling voor andere bronnen van omgevingsgeluid. Daarnaast adviseert het RIVM vanuit het oogpunt van hinder en gezondheid om de grenswaarde niet boven 45 dB  $L_{den}$  te stellen.

Op grond van de onderzoeken van TNO en RIVM heeft de Nederlandse overheid een politieke afweging gemaakt en ervoor gekozen om een grenswaarde van 47 dB  $L_{den}$  en 41 dB  $L_{night}$  vast te stellen en geen standaardwaarde te hanteren voor windturbines.

### **Terminologie voor geluidsnormen en -waarden**

In dit advies worden verschillende termen voor geluidsnormen en waarden gebruikt. Dat heeft te maken met het feit dat in de wetgeving verschillende termen worden gebruikt. In de Wet Milieubeheer wordt voor de meeste geluidsbronnen een dubbele norm gesteld: de voorkeurswaarde en de maximale ontheffingswaarde. In de Wet Geluidhinder wordt die laatste de ten hoogste toelaatbare geluidsbelasting genoemd. Onder de voorkeurswaarde kan het bevoegd gezag zonder meer een vergunning verlenen. Daarboven kan ze gemotiveerd ook een vergunning verlenen, maar niet wanneer de maximale ontheffingswaarde wordt overschreden. In de Omgevingswet komen deze termen te vervallen en worden de termen standaardwaarde en grenswaarde gebruikt. De grenswaarde is het geluidniveau dat bij woningen niet overschreden mag worden. De standaardwaarde ligt daaronder: geluidniveaus onder de standaardwaarde zijn altijd toelaatbaar. Als het geluidniveau boven de standaardwaarde ligt, dient beargumenteerd te worden waarom het geluidniveau niet kan worden gereduceerd en de hogere waarde afgewogen tegen andere belangen. In de huidige wetgeving vindt deze afweging plaats in een zogeheten Hogere Waarde procedure (bij spoorweg-, wegverkeer- en industrielawaai).

Wij hanteren in dit advies de toekomstige terminologie uit de Omgevingswet, behalve waar expliciet wordt verwezen naar de normen op basis van de huidige Wet Milieubeheer

In het Activiteitenbesluit is voor windturbines slechts één grenswaarde benoemd. Er is dus geen standaardwaarde. Tot slot wordt in dit advies ook gerefereerd aan de richtlijnen van de WHO voor geluid. Deze normen hebben geen formeel juridisch status en worden advieswaarden genoemd.

## **2.2 Overige normering windturbines in Activiteitenbesluit**

### **Normering slagschaduw**

Naast normen voor de geluidsbelasting bevat het Activiteitenbesluit ook normen voor de belasting door slagschaduw die door windturbines wordt veroorzaakt. Deze zijn uitgewerkt in een op dit besluit gebaseerde ministeriële regeling [5]. De passerende schaduw van draaiende wieken van een windturbine kan bij omwonenden een hinderlijk schaduweffect veroorzaken, vooral door de wisseling tussen wel en geen schaduw op het raam van een woning. De mate van hinder wordt onder meer bepaald door:

- ▶ de blootstellingsduur
- ▶ de intensiteit van de wisselingen in lichtsterkte
- ▶ de frequentie van het passeren (samenhangend met het rotortoerental)

Passeerfrequenties (aantal passeringen van een schaduw per seconde) zijn bij moderne windturbines rond de 1 Hz en liggen altijd beneden de frequentie van 2,5 Hz (waarboven zich epileptische aanvallen zouden kunnen voordoen).

Het optreden van slagschaduw is gebonden aan een jaarmaximum van 17 dagen waarop een gevoelig object niet meer dan 20 minuten belast mag worden. Slagschaduw is daardoor over meer dagen toegestaan als de duur per dag dan minder dan 20 minuten is. In de praktijk wordt echter vaak uitgegaan van een maximum slagschaduwduur van  $17 \times 20$  minuten = 5,7 uur. Indien de belasting met slagschaduw deze norm overschrijdt moet de windturbine tijdelijk uitgeschakeld worden.

Hiervoor dient de windturbine uitgerust te worden met een stilstandsvoorziening, waardoor de turbine uitschakelt als een slagschaduwduur boven de norm optreedt.

De toelichting bij de ministeriële regeling verwijst naar de jurisprudentie van de Raad van State. Die stelt dat, afgezien van de beperkingen ten aanzien van de passeerfrequenties (niet tussen 2,5 - 14 Hz), ten aanzien van de hinderduur en gelet op het ALARA-beginsel van de Wet Milieubeheer geen nul-hinder als uitgangspunt genomen hoeft te worden [11]. Zo is een hinderduur van maximaal 64 (en gemiddeld 17) dagen per jaar van minder dan 20 minuten per dag als aanvaardbaar te beschouwen. Bovendien zijn in veel gevallen eenvoudige voorzieningen aan te brengen aan een turbine. Uit een onderzoek uit Duitsland blijkt dat omwonenden die een netto slagschaduwduur van meer dan 15 uur per jaar ervaren, een lagere kwaliteit van leven rapporteren en een hogere mate van dagelijkse hinder in hun leefomgeving [12].

### **Normering externe veiligheid**

In het Activiteitenbesluit is ook de externe veiligheid van windturbines genormeerd. Dit valt buiten de gezondheidseffecten waar deze expertgroep over adviseert, maar gezien de naar voren gebrachte zorgen is het goed om aan te geven hoe dit aspect gereguleerd is.

In het Activiteitenbesluit staan normen ten aanzien van de veiligheid van windturbines. Het gaat om het risico van het afbreken van de mast of een (deel van een) rotorblad, of van ijsafwerping door de windturbine. Om dit risico tegen te gaan is voorgeschreven dat windturbines moeten voldoen aan technische veiligheidseisen opgenomen in NEN-richtlijnen. Deze richtlijnen maken onderscheid naar de hoogte van de windturbine. Daarnaast is voorgeschreven dat jaarlijks technische inspectie van de windturbine verplicht is. Het externe risico ten aanzien van kwetsbare objecten en beperkt kwetsbare objecten is, net als in het algemeen bij externe veiligheid, uitgedrukt in een maat waarin de kans dat iemand overlijdt door een ongeluk is gesteld op maximaal 1 op 1.000.000, dan wel 1 op 100.000 per jaar. Woningen gelden daarbij als beperkt kwetsbare objecten. Om dit te berekenen zijn complexe rekenvoorschriften vastgelegd.

## **2.3 WHO-richtlijnen voor windturbinegeluid**

### **Aanleiding voor het onderzoek**

In 2018 heeft de WHO nieuwe richtlijnen voor omgevingsgeluid gepubliceerd [13], gebaseerd op het groeiende inzicht in de gezondheidseffecten van blootstelling aan omgevingsgeluid. De richtlijnen zijn primair bedoeld om de gezondheid van mensen te beschermen tegen omgevingsgeluid van verschillende bronnen, namelijk transportgeluid (weg-, rail- en vliegverkeer), windturbinegeluid en geluid veroorzaakt door vrijetijdsactiviteiten.

De WHO beoogt met deze richtlijnen een *evidence based* advies te geven aan beleidsmakers om de volksgezondheid te beschermen tegen de negatieve effecten van geluid. De richtlijnen zijn gebaseerd op acht wetenschappelijke reviews die in opdracht van de WHO zijn uitgevoerd over het op dat moment internationaal beschikbare onderzoek naar de verschillende gezondheidseffecten van windturbines en andere geluidsbronnen [14]. De reviews bevatten een overzicht van de stand van kennis tot en met 2018; voor windturbines was dat echter tot en met 2014.

### **Richtlijnen**

In de WHO-richtlijnen worden voor verschillende bronnen gezondheidskundige advieswaarden gepresenteerd. Het gaat om jaargemiddelde geluidniveaus, uitgedrukt in  $L_{den}$  of  $L_{night}$ , voor

buitenniveaus op de hoogst belaste gevel. De definitie van de geluidbelasting die de WHO heeft gehanteerd, komt overeen met de definitie die wordt gebruikt in de EU-richtlijn Omgevingslawaai en Nederlandse wet- en regelgeving.

Het afleiden en opstellen van de gezondheidskundige advieswaarden en bijbehorende aanbevelingen is uitgevoerd volgens de regels van het "WHO Handbook for Guideline Development". Dit handboek voorziet in een duidelijk kader om op systematische wijze bewijsmateriaal te gebruiken als basis voor de ontwikkeling van aanbevelingen ter bescherming van de volksgezondheid.

Bij het afleiden van de gezondheidskundige advieswaarden maakt de WHO gebruik van blootstelling-responsrelaties. Dit is een methode, die wordt toegepast in zowel de toxicologie als epidemiologie. In het geval van omgevingsgeluid geeft zo'n relatie het verband tussen het geluidniveau (de blootstelling) en een gezondheidseffect (de respons). Op grond van de gezondheidseffecten die door de WHO relevant worden geacht, wordt het optreden van die effecten vergeleken met de door de WHO vastgestelde maximaal acceptabele respons: zie de tabel hieronder. In de tabel is het relatieve risico (RR) opgenomen: het risico op het gezondheidseffect bij blootgestelde mensen gedeeld door het risico van niet-blootgestelden aangegeven [15]. Als bijvoorbeeld het risico op hypertensie in de hele bevolking 30% is en bij blootgestelden 33%, dan neemt het RR toe met 10%.

**Overzicht van de door de WHO vastgestelde maximaal aanvaardbare effecten voor gezondheidseindpunten die volgens de WHO bepalend zijn voor het afleiden van de gezondheidskundige advieswaarden**

Gezondheidseindpunt	
<i>Incidentie van coronaire hartziekten</i>	5% toename in RR
<i>Incidentie van hypertensie</i>	10% toename in RR
<i>Percentage ernstige slaapverstoring</i>	3% absolute toename
<i>Percentage ernstige hinder</i>	10% absolute toename
<i>Permanent gehoorverlies</i>	Geen toename
<i>Begrijpend lezen en mondeling begrip</i>	Een maand vertraging in jaren

De WHO heeft ervoor gekozen om voor een aantal gezondheidseindpunten het risico op het krijgen van een van deze gezondheidseffecten tot een zeker niveau acceptabel te vinden. Een toename van ernstige hinder is het kritieke gezondheidseindpunt voor de advisering van de WHO. Uit de tabel blijkt dat de WHO 10% ernstige hinder een maximaal acceptabele respons vindt. Bij een hogere belasting moeten volgens de WHO maatregelen worden getroffen.

De normen in de WHO-richtlijn voor verschillende geluidsbronnen zijn in onderstaande tabel weergegeven. De geluidniveaus gelden aan de gevel van omwonenden.

**Overzicht van de WHO-advieswaarden voor verschillende geluidsbronnen**

	Wegverkeer	Spoorwegverkeer	Vliegverkeer	Windturbines
<i>dB L<sub>den</sub></i>	53	54	45	45
<i>dB L<sub>night</sub></i>	45	44	40	-

In tegenstelling tot de advieswaarden voor andere geluidsbronnen is de waarde van 45 dB L<sub>den</sub> voor windturbines een *voorwaardelijke* advieswaarde. De WHO kiest voor een voorwaardelijke

advieswaarde als de effectiviteit ervan minder zeker is door onder meer het ontbreken van consistent bewijs voor andere gezondheidseffecten dan geluidhinder: onderzoek daarnaar gaf soms tegenstrijdige resultaten en/of was van onvoldoende kwaliteit. Er was daarnaast geen duidelijke evidentie om een algemeen geldende, aanvaardbare afstand tussen windturbines en woningen te kunnen adviseren: een afstandsmaat zou de onzekerheid over het effect van geluid verhogen. Voor de gemiddelde nachtelijke blootstelling aan omgevingsgeluid ( $L_{night}$ ) geeft de WHO vanwege gebrek aan bewijs geen aanbeveling. De WHO adviseert beleidsmakers om passende maatregelen te nemen als inwoners worden blootgesteld aan geluid boven de advieswaarde.

Volgens de WHO is meer onderzoek nodig om een volledig beeld te creëren van de voor- en nadelen van het omgevingsgeluid van windturbines. Ook is het van belang om te bepalen of beleid om blootstelling aan geluid van windturbines te verminderen, opweegt tegen de gevolgen daarvan op de ontwikkeling van beleid op het gebied van hernieuwbare elektriciteit.

### Vergelijking WHO-richtlijnen met Nederlandse normen

In Nederland wordt op grond van de Wet Milieubeheer uitgegaan van een stelsel van standaardwaarden en grenswaarden. Bij nieuwe besluiten mag het bevoegd gezag die (maximale) grenswaarde niet overschrijden. Een overschrijding van de standaardwaarde moet door het bevoegd gezag worden gemotiveerd, waarbij verschillende belangen worden gewogen. In de Omgevingswet, die nog niet in werking is getreden, wordt uitgegaan van een vergelijkbaar stelsel van standaard- en grenswaarden.

De WHO-richtlijnen geven advieswaarden. De Nederlandse standaardwaarden voor  $L_{den}$  liggen bij weg- en spoorwegverkeer vrij dicht bij de WHO-advieswaarden. Dat geldt niet voor de grenswaarden die aanzienlijk hoger liggen. In onderstaande tabel zijn door het RIVM de Nederlandse grenswaarden afgezet tegen de WHO-advieswaarden. Luchtverkeer is niet meegenomen, omdat in Nederland voor verschillende luchthavens verschillende normen gelden. Rondom Schiphol liggen de grenswaarden met 58 dB  $L_{den}$  veel hoger dan de WHO-richtlijn [15].

De advieswaarden van de WHO voor verschillende geluidsbronnen vergeleken met de in Nederland geldende grenswaarden en in de Omgevingswet opgenomen grenswaarden

	Wegverkeer	Spoorwegverkeer	Windturbines
<i>WHO-richtlijn</i>			
$L_{den}$	53	54	45
$L_{night}$	45	44	-
<i>Bestaand maximaal</i>			
$L_{den}$ <i>stedelijk</i>	63+5*	68	47
$L_{den}$ <i>niet-stedelijk</i>	53+4*	68	47
<i>Omgevingswet grens</i>			
$L_{den}$ <i>stedelijk</i>	70	65/70	-
$L_{den}$ <i>niet-stedelijk</i>	60/65	-	-

\* vanwege een aftrek (+2 tot +5 dB  $L_{den}$ ) op de berekende geluidsbelasting conform art. 3.4 Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 ligt de feitelijke maximale waarde voor wegverkeer 2 tot 5 dB  $L_{den}$  hoger dan de grenswaarde



De tabel laat zien dat de Nederlandse grenswaarden voor wegverkeer en spoorwegverkeer ver boven de advieswaarden van de WHO, zitten –vooral in de stad. De norm voor windturbines uit het Activiteitenbesluit zit vergelijkenderwijs dichterbij de advieswaarde van de WHO.

### **Aantal mensen in Nederland blootgesteld aan een geluidniveau boven de WHO-richtlijn**

Het RIVM heeft op verzoek van het kabinet voor de Tweede Kamer inzichtelijk gemaakt hoeveel mensen in Nederland worden belast met geluidniveaus hoger dan de richtlijnen van de WHO [15]. Uit het overzicht blijkt dat een groot aantal Nederlanders wordt geconfronteerd met een geluidsbelasting boven de WHO-richtlijnen op de gevel van hun woningen. Dit geldt vooral voor wegverkeer en voor vliegverkeer. Het aantal mensen dat wordt belast met geluid boven de advieswaarde van de WHO door wegverkeer bedraagt meer dan zes miljoen en door vliegverkeer meer dan één miljoen. De advieswaarde van de WHO wordt in Nederland in de praktijk dus lang niet altijd gehaald. De WHO adviseert overheden het aantal inwoners dat wordt belast boven de advieswaarde terug te dringen.

Voor windturbines is het aantal inwoners dat boven de advieswaarde van de WHO wordt belast zeer beperkt. Dit komt doordat het aantal windturbines nog beperkt is en de WHO-richtlijn bij deze windturbines in relatief geringe mate wordt overschreden.

### **Recente update van wetenschappelijk onderzoek door RIVM**

In 2020 heeft het RIVM in opdracht van de Zwitserse overheid een literatuuronderzoek gedaan naar de effecten van geluid van windturbines op de gezondheid [16]. In het onderzoek zijn de meest relevante wetenschappelijke artikelen (2017-2020) geanalyseerd en beoordeeld. Het rapport kan gezien worden als vervolg op de RIVM-rapportage over de periode 2014-2017 [17, 18]. De onderzoeken hadden tot doel om een actueel overzicht te verschaffen van de conclusies van wetenschappelijke onderzoeken naar de gezondheidseffecten van windturbinegeluid en in het bijzonder te kijken naar laagfrequent geluid en infrageluid. De beschreven onderzoekresultaten van het RIVM leveren een actueel inzicht op dat het belangrijkste effect van windturbines de ervaren hinder is, wat mogelijk indirect tot andere gezondheidseffecten kan leiden. Dit sluit aan bij het eerdere rapport van de WHO.

### **Hinder**

In dit advies is sprake van hinder als gezondheidseffect. In bevolkingsonderzoeken wordt de mate van hinder gemeten met een internationaal gestandaardiseerde vraag: "Denk bij deze vraag aan de afgelopen 12 maanden. Welk getal van 0 tot 10 geeft het beste aan in welke mate geluid van de onderstaande bronnen u hindert, stoort of ergert wanneer u thuis bent?" Daarbij staat 0 voor "Ik ben helemaal niet gehinderd" en 10 voor "Ik ben extreem gehinderd". Een score van 8, 9 of 10 wordt beschouwd als ernstig gehinderd. Belangrijke eigenschappen van de op deze manier gemeten hinder zijn: 1) het gaat over een ervaring gedurende langere tijd (12 maanden, dus ook vier seizoenen); 2) het gaat om de zelf ervaren hinder van verschillende bronnen (zoals wegverkeer of windturbines); 3) het betreft de situatie 'thuis': dus binnenshuis, maar eventueel met een balkon of tuin. De geluidsbelasting zelf wordt meestal bepaald op de gevel van de woning, dus buitenshuis. De individuele hinder hangt daardoor niet alleen af van het geluid zelf, maar bijvoorbeeld ook van de geluidsisolatie en waar men in de woning verblijft. Daarnaast hangt het ook van persoonlijke eigenschappen af, zoals geluidgevoeligheid of leeftijd.

### **Andere gezondheidseffecten dan hinder**

In het voorgaande is beschreven dat er normen bestaan vanwege de hinder van het geluid en de slagschaduw van windturbines. Uit onderzoek is gebleken dat er een duidelijke verband is tussen het

geluidniveau van windturbines en de ervaren geluidhinder. Voor de relatie tussen slaapverstoring en het geluidniveau zijn de onderzoeksresultaten niet eenduidig en voor andere gezondheidseffecten was er nauwelijks of geen aanwijzing dat er een verband was met het geluidniveau [16, 17, 18]. Daarbij hoort wel de kanttekening dat die effecten maar beperkt zijn onderzocht. Wel blijken slaapverstoring en andere gezondheidseffecten samen te hangen met de ervaren geluidhinder en ook met de totale ervaren hinder van geluid, slagschaduw, visuele impact en obstakelverlichting. Vanwege het ontbreken van een duidelijk verband tussen enerzijds het functioneren van een windpark en anderzijds de in de omgeving voorkomende gezondheidseffecten (anders dan hinder) is het niet mogelijk om normen vast te stellen omdat niet bepaald kan worden welke norm dan gepast zou zijn. Wel kan worden geconcludeerd worden dat het beperken van hinder van een windpark niet alleen de hinder zelf beperkt, maar ook de gezondheidseffecten die daarmee samenhangen.

## 2.4 Uitspraak Raad van State

Op 30 juni 2021 heeft de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State een tussenuitspraak gedaan over de algemene normen in het Activiteitenbesluit ten aanzien van windturbines [19]. Aanleiding vormde een uitspraak van het Europese Hof over geluidsnormen voor windturbines in België. In het zogenoemde Nevele-arrest van het Hof van Justitie in Luxemburg van juni 2020 oordeelde het Europese Hof dat voor het toepassen van windturbinenormen een aparte milieubeoordeling gemaakt moet worden.

De Afdeling bestuursrechtspraak zag zich genoodzaakt om ook de Nederlandse windturbinenormen langs de criteria van het Europese Hof te leggen. Daarbij is vooral van belang dat de windturbinenormen uit het Activiteitenbesluit een plan of programma vormen als bedoeld in de Europese milieurichtlijn. Dan is een zogenoemde plan-m.e.r. verplicht, die in dit geval ten onrechte achterwege was gebleven.

Voor de normen voor geluid, slagschaduw en veiligheid die in Nederland gelden voor de bouw en het gebruik van windturbines moet op grond van het Europese recht dus een milieubeoordeling (m.e.r.) worden gemaakt. Als die beoordeling op juiste wijze is afgerond, dan staat het overheden, aldus de Raad van State, weer vrij om aan te sluiten bij landelijke windturbinenormen. Tot die tijd zijn deze algemene normen voor windturbines in het Activiteitenbesluit en de Activiteitenregeling niet rechtsgeldig en zal het bevoegd gezag zelf moeten motiveren hoe zij tot normstelling voor de geluidsoverlast van windturbines komt.

De uitspraak van de Raad van State betekent niet dat er in de tussentijd geen nieuwe besluiten meer kunnen worden genomen over windturbines. De gemeenteraad kan bij een bestemmingsplan of plaatsingsvergunning voor windturbines echter niet zonder meer aansluiten bij de normen uit het Activiteitenbesluit en de Activiteitenregeling. Hij kan besluiten tot het vaststellen van een bestemmingsplan of een vergunning voor de plaatsing van windturbines, maar zal daarvoor eigen normen moeten stellen die goed gemotiveerd dienen te worden.

## 2.5 Discussie in Amsterdam

Het College van B&W van de gemeente Amsterdam heeft de ambitie uitgesproken om tot 2030 de bijdrage van windenergie uit te breiden tot 127 MW. In het voorstel voor het deelplan Amsterdam van de RES Noord-Holland Zuid 1.0 heeft het College van B&W van de gemeente Amsterdam daartoe

7 zoeklocaties voorgesteld om ca. 17 extra windmolens te plaatsen binnen de gemeentegrenzen. Naar aanleiding van dit voornemen zijn er bij verschillende bewonersgroepen in de stad zorgen geuit over de effecten van de te plaatsen windturbines op de gezondheid en de natuur in Amsterdam. Naar aanleiding van deze discussie zijn in meerdere raadsadressen deze zorgen aan de Raad kenbaar gemaakt [20, 21, 22]. Ook is in de lokale media veel aandacht besteed aan deze zorgen.

De voornaamste zorgen in de raadsadressen hebben betrekking op:

- ▶ Het ontbreken van specifiek onderzoek in de Amsterdamse situatie
- ▶ De mogelijke effecten van geluidsbronnen op de gezondheid
- ▶ De gezondheidseffecten van windturbines met grotere vermogens en hoogten
- ▶ Het specifieke effect van laagfrequent geluid van windturbines op de gezondheid
- ▶ De effecten van windturbinegeluid in stedelijk gebied
- ▶ De effecten van cumulatie van geluid en het wegvallen van maskerend geluid in de nacht
- ▶ Het effect van windturbinegeluid op de ervaring van ernstige hinder, slaapverstoring en (daarmee samenhangende) andere gezondheidseffecten voor hart, bloedvaten en zenuwstelsel
- ▶ De mogelijke effecten van windturbinegeluid op de gezondheid van kinderen
- ▶ De mogelijke effecten van windturbinegeluid op de gezondheid van kwetsbare groepen.

Naar aanleiding van deze raadsadressen is bij de discussie in de Gemeenteraad uitgebreid stilgestaan bij de zorgen die in de stad leven over de plaatsing van windturbines. Het College van B&W heeft naar aanleiding van deze discussie voorgesteld een reflectiefase in te lassen. Tijdens deze reflectiefase zal een expertgroep advies geven over de normering bij de plaatsing van windturbines vanuit het perspectief van natuurbescherming en over de normering vanuit het perspectief van bescherming van de volksgezondheid. Daarnaast zal een afwegingskader worden opgesteld voor de plaatsing van windturbines. Dit afwegingskader is inmiddels in concept beschikbaar en bevat vooral een overzicht van de signalen vanuit de stad en de wijze waarop die in het proces rond de plaatsing van windturbines worden meegewogen [23].

## 2.6 Voornemen in nationaal coalitieakkoord

In het coalitieakkoord 2021-2025 is het voornemen opgenomen om heldere afstandsnormen voor de bouw van windturbines vast te stellen [24]. Al voordat het coalitieakkoord er lag, is in de Tweede Kamer een motie ingediend om te onderzoeken hoe afstandsnormen in andere landen worden toegepast en wat de rationale achter die normen is [25]. Hiervoor is een onderzoeksoopdracht verstrekt aan ingenieursbureau Arcadis. Het opnemen van afstandsnormen in het coalitieakkoord loopt vooruit op het verschijnen van het rapport van Arcadis. Naar verwachting duren de procedures om eventuele afstandsnormen bij wet vast te stellen ongeveer anderhalf tot twee jaar.

Gegeven de uitspraak van de Raad van State dat gemeenten gemotiveerd eigen normen kunnen stellen, wil de gemeente Amsterdam in de tussentijd een lokale normering hanteren voor de bouw en plaatsing van windturbines. Indien de nog te verwachten nationale norm strenger is dan de lokale norm van Amsterdam, vervalt de rechtswerking van de lokale norm voor te vergunnen windturbines en/ of voor windturbines waarvoor de vergunningsprocedure nog loopt. In het volgende hoofdstuk adviseert de expertgroep de gemeente Amsterdam over een lokale normering voor windturbines.

## / 3 Advies voor gewogen normering

### 3.1 Advies is een tussenstap

Op dit moment bestaat, door de uitspraak van de Raad van State en het voornemen van het kabinet om tot nieuwe normen te komen, onzekerheid rondom een landelijke normering. Ook is van belang dat de ervaringen met windturbines betrekkelijk recent zijn en dat de wetenschappelijke kennis omtrent sommige deelaspecten in ontwikkeling is. Daarin is een reden gelegen om voor de periode dat nog geen nieuwe rechtsgeldige landelijke normen gelden een behoedzame koers te volgen. Dit advies pretendeert daarom geen definitief advies te geven, maar een tijdelijk advies dat gebaseerd is op de op dit moment beschikbare kennis. De expertgroep acht enige mate van behoedzaamheid ook verstandig vanwege deze tijdelijkheid van de geadviseerde normering voor de situatie in Amsterdam. Het lijkt onwenselijk dat tijdelijke normen in Amsterdam later worden ingehaald door strengere landelijke normering. Daardoor zouden lopende vergunningsprocedures voor plaatsing van windturbines alsnog ter discussie gesteld kunnen worden, of afgegeven vergunningen in lopende bezwaar- en beroepsprocedures met een beroep op de nieuwe landelijke normen met recht kunnen worden aangevochten. De expertgroep verwacht niet dat de uiteindelijke landelijke normering strenger zal zijn dan de behoedzame normering in dit advies. Dit is echter niet volledig uit te sluiten. In overeenstemming met de reactie van Prof. Dr. Knottnerus acht de expertgroep het daarom wenselijk dat de gemeente in haar afspraken met initiatiefnemers opneemt hoe om te gaan met de situatie waarin de lokale normen worden ingehaald door strengere landelijke normen.

Het ontwikkelen van een landelijke normering is door de rijksoverheid in gang gezet met een onderzoek naar afstandsnormen en het voornemen van een plan-m.e.r. voor nieuwe normering (zie paragraaf 2.6). Wij ondersteunen graag de suggestie van Prof. Dr. Knottnerus om daarin ook de Gezondheidsraad te betrekken. Daarnaast achten wij het wenselijk dat de voor- en nadelen voor de gezondheid van duurzame energie, waaronder windenergie, in beeld worden gebracht en vergeleken met die van andere alternatieven, zoals eerder ook door de Belgische Hoge Gezondheidsraad [27] en nu door Prof. Dr. Knottnerus naar voren is gebracht.

Bij het uitwerken van dit advies is de expertgroep gebleken dat op sommige onderdelen het beschikbare inzicht uit onderzoek nog vrij globaal is. In bijlage A heeft de expertgroep aangegeven, waar dit naar haar inzicht het geval is. De expertgroep weet dat het RIVM opdracht heeft gekregen om een onderzoeksagenda over de gezondheidseffecten van windturbines op te stellen. Het verdient daarom aanbeveling in deze onderzoeksagenda nader aandacht aan deze punten te besteden.

De expertgroep geeft haar advies als een overbrugging in de normstelling tot landelijke normen worden vastgesteld. Vanwege deze tijdelijkheid en omdat de wetenschappelijke kennis op onderdelen nog in ontwikkeling is, acht de expertgroep een behoedzame benadering van belang.

De expertgroep acht het raadzaam dat de rijksoverheid bij het bepalen van landelijke normen advies inwint bij de Gezondheidsraad. De expertgroep raadt de gemeente aan om het ministerie van EZK kennis te doen nemen van dit advies en de suggesties ten aanzien van aanvullend onderzoek en advies met het oog op de landelijke normering.

## 3.2 Behoedzaamheid geboden

De vragen van inwoners over windturbines en de maatschappelijke onrust rondom dit thema maken duidelijk dat er in Amsterdam zorgen leven over de gezondheidseffecten van windturbines. Dit leidt tot aantasting van het draagvlak in de stad voor de plaatsing van windturbines.

De expertgroep acht het van belang om in de normering voor de plaatsing van windturbines recht te doen aan de vragen en zorgen die in de stad leven. Tegelijkertijd is het van belang dat ook de gemeente Amsterdam, waar dat verantwoord en mogelijk is, een bijdrage levert aan de afspraken die in het Klimaatakkoord en in de Regionale Energie Strategie (RES) zijn gemaakt om de opwarming van de aarde tegen te gaan. Dat vraagt dat op een zorgvuldige manier wordt omgegaan met de beschikbare inzichten over de gezondheidseffecten van windturbines. Zo kunnen de gezondheidseffecten van windturbines worden beperkt en kan tegemoet worden gekomen aan de zorgen die naar voren zijn gebracht door inwoners van Amsterdam.

De expertgroep baseert zich voor een behoedzame normering op het ALARA-principe (*as low as reasonably achievable: zo laag als redelijkerwijs haalbaar*). Het ALARA-principe is een term uit de stralingsbescherming en wordt, net als het vergelijkbare Best Beschikbare Technieken, in de praktijk ook gebruikt bij bescherming tegen hinder van industriegeluid [26]. Het principe houdt in dat enerzijds het bevoegd gezag van de initiatiefnemer mag verwachten dat deze alle redelijke maatregelen treft om nadelige gezondheidseffecten tegen te gaan, maar anderzijds geen excessieve maatregelen kan eisen.

De expertgroep beveelt een behoedzame normering aan waarmee de gezondheidseffecten van windturbines worden beperkt en tegemoet wordt gekomen aan de zorgen van inwoners van Amsterdam. In haar advies gaat de expertgroep uit van het ALARA-principe: *as low as reasonably achievable: zo laag als redelijkerwijs haalbaar*.

## 3.3 Naar systematiek met standaard- en grenswaarde

### Standaardwaarden en grenswaarden voor andere geluidsbronnen

Voor de geluidsbelasting van geluidsgevoelige objecten door wegen en spoorwegen hanteert de Nederlandse overheid naast standaardwaarden ook grenswaarden. In uitvoeringsbesluiten van de Wet Milieubeheer zijn deze waarden vastgelegd. Voor geluid van wegverkeer ligt dit op resp. 50 dB en 65 dB  $L_{den}$  en voor geluid van spoorwegverkeer op resp. 55 dB en 70 dB  $L_{den}$  [28].

In het beleid voor geluid van (spoor)wegen en industrie dient de geluidsbelasting in beginsel niet hoger te zijn dan de vastgestelde standaardwaarde. Het bevoegd gezag kan afwijken van de standaardwaarde indien er geen geluidbeperkende maatregelen in aanmerking komen om tot een geluidsbelasting te komen die aan de standaardwaarde voldoet. Wel dient de afwijking van de standaardwaarde zoveel mogelijk beperkt te worden door het treffen van geluidbeperkende maatregelen. Het bevoegd gezag neemt echter een geluidbeperkende maatregel niet in aanmerking als deze financieel niet doelmatig is en/ of stuit op overwegende bezwaren van stedenbouwkundige, verkeerskundige, vervoerskundige, landschappelijke of technische aard.

Naar het oordeel van de expertgroep stimuleert de beschreven systematiek met standaard- en grenswaarden voor geluid van (spoor)wegen en industrie het beperken van de geluidsbelasting en kan daarnaast op transparante wijze inzicht bieden in de afwegingen die het bevoegd gezag moet maken tussen beperking van geluidshinder en andere maatschappelijke belangen.

### **Toepassing systematiek op windturbinegeluid**

De expertgroep acht de systematiek van standaard- en grenswaarden een wijze om tegemoet te komen aan de maatschappelijke zorg en om te komen tot een behoedzame normering. Het stimuleert om geluidsbelasting te beperken en daarbij een transparante afweging te maken met andere maatschappelijke belangen, zoals het belang van de energietransitie.

Voor de plaatsing van (een combinatie van) windturbines betekent deze denklijn:

1. De expertgroep adviseert voor de geluidsbelasting van geluidsgevoelige objecten door windturbines een standaardwaarde en een grenswaarde te hanteren (zie verder paragraaf 3.5);
2. Bij de plaatsing van windturbines mag de grenswaarde niet worden overschreden. De grenswaarde kan in uitzonderingsgevallen buiten toepassing worden gelaten, zoals bij bedrijfswoningen, als woningeigenaren daarmee instemmen of als het om enkele verspreid gelegen woningen gaat;
3. De gemeente moet in haar besluiten een eventuele afwijking van de standaardwaarde motiveren. De expertgroep adviseert dat de gemeente bij het afwijken van de standaardwaarde een aantal overwegingen met betrekking tot volksgezondheid in haar ruimtelijke afweging meeneemt (zie verder paragraaf 3.6).

In de verplichte m.e.r.-procedure worden de alternatieven voor de geplande locatie vergeleken op basis van mogelijke gezondheidseffecten, zoals het aantal omwonenden met een geluidsbelasting boven de standaardwaarde per alternatief.

De expertgroep adviseert uit te gaan van een grenswaarde die niet mag worden overschreden en een standaardwaarde die enkel gemotiveerd mag worden overschreden. Bij plaatsing van windturbines boven de standaardwaarde dient de gemeente dat te motiveren vanuit een ruimtelijke afweging van alle relevante maatschappelijke belangen.

## **3.4 Geluidsnorm voorkeur boven afstandsnorm**

In paragraaf 3.2 stelt de expertgroep een systematiek voor ten aanzien van de normering van windturbines. Deze normering richt zich op de belasting hiervan op geluidsgevoelige objecten. Gegeven het voornemen in het coalitieakkoord om tot afstandsnormen voor windturbines te komen (zie paragraaf 2.5), zou een door de expertgroep geadviseerde afstandsnorm ook tot de mogelijkheden kunnen behoren. De expertgroep heeft de voor- en nadelen van zowel een geluidsnorm als een afstandsnorm gewogen. In deze paragraaf worden de redenen beschreven waarom zij in haar advies de voorkeur geeft aan een geluidsnorm boven een afstandsnorm.

### **Hinder door windturbinegeluid is het sterkst bewezen gezondheidseffect**

In de zorgen die naar voren zijn gebracht over de gezondheidseffecten van windturbines gaat de meeste aandacht uit naar de geluidsbelasting door windturbines, de hinder die hiervan uitgaat en de overige effecten op de volksgezondheid [20, 21, 22]. Dit komt ook overeen met de strekking van de reviews van gezondheidseffecten van windturbines door de WHO en het RIVM [14, 16, 17, 18]. Weliswaar worden ook andere gezondheidseffecten naar voren gebracht, maar geen daarvan heeft

een duidelijke relatie met de geluidsbelasting zelf. Het ligt dus in de rede om vooral te kijken hoe de normering omwonenden kan beschermen tegen de gevolgen van de geluidsbelasting.

### **Een geluidsnorm biedt gelijke bescherming voor omwonenden**

De expertgroep adviseert een norm te hanteren die zo direct mogelijk aansluit bij de overlast die omwonenden ervaren. Een afstandsnorm biedt omwonenden ongelijke bescherming. De gemiddelde geluidsbelasting door windturbines voor omwonenden is immers afhankelijk van diverse factoren. Naast het type windturbine en de hoeveelheid geluid dat deze voortbrengt, zijn dit onder andere de windsnelheid, dominante windrichting, het type ondergrond, eventuele obstakels tussen windturbine en geluidsgevoelig object, en of er sprake is van een enkele windturbine op een bepaalde afstand of een heel windpark. Een afstandsnorm houdt met al deze aspecten geen rekening, waardoor er een grote spreiding ontstaat in het beschermingsniveau dat de norm biedt. Voor sommige situaties zal deze bescherming dan ontoereikend zijn, waardoor er een hogere geluidsbelasting is dan wenselijk. Voor andere situaties zal deze bescherming meer dan nodig zijn, waardoor andere maatschappelijke belangen onnodig ondergeschikt worden gemaakt. Een norm die uitgaat van het niveau van de geluidsbelasting op het geluidsgevoelige object doet recht aan de feitelijke belasting. Bovendien is het mogelijk om mitigerende maatregelen te nemen die de geluidsbelasting verminderen, waardoor omwonenden minder belast worden door het geluid van de windturbine.

De WHO geeft in haar rapport met richtlijnen voor omgevingsgeluid aan dat het hanteren van afstandsnormen een grote mate van onzekerheid met zich meebrengt [13]. Daarnaast sluit een normstelling die uitgaat van geluidsbelasting aan bij de wetgeving voor andere geluidsbronnen zoals vastgesteld op grond van de Wet Milieubeheer en de Wet Geluidhinder en – zodra die van kracht wordt – de Omgevingswet. De expertgroep acht het hanteren van een gelijksoortige bescherming voor verschillende geluidsbronnen van grote waarde.

### **Een geluidsnorm houdt rekening met het type windturbine**

Windturbines zijn er in verschillende soorten en maten. Het soort windturbine is van invloed op de hoeveelheid geluid die de desbetreffende windturbine produceert. Zo maken oudere modellen windturbines soms meer geluid dan de nieuwste modellen. Daarnaast is de vrees geuit dat hogere windturbines meer geluid, of meer hinderlijk geluid zoals laagfrequent geluid, produceren dan lagere windturbines. Vergelijkingen van windturbintypes levert tot op heden geen bevestiging op van dit beeld – eerder het tegendeel: er zijn geen aanwijzingen dat grotere windturbines meer geluid produceren dan kleinere windturbines [29]. Wanneer de afstandsnorm gebaseerd wordt op de as- of tiphoogte van een windturbine, worden grotere windturbines strenger beoordeeld dan kleinere windturbines. Dit is echter niet relevant als de geluidsbelasting zelf tot uitgangspunt wordt genomen. Indien windturbine A meer geluid veroorzaakt van windturbine B, zal de norm voor geluidsbelasting dwingen de windturbines op een grotere afstand van geluidsgevoelige objecten te plaatsen.

### **Een geluidsnorm houdt rekening met bovenmatig hinderlijk geluid**

Sommige type windturbines produceren in delen van het geluidsspectrum (van lage tot hoge tonen) wat meer of minder geluid dan andere type windturbines. Dit geldt bijvoorbeeld voor tonale geluiden, die over het algemeen als extra hinderlijk worden ervaren. Deze geluiden zijn met een goede typeselectie en afstelling van de turbine te voorkomen. Het ritmische karakter van windturbinegeluid levert een duidelijke bijdrage aan de hinder van windturbines, maar lijkt voorsnog een onvermijdelijk aspect. Toch lijkt het met technische maatregelen mogelijk dit karakter minder uitgesproken te maken of zelfs te elimineren. Een effectieve maatregel van de exploitant zou reden kunnen zijn een waarde boven de standaardwaarde toe te staan.

### Een geluidsnorm heeft ook nadelen ten opzichte van een afstandsnorm

De expertgroep ziet echter ook dat een geluidsnorm nadelen kent ten opzichte van een afstandsnorm. Een geluidsnorm is minder helder en moeilijker te communiceren richting omwonenden, terwijl een afstandsnorm direct duidelijk is. Een norm gebaseerd op  $L_{den}$  is complex, moeilijk te doorgronden en niet direct meetbaar en controleerbaar. De expertgroep sluit in dit advies toch aan bij het gebruik van een  $L_{den}$ -norm, waarbij de geluidsbelasting wordt uitgedrukt als een jaargemiddelde met straffactoren voor de avond en de nacht. Tot slot beperkt een geluidsnorm zich tot het geluid van de turbine(s) en richt zich niet op andere overlast door windturbines, zoals visuele hinder zoals slagschaduw, obstakelverlichting en verandering van het landschap en het uitzicht. In een afstandsnorm kunnen deze vormen van overlast wel aan bod komen. Voor deze andere effecten kan een afstandsnorm een logischer keuze zijn.

### Keuze voor $L_{den}$ ?

De expertgroep kiest ervoor een geluidsnorm in  $L_{den}$  te handhaven omdat het hanteren van een andere geluidsnorm apart onderzoek vergt naar de kennis daarover, de samenhang met gezondheidseffecten en de toepasbaarheid. Wel is het eenvoudig mogelijk om de huidige systematiek van  $L_{den}$  en  $L_{night}$  om te zetten naar een aparte norm voor de gemiddelde geluidbelasting per dagdeel (dag, avond en nacht):  $L_{day}$ ,  $L_{evening}$  en  $L_{night}$ . Deze 'dagdeel'normen vormden eerder al de basis voor het  $L_{den}$ . Een norm per dagdeel is ook steeds gebruikelijk geweest bij industrie- en bedrijfslawaa. Omdat de huidige systematiek gebaseerd is op een (nagenoeg) gelijke geluidbelasting per dagdeel, zou dan elk van deze 'dagdeel'normen in getalswaarde gelijk kunnen zijn aan  $L_{den} - 6$  dB. Bij de concrete normstelling hieronder kunnen we alleen uitgaan van hinder als gezondheidseffect omdat alleen daarvan een samenhang met de geluidbelasting bekend is (zie 2.3, laatste alinea). We kunnen daarom geen norm apart voor de nacht adviseren, maar geven wel aan welke waarde van  $L_{night}$  kan worden afgeleid uit een keuze van  $L_{den}$  in het geval dat een windpark operationeel is zonder geluidbeperkende maatregelen.

De expertgroep adviseert voor de bescherming van de bevolking tegen geluidsoverlast uit te gaan van een norm op basis van geluidsbelasting en niet van afstand. De geluidsbelasting is afhankelijk van de afstand van de windturbines tot de geluidsgevoelige objecten, maar ook de ondergrond, eventuele obstakels en de prevalentie windrichting. Met een norm voor geluidsbelasting wordt het beste recht gedaan aan de noodzaak omwonenden te beschermen tegen de effecten van windturbines.

## 3.5 Naar concrete normstelling

*Adviesvraag 1 | Welke norm of welk beschermingsniveau zou de gemeente Amsterdam uit een oogpunt van gezondheid kunnen hanteren bij de besluitvorming over de plaatsing van windturbines in afwachting van een landelijke normering?*

In lijn met voorgaande overwegingen adviseert de expertgroep de gemeente Amsterdam om in afwachting van landelijke normen een tijdelijke geluidsnorm voor windturbines te hanteren met een standaardwaarde en een grenswaarde. Het gaat hier en in het vervolg van dit advies om de geluidsbelasting die wordt veroorzaakt door een windturbine of – indien van toepassing – een combinatie van windturbines.



### **De expertgroep adviseert een grenswaarde tussen 45 en 47 dB L<sub>den</sub>**

Tot op heden heeft de rijksoverheid in het Activiteitenbesluit een norm gehanteerd van 47 dB L<sub>den</sub>. De WHO adviseert in haar richtlijnen een *advieswaarde* van 45 dB L<sub>den</sub>. Dat advies is in lijn met haar overige richtlijnen voor geluidsbelasting waarbij het percentage gehinderden maatgevend is. De WHO baseert haar advies op maximaal 10% ernstig gehinderden. Het ligt daarom voor de hand dat de gemeente op basis van een politiek-bestuurlijke afweging de grenswaarde hanteert in het gebied van 45 tot 47 dB L<sub>den</sub>. Uit het oogpunt van gezondheidsbescherming heeft 45 dB L<sub>den</sub> de voorkeur. De expertgroep overweegt daarbij dat deze norm een tijdelijke norm is in afwachting van de nieuwe landelijke normen. Om recht te doen aan de zorgen in de stad adviseert zij vanuit behoedzaamheid om deze norm aan te houden. De gemeente kan dan beginnen met de plaatsing van windturbines mogelijk te maken op die locaties die binnen deze grenswaarde gerealiseerd kunnen worden. Wanneer de nieuwe landelijke norm is vastgesteld kan dan worden beoordeeld of op andere locaties windturbines kunnen worden geplaatst.

Vanuit behoedzaamheid adviseert de expertgroep voorlopig – tot er nieuwe landelijke normen vastgesteld zijn – de advieswaarde die de WHO adviseert als grenswaarde te hanteren en te stellen op **45 dB L<sub>den</sub>**.

Volgens de door TNO bepaalde dosis-effectrelatie kan bij 45 dB L<sub>den</sub> verwacht worden dat 5% van de volwassen omwonenden binnenshuis ernstig gehinderd is en 13% buitenshuis [7]. De met een L<sub>den</sub> van 45 dB geassocieerde L<sub>night</sub> bedraagt ongeveer 39 dB.

### **Als standaardwaarde beveelt de expertgroep een waarde aan binnen de bandbreedte van 40 tot 45 dB L<sub>den</sub>**

De expertgroep adviseert de gemeente een standaardwaarde vast te stellen, waarbij de gezondheidseffecten van windturbines zoveel mogelijk beperkt worden. Dat bevindt zich in de bandbreedte van 40 dB L<sub>den</sub>, waarbij de gezondheidseffecten zeer beperkt zijn, en de WHO-standaardwaarde van 45 dB L<sub>den</sub>. De expertgroep heeft aangegeven de WHO-waarde in beginsel een goed uitgangspunt te vinden voor de grenswaarde om recht te doen aan de aanbevolen behoedzaamheid in de normstelling. Op basis van een politiek-bestuurlijke afweging kan het bevoegd gezag de standaardwaarde hanteren tussen 40 en 45 dB L<sub>den</sub>.

Tegelijkertijd is het in het algemeen in de huidige stedelijke omgeving moeilijk, zo niet onmogelijk de geluidsbelasting sterk te beperken. Dat geldt zeker voor de aanwezigheid van geluid van weg-, rail- en luchtverkeer. In dichtbebouwd gebied moeten meerdere ruimtelijke functies gecombineerd worden en is geluidshinder door maatschappelijke functies niet te vermijden. De expertgroep meent daarom dat een standaardwaarde van 40 dB L<sub>den</sub> niet in verhouding staat tot de hinder die uitgaat van andere stedelijke functies. In het Nederlandse beleid wordt bij een geluidbelasting die voldoet aan de standaardwaarde ook bij weg- en railverkeer nog enige (ernstige) hinder toelaatbaar geacht: bij wegverkeer is dat 4 à 5 % ernstige hinder, bij railverkeer 2 % (berekend m.b.v. [8]). Daarnaast moet de standaard niet heel dicht bij de grenswaarde liggen omdat dat weinig ruimte laat voor de afweging tegen andere (ruimtelijke) maatschappelijke belangen. De expertgroep adviseert daarom de standaardwaarde te bepalen in het midden van de genoemde bandbreedte zodat er 3 dB ruimte is voor die belangenafweging: 42 dB L<sub>den</sub>.

Om de gezondheidseffecten in de stad maximaal te beperken adviseert de expertgroep bij de afweging van locaties voor de plaatsing van windturbines uit te gaan van een standaardwaarde van **42 dB L<sub>den</sub>**. Bij plaatsing van windturbines boven deze standaardwaarde dient de gemeente dat te motiveren vanuit een ruimtelijke afweging van relevante maatschappelijke factoren.

Door te beginnen de plaatsing van windturbines vooral mogelijk te maken op locaties waar een grenswaarde van 45 dB L<sub>den</sub> en een standaardwaarde van 42 dB L<sub>den</sub> geldt, wordt recht gedaan aan de zorgen om de gezondheidseffecten van windturbines in de stad en voorkomen dat plaatsingsbesluiten ongedaan moeten worden gemaakt als landelijk tot strengere normen wordt besloten.

Volgens de door TNO bepaalde dosis-effectrelatie kan bij 42 dB L<sub>den</sub> verwacht worden dat 2,5% van de volwassen omwonenden binnenshuis ernstig gehinderd is en 7% buitenshuis [7]. De met een L<sub>den</sub> van 42 dB geassocieerde L<sub>night</sub> bedraagt ongeveer 36 dB.

### **Hinderlijke karakteristieken van windturbinegeluid**

In het licht van het ALARA-beginsel adviseert de expertgroep om bij nieuwe windturbines meer aandacht te hebben voor het reduceren of voorkomen van de hinderlijke eigenschappen van het windturbinegeluid. Het betreft drie eigenschappen:

1. tonaal geluid;
2. het laagfrequente deel van het geluid;
3. het ritmische karakter van geluid.

In het verleden was de tandwieloverbrenging bij windturbines een bron van tonaal geluid. Dat probleem is vrijwel opgelost, maar daarna is, o.a. bij de windparken Nijmegen-Betuwe en N33, gebleken dat tonaal geluid toch nog kan voorkomen en hinderlijk is voor omwonenden. Bij bedrijfslawaai wordt voor tonaal geluid een straftoeslag gehanteerd en het is redelijk dat ook bij windturbines te doen. Dat kan in de vorm van een vaste toeslag of een toeslag die afhangt van de sterkte van het tonale geluid. Enkele landen – zoals Nieuw-Zeeland en het Verenigd Koninkrijk – kennen een straftoeslag op het tonale geluid van windturbines van (maximaal) 5 dB [30, 31]. Voorkómen is echter beter en de expertgroep adviseert daarom om voor nieuwe windturbines aan initiatiefnemers zoveel mogelijk alleen windturbines te gebruiken die geen tonaal geluid voortbrengen. Door een straffactor toe te passen voor turbines die tonaal geluid voortbrengen kunnen negatieve gezondheidseffecten worden voorkomen. Tot nog toe was er, althans in Nederland, geen prikkel voor initiatiefnemers om te kiezen voor turbines zonder tonaal geluid.

Alle moderne driebladige windturbines hebben een vergelijkbaar geluidsspectrum omdat de wijze waarop het geluid bij de wieken ontstaat bij die windturbines hetzelfde is. Tussen verschillende typen windturbines bestaat desondanks toch wel enig verschil in geluidproductie en geluidsspectrum. Laagfrequent geluid is een deel van dat spectrum en draagt daarom bij aan de hinder van windturbinegeluid. Nabij een windturbine is het hogerfrequente deel (ca. 250-2500 Hz) voor het gehoor dominant, maar op grotere afstand en als het een woning binnendringt verschuift dat naar lagere frequenties doordat onderweg de lage frequenties relatief minder gedempt worden. In een woning is daardoor geluid bij lagere frequenties van belang. Het is daarom aan te bevelen dat het aandeel lage frequenties zoveel mogelijk beperkt blijft. De expertgroep adviseert het laagfrequente

geluidniveau te reguleren aan de hand van de norm voor laagfrequent geluid van windturbines die in Denemarken wordt gehanteerd [32].

Een bekende karakteristiek van windturbinegeluid is het ritmische karakter waardoor het geluid meer de aandacht trekt dan een constant geluid. De regelmatige variatie in het geluidniveau wordt ook wel amplitudemodulatie genoemd: het hangt samen met het toerental en kan variëren van een altijd aanwezig zoevend geluid dicht bij een windturbine tot een minder vaak voorkomend stampend geluid op grotere afstand. Dat laatste treedt vooral op als de zon laag staat of onder is en een tenminste enigszins heldere hemel. Uit onderzoek blijkt dat overmatige amplitudemodulatie overeenkomt met de hinder van een enkele decibellen hoger geluidniveau. Net als voor tonaal geluid kan een straffactor overwogen worden. Maar internationaal bestaat nog geen consensus hoe overmatige amplitudemodulatie het beste kan worden vastgesteld. De expertgroep beveelt daarom aan om meer aandacht te besteden aan het verminderen van dit ritmische karakter. De reductie zou een reden kunnen zijn om een geluidniveau boven de standaardwaarde toe te staan.

Om hinderlijke karakteristieken van geluidsproductie door windturbines tegen te gaan beveelt de expertgroep aan:

1. Een straffactor toe te passen op windturbines die tonaal geluid veroorzaken;
2. Voor laagfrequent geluid een aparte norm te hanteren vergelijkbaar met die in Denemarken;
3. Zoveel mogelijk na te streven om het ritmisch geluidskarakter te verminderen.

### **Als grenswaarde voor slagschaduw stelt de expertgroep voor aan te sluiten bij de normen, die in de Activiteitenregeling waren opgenomen**

Door het buiten werking stellen van het Activiteitenbesluit door de uitspraak van de Raad van State is ook de normering van slagschaduw komen te vervallen. Slagschaduw kan hinderlijk zijn voor omwonenden. Daarnaast is bekend dat lichtflikkeringen die meer dan ongeveer 3 keer per seconde optreden een epileptische aanval zouden kunnen veroorzaken. Deze snelle frequenties komen alleen voor bij kleinere windturbines. Bij de moderne grote windturbines ligt deze frequentie aanmerkelijk lager [33, 34].

In Amsterdam blijkt, uit de signalen uit de stad en uit de zorgpunten die door de klankbordgroep naar voren zijn gebracht, de zorg over slagschaduw geen groot punt van zorg. De expertgroep adviseert om de norm voor slagschaduw uit de Activiteitenregeling als grenswaarde te hanteren. In het kader van het ALARA-beginsel verdient het aanbeveling slagschaduw zoveel mogelijk te beperken.

Om hinder van slagschaduw tegen te gaan adviseert de expertgroep als grenswaarde uit te gaan van een belasting van gevoelige objecten van maximaal 17 dagen per jaar 20 minuten. Daarnaast verdient het aanbeveling slagschaduw zoveel mogelijk te reduceren.

## 3.6 Gezondheid onderdeel van brede ruimtelijke afweging

Adviesvraag 2 | *Zijn er aanvullend voor de gezondheid relevante onderwerpen of aandachtspunten, die een rol zouden kunnen spelen bij de locatiekeuze of vergunningverlening voor windturbines in Amsterdam? En hoe kunnen bedoelde normen en aanvullende onderwerpen in de vervolgfase worden betrokken bij nog uit te voeren onderzoeken (bijv. m.e.r.)?*

**In de ruimtelijke afweging wordt bij de locatiekeuze de geluidsbelasting binnen de grenswaarde afgewogen tegen andere maatschappelijke belangen en gestreefd naar het waar mogelijk beperken van de geluidsbelasting**

De ruimtelijke afweging voor het (al dan niet) plaatsen van windturbines vindt plaats op basis van een m.e.r.-procedure. Hierin worden veelal verschillende alternatieven (lees: mogelijke locaties voor plaatsing van windturbines) tegen elkaar afgewogen. In paragraaf 3.4 wordt geadviseerd onder het tijdelijke regime van lokale normen – in afwachting van nieuwe landelijke normen – daar te beginnen met de plaatsing van windturbines waar dat tot het minst aantal ernstig gehinderden leidt.

Allereerst moet beoordeeld worden of de alternatieven onder de voorgestelde tijdelijke grenswaarde van 45 dB L<sub>den</sub> zitten. Indien dit het geval is, maar de geluidsbelasting van de alternatieven wel boven de standaardwaarde uitkomt, dient afgewogen en onderbouwd te worden of het mogelijk en redelijk is geluidsbeperkende maatregelen te nemen. De alternatieven dienen tegen elkaar afgewogen te worden, waarbij de hoogte van de geluidsbelasting in relatie tot het aantal omwonenden mede een rol speelt. Dit betekent dat de plaatsing van windturbines nabij wijken waar het te verwachten aantal omwonenden met ernstige hinder relatief hoog zal zijn, in afwachting van nieuwe landelijke normen minder voor de hand ligt, maar tegelijk niet op voorhand kan worden uitgesloten. Daarentegen is het voorstelbaar dat voor een beperkt aantal verspreid gelegen woningen binnen de voorgestelde bandbreedte maatwerkoplossingen worden gekozen. Voor de plaatsing van windturbines dient een plan-m.e.r. doorlopen te worden. Daarin moet zicht worden geboden op het aantal ernstig gehinderden. Op grond hiervan kan worden afgewogen, op welke locaties het aantal gehinderden relatief beperkt is.

**Bij de ruimtelijke afweging verdient het ook aanbeveling rekening te houden met visuele hinder**

De geadviseerde normstelling richt zich vooral op geluidsbelasting omdat hier het meest direct hinder door wordt ervaren. Daarnaast is visuele hinder, waaronder die van slagschaduw, ook van belang voor de beleving van omwonenden. Onderzoek wijst uit dat de combinatie van visuele hinder én geluidshinder elkaar kunnen versterken [35]. Daarmee worden ook de effecten van ernstige hinder op overige aspecten van gezondheid versterkt. De expertgroep adviseert daarom in de ruimtelijke afweging naast de norm voor geluidsbelasting ook rekening te houden met de visuele belasting. Zij beveelt daarbij aan de windturbines zo te plaatsen dat de visuele hinder waar mogelijk wordt beperkt.

**Cumulatie van geluiden kan worden meegerekend in de ruimtelijke afweging**

Met de cumulatie van verschillende geluidsbronnen kan rekening worden gehouden wanneer de geluidsbelasting van te plaatsen windturbines boven de standaardwaarde uitkomt. De gemeente kan het Reken en Meetvoorschrift Geluid 2012 hanteren om de hinder van afzonderlijke geluidbronnen tot één bron om te rekenen die even hinderlijk is als alle bronnen bij elkaar [36]. Door gebruik van deze systematiek kunnen in de ruimtelijke afweging verschillende locaties met elkaar worden

vergeleken op basis van de gecumuleerde geluidsbelasting en hinder in dat gebied (incl. te plaatsen windturbines).

#### **Nabijheid van volkstuinen en recreatieterreinen verdient tevens een plek in de afweging**

Er zijn ook andere overwegingen die in een m.e.r.-procedure kunnen worden meegenomen als alternatieven met elkaar vergeleken worden. De expertgroep denkt dan bijvoorbeeld aan de nabijheid van volkstuinen of recreatieobjecten die vaak in contouren van andere geluidsbronnen liggen en niet gelden als geluidsgevoelige objecten, maar die door de plaatsing van windturbines in de nabijheid visueel belast zouden worden of auditief meer belast door de windturbines dan door de andere bronnen in de directe omgeving. Zeker op die locaties waar mensen langdurig verblijven en/of ook 's nachts op deze locaties mogen verblijven valt het aan te bevelen de hinder die mensen kunnen ondervinden in de ruimtelijke afweging te betrekken.

#### **De ruimtelijke afweging beperkt zich niet enkel tot de effecten van geluid**

Bovengenoemde overwegingen hebben betrekking op de gezondheidsaspecten. Het zal duidelijk zijn dat in de ruimtelijke afweging ook andere aspecten een rol kunnen en moeten spelen. Denk aan inbreuken op het landschap, veiligheidsaspecten en dergelijke. De expertgroep adviseert de gemeente om, naast geluidsbelasting, ook andere overwegingen een plek te geven in de ruimtelijke afweging voor plaatsing van windturbines. De m.e.r.-procedure is de aangewezen plek om dergelijke overwegingen zichtbaar te maken. In de praktijk kan dit betekenen dat een locatie met een hogere geluidsbelasting (altijd onder de grenswaarde) de voorkeur verdient boven een locatie met een lagere geluidsbelasting omdat andere overwegingen bij elkaar zwaarder wegen dan het verschil in geluidsbelasting.

De expertgroep beveelt aan bovenstaande factoren mee te nemen in de ruimtelijke afweging bij de plaatsing van windturbines. Op deze manier wordt de locatie gekozen waar de effecten van windturbines het meest beperkt worden. De precieze weging van de factoren zal de gemeente bij m.e.r.-procedure moeten bepalen.

## **3.7 Monitoring na plaatsing windturbines**

*Adviesvraag 3 | Is het wenselijk na plaatsing van windturbines de gezondheidseffecten daarvan te blijven monitoren en zo ja, op welke wijze?*

De vergunning van plaatsing van windturbines gebeurt op basis van de plannen van de initiatiefnemer en de resultaten uit de m.e.r.-procedure. De resultaten zijn een inschatting van de te verwachten effecten die veelal gebaseerd zijn op modellering. Voor omwonenden is het van belang dat zij ervan uit kunnen gaan dat de daadwerkelijke belastingen/blootstellingen niet duidelijk groter zijn dan de prognoses die in de plannen zijn opgenomen en dat klachten serieus worden genomen. Mede daarom dient na inwerkingtreding van de windturbines gecontroleerd te worden of zij in de praktijk ook daadwerkelijk voldoen aan de eisen (geluidsnorm en slagschaduwnorm) die vooraf zijn gesteld. De expertgroep stelt voor deze monitoring in elk geval te richten op windturbines die zijn geplaatst waar in de m.e.r.-procedure bleek dat zij de standaardwaarde voor de maximale geluidsbelasting zouden overschrijden.

### **Voldoen aan de norm**

Vóór inwerkingtreding van de windturbine(s) is een bepaling van de al aanwezige geluidsbelasting (zonder windturbines) aan te raden, om het achtergrondgeluid op de locatie in beeld te brengen en te kunnen onderscheiden van het windturbinegeluid.

Het spreekt voor zich dat de windturbines moeten voldoen aan de normen die daarvoor gesteld zijn. Het is van belang dat voor omwonenden duidelijk is, hoe wordt vastgesteld dat de windturbines aan de normen voldoen en met welke frequentie dit wordt gecontroleerd. Deze informatie en de resultaten van de periodieke monitoring moeten transparant en openbaar zijn. De monitoring kan zo ook dienen als basis voor toezicht en handhaving van de afgesproken normen. Daarbij geldt dat de taken en verantwoordelijkheden van de controlerende instantie (bijvoorbeeld de Omgevingsdienst) goed omschreven moeten zijn, evenals de maatregelen en sancties die opgelegd kunnen worden als de turbines niet aan de normen voldoen.

### **De expertgroep adviseert om monitoring ook te richten op zorgen van omwonenden**

De expertgroep raadt aan om handhaving en monitoring van windturbines niet te beperken tot naleving van de geluidsnorm en slagschaduwnorm, maar hierin ook aandacht te besteden aan de zorgen van omwonenden. Om meer tegemoet te komen aan de zorgen van (toekomstige) omwonenden, adviseert de expertgroep om monitoring van windturbines ook specifiek te richten op het laagfrequente deel van het geluid en het tonale en ritmische karakter. Het verdient aanbeveling de wijze van monitoring te bespreken met (een vertegenwoordiging van) omwonenden, zodat de monitoring een antwoord kan geven op bij hen levende vragen.

Daarnaast is de inrichting van een heldere klachtenregistratie van belang. Omwonenden moeten erop kunnen vertrouwen dat hun klachten serieus worden genomen en dat er iets gebeurt met de ingediende melding. Daarvoor is het nodig dat voor omwonenden duidelijk is waar zij terecht kunnen met hun klachten, onder welke condities een klacht in behandeling wordt genomen en welke maatregelen ter beschikking staan om eventuele overlast te mitigeren.

Zo kan bijvoorbeeld in overleg met de omwonenden gezocht worden of er momenten en/of weersomstandigheden zijn dat de hinder van de windturbine(s) groter is dan normaal. Voor die momenten kan dan gezocht worden naar maatregelen in de vorm van bijvoorbeeld een geluidreducerende modus bij een of meerdere windturbines, afhankelijk van de bepalende condities. Op die manier kan de op specifieke momenten optredende bovengemiddelde geluidbelasting bij woningen beperkt worden.

De expertgroep adviseert als startpunt van monitoring een nulmeting uit te voeren: de geluidsbelasting zonder windturbines. Daaropvolgend dient in een periodieke monitor te zijn opgenomen: de naleving van geluidsnorm en schaduwnorm en de effecten van andere factoren zoals beschreven in paragraaf 3.6. Als het gaat om de monitor benadrukt de expertgroep het belang van begrijpelijkheid en transparantie richting omwonenden en het in beeld brengen van hun zorgen en behoeften.

# / A Verwerking zorgpunten in advies

In deze bijlage bij het advies gaat de expertgroep in op de zorgpunten die vanuit de stad naar voren zijn gebracht. Deze zijn terug te vinden in de adressen, die hierover aan de gemeenteraad zijn gericht en die zijn opgenomen in het document 'Signalen uit de stad' van de gemeente Amsterdam [20, 21, 22, 23]. De expertgroep heeft op basis van deze zorgpunten zeven onderwerpen aangewezen die zij in ieder geval nader wilde onderzoeken. Dit zijn:

1. Gezondheidseffecten voor kinderen
2. Gezondheidseffecten voor mensen met risicofactoren (zoals ouderen met vaak chronische aandoeningen)
3. Gezondheidseffecten van laagfrequent geluid en infrageluid
4. Invloed van verschillende geluidbronnen op elkaar (cumulatie en maskering)
5. Vrijkomen van schadelijke stoffen (bijv. Bisfenol A) door eroderen wieden
6. Invloed van (tip)hoogte van windturbines op gezondheidseffecten
7. Vergelijking van ervaren hinder door windturbines met andere geluidbronnen (zoals wegverkeer en vliegverkeer)

Vervolgens heeft de expertgroep de klankbordgroep uitgenodigd om aanvullende onderwerpen aan te leveren voor een nadere beschouwing door de expertgroep. In reactie hierop heeft de klankbordgroep ruim 120 vragen opgesteld voor de expertgroep. Een deel van de vragen van de klankbordgroep had een proceskarakter of ging over andere overheden. Ook zaten er dubbelingen in de thematiek van de gestelde vragen. Uit de lijst met vragen heeft de expertgroep de hoofdthema's gededuceerd om tot een uiteindelijke lijst met de voornaamste zorgpunten vanuit de stad te komen. Hierna worden de zorgpunten behandeld. Voor ieder zorgpunt beschrijft de expertgroep:

- ▶ De kern van de naar voren gebrachte zorg;
- ▶ De beoordeling van deze zorg door de expertgroep op basis van expertise en wetenschappelijke inzichten over gezondheidseffecten van windturbines;
- ▶ De wijze waarop de zorg een plek heeft gekregen in het advies van de expertgroep.

## A.1 Gezondheidseffecten windturbines in algemene zin

Er zijn zorgen bij bewoners in de stad over het ontstaan van gezondheidseffecten door de plaatsing van windturbines. In de volgende paragrafen wordt ingegaan op specifieke zorgpunten die naar voren gebracht zijn. In deze paragraaf beschrijven we in algemene zin welke zorgen leven bij (toekomstige) omwonenden en de leden van de klankbordgroep in het bijzonder. Dit is veelal ook de basis voor veel van de meer specifieke zorgpunten.

Men is terughoudend tegenover het plaatsen van windturbines omdat het beeld bestaat dat er te weinig wetenschappelijk onderzoek over windturbines beschikbaar is om betrouwbare uitspraken te kunnen doen over gezondheidseffecten. De zorg is ook dat het onderzoek dat is uitgevoerd meestal de algemene bevolking betreft en daardoor te weinig rekening kan houden met individuele cases. Ook is er discussie over enkele artikelen die het bestaan van het windturbinesyndroom en/of vibro-akoestische ziekte beschrijven. Deze discussie en de gevoelde onduidelijkheid is voor bezorgde (toekomstige) omwonenden reden om te pleiten voor het voorzorgsprincipe voordat windturbines mogen worden geplaatst, omdat het onderzoek rondom gezondheidseffecten te weinig zekerheid biedt.

De effecten van (hogere) geluidniveaus en langdurige blootstelling aan geluid op het welzijn en de gezondheid van de mens worden al lange tijd onderzocht. De eerste signalen kwamen uit de werkomgeving in fabrieken waar mensen in uiterst lawaaige omstandigheden moesten werken. Daarna volgde het inzicht dat ook geluiden in de leefomgeving (bij lagere geluidniveaus) van invloed kunnen zijn op de mens. Hier wordt sinds halverwege de vorige eeuw onderzoek naar gedaan. Er is daardoor al veel bekend over de effecten die omgevingsgeluid op de mens kan hebben. Het algemene beeld is duidelijk, en wordt regelmatig bijgesteld op basis van de laatste inzichten. Dat neemt niet weg dat elke geluidbron zijn eigen karakteristieken heeft. Het is daarom van belang dat het effect van nieuwe, of in aantal toenemende, geluidbronnen in onze leefomgeving goed onderzocht wordt.

Onderzoek naar de effecten van het geluid van windturbines is rond 1980 op gang gekomen, tegelijk met de ontwikkeling richting de huidige windturbines voor het opwekken van elektriciteit. Die ontwikkelingen staan niet stil; windturbines worden efficiënter, hoger en zijn niet lawaaiiger geworden. Door deze veranderingen blijft onderzoek naar de effecten van windturbines noodzakelijk. De expertgroep baseert haar advies op de kennis die de afgelopen decennia is opgedaan. Deze kennis is samengevat door de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) en aangevuld met de laatste inzichten door het RIVM. De leden van de expertgroep kennen ook de onderzoeken die aan de reviews van de WHO en het RIVM ten grondslag liggen en kennen een aantal van de onderzoekers persoonlijk via congresdeelname en eerdere samenwerkingen.

In het overzichtsrapport van de WHO uit 2018 zijn gezondheidseffecten van geluidsbronnen in beeld gebracht op basis van acht reviews, die in opdracht van de WHO zijn uitgevoerd door enkele tientallen internationale onderzoekers [14]. De reviews bevatten voor de diverse geluidsbronnen en gezondheidseffecten een overzicht van de stand van kennis tot en met 2018; voor windturbines was dat echter tot en met 2014. De advieswaarden van de WHO voor de toelaatbare geluidniveaus van windturbines zijn op dit overzichtsrapport gebaseerd [13, 14]. Uit deze overzichten van de internationale onderzoeken blijkt dat er sprake is van gezondheidseffecten die door windturbines worden veroorzaakt. Maar enkel voor geluidhinder is bewezen dat dat samenhangt met de geluidsbelasting. Die samenhang betekent zeker niet dat de hinder alleen maar afhangt van het geluidniveau: bij alle geluidbronnen in de woonomgeving – ook windturbines - geldt dat de hinder voor hooguit ongeveer 25% herleidbaar is tot de hoeveelheid geluid; de overige 75% of meer heeft met andere factoren te maken.

Bij windturbines is voor andere gezondheidseffecten dan hinder onvoldoende bewijs dat het met de geluidbelasting samenhangt. Het is tegelijk ook duidelijk dat de geluidshinder door veel andere factoren mede wordt bepaald, dus zeker niet alleen door de geluidbelasting. Wel blijkt herhaaldelijk dat de door omwonenden ervaren gezondheidseffecten met de geluid*hinder* samenhangen. Ook uit het overzicht van RIVM blijkt dat de onderzoeksresultaten voor de relatie tussen slaapverstoring en het geluidniveau niet eenduidig zijn en dat er voor andere gezondheidseffecten als gevolg van geluid nauwelijks of geen aanwijzing was [16, 17, 18]. Wel blijken slaapverstoring en andere gezondheidseffecten samen te hangen met de ervaren geluidhinder en ook met de totale ervaren hinder van geluid, slagschaduw, visuele impact en obstakelverlichting.

In het onderzoeksrapport en de advieswaarde van de WHO wordt geluidhinder door windturbines als gezondheidseffect meegewogen [13]. Met de advieswaarde accepteert de WHO een zeker percentage (ernstig) gehinderden omdat het bij omgevingsbesluiten (in de huidige samenleving) niet haalbaar is



om helemaal geen hinder te veroorzaken. Ook benoemt de WHO dat het beschikbare onderzoek naar windturbines beperkt is. Dit is mee afgewogen in de adviezen die zij geeft.

Vanwege het ontbreken van een duidelijk verband tussen enerzijds het functioneren van een windpark en anderzijds de in de omgeving voorkomende gezondheidseffecten is het niet mogelijk om daarvoor normen vast te stellen. Het is dan immers onduidelijk wat het effect van die normen is. Wel kan worden geconcludeerd worden dat het beperken van hinder van een windpark niet alleen de hinder zelf beperkt, maar ook de gezondheidseffecten die daarmee samenhangen.

Het advies van de expertgroep baseert zich op het overzicht van internationale onderzoeken over windturbines door de WHO en RIVM. Het neemt de afwegingen van de WHO mee in haar advies. Uit het totaal van onderzoeken blijkt dat er geen duidelijk verband is tussen het geluidsniveau van windturbines en de ervaren gezondheidseffecten, maar wel tussen de ervaren hinder en gezondheidseffecten. Het is daarom zinvol om zoveel mogelijk de hinder te beperken. De expertgroep adviseert daarom om het ALARA-principe toe te passen naast het vaststellen van geluidsnormen.

## A.2 Actualiteit onderzoeken die basis zijn voor normen

Zoals aangegeven in de voorgaande paragraaf zijn mensen bezorgd over de beschikbaarheid van voldoende en recent onderzoek naar de gezondheidseffecten van windturbines. Wel is het zo dat, naarmate er meer windturbines worden geplaatst, er ook meer onderzoek beschikbaar komt. Het advies van de expertgroep gaat uit van het onderzoek dat door de WHO en RIVM is uitgevoerd. Bij het rapport van de WHO zijn onderzoeken na 2014 niet meegenomen. Het overzicht van RIVM is gebaseerd op alle beschikbare onderzoeken daarna tot juni 2020.

Het RIVM heeft in opdracht van de Zwitserse overheid de meest relevante internationale, wetenschappelijke artikelen tussen 2017 en 2020 geanalyseerd en beoordeeld [16]. Dit review levert een actueel beeld op en sluit qua bevindingen aan bij het eerdere rapport van de WHO en het eerdere review van GGD en RIVM van 2017 [14, 17]: de latere onderzoeken ondersteunen de eerdere onderzoeksresultaten en geven daarover dus meer zekerheid. Daarbij komt dat windturbines met de jaren wel groter zijn geworden, maar verder niet wezenlijk veranderd wat betreft de invloed op de omgeving. Door de toenemende grootte is echter de geluidsbelasting gemiddeld niet toegenomen, maar is wel het gebied groter geworden waar de visuele invloed van belang is. Daarnaast heeft de expertgroep nog gekeken naar recente onderzoeksresultaten, die nog niet in het WHO- of het RIVM-overzicht zijn opgenomen.

Onderzoeken naar windturbines die tot medio 2020 internationaal zijn uitgevoerd geven volgens de expertgroep geen aanleiding om te twijfelen aan de validiteit van het internationale overzicht van wetenschappelijk onderzoek en de daarop gebaseerde adviezen van de WHO voor de beoordeling van het effect van windparken op de omgeving. Het internationale overzicht van wetenschappelijk onderzoek en de richtlijnen van de WHO ziet de expertgroep als robuuste basis voor het formuleren van normen voor windturbines.

## A.3 Kwaliteit van onderzoek naar gezondheidseffecten

Onder de zorgen die naar voren worden gebracht, bevindt zich de vraag wat de kwaliteit is van het onderzoek naar gezondheidseffecten. Men vraagt zich af of het onderzoek niet te beperkt is in aantal, zich richt op beperkte onderzoekspopulaties en of de methodiek van onderzoek van voldoende wetenschappelijke kwaliteit is. Een aantal mensen vragen zich af of de conclusies van internationaal onderzoek ook van toepassing zijn bij plaatsing van windturbines in Amsterdam. Sommige zorgen richten zich ook op de vraag of het onderzoek wel voldoende onafhankelijk is verricht en niet wordt gekleurd door de belangen van fabrikanten van windturbines. Deze zorg wordt gevoed door het rapport over de RIVM-review die door Dick Bijl is opgesteld voor Windwiki en zijn afscheidsbrief en uitingen in de media bij het terugtrekken uit de expertgroep [2, 3].

Zoals in hoofdstuk 1 toegelicht heeft de expertgroep zich in haar advies gebaseerd op de advieswaarden in de richtlijnen van de WHO, de gezondheidsorganisatie van de Verenigde Naties. De WHO heeft haar richtlijnen gebaseerd op reviews, waar zij opdracht toe heeft gegeven (van het internationale onderzoek naar de gezondheidseffecten van windturbines tot aan 2014) [13, 14]. Hier hebben tientallen wetenschappers voor de WHO drie jaar aan gewerkt. In de review wordt telkens een overzicht gegeven van de wetenschappelijke kwaliteit van het onderzoek en de robuustheid van de conclusies die daaraan verbonden kunnen worden. Het samenstel van internationaal onderzoek laat op hoofdlijnen een eenduidig beeld zien. Op sommige onderdelen geeft het onderzoek nog geen eenduidig beeld en is nader onderzoek gewenst. Het beschikbare onderzoek geeft, wat betreft de samenhang tussen windturbines en gezondheidseffecten, geen beeld dat substantieel afwijkt van de hoofdlijnen van de WHO-review. De aanvullende review met meer actueel onderzoek in opdracht van de Zwitserse overheid is verricht door het RIVM [16]. Het RIVM is het adviesorgaan van de Nederlandse overheid voor volksgezondheid en milieu. Zowel de WHO als het RIVM verrichten hun adviesrol vanuit een onafhankelijke positie. De onderzoeken die in de reviews zijn opgenomen zijn deels bekostigd door overheden en voor een klein deel voor fabrikanten of exploitanten van windturbines. De expertgroep acht bekostiging door overheden geen belemmering voor zorgvuldig onderzoek. Bij alle onderzoeken die door de WHO en het RIVM in hun reviews zijn opgenomen, zijn de onderzoeken beoordeeld op hun wetenschappelijke kwaliteit.

De onderzoeken bevatten generieke bevindingen over de samenhang van geluidsbelasting door windturbines en gezondheidseffecten. Vaak worden deze uitgedrukt in blootstelling-respons-relaties. De wijze waarop geluid zich gedraagt is goed bekend. De wijze waarop een bevolking reageert op blootstelling aan geluidsbelasting vertoont internationaal zeker overeenkomst, maar er blijven altijd verschillen tussen verschillende locaties en zelfs tussen landen vanwege verschillen in o.a. bouwenmerken, regelgeving en maatschappelijke opvattingen. Uit het internationale onderzoek volgt derhalve voor Amsterdam belangrijke algemene kennis, terwijl tegelijk duidelijk is dat een reactie niet exact voorspeld kan worden.

De expertgroep meent dat het internationale milieugezondheidskundige onderzoek naar de gezondheidseffecten van geluidsbelasting door windturbines gezaghebbend is gevalideerd en gereviewd door nationale en internationale instanties, die zijn opgericht om overheden hierover onafhankelijk te adviseren. Deze reviews laten zien dat op onderdelen nader onderzoek gewenst is, maar dat er een duidelijke, maar beperkte en goed omschreven samenhang is tussen geluidsbelasting door windturbines en gezondheidseffecten. Dit beeld is naar het oordeel van de expertgroep toereikend om haar advies op te kunnen baseren.

## A.4 Gezondheidseffecten op termijn

Vanuit de klankbordgroep zijn vragen gesteld over de gezondheidseffecten van windturbines op termijn. Wanneer het zicht op gezondheidseffecten is gebaseerd op onderzoek met een korte doorlooptijd is het mogelijk dat door langdurige blootstelling aan het geluid van windturbines extra effecten optreden, die nu nog in het onderzoek buiten schot zijn gebleven.

De expertgroep onderschrijft dat de gezondheidseffecten van windturbines optreden door langer durende blootstelling aan geluid. Immers het is het langdurig belast worden en hinder ondervinden, dat omwonenden geestelijk en lichamelijk belast [14, 16]. De onderzoeken die internationaal zijn uitgevoerd hebben over het algemeen geen duidelijke afbakening in tijdsperioden, o.a. omdat er binnen een gebied geen vaste bevolking is die gevolgd kan worden, maar een bevolking die verandert door veroudering, verhuizingen en geboorte/sterfte. De effecten die in met name het grootschaliger onderzoek zichtbaar worden, zijn dus die van een dynamische bevolking. Wel is er aandacht voor gebeurtenissen waarbij een geluidbron plots verandert (zoals een vliegveld dat sluit of geopend wordt). Daaruit blijkt dat er direct bij de verandering een relatief sterke reactie is (helemaal geen hinder meer of juist veel hinder) die na een tijd stabiliseert tot wat bekend is van stationaire situaties. Bij windturbines worden vaak bewoners meegenomen die al tenminste enige tijd bij een windturbine of windpark wonen. Er zijn in enkele onderzoeken aanwijzingen dat ook bij windturbines de hinder na de eerste tijd enigszins afneemt.

In de onderzoeken naar de geluidseffecten van windturbines en andere geluidsbronnen wordt over het algemeen uitgegaan dat bewoners er meer of minder langdurig kunnen wonen, uitstreckend van wellicht maanden tot decennia. Bij windturbines is dat wat beperkter in tijd omdat ze relatief nieuw zijn. In de ogen van de expertgroep is er geen reden om aan te nemen dat de effecten van geluidsbelasting op lange termijn ernstiger zijn.

## A.5 Belang van zorgvuldig proces

Leden van de klankbordgroep verwijzen naar conclusies uit de onderzoeken naar gezondheidseffecten van windturbines, waaruit blijkt dat een zorgvuldige procesgang bijdraagt aan vermindering van de ervaren hinder door omwonenden. Zij vragen zich af wat de impact is van de procesgang in Amsterdam op de gezondheidseffecten van windturbines.

Uit onderzoek komt inderdaad een belangrijke relatie tussen de ervaring van ernstige hinder door omwonenden en wat er gebeurt voorafgaand aan de plaatsing van windturbines [14, 16]. Wanneer bewoners het gevoel hebben onvoldoende betrokken te zijn bij de besluitvorming over de plaatsing van windturbines en niet te worden gehoord, leidt dit tot weerstand tegen een besluit en beïnvloedt dit de hinder na plaatsing. Ernstige hinder op zijn beurt is weer gerelateerd aan andere gezondheidseffecten. Mensen die positief zijn over de plaatsing ervaren juist weinig of geen hinder.

De expertgroep vraagt daarom aandacht voor een zorgvuldig maatschappelijk proces voorafgaand aan de plaatsing van windturbines. Deze zorgvuldigheid heeft betrekking op de wijze waarop de overheid ruimte biedt voor participatie en dialoog in het proces en de invulling van die participatie en dialoog door partijen in de praktijk. De gemeente heeft met een reflectiefase gestreefd naar een extra stap in het gesprek in de stad over de plaatsing van windturbines. De wederzijdse polarisatie in

het gesprek, zoals de expertgroep dat waarneemt, draagt niet bij aan een zorgvuldige dialoog en een bevredigend resultaat voor betrokkenen in de stad.

De houding ten aanzien van windturbines en het onvoldoende gehoord worden zijn belangrijke factoren in de ervaring van ernstige hinder bij omwonenden. De expertgroep dringt bij de gemeente en haar gesprekspartners aan op een wederzijds zorgvuldig proces van participatie en dialoog om de beleving van hinder en daarmee samenhangende gezondheidseffecten te beperken.

## A.6 Tiphoogte van Windturbines

Naar de gezondheidseffecten van windturbines is de afgelopen decennia onderzoek gedaan. Windturbines die nu geplaatst worden hebben vaak een hogere tiphoogte dan vroeger. Zij komen in aanraking met hogere luchtlagen waar het harder waait. Het is daarom voorstelbaar dat grotere windturbines meer geluid maken dan kleinere windturbines. De zorg is dat grotere windturbines hierdoor mogelijk meer of andere gezondheidseffecten veroorzaken.

Omdat het advies van de expertgroep uitgaat van de geluidsbelasting van geluidsgevoelige objecten, maakt het voor de normering niet uit hoeveel geluid een windturbine zelf veroorzaakt. Als een windturbine meer geluid produceert, zal er bij de plaatsing rekening moeten worden gehouden met een ruimere contour waardoor de afstand tot woningen groter wordt. Met andere woorden: als een windturbine meer geluid produceert, mag de geluidsbelasting op gevoelige objecten toch niet hoger uitvallen dan de geluidsnorm.

Wanneer we spreken van grote en kleine windturbines wordt uitgegaan van de capaciteit, uitgedrukt in megawatt (MW). In het verleden, met windturbines tot rond de 1 MW, nam de geluidsproductie toe met de grootte van de turbine: een verdubbeling van de hoogte betekende (gemiddeld) 3 dB  $L_{den}$  meer geluidsproductie. Vanaf enkele MW blijkt dat niet meer op te gaan: uit gegevens over de geluidsproductie van windturbines blijkt dat er geen relatie meer is tussen de hoogte van de turbine en de hoeveelheid geluid. Als windturbines met een capaciteit groter dan 2-3 MW worden vergeleken met windturbines met een capaciteit van minder dan 2-3 MW blijkt dat grotere windturbines niet meer geluid produceren dan die kleinere windturbines [29]. De reden daarvan is dat de snelheid van de wiewtips vooral de geluidsproductie bepaalt en deze neemt (gemiddeld) niet meer toe, juist om de plaatsing ervan vanwege het geluid niet moeilijker te maken. Bij windturbines op zee speelt dat probleem niet en kunnen de wieken sneller draaien. Er zijn daarnaast geen aanwijzingen dat grotere windturbines meer of andere gezondheidseffecten veroorzaken [37].

De normstelling die de expertgroep adviseert houdt rekening met verschillen in geluidsproductie tussen windturbines. De norm wordt bepaald door de aanvaardbaar geachte geluidsbelasting van geluidsgevoelige objecten, zoals woningen. Bij meer geluid zal dus niet de geluidbelasting op woningen toenemen, maar zal de norm leiden tot een ruimere contour. Overigens meent de expertgroep dat de tiphoogte van windturbines geen invloed (meer) heeft op het volume van de geluidsproductie door windturbines.

## A.7 Laagfrequent geluid en infrageluid

Laagfrequent geluid en infrageluid worden vaak genoemd als oorzaak van gezondheidseffecten van windturbines en zijn een bron van zorg voor (toekomstige) omwonenden. In Denemarken bestaat, aanvullend op normen voor geluid in algemene zin, een norm voor laagfrequent geluid en infrageluid. De mensen met zorgen over laagfrequent geluid en infrageluid vragen zich af of vanuit gezondheidsperspectief een dergelijke aanvullende norm niet ook in Nederland zou moeten gelden.

Op dit moment worden de meeste geluidsnormen wereldwijd gebaseerd op de totale hoeveelheid hoorbaar geluid. Windturbines produceren – net als andere belangrijke geluidbronnen geluid over het hele spectrum van lage tot hoge tonen - en dus ook laagfrequent geluid en infrageluid. Dat geluid heeft een langere golflengte en kan verder dragen omdat het minder gereduceerd wordt door de atmosfeer en door obstakels en muren van woningen.

De definities verschillen, maar over het algemeen spreken we van laagfrequent geluid bij golflengtes tot 100/125 Hz en van infrageluid onder de 20 Hz. Het beschikbare onderzoek naar laagfrequent geluid van windturbines is beperkt. Uit de onderzoeken die zijn gedaan, blijkt dat het aandeel laagfrequent geluid van windturbines niet duidelijk afwijkt van andere geluidsbronnen. Windturbines produceren niet meer laagfrequent geluid en infrageluid dan andere geluidbronnen [38]: een drukke weg die op een woning 55 dB  $L_{den}$  veroorzaakt, bevat meer laagfrequent geluid dan een windturbine bij 40 dB  $L_{den}$ . Ook wijst onderzoek uit dat grotere windturbines (zie A.3) niet meer laagfrequent geluid en infrageluid produceren dan kleinere windturbines [37]. De gemeten toename van laagfrequent geluid bij windturbines is evenredig met de toename van het totale geluidniveau van windturbines. De controle op laagfrequent geluid is derhalve verdisconteerd in de huidige normering voor (het volledige spectrum van) windturbinegeluid [39]. Wel kunnen windturbines onderling enigszins verschillen in de productie van alle geluid en/of laagfrequent geluid. Om de hoeveelheid laagfrequent geluid te beperken zou de Deense norm voor laagfrequent geluid van windturbines gebruikt kunnen worden [37].

Windturbines produceren binnen het geluidsspectrum niet duidelijk meer laagfrequent geluid of infrageluid dan andere geluidbronnen. De expertgroep heeft geen reden om aan te nemen dat de ervaren geluidhinder wordt versterkt of in sterkere mate wordt veroorzaakt door de productie van laagfrequent geluid of infrageluid dan bij andere geluidsbronnen. Naar het oordeel van de expertgroep biedt de geadviseerde norm voor geluid van windturbines in algemene zin (zie hoofdstuk 3) evenzeer bescherming voor de effecten van laagfrequent geluid en infrageluid als voor andere geluidsbronnen het geval is. Om zorgen daarover weg te nemen, is het aan te bevelen de hoeveelheid laagfrequent geluid apart te beoordelen. Wel adviseert de expertgroep om tijdens handhaving en monitoring specifiek aandacht te besteden aan het meten van laagfrequent en tonaal geluid.

## A.8 Effecten bebouwing en ondergrond

De berekening van de geluidniveaus rond een windturbine of windpark gebeurt met zeer uitgebreide rekenmodellen. Daarbij wordt rekening gehouden met het type ondergrond (water reflecteert geluid geheel, een onverharde bodem absorbeert een deel van het opvallende geluid), met de absorptie van geluid door de atmosfeer (vooral de hogere frequenties), en met de aanwezigheid van gebouwen (die

zowel achterliggende gebouwen kunnen afschermen als geluid kunnen reflecteren). Ook kan rekening worden gehouden met de hoogte van een ontvanger: het geluidniveau op de 10<sup>e</sup> verdieping van een flatgebouw zal hoger zijn dan op de begane grond. Bij windturbines wordt ook nog rekening gehouden met de overheersende windrichting in Nederland. In alle gevallen geldt dat de rekenresultaten alleen correct zijn als de invoergegevens correct zijn; het is echter gebruikelijk dat de invoergegevens gerapporteerd worden zodat ze ook gecontroleerd kunnen worden.

De berekening van geluidniveaus van windturbines bij de m.e.r.-procedures houdt rekening met de effecten van bebouwing en ondergrond. In de rekenmodellen wordt ook de overheersende windrichting in Nederland meegenomen.

## A.9 Cumulatie en maskering van geluid

Naast het geluid dat windturbines produceren, hebben omwonenden te maken met verschillende bronnen van omgevingsgeluid. Zorgen over de 'interactie' tussen windturbinegeluid en andere geluidsbronnen zijn tweeledig. Enerzijds gaat het om de cumulatie van verschillende geluidsbronnen. Op het moment dat een bewoner reeds omgeven wordt door geluid van spoor- en wegverkeer, ervaart hij/zij dan meer of andere gezondheidseffecten van het extra geluid van windturbines? Anderzijds zijn inwoners in de stad bezorgd over het feit dat het geluid van windturbines overdag misschien gemaskeerd wordt door andere geluidbronnen, maar 's nachts niet.

Uit eerder Nederlands belevingsonderzoek bleek dat de hinder van geluid van wegverkeer en van turbines naast elkaar bestaan: het horen van één bron had geen invloed op het horen van de andere bron [40]. Dat gold zelfs voor wegverkeersgeluid met een niveau van 60 dB  $L_{den}$  (en windturbinegeluid minder dan 50 dB  $L_{den}$ ). Het ervaren van hinder van de ene bron had wel invloed op de hinder van de andere bron: meer hinder van wegverkeer hing samen met meer hinder van windturbines. Alleen bij de hoogste niveaus van wegverkeersgeluid in dat onderzoek (55 – 60 dB  $L_{den}$ ) werd het windturbinegeluid gemaskeerd, maar alleen als het windturbinegeluid zelf niet te hard was (35-40 dB  $L_{den}$ ). Bij lagere niveaus van wegverkeersgeluid of bij hogere niveaus van windturbinegeluid was het wegverkeer niet in staat het windturbinegeluid te maskeren. Het maskerende vermogen van wegverkeersgeluid is dus beperkt en treedt alleen op als het wegverkeer behoorlijk luid is en het windturbinegeluid betrekkelijk zacht. Vooral in de nacht zal maskering door stedelijk wegverkeer nauwelijks of geen rol spelen, maar mogelijk nog wel bij drukke (snel)wegen. Tegelijk blijkt echter ook dat hinder niet alleen een kwestie van geluidniveau is: wie weinig of niet gehinderd is door wegverkeer is ook weinig of niet gehinderd door windturbines. En wie wel meer gehinderd is door de ene bron, is dat ook door de andere bron. Dat gold bij alle voorkomende geluidniveaus. Bij spoorwegverkeer wijkt het geluid, sterker dan bij wegverkeer, af van het geluid van windturbines. Een belangrijk verschil is bijv. dat er bij spoorwegen stille perioden zijn tussen de treinpassages waarin geen sprake kan zijn van maskering.

Voor cumulatie van verschillende geluidbronnen bestaan regels om deze te berekenen. De regels (vervat in bijlage I van het Reken en Meetvoorschrift Geluid 2012) rekenen de hinder van afzonderlijke geluidbronnen om tot één bron die even hinderlijk is als alle bronnen bij elkaar [35]. De regels worden tot nog toe toegepast als het geluid de standaardwaarde overschrijdt: het gecumuleerde niveau wordt dan in de afweging betrokken. Bij windturbines kunnen ze dus worden toegepast als daar ook van een standaardwaarde sprake is. Daarnaast worden de cumulatierregels

ook in milieueffectrapportages gebruikt om de totale hinder van verschillende bronnen in beeld te brengen.

Specifiek bij windturbines is nog rekening gehouden met de aanwezigheid van meerdere windparken. Als er al een windpark in de omgeving is, kan voor een volgend windpark een lagere norm dan 47 dB  $L_{den}$ /41 dB  $L_{night}$  worden vastgesteld [5].

Windturbinegeluid wordt niet makkelijk gemaskeerd door andere bronnen. Bij spoorwegverkeer is geen (langdurige) maskering te verwachten, bij wegverkeer alleen als de weg druk is en de windturbines op grotere afstand staan (lager geluidniveau). Met cumulatie van geluidbronnen kan rekening worden gehouden door het toepassen van de systematiek voor cumulatie van bronnen. Dit heeft de expertgroep in paragraaf 3.6 van haar advies uitgewerkt.

## A.10 Aanwezigheid grote bevolkingsconcentraties

De zoekgebieden naar windturbines in Amsterdam bevinden zich aan de randen van de stad. In meerdere gevallen zijn de zoekgebieden gelokaliseerd op plekken nabij woonwijken, waar (relatief ten opzichte van andere plekken in Nederland waar momenteel windturbines staan) veel mensen wonen. Vanuit omwonenden en vanuit de klankbordgroep zijn zorgen geuit dat op deze plekken veel mensen last krijgen van de te verwachten gezondheidseffecten van windturbines. Ook hebben leden van de klankbordgroep aangegeven dat zij zich zorgen maken over het feit dat aan de randen van de stad over het algemeen mensen wonen die al last hebben van uiteenlopende problematiek. Voor deze omwonenden wegen de gezondheidseffecten van windturbines mogelijk 'extra' zwaar.

Of bewoners in een stedelijke omgeving eerder last zullen hebben van windturbines dan bewoners van het platteland is onduidelijk. Enerzijds verstoort een nieuwe geluidsbron op het platteland de stilte duidelijker dan in een stad, anderzijds is het voor stadsbewoners weer een geluid erbij terwijl er al zoveel geluid is.

In Zweeds onderzoek werd gevonden dat bewoners op het platteland meer hinder ondervonden van windturbinegeluid dan bewoners in stedelijke gebieden. In Nederlands onderzoek werd het tegendeel gevonden: bewoners in de stad rapporteerden juist meer hinder dan bewoners van het platteland (voor zover die niet bij een drukke weg woonden) [41].

Wel is duidelijk dat bij hogere bewoningsconcentraties een bepaald percentage (ernstig) gehinderden leidt tot een hoger aantal (ernstig) gehinderden. Daarom adviseert de expertgroep in de toepassing van de normen in het ruimtelijk beleid rekening te houden met de nabijheid van grote bewoningsconcentraties. De expertgroep adviseert om in afwachting van nieuwe landelijke normen daar te beginnen met de plaatsing van windturbines, waar het aantal omwonenden en de risico's van ernstige hinder beperkt zijn. In de project-m.e.r. voor de plaatsing van een windturbine kan het aantal ernstig gehinderden in beeld worden gebracht, zodat daar in de besluitvorming rekening mee gehouden kan worden.

De expertgroep adviseert de gezondheidseffecten van windturbines waar redelijkerwijs mogelijk te beperken. De geadviseerde standaardwaarde en grenswaarde gaan uit van percentages gehinderden. Wanneer windturbines nabij grote bevolkingsconcentraties geplaatst worden, stijgt logischerwijs het absolute aantal gehinderden. De expertgroep adviseert daar rekening mee te houden bij de selectie van locaties om windturbines te plaatsen. Nabij wijken met grote bevolkingsconcentraties geeft de expertgroep in overweging om vast te houden aan de standaardwaarde zodat het aantal ernstig gehinderden verder beperkt blijft.

## A.11 Gezondheidseffecten op kinderen

Voor omwonenden zijn de gezondheidseffecten van geluidshinder van windturbines in beeld gebracht – zonder dat er onderscheid naar leeftijd is gemaakt. Op dit moment is er geen onderzoek beschikbaar naar de effecten van windturbinegeluid op de gezondheid van kinderen. Bewoners in de stad zijn bezorgd dat de plaatsing van windturbines op termijn tot negatieve gezondheidseffecten bij kinderen in de omgeving kan leiden, terwijl hier op dit moment nog niets over bekend is. De zorgen worden gevoed door onderzoek naar andere geluidbronnen over de gezondheidseffecten van geluidsbelasting als verkeer en vliegverkeer. Dat onderzoek laat zien dat voor die geluidsbronnen specifieke gezondheidseffecten bij kinderen optreden.

Onderzoek naar geluidsbelasting van andere bronnen laat inderdaad zien dat kinderen gezondheidseffecten kunnen ondervinden van geluidbronnen. Dat blijkt uit onderzoek naar de gezondheidseffecten bij kinderen van geluid door weg- en vliegverkeer [42]. Uit dat onderzoek blijkt dat kinderen hinder ervaren van omgevingsgeluid, dat endocriene reacties (hogere adrenalineniveaus) optreden en er sprake is van slechtere leerprestaties (begrijpend lezen en geheugen) als gevolg van omgevingsgeluid. Dit onderzoek betreft echter situaties waarbij sprake is van hoge tot zéér hoge geluidbelasting (boven 55 dB  $L_{den}$ ). Dit geluidsniveau ligt aanzienlijk hoger dan de geluidbelasting van windturbines. Onderzoek leidt niet tot aanwijzingen dat kinderen gevoeliger zijn voor effecten (hinder en slaapverstoring) van omgevingsgeluid dan volwassenen [42, 43]. Er is daarmee geen aanleiding om voor kinderen aanvullende normen te stellen.

De expertgroep concludeert dat de in de aangehaalde literatuur gesignaleerde gezondheidseffecten (anders dan hinder) voor kinderen niet optreden bij de geluidsbelasting van windturbines volgens de voorgestelde normering. De voorgestelde geluidnormering beschermt kinderen minstens zo goed tegen de gezondheidseffecten van windturbines als andere leeftijdsgroepen. De expertgroep benadrukt dat locaties waar kinderen langdurig verblijven als kinderdagverblijven, buitenschoolse opvang en basisscholen ook worden beschouwd als geluidsgevoelige objecten.

De onderzoeken naar gezondheidseffecten van geluidshinder op kinderen betreffen situaties waarin sprake is van veel hogere geluidsniveaus dan voorkomen bij windturbines. Voor kinderen zijn geen specifiek andere gezondheidseffecten te verwachten dan andere leeftijdsgroepen. De expertgroep ziet geen aanleiding om voor kinderen strengere of andere regels te adviseren voor de geluidsbelasting door windturbines.



## A.12 Gezondheidseffecten op risicogroepen

Bij de klankbordgroep en bij inwoners van de stad bestaat de zorg dat bepaalde groepen omwonenden gevoeliger zijn voor de gezondheidseffecten van windturbines dan anderen. Gedacht kan worden aan onderscheid naar geslacht, leeftijd, opleidingsniveau en geestelijke of fysieke toestand. Er is onduidelijkheid of er voldoende onderzoek is gedaan naar de verschillen tussen deze groepen. Als er onderzoek beschikbaar is, zou de vervolgvraag zijn of dit in de normering dient te worden meegenomen.

In de vorige paragraaf zijn reeds de effecten op kinderen besproken. Geluidnormering in Nederland en internationaal is gebaseerd op het beschikbare onderzoek dat veelal onder de algemene bevolking is uitgevoerd. Risicogroepen vormen onderdeel van de onderzoekspopulaties, maar zijn dus nog weinig specifiek onderzocht. Uit de verrichte onderzoeken is geen of een zeer gering onderscheid gebleken naar geslacht, leeftijd, opleidingsniveau, of lichamelijke toestand [44, 45]. Het is daarom niet mogelijk voor de expertgroep om aanvullende of andere regels te formuleren voor risicogroepen. Wel is duidelijk dat individuele geluidgevoeligheid en bezorgdheid over de geluidbron een grote invloed hebben op de ervaren hinder. Het betreft echter niet een aanwijsbare groep in de bevolking.

Er is weinig onderzoek beschikbaar naar de invloed van omgevingsgeluid op kwetsbare en risicogroepen. Dit geldt niet alleen voor windturbines, maar voor geluidbronnen in het algemeen. Onderzoekers pleiten dan ook voor meer onderzoek op dit terrein [46].

Aangezien er onvoldoende onderzoek is naar de effecten op bepaalde (risico)groepen van omgevingsgeluid in het algemeen en windturbines in het bijzonder kan de expertgroep geen strengere of andere regels adviseren voor de gezondheidseffecten van windturbines voor mogelijke risicogroepen.

## A.13 Volkstuinen

Er leven in de stad veel zorgen dat windturbines mogelijk worden geplaatst nabij volkstuinen. Een behoorlijk aantal inwoners van Amsterdam met een volkstuin zou een aanzienlijk deel van het jaar in en rond hun tuinhuisjes verblijven. In de normering voor windturbines worden volkstuinen niet meegenomen als geluidsgevoelige objecten. Deze volkstuinen kunnen te maken krijgen met een hogere geluidbelasting. Daardoor kunnen bij deze bewoners gezondheidseffecten optreden.

Inderdaad gelden volkstuinen in de Wet Milieubeheer niet als geluidsgevoelige objecten. De expertgroep acht het niet goed te rechtvaardigen om voor windturbines een uitzondering te maken en volkstuinen wel als geluidsgevoelig object te beschouwen. Zij bevinden zich nu vaak op locaties, waar door de contouren van andere geluidsbronnen geen woningbouw kan plaatsvinden [47]. Deze tuinen worden veelal dus al ver boven de standaard- of zelfs grenswaarden belast. Het geluid van windturbines zal in deze situaties niet bijdragen aan een verhoging van het totale geluidsniveau, hoewel dat (extra) hinder vanwege de windturbines niet uitsluit. Wel adviseert de expertgroep de gemeente in haar ruimtelijk beleid rekening te houden met de nabijheid van volkstuinen en ze ook mee te nemen bij het vaststellen van omgevingseffecten in de project-m.e.r.

Net als bij andere geluidsbronnen gelden volkstuinten niet als geluidsgevoelige objecten in de zin van de Wet Milieubeheer. Zij bevinden zich veelal al in de geluidscontouren van andere geluidsbronnen – zelfs tot boven de maximale ontheffingswaarde. De expertgroep adviseert om volkstuinten wel mee te nemen in de ruimtelijke afweging (zie hoofdstuk 3) en de project-m.e.r.

## A.14 Klimaatverandering

Vanuit de klankbordgroep is ook aandacht gevraagd voor de gezondheidseffecten van klimaatverandering. De windturbines worden geplaatst in het kader van het Klimaatakkoord. Daarin is afgesproken om de uitstoot van CO<sub>2</sub> tegen te gaan door duurzame energie op te wekken. Indien de opwarming van het klimaat geen halt wordt toegevoerd, heeft dat ook effect op de volksgezondheid.

De expertgroep onderschrijft dat de plaatsing van windturbines in Amsterdam past in het bredere perspectief van de internationale klimaatafspraken in het Verdrag van Parijs en het Nederlandse Klimaatakkoord. In het Klimaatakkoord is afgesproken om in 2030 88 TWh duurzame elektriciteit op te wekken, waarvan 35 TWh op land. De plannen hiervoor zijn uitgewerkt in de Regionale Energiestrategieën, waaronder die van Noord-Holland Zuid. Het voornemen in Amsterdam windturbines te plaatsen past in dit perspectief.

De klimaatopwarming heeft ongetwijfeld ingrijpende effecten voor het leven op aard en ook de gezondheid van mensen. De vraag naar de aard van deze volksgezondheidseffecten ligt echter buiten de scope van de vraag aan de expertgroep en is niet meegenomen in dit advies. Wel heeft de expertgroep in haar advies meegenomen dat bij de plaatsing van windturbines gezondheidseffecten moeten worden afgewogen tegen andere maatschappelijke belangen, zoals de klimaatdoelstellingen.

De expertgroep onderkent dat de plaatsing van windturbines past binnen de afspraken uit het Klimaatakkoord om de opwarming van het klimaat tegen te gaan. De opwarming van de aarde heeft ongetwijfeld gezondheidseffecten, maar deze vallen buiten de scope van de vraag aan de expertgroep. Wel benadrukt de expertgroep dat de gezondheidseffecten van de plaatsing van windturbines moet worden afgewogen tegen andere maatschappelijke en gezondheidsbelangen, zoals het tegen gaan van de opwarming van het klimaat.

## A.15 Vrijkomen stoffen door slijtage windturbines

Tot slot is aandacht gevraagd voor het vrijkomen van stoffen door slijtage en erosie van (onderdelen van) windturbines. Er is met name gewezen op de mogelijke risico's van microplastics en Bisfenol A die door erosie van de wieken in het milieu terecht kunnen komen.

Bisfenol A (BPA) is één van de meest geproduceerde chemische stoffen ter wereld en wordt gebruikt voor het maken van kunststoffen. Bij de productie van zo'n kunststof blijft vaak een kleine hoeveelheid BPA achter. Daardoor komt BPA voor in veel plastic producten, zoals bouwmaterialen, elektronica, plastic flessen en speelgoed. Ook wordt het gebruikt in verpakkingsmateriaal van voedsel

zoals hard plastic flessen en blikjes. Bij de productie van de rotorbladen van windturbines kan een kleine hoeveelheid BPA achterblijven in de kern van de rotorbladen. Het kan vrijkomen, wanneer de coating van windturbines na een aantal jaren gebruik wordt aangetast. Er is over dit effect nog niet veel onderzoek beschikbaar.

Het ministerie van economische zaken heeft het RIVM in 2021 opdracht gegeven om een quickscan uit te voeren naar de impact van (de milieu-emissies van) de stoffen die in de levenscyclus van windturbines op zee worden gebruikt. De focus ligt op windturbines op zee omdat erosie een groter probleem is onder mariene omstandigheden. De quickscan beperkt zich niet tot microplastics en BPA, maar omvat alle mogelijke emissies van stoffen die vrij kunnen komen tijdens de hele levenscyclus van een windturbine. Afhankelijk van de uitkomsten wordt het onderzoek uitgebreid naar windturbines op land en zal gericht vervolgonderzoek worden gestart. Ook wordt een risicoanalyse overwogen. Zo'n analyse geeft inzicht of het vrijkomen van stoffen in het milieu kan leiden tot negatieve gezondheidseffecten voor mens en/of dier. De expertgroep adviseert de uitkomsten van de quickscan en het vervolgproces te betrekken bij de voorschriften die aan windturbines worden gesteld.

Er is nog weinig onderzoek gedaan naar de risico's dat microplastics van windturbines in het milieu terecht komen en de gezondheidseffecten daarvan. Het RIVM verricht hiernaar momenteel een quickscan. De expertgroep adviseert de uitkomsten van deze quickscan goed te volgen en zo nodig te betrekken bij de beheervoorschriften voor windturbines.

# / B Reflectie Prof. Dr. A. Knottnerus

## B.1 Reflectie Knottnerus

**Reflectie naar aanleiding van de conceptversie van het 'Advies expertgroep gezondheidseffecten windturbines' d.d. 28 februari 2022** - Prof. Dr. André Knottnerus

### ***Verantwoording***

De door de gemeente Amsterdam ingestelde expertgroep gezondheidseffecten windturbines heeft mij verzocht op zijn conceptadvies feedback te geven. Gezien de korte reactietijd moet ik mij beperken tot hetgeen door de expertgroep is gerapporteerd en richt ik mij op hoofdlijnen van de rapportage en aanbevelingen. Dat betekent ook dat ik met betrekking tot dit wetenschappelijk en beleidsmatig complexe onderwerp geen nadere (literatuur)studie of verkenning heb kunnen verrichten.

Als het gaat om eventuele nadere studie is het van belang dat, zoals ook het conceptadvies vermeldt, het coalitieakkoord 2021 – 2025 aankondigt dat er “heldere afstandsnormen voor de bouw van windmolens op land” komen; dat ingenieursbureau Arcadis in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat een strategische milieueffectrapportage (plan-m.e.r.) opstelt; en dat de procedures om eventuele afstandsnormen bij wet vast te stellen anderhalf tot twee jaar kunnen duren. Het lijkt mij dan, gezien het belang van een brede multidisciplinaire benadering van deze complexe thematiek, in het belang van niet alleen het nationale maar ook het lokale beleid dat het kabinet hierover ook advies vraagt aan de Gezondheidsraad. Deze heeft immers tot taak om op basis van de stand van wetenschap aan regering en parlement advies uit te brengen over volksgezondheidskwesties, inclusief de relatie tussen gezondheid en leefomgeving. Dit adviesverzoek zou snel moeten worden gedaan, zodat de behandeling hiervan parallel kan lopen aan het landelijke en het Amsterdamse traject, zonder vertraging wat betreft de energietransitie.

### ***Algemene aanpak***

In verhouding tot de korte periode die de expertgroep ter beschikking stond is veelomvattend en belangrijk werk verricht, waarbij ook veel aandacht is besteed aan door bewoners ingebrachte zorgen en vragen. Gegeven het krappe tijdsbeslag heeft de expertgroep zich begrijpelijkerwijs gebaseerd op gezaghebbende nationale en internationale rapporten en reviews. Aanvullend wetenschappelijk onderzoek alsmede checks en analyses van alle oorspronkelijke brongegevens van de aan de gebruikte rapporten en reviews ten grondslag liggende primaire studies behoorden niet tot de mogelijkheden. De expertgroep is van oordeel dat de internationale stand van kennis over de gezondheidseffecten van geluidsbelasting door windturbines, zoals gevalideerd en gereviewd door nationale en internationale adviesinstanties, weliswaar laat zien dat op onderdelen nader onderzoek gewenst is, maar toereikend is om advies aan de gemeente te kunnen uitbrengen. Een advies door de Gezondheidsraad zoals door mij voorgesteld – bij voorkeur in afstemming met het Planbureau voor de Leefomgeving, de Raad voor de leefomgeving en infrastructuur en het RIVM - kan hierop een belangrijke aanvulling vormen wat betreft de nog vast te stellen landelijke normen.

Aan de hand van genoemde rapporten en reviews heeft de expertgroep de stand van wetenschap over blootstelling, gezondheidseffecten, bestaande normeringssystematieken en advieswaarden naar beste kunnen weergegeven en beoordeeld. Aansluitend heeft de expertgroep aanbevelingen gedaan over te hanteren normen en beschermingsniveaus, aanvullende voor de gezondheid relevante onderwerpen of aandachtspunten, en monitoring.

### **Beperkingen**

Het voorgaande houdt in dat het voorliggende conceptrapport onontkoombaar te maken heeft met de beperkingen van tot nu verricht en beschikbaar wetenschappelijk onderzoek en de op grond daarvan verrichte reviews en kennissyntheses. Deze beperkingen betreffen met name:

- *(Nog) onvoldoende of niet onderzochte aspecten.* Zo zijn de onderzoeksresultaten inzake de mogelijke impact van het geluidsniveau van windturbines voor sommige mogelijke gezondheidseffecten (zoals ervaren geluidshinder) eenduidiger dan voor andere (zoals slaapverstoring); zijn de effecten in bepaalde (risico)groepen nog weinig specifiek onderzocht; en is zeer weinig onderzoek gedaan naar het voorkómen van het hinderlijke ritmische karakter van windturbinegeluid. Daarbij moet duidelijk gemaakt worden of het ontbreken van aanwijzingen voor relevante effecten is vastgesteld door middel van gedegen onderzoek, dan wel het gevolg is van het ontbreken van (gedegen) onderzoek. Dat onderscheid is in het conceptrapport meestal gemaakt, maar zou mijns inziens per type blootstelling en mogelijk effect meer systematisch kunnen worden aangegeven.

*Methodologische beperkingen.* Deze zijn voor een belangrijk deel inherent aan dit onderzoeksgebied. Zo is, zoals ook in het rapport aangegeven, de in het geneesmiddelenonderzoek gebruikelijke - bij voorkeur geblindeerde - randomised controlled trial bij het onderzoeken van de gezondheidseffecten van windturbines niet mogelijk of niet haalbaar vanwege methodologische, ethische en praktische bezwaren. Daarom worden in de regel vormen van observationeel onderzoek gehanteerd (zoals cohortonderzoek, cross-sectioneel onderzoek, surveys, en casestudies). Deze zijn in te delen naar mate van bewijskracht en kennen specifieke beperkingen wat betreft te trekken conclusies ten aanzien van bijvoorbeeld causaliteit en effectiviteit.

Voorts kan er spanning bestaan tussen wat men onderzoeksmethodologisch gezien het liefst zou willen, namelijk het afwachten van de resultaten van langjarig follow-up onderzoek naar eventuele langetermijneffecten van recent beschikbaar gekomen technologieën, en het met voortvarendheid realiseren van de energietransitie. Mogelijke maar specifiek te onderbouwen opties zijn dan het gebruiken van – altijd met een bepaalde mate van onzekerheid gepaard gaande - intermediaire uitkomsten; passende modellering; en nauwgezette systematische monitoring ten behoeve van handhaving en het kunnen opsporen van eventuele langetermijneffecten in de implementatiefase, met beleidsaanpassing indien de bevindingen daartoe aanleiding geven. Terecht adviseert de expertgroep positief over het realiseren van dergelijke monitoring, die dan niet beperkt moet worden tot naleving van gestelde normen maar ook aandacht moet besteden aan de zorgen van omwonenden.

Geconstateerde kennishiaten en methodologische tekorten in het onderzoek zouden moeten leiden tot daarop gericht nieuw of beter onderzoek en verdere methodologie-ontwikkeling. De expertgroep doet hiervoor op diverse plaatsen aanbevelingen. Ik adviseer deze aanbevelingen in een aparte paragraaf bijeen te brengen en te presenteren als relevante input voor onderzoeksprogrammering.

### **Bijzondere uitdagingen**

Ik zou naar aanleiding van het voorliggende conceptadvies nog twee bijzondere uitdagingen willen benadrukken.

- *Cumulatie van blootstellingen.* Beoordeling van en advisering over cumulatieve effecten vormen niet alleen een - zoals de expertgroep ook aangeeft - methodologisch complex onderwerp, maar zijn ook van belang om te kunnen komen tot een eerlijke verdeling lusten en lasten. Denk daarbij aan te maken afwegingen wat betreft plaatsing van turbines in woongebieden

waar sprake is van meer dan wel minder vooraf bestaande gezondheidsrelevante blootstellingen, of van een relatief lage dan wel hoge ervaren gezondheid en gezonde levensverwachting dan wel leefomgevingskwaliteit.

- *Vergelijking met andere technologieën.* Beleidsmatig relevant is ook het kunnen vergelijken van de mogelijke korte- en langetermijn volksgezondheidseffecten van windturbines met die van fossiele energieproductie of van andere duurzame technologieën dan windturbines. Dergelijke vergelijkingen vielen buiten de scope van de vraag aan de expertgroep, maar in zijn advies is meegenomen dat de gezondheidseffecten van de plaatsing van windturbines moeten worden afgewogen tegen andere maatschappelijke belangen, zoals het halen van de klimaatdoelstellingen. Dit punt hoort zeker onderdeel te zijn van bredere - ook nationale - advisering en beleidsvorming.

### **De aanbevelingen**

De expertgroep beantwoordt met zijn aanbevelingen de door de gemeente gestelde vragen over te hanteren normen en beschermingsniveaus, aanvullende voor de gezondheid relevante onderwerpen of aandachtspunten, en monitoring. Daarbij merk ik het volgende op.

- De expertgroep stelt naar mijn oordeel op goede gronden voor om te kiezen voor blootstellingsnormering in plaats van afstandsnormering.
- De expertgroep pleit in zijn aanbevelingen voor behoedzaamheid. Dat is terecht gezien de nog bestaande kennishiaten, methodologische beperkingen, en onzekerheden. Deze inzet wordt geconcretiseerd in de aanbevelingen met betrekking tot standaard- en grenswaarden. Daarbij is het, zoals ook de expertgroep aangeeft, uiteindelijk een politiek-bestuurlijke afweging waar men, gegeven de door de expertgroep gerapporteerde dosis-effectrelaties, de afkappunten kiest voor maximaal aanvaardbare gezondheidseffecten in relatie tot de energietransitie en het gewenste tempo daarvan.
- Wat mij betreft zou het verschil tussen standaardwaarde en grenswaarde nog wat helderder kunnen worden uitgelegd, ook wat betreft precieze beleidsmatige implicaties van dat verschil. Ook zou de keuze voor de standaardwaarde 42 nog uitgebreider gemotiveerd kunnen worden.
- De expertgroep maakt relevante aanvullende opmerkingen en aanbevelingen naar aanleiding van de vraagstellingen 2 en 3. Ook daaruit blijkt de inzet op 'behoedzaamheid'. Ik kan mij in hoofdlijnen in deze punten vinden, met inachtneming van de opmerkingen die ik maakte onder de kopjes Beperkingen en Bijzondere uitdagingen.
- Gegeven de geldende beperkingen en onzekerheden kan ook bij de geadviseerde behoedzame normering niet op voorhand worden uitgesloten dat de nationale herijking van normen zoals die is in gang is, tot nog strengere (of - wat in theorie ook denkbaar is - minder strenge) normering leidt dan de door de expertgroep als vooralsnog te hanteren voorgestelde normen. Het is dan, in lijn met wat de expertgroep bepleit, van belang dat het beleid dat de gemeente daarop vooruitlopend voert qua voorbereiding en implementatie flexibel is en ruimte houdt voor tijdige aanpassingen. Het is verstandig daarmee rekening houden in de te maken afspraken met bestuurlijke, maatschappelijke en private partners, ook in contractuele zin. Dat vraagt een 'parallele-sporen' aanpak met goede afstemming tussen lokaal en nationaal beleid. In dat kader kan ik mij voorstellen dat de door de expertgroep voorgestelde waarden vooralsnog gezien worden als richtsnoer waaronder men zo laag mogelijk wil uitkomen zolang het landelijk normkader nog niet beschikbaar is.

### **Het proces**

Ten slotte maak ik een tweetal opmerkingen naar aanleiding van het adviesproces.

- De gemeente Amsterdam heeft gekozen voor het samenstellen van de expertgroep op basis van nominaties vanuit diverse betrokken velden. Zo'n procedure kan behulpzaam zijn om een breed gedragen constructief proces te bevorderen. Dit kan er echter ook toe leiden dat genomineerde personen op de een of andere wijze vooraf al betrokken of belanghebbend zijn, dan wel in dit verband relevante (project)financiering hebben ontvangen. Uit een oogpunt van publieke transparantie is het wenselijk dat dergelijke eventuele betrokkenheden en belangen door allen die volledig of gedeeltelijk in het adviestraject hebben geparticipeerd in het advies worden gerapporteerd.
- De expertgroep zou kunnen overwegen aanvullend nog een externe review van het conceptadvies te laten verrichten door een onafhankelijke topexpert op het gebied van environmental health. Dit mede gezien de in hoofdstuk 1 - in relatie tot het kort voor de datering van het voorliggende conceptadvies terugtreden van een lid van de expertgroep – gerapporteerde gedachtewisseling binnen de expertgroep over de aan milieugezondheidskundig onderzoek en de beoordeling daarvan te stellen eisen.

---

### *Belangenverklaring van Prof. Dr. André. Knottnerus*

Ik heb wat betreft het onderwerp van het voorliggende conceptadvies geen onderzoeksbelangen, noch financieringsbronnen dan wel persoonlijke financiële belangen. Ook heb ik geen samenwerkingsrelatie met de auteurs van voorliggend conceptadvies, en geen betrokkenheid bij de aan dit adviestraject ten grondslag liggende discussie te Amsterdam noch bij de landelijke discussie over het onderwerp gezondheidseffecten van windturbines.

## **B.2 Reactie Expertgroep op reflectie Knottnerus**

De expertgroep is Prof. Dr. Knottnerus erkentelijk voor zijn reflectie naar aanleiding van haar concept-advies. Hij toont zich gevoelig voor de context van de vragen aan de expertgroep, waarbij een situatie waarbij tijdelijk geen landelijke normen gelden moet worden overbrugd en waarbij in een lokale context in enkele maanden tijd op basis van beschikbare inzichten en expertise een advies geformuleerd moet worden. Tegelijkertijd stelt hij fundamentele vragen, die bij de uitwerking van landelijke normen een plek moeten krijgen.

De expertgroep heeft de reflectie van Prof. Dr. Knottnerus verwerkt in haar advies:

1. In § 3.2 is een uitgebreide passage opgenomen over het overbruggingskarakter van de geadviseerde normering in afwachting van nieuwe landelijke normering. Daarbij is een pleidooi opgenomen voor advisering door de Gezondheidsraad – in afstemming met het PBL, de RLI en het RIM. Daarnaast is een agenda opgenomen van thema's waarin nader verdiepend onderzoek bij kan dragen aan aanvullend inzicht in de gezondheidseffecten van windturbines.
2. In §3.3 is de systematiek van standaard- en grenswaarden nader toegelicht en is tevens aangegeven waarom de expertgroep een standaardwaarde van 42 dB  $L_{den}$  adviseert.
3. In bijlage A is zoveel mogelijk aangegeven, of onhelderheid over gezondheidseffecten te maken heeft met kennishiaten als gevolg van ontbrekend onderzoek. Deze hiaten kunnen worden ingevuld door het onderzoek in de op te stellen onderzoeksagenda.
4. In bijlage A is een verband aangebracht tussen het stedelijk karakter van het adviesgebied (Amsterdam) en de impact van geluidsbelasting door windturbines op de gezondheid en dat dit

afweging verdient ten opzichte van de gezondheidseffecten van de klimaatopwarming. Prof. Dr. Knottnerus geeft aan dat de inpassing van een windturbine geen geïsoleerde activiteit is die los gezien kan worden van de overige ruimte waarin wij wonen en werken, en de grotere opgave om de klimaatdoelstellingen te realiseren. Bij de afweging van de effecten van de plaatsing op de gezondheid en het welzijn van omwonenden heeft de expertgroep de cumulatie van geluid door andere geluidbronnen betrokken. Het was niet mogelijk om de interactie met andere factoren in de leefomgeving die de gezondheid van inwoners bepalen een plaats te geven, zoals sociaal-economische gezondheidsverschillen. Dit vergt een omvattende analyse en ligt buiten de scope van de opdracht aan de expertgroep.

5. In bijlage D is een overzicht opgenomen van de belangen van de leden van de expertgroep en de medewerkers van het secretariaat.
6. De expertgroep heeft Prof. Dr. Knottnerus gevraagd om een medische reflectie op haar advies uit te voeren omdat door het terugtrekken van de heer Bijl er geen specifieke medische expertise meer in de expertgroep aanwezig was. Binnen de expertgroep zaten vooral senior-experts met milieugezondheids-kundige expertise. De expertgroep heeft derhalve afgezien van een aanvullende milieugezondheidskundige reflectie zoals door Prof. Dr. Knottnerus voorgesteld.



# / C Overzicht separate bijlagen

Hieronder is een overzicht opgenomen van alle separate bijlagen, zoals de verslagen van de bijeenkomsten van de expertgroep, die op de website van de gemeente Amsterdam zijn gepubliceerd.

## **Opdracht expertgroep**

1. Oorspronkelijke opdracht expertgroep gezondheidseffecten windturbines, 25 oktober 2021
2. Raadsinformatiebrief instelling en samenstelling expertgroep, 11 november 2021
3. Aangepaste opdracht expertgroep gezondheidseffecten windturbines, 21 januari 2022
4. Plan van aanpak expertgroep windturbines gezondheidseffecten, 19 november 2021

## **Verslagen vergaderingen expertgroep**

5. Verslag 1<sup>e</sup> vergadering expertgroep gezondheidseffecten windturbines, 25 november 2021
6. Verslag 2<sup>e</sup> vergadering expertgroep gezondheidseffecten windturbines, 7 december 2021
7. Verslag 3<sup>e</sup> vergadering expertgroep gezondheidseffecten windturbines, 21 december 2021
8. Verslag ontmoeting expertgroep en klankbordgroep, 19 januari 2022
9. Verslag 4<sup>e</sup> vergadering expertgroep gezondheidseffecten windturbines, 19 januari 2022
10. Verslag 5<sup>e</sup> vergadering expertgroep gezondheidseffecten windturbines, 3 februari 2022
11. Verslag 6<sup>e</sup> vergadering expertgroep gezondheidseffecten windturbines, 18 februari 2022
12. Verslag 7<sup>e</sup> vergadering expertgroep gezondheidseffecten windturbines, 4 maart 2022
13. Verslag 8<sup>e</sup> vergadering expertgroep gezondheidseffecten windturbines, 15 maart 2022
14. Verslag 9<sup>e</sup> vergadering expertgroep gezondheidseffecten windturbines, 18 maart 2022
15. Verslag 10<sup>e</sup> vergadering expertgroep gezondheidseffecten windturbines, 23 maart 2022
16. Verslag bespreking concept-advies met resterende klankbordgroepleden, 30 maart 2022
17. Verslag 11<sup>e</sup> vergadering expertgroep gezondheidseffecten windturbines, 1 april 2022

## **Verslagen vergaderingen klankbordgroep**

18. Verslag 1<sup>e</sup> vergadering klankbordgroep gezondheidseffecten windturbines, 23 november 2021
19. Verslag 2<sup>e</sup> vergadering klankbordgroep gezondheidseffecten windturbines, 2 december 2021
20. Verslag 3<sup>e</sup> vergadering klankbordgroep gezondheidseffecten windturbines, 13 december 2021
21. Verslag 4<sup>e</sup> vergadering klankbordgroep gezondheidseffecten windturbines, 24 januari 2022
22. Verslag 5<sup>e</sup> vergadering klankbordgroep gezondheidseffecten windturbines, 21 februari 2022

## **Bijlagen behorend bij het proces**

23. Procesbeschrijving advies, 1 april 2022
24. Brief klankbordgroeplid over gespreksnotitie 19 november en rol secretariaat, 11 december 2021
25. Memo secretariaat over gespreksnotitie 19 november en rol in expertgroep, 13 december 2021
26. Reactie expertgroep op afwegingskader gemeente, 15 december 2021
27. Brief klankbordgroep aan expertgroep, 15 december 2021
28. Reactie expertgroep op brief klankbordgroep, 23 december 2021
29. Overzicht vragen van klankbordgroep aan expertgroep, 12 januari 2022
30. Brief klankbordgroep aan expertgroep, 1 februari 2022
31. Reactie expertgroep op brief klankbordgroep, 7 februari 2022
32. Brief de heer Bijl over uittreden expertgroep, 18 februari 2022
33. Reactie expertgroep op uittreden de heer Bijl, 18 februari 2022
34. Brief 10 klankbordgroepleden over uittreden klankbordgroep, 14 maart 2022

# / D Verklaringen omtrent belangen

De expertgroep heeft de belangen van haar leden en de medewerkers van het secretariaat in beeld gebracht volgens een format dat vaker wordt gehanteerd bij dit soort organen of commissies. Daarbij is aandacht besteed aan persoonlijke financiële belangen, belangen in de sfeer van onderzoeksfinanciering, relationele belangen, en reputatiebelangen. Hieronder zijn de relevante belangen per expert en medewerker vermeld.

## Leden van de expertgroep

### **Prof. N. Koeman**

De heer Koeman heeft wat betreft het onderwerp van het voorliggende advies geen onderzoeksbelangen, noch financieringsbronnen dan wel persoonlijke financiële belangen. Ook heeft hij geen samenwerkingsrelatie met de auteurs van in dit advies aangehaalde onderzoeken en reviews anders dan in het verband van deze expertgroep. Hij heeft geen betrokkenheid bij de aan dit adviestraject ten grondslag liggende discussie te Amsterdam noch bij de landelijke discussie over het onderwerp gezondheidseffecten van windturbines.

### **De heer O. Breugelmans**

De heer Breugelmans heeft wat betreft het onderwerp van het voorliggende advies geen onderzoeksbelangen, noch financieringsbronnen dan wel persoonlijke financiële belangen. De heer Breugelmans is werkzaam bij de GGD Amsterdam. De GGD heeft op basis van de Wet Publieke Gezondheid de opdracht de gemeente te adviseren over gezondheidseffecten van ruimtelijke maatregelen. Vanuit zijn functie is betrokken bij het Expertisepunt Windenergie van het RIVM. Verder is de heer Breugelmans lid van de begeleidingsgroep Programmatisch aanpak meten vliegtuiggeluid van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Hij draagt zijn vergoeding af aan de GGD.

### **De heer F. van den Berg**

De heer van den Berg heeft wat betreft het onderwerp van het voorliggende advies geen onderzoeksbelangen, noch financieringsbronnen dan wel persoonlijke financiële belangen. Wel is de heer van den Berg lid van de lokale coöperatie Duurzaam Winsum, waarvan hij zijn stroom betreft. De heer van den Berg heeft namens het RIVM de in dit advies aangehaalde review van onderzoeken naar gezondheidseffecten van windturbines voor de Zwitserse overheid uitgevoerd. Hij heeft geen betrokkenheid bij de aan dit adviestraject ten grondslag liggende discussie te Amsterdam.

### **De heer D. Bijl**

De heer Bijl heeft ook een belangenformulier ingevuld. Dit is hier niet opgenomen, omdat de heer Bijl doordat hij zich heeft teruggetrokken uit de expertgroep geen verantwoordelijkheid draagt voor dit advies.

## Medewerkers van het secretariaat

### **De heer B. Teulings**

De heer Teulings heeft wat betreft het onderwerp van het voorliggende advies geen persoonlijke financiële belangen, onderzoeksbelangen, noch financieringsbronnen. Wel participeert de heer

Teulings voor een klein deel van zijn bezit (2%) in een windturbinepark in het zuiden van het land. De heer Teulings heeft geen samenwerkingsrelatie met de coauteurs van voorliggend advies buiten het werk van deze expertgroep. Hij heeft geen betrokkenheid bij de aan dit adviestraject ten grondslag liggende discussie te Amsterdam noch bij de landelijke discussie over het onderwerp gezondheidseffecten van windturbines. De heer Teulings kent als collega bij AEF de heer Van Poelgeest, die voorheen wethouder is geweest bij de gemeente Amsterdam. De heer Van Poelgeest is niet betrokken bij de ondersteuning van de expertgroep vanuit AEF.

#### **De heer J. van Leeuwen**

De heer van Leeuwen heeft wat betreft het onderwerp van het voorliggende advies geen onderzoeksbelangen, noch financieringsbronnen dan wel persoonlijke financiële belangen. Ook heeft hij geen samenwerkingsrelatie met de coauteurs van voorliggend advies, buiten het werk voor deze expertgroep. Hij heeft geen betrokkenheid bij de aan dit adviestraject ten grondslag liggende discussie te Amsterdam noch bij de landelijke discussie over het onderwerp gezondheidseffecten van windturbines. De heer van Leeuwen kent als collega bij AEF de heer Van Poelgeest, die voorheen wethouder is geweest bij de gemeente Amsterdam. De heer Van Poelgeest is niet betrokken bij de ondersteuning van de expertgroep vanuit AEF.

## / E Literatuur

- [1] Gemeente Amsterdam. *Aangepaste opdracht voorzitter Expertgroep Gezondheid*. 20 januari 2022.
- [2] Brief Dick Bijl uittreden expertgroep, 17 februari 2022
- [3] D. Bijl. *Gezondheidseffecten van windturbinegeluid: Analyse RIVM-rapporten*. 2021.
- [4] Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). *Reactie RIVM op het evaluatierapport van Bijl*. 3 november 2021.
- [5] Nederlandse overheid. *Besluit van 19 oktober 2007, houdende algemene regels voor inrichtingen milieubeheer*. Artikel 3.14a lid 1. Geraadpleegd van <https://wetten.overheid.nl/BWBR0022762>.
- [6] Nederlandse overheid. *Regeling van de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 9 november 2007, houdende algemene regels voor inrichtingen milieubeheer*. Geraadpleegd van <https://wetten.overheid.nl/BWBR0022830>.
- [7] S.A. Janssen, H. Vos en A.R. Eisses. *Hinder door geluid van windturbines. Dosis-effectrelaties op basis van Nederlandse en Zweedse gegevens*. TNO, 2008.
- [8] H. Miedema en C. Oudshoorn. *Annoyance from transportation noise: Relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals*. Environmental Health Persp., 2001
- [9] C. Groothuis-Oudshoorn en H. Miedema. *Multilevel grouped regression for analyzing self-reported health in relation to environmental factors: The model and its application*. Biometrical J., 2006.
- [10] E. Verheijen et al. *Evaluatie nieuwe normstelling windturbinegeluid. Invloed van verschillende grenswaarde op blootstelling, hinder en mogelijkheden ontwikkelingslocaties*. RIVM, 2009.
- [11] Afdeling bestuursrechtspraak Raad van State. *Uitspraak E03.95 1961*. 24 oktober 1996.
- [12] J. Pohl, F. Faul, R. Mausfeld. *Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen*. Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 1999.
- [13] World Health Organization (WHO). *Environmental Noise Guidelines for the European Union*. 2018.
- [14] World Health Organization (WHO). *Noise and Health Evidence Reviews*. 2018.
- [15] D. Welkers ea. *Motie Schonis en de WHO-richtlijnen voor omgevingsgeluid*. 2018.
- [16] Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. *Gezondheidseffecten van windturbinegeluid. Rapport 2020-0214*. RIVM, 2021
- [17] F. van den Berg en I. van Kamp. *Health effects related to wind turbine sound. Commission by the Swiss Federal Office for the Environment*. 2017
- [18] I. van Kamp en F. van den Berg. *Health effects related to wind turbine sound, including low-frequency sound and infrasound*. Acoustics Australia, 2018
- [19] Afdeling bestuursrechtspraak Raad van State. *Uitspraak 202003882/1/R3*. 20 juni 2021.
- [20] Raadsadres Gezondheidseffecten en Windturbines. 29 maart 2021. Geraadpleegd van [https://amsterdam.raadsinformatie.nl/document/9947347/1/Raadsadres gezondheidseffecten windturbines definitief 29-03-2021](https://amsterdam.raadsinformatie.nl/document/9947347/1/Raadsadres%20gezondheidseffecten%20windturbines%20definitief%2029-03-2021).
- [21] Aanvullend raadsadres Gezondheidseffecten en Windturbines. 18 mei 2021. Geraadpleegd van [https://amsterdam.raadsinformatie.nl/document/10163036/1/Raadsadres gezondheidseffecten windturbines nav nieuw RIVM-rapport 12-5](https://amsterdam.raadsinformatie.nl/document/10163036/1/Raadsadres%20gezondheidseffecten%20windturbines%20nav%20nieuw%20RIVM-rapport%2012-5).
- [22] Raadsadres reactie op antwoordbrief van wethouders Van Doornick en Kukenheim over gezondheidseffecten windturbines. 24 mei 2021. Geraadpleegd van [https://amsterdam.raadsinformatie.nl/document/10171794/1/Bijlage Reactie op beantwoording raadsadres gezondheidseffecten van windturbines](https://amsterdam.raadsinformatie.nl/document/10171794/1/Bijlage%20Reactie%20op%20beantwoording%20raadsadres%20gezondheidseffecten%20van%20windturbines).
- [23] Gemeente Amsterdam. *Signalen uit de stad. Afwegingskader windturbines Amsterdam*. 31 januari 2022. Geraadpleegd van <https://www.amsterdam.nl/wonen-leefomgeving/duurzaam-amsterdam/windmolens-amsterdam/reflectiefase/>

- [24] Nederlandse overheid. Coalitieakkoord: Omzien naar elkaar, vooruitkijken naar de toekomst. 15 december 2021.
- [25] S. Erkens en R. Leijten. Kamerstuk 23813, nr. 713, Tweede Kamer der Staten-Generaal. 15 juni 2021.
- [26] Nederlandse overheid. Handreiking Industrielawaai en Vergunningverlening. 1998.
- [27] Belgische Hoge Gezondheidsraad. Public health effects of siting and operating onshore wind turbines. HGR Advies nr. 8738. 2013
- [28] Wet Milieubeheer, 13 juni 1979. Artikel 11.2 lid 1. Geraadpleegd van <https://wetten.overheid.nl/BWBR0003245>.
- [29] F. van den Berg. Notitie. Maken Grote windturbines > 3MW meer lawaai dan kleinere <3 MW?. 2021.
- [30] S. Chiles. A new wind farm noise standard for New Zealand. NZS 6808:2010. 2010.
- [31] R. Meir et al. The assessment and ratings of noise from wind farms. ETSU-R-97. 1996.
- [32] J. Jakobsen. Danish Regulation of Low Frequency Noise from Wind Turbines. Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, 2012.
- [33] A. Smedley et al. Potential of wind turbines to elicit seizures under various meteorological conditions. Epilepsia, 2010.
- [34] G. Harding et al. Wind turbines, flicker, and photosensitive epilepsy: Characterizing the flashing that may precipitate seizures and optimizing guidelines to prevent them. Epilepsia, 2008.
- [35] A. Freiberg et al. Health effects of wind turbines on humans in residential settings: Results of a scoping review. Environmental Research, 2019.
- [36] Nederlandse overheid. Reken en Meetvoorschrift Geluid 2012. bijlage I. Geraadpleegd van <https://wetten.overheid.nl/BWBR0031722>.
- [37] B. Søndergaard. Low Frequency Noise from Wind Turbines: Do the Danish Regulations Have Any Impact?. International Journal of Aeroacoustics , 2015
- [38] J. Radun et al. Variables associated with wind turbine noise annoyance and sleep disturbance. Building and Environment, 2019.
- [39] K. Bolin et al. Infrasound and low frequency noise from wind turbines: exposure and health effects. Environmental Research Letters, 2011.
- [40] R.G. Berger et al. Health-based audible noise guidelines account for infrasound and low-frequency noise produced by wind turbines. Frontiers in Public Health, 2015.
- [41] E. Pedersen et al. Can road traffic mask sound from wind turbines? Response to wind turbine sound at different levels of road traffic sound. Energy Policy, 2010.
- [42] H. Miedema en H. Vos. Demographic and attitudinal factors that modify annoyance from transportation noise. Journal of the Acoustical Society of America, 1999.
- [43] S. Stansfeld en C. Clark. Health Effects of Noise Exposure in Children. Current environmental health reports, 2015.
- [44] H. Miedema en H. Vos. Associations between self-reported sleep disturbance and environmental noise based on reanalyses of pooled data from 24 studies. Behavioral Sleep Medicine, 2007.
- [45] M. Foraster et al. Long-term transportation noise annoyance is associated with subsequent lower levels of physical activity. Environment International, 2016.
- [46] I. van Kamp en H. Davies. Noise and health in vulnerable groups: A review. Noise and Health, 2013.
- [47] Gemeente Amsterdam. Overzichtsk kaart stadslandbouw gemeente Amsterdam. Geraadpleegd van <https://maps.amsterdam.nl/stadslandbouw>.