

Notitie

Datum:	18 augustus 2021	Project:	Korte notitie stavaza normstelling WT-geluid ihkv procedures WP Delfzijl&Nevele arrest
Uw kenmerk:	-	Locatie:	Eemsdelta
Ons kenmerk:	V068537aa.21B3AV5.wve	Betreft:	Normen windturbines
Versie:	03_001		

1 Inleiding en samenvatting

Wij hebben als onafhankelijk adviesbureau de vraag gekregen om een update te geven van de laatste wetenschappelijke inzichten op het gebied van windturbinegeluid. En om daarbij terug te kijken naar de (totstandkoming van de) in het Activiteitenbesluit daarvoor opgenomen geluidnormen. Als we kijken naar de daarover beschikbare en wat ons betreft betrouwbare informatie van het RIVM en TNO over windturbinegeluid, komen we tot de volgende conclusies:

- Er is feitelijk geen sprake van wezenlijke veranderingen als het gaat om geluid dat geproduceerd wordt door windturbines.
- Er zijn sinds 2011 geen nieuwe (wetenschappelijke) inzichten ontstaan over de effecten van windturbinegeluid en daarom kunnen de eerder landelijk vastgestelde normen L_{den} 47 en L_{night} 41 en de daaraan gekoppelde dosis-effectrelaties voor gezondheidseffecten van geluid van windturbines, nu nog steeds als uitgangspunt gehanteerd worden.
- Deze sinds 2011 geldende normstelling kan daarom anno 2021 op verantwoorde wijze gebruikt worden bij vergunningverlening en ruimtelijke inpasbaarheid van wind op land projecten. Daarbij is dan sprake van een aanvaardbaar effect op de leefomgeving wat betreft het geluid afkomstig van windturbines en een verwacht percentage ernstige hinder van circa 9%. Een dergelijk niveau van ernstige hinder is goed vergelijkbaar met hetgeen bij de normering voor wegverkeer, railverkeer en industrielawaai als maximaal toelaatbaar wordt beschouwd. Een norm van 47 dB L_{den} voor windturbinegeluid die daarmee aansluit bij de bestaande uitvoeringspraktijk is dan ook toereikend uit oogpunt van bescherming tegen geluidhinder.

Onze conclusies zijn gebaseerd op de hierover in het verleden maar ook zeer recent verschenen onderzoeksrapporten en factsheets. In bijlage I is hiervan een overzicht gegeven.

Hierna volgen ter onderbouwing enkele citaten uit onderzoeksrapporten en/of factsheets:

"Deze normen gelden voor alle windturbines, dus ook voor turbines met een hogere ashoogte. Het geluidsspectrum voor grote windturbines (>3 MW) wijkt niet of nauwelijks af van die van kleinere turbines (0,5 tot 3 MW) (mondelinge mededeling van den Berg, 2021). Door de vaste geluidsnorm zullen grote turbines dan ook niet meer geluidhinder veroorzaken dan kleinere turbines."

"De blootstelling-respons relatie beschrijft de relatie tussen de blootstelling aan bepaalde niveaus of concentraties van een omgevingsfactor (in dit geval windturbinegeluid) en de kans op een respons (bijv. ernstige hinder of slaapverstoring). Blootstelling-respons relaties kunnen als basis dienen voor regelgeving. Figuur 4 laat de huidige blootstelling-respons relatie zien voor windturbinegeluid binnenshuis en buitenshuis voor ernstige hinder, op basis van drie vragenlijstonderzoeken: twee in Zweden en één in Nederland (Janssen et. al., 2008). Bij de huidige Nederlandse etmaal norm (47 dB L_{den}) zal ongeveer 8 á 9% van de bewoners in huis ernstige hinder ondervinden."

Figuur 1.1

Citaat op pagina 7 [Factsheet Gezondheidseffecten van windturbinegeluid \(juli 2021\)](#)

"De richtlijn van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) voor omgevingsgeluid uit 2018 geeft een aanbeveling voor windturbinegeluid van 45 dB (L_{den}). De WHO geeft voor windturbinegeluid geen aanbeveling voor de nacht omdat er geen eenduidig bewijs is voor een relatie met slaapverstoring."

Figuur 1.2

Citaat op pagina 8 [Factsheet Gezondheidseffecten van windturbinegeluid \(juli 2021\)](#)

Windturbines	De GDG beveelt aan om te overwegen om de geluidniveaus die worden geproduceerd door windturbines te reduceren tot onder 45 dB (L_{den}) , omdat het geluid van windturbines boven dit niveau is geassocieerd met negatieve gezondheidseffecten
	Er worden geen aanbevelingen gegeven met betrekking tot de blootstelling aan nachtelijke geluidniveaus veroorzaakt door windturbines. De kwaliteit van de bewijslast voor de effecten van nachtelijke blootstelling is te laag om een aanbeveling te geven
	De GDG ter overweging aan dat er door beleidsmakers geschikte maatregelen worden geïmplementeerd die ervoor zorgen dat de blootstelling van bevolkingsgroepen die zijn blootgesteld aan geluidniveaus van windturbines boven de WHO-richtlijn waarden, worden gereduceerd. Er is echter onvoldoende bewijs om de inzet van een bepaald type interventie aan te bevelen
GDG = Guideline Development Group, L_{den} = Level-day-evening-night, L_{night} = Nachtelijk geluid niveau.	

Figuur 1.3

Citaat op pagina 13 RIVM-rapport [Motie Schonis en de WHO-richtlijnen voor omgevingsgeluid \(2018\)](#) (rapport 2019-0227)

“Voor windturbines werd in 2011 een aparte normstelling vastgelegd in de Wet milieubeheer (Wm) en onderliggende regelgeving. Er werd gekozen voor de grenswaarden van 47 dB L_{den} en 41 dB L_{night} . Bij de behandeling van de L_{den} -normstelling in de Tweede Kamer in 2009 is een motie aangenomen om aanvullend een norm voor de L_{night} vast te stellen. Daaraan is uitvoering gegeven door voor de L_{night} een grenswaarde van 41 dB vast te stellen. Als voldaan wordt aan de norm van ten hoogste 47 dB L_{den} , zal bij een turbine die in vol bedrijf is de 41 dB L_{night} bij uitzondering overschreden worden.”

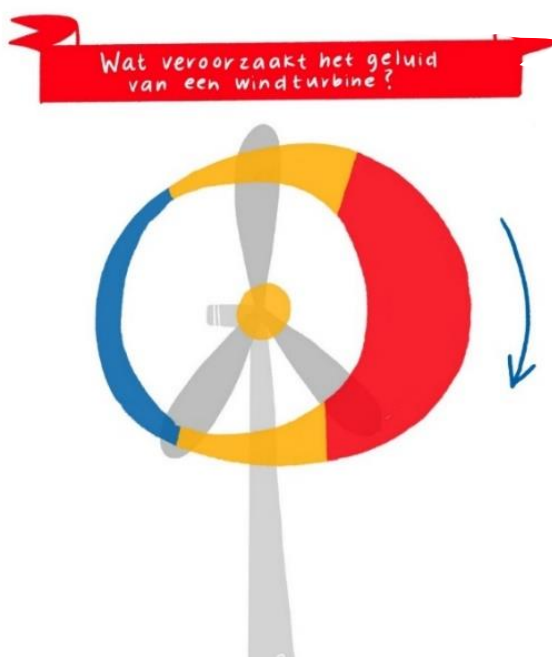
Figuur 1.4

Citaat op pagina 45 RIVM-rapport [Motie Schonis en de WHO-richtlijnen voor omgevingsgeluid \(2018\)](#) (rapport 2019-0227)

Hierna lichten we al het voorgaande verder toe waarbij we in hoofdstuk 2 de aard van windturbinegeluid nog eens tegen het licht houden, in hoofdstuk 3 de normering anno 2021 beschouwen en in hoofdstuk 4 de recente wetenschappelijke inzichten samenvatten. Tot slot zoomen we in hoofdstuk 5 kort in op het project in de gemeente Eemsdelta.

2 Hoe ontstaat windturbinegeluid en is dat nu anders dan in 2009?

Het is nog steeds zo dat windturbinegeluid in hoofdzaak bestaat uit aerodynamisch geluid. Dat ontstaat bij het draaien van de wieken door de luchtlagen. En met name aan de uiteinden van de wieken ontstaan dan turbulenties. Daar is de snelheid waarmee de luchtlagen 'doorklieft' worden ook het hoogste. Het rotorvlak(deel) is dus als het ware en in hoofdzaak de geluidbron van een in werking zijnde windturbine. En het geluid ontstaat vooral op het moment dat de wieken naar beneden draaien. Uiteraard is alles ook afhankelijk van het feit of de wind waait op aashoogte en met welke snelheid. In figuur 2.1. is dit schematisch weergegeven.



Figuur 2.1.

Wat veroorzaakt het geluid van een windturbine?

Het feit dat windturbines veel groter zijn geworden de afgelopen jaren betekent niet dat het geluid dat geproduceerd wordt door windturbines wezenlijk anders is. Er is nog steeds in hoofdzaak sprake van het hiervoor omschreven aerodynamische geluid.

Het is ook zo dat windturbines bij eenzelfde geluidbelasting naar de omgeving wel meer duurzame energie opwekken omdat ze groter zijn geworden. Hierdoor is de visuele beleving wel sterk veranderd maar de geluidbelasting dus niet. En die moet nog steeds voldoen aan de normen.

Laagfrequent geluid

Het aspect laagfrequent geluid is, ook zoals eerder is vastgesteld, niet wezenlijk anders bij grotere turbines. Dit is bij windturbinegeluid niet in extreme mate aanwezig (indien vergeleken met andere geluidbronnen als bijvoorbeeld verkeer etc.).

Hierover wordt het volgende opgemerkt in het meest recent verschenen RIVM factsheet:

<p><i>Gezondheidseffecten laagfrequent geluid (LFG) en infrageluid</i> Windturbines maken geluid over het hele spectrum van lage en hoge tonen. Hierbij horen dus ook laagfrequent geluid en infrageluid (zie figuur 2). Het laagfrequente geluid van windturbines is vergelijkbaar met andere bronnen van geluid zoals verkeer (Bolin et. al, 2011). Infrageluid van windturbines is niet sterker dan infrageluid van andere bronnen, zoals wegverkeer en wind en in de praktijk meestal ook niet hoorbaar (van den Berg en van Kamp, 2020/2021). Voor LFG zijn hinder en mogelijk slaapverstoring gevonden als gezondheidseffecten (Baliatsas et. al., 2016 in White et. al., 2020). Maar er zijn geen aanwijzingen dat LFG en infrageluid andere effecten hebben op omwonenden</p>	<p>dan gewoon geluid (van Kamp & van den Berg, 2020/2021). De totale sterkte van het windturbinegeluid en het speciale karakter van windturbinegeluid (amplitudemodulatie) lijker belangrijke onderdelen voor de ervaren hinder. LFG dempt wel minder uit dan geluid met hogere frequenties. Hierdoor kan over een grotere afstand vooral het laagfrequente deel van geluidsbronnen hoorbaar zijn. In verband met windturbines worden het windturbinesyndroom en de zogenoemde vibro-akoestische ziekte (VAZ) genoemd (Alves-Pereira & Castelo Branco, 2007; Pierpont, 2009), maar beide worden niet medisch erkend (Tekstbox 2). Meer informatie over laagfrequent geluid is te vinden in de factsheet laagfrequent geluid (White et. al., 2020).</p>
--	--

Figuur 2.2

Citaat op pagina 6 [Factsheet Gezondheidseffecten van windturbinegeluid \(juli 2021\)](#)

In een TNO notitie uit 2017 staat hierover:

Laagfrequent geluid en infrageluid

Geluid komt voor in verschillende frequenties, waarbij frequenties boven de 100 Hz (tot ongeveer 20.000 Hz) worden aangeduid met gewoon geluid, en frequenties onder de 100 Hz als laagfrequent geluid. Laagfrequent geluid kan grote afstanden overbruggen en wordt vaak waargenomen als brommend, dreunend of zoemend. De gehoordrempels liggen een stuk hoger dan voor gewoon geluid, maar als het toch hoorbaar is zijn er aanwijzingen dat het kan leiden tot verhoogde hinder²². Hoewel de dominante niveaus van windturbinegeluid in het middenfrequente gebied liggen (tussen ongeveer 100 tot 1000 Hz)²¹, heeft het tevens een laagfrequent aandeel dat hoorbaar kan zijn op afstanden van meer dan 400 m (typisch voor woningen). Aangezien recente grotere types windturbines (2.3-3.6 Megawatt) meer laagfrequent geluid produceren dan kleine windturbines (≤ 2 Megawatt), is er een kans dat met het toenemende laagfrequente aandeel ook de hinder door windturbines toeneemt²². De verwachte toename in laagfrequent geluid is echter gering en leidt bij toegestane niveaus van windturbinegeluid niet tot overstijgen van laagfrequente niveaus zoals die gewoonlijk in wegverkeersgeluid voorkomen²⁰. Het relatief hoge aandeel laagfrequent geluid is wel één van de mogelijke verklaringen voor de bevinding dat windturbinegeluid als hinderlijker wordt beoordeeld dan bijvoorbeeld wegverkeersgeluid van hetzelfde geluidniveau. Naast laagfrequent geluid produceren windturbines ook infrageluid (< 20 Hz), waarvoor de gehoordrempel echter zo hoog ligt dat het voor omwonenden niet waarneembaar is, laat staan dat het de hinder verhoogt²⁰. Er zijn aanwijzingen dat infrageluid het evenwichtsorgaan kan beïnvloeden, maar de niveaus van infrageluid door windturbines worden niet hoog genoeg geacht om dit teweeg te brengen^{4,5,8,23}.

Figuur 2.3

Citaat op pagina 6 [Notitie windturbinegeluid en gezondheid](#) (TNO 2017 R10365, in opdracht van de gemeente 's-Hertogenbosch)

Amplitude modulatie

Een ander aspect van windturbinegeluid is het zogenoemde amplitude modulair effect, het ritmische geluideffect. Dit is meegenomen bij de vaststelling van de normering voor windturbinegeluid. Daarom geldt er in Nederland ook de strengste L_{den} norm voor windturbinegeluid, lager dan de L_{den} normen voor de overige geluidbronnen.

De TNO notitie uit 2017 meldt daarover het volgende:

Amplitudemodulatie

Omwonenden beschrijven vooral het zwiepende of zoevende geluid veroorzaakt door de wieken als hinderlijk. Dit ritmische geluid, bestaande uit regelmatige geluidpiekjes bovenop een constante ruis, is een andere genoemde verklaring voor de extra hinderlijkheid van windturbinegeluid ten opzichte van bijvoorbeeld wegverkeersgeluid van hetzelfde geluidniveau^{1,20,21}. Hoewel deze variatie in geluidssterkte (amplitudemodulatie) in de wettelijke geluidmaten niet meegenomen wordt, houdt men via een strengere norm rekening met de extra hinder (zie 4.2).

Figuur 2.4

Citaat op pagina 6 [Notitie windturbinegeluid en gezondheid](#) (TNO 2017 R10365, in opdracht van de gemeente 's-Hertogenbosch)

Tonaliteit

Tonaliteit als gevolg van het aerodynamisch geluid zal niet optreden. Er wordt dan ook expliciet geen extra aandacht aan gegeven in de wet- en regelgeving. Bijlage 4 van de Activiteitenregeling milieubeheer meldt daarover:

Het voorschrift is uitsluitend gericht op equivalent geluid; piekgeluiden zijn bij windturbines niet relevant. De regeling biedt verder geen mogelijkheden om een toeslag toe te kennen voor tonaal of impulsachtig geluid. Het karakteristieke geluid van windturbines is immers meegenomen bij de normstelling.

Figuur 2.5

Citaat uit reken- en meetvoorschrift windturbines (Bijlage 4 bij de Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer)

Tonale effecten kunnen zich mogelijk voordoen als er of bij de productie of bij de installatie van windturbines verkeerde keuzes gemaakt zijn of als er storingen of mankementen zijn. Het kan dan worden veroorzaakt door bewegende delen in de gondel, zoals bijvoorbeeld de generator en de tandwielkast. Dit is mechanisch geluid, en de effecten hiervan kunnen in de regel met technische aanpassingen worden verholpen.

3 Welke normering kan er gebruikt worden voor windturbinegeluid?

In het Activiteitenbesluit (op [31.08.2009 gepubliceerd](#) en in 2011 in werking getreden met betrekking tot windturbines) is sprake van een normstelling die gebaseerd is op de Europese dosismaat L_{den} . Deze 'jaargemiddelde-dosismaat-benadering' past beter bij de ervaren hinder dan de daarvoor gebruikte dosismaat WNC40 (vanaf 2001 opgenomen in het [Besluit voorzieningen en installaties milieubeheer](#)). Dit staat zo vermeld in de Nota van toelichting bij voorgenoemd besluit.

Om een juiste en verantwoorde L_{den} normering voor windturbinegeluid vast te stellen zijn er toen (2008-2009) diverse wetenschappelijke onderzoeken (TNO, RIVM) als basis gebruikt.

Zoals hiervoor is aangegeven, zijn er feitelijk geen wezenlijke veranderingen en ook geen nieuwe (wetenschappelijke) inzichten als het gaat om het geluid dat veroorzaakt wordt door (grotere) windturbines. Daarom kan diezelfde onderzoeksbasis nog steeds gebruikt worden. En dus kan dezelfde normwaarde blijven gelden als uitgangspunt bij ruimtelijke maar ook vergunning technische procedures. Daarbij is er dan sprake van circa 9% ernstig gehinderden.

In een notitie uit 2017 geeft TNO dit ook aan. Het betreft de [Notitie windturbinegeluid en gezondheid](#) (TNO 2017 R10365, in opdracht van de gemeente 's-Hertogenbosch).

In deze notitie is sprake van een update en beschouwing van gezondheidseffecten (hoofdstuk 2), de kenmerken van windturbinegeluid (hoofdstuk 3) en de bescherming door normstelling van overheid (hoofdstuk 4). En hoewel het rapport 'op maat' geschreven is voor een windproject in Den Bosch, zijn de feiten die erin genoemd worden onder deze hoofdstukken ook op andere locaties als basis bruikbaar.

Enkele citaten volgen hierna.

Hinder

Gehoorschade is niet relevant in de context van effecten van windturbinegeluid, aangezien de geluidniveaus daarvoor veel te laag zijn. Wel rapporteert een deel van de omwonenden dat zij hinder ondervinden van windturbinegeluid. Hierbij wordt vaak het zwiepende, zovende en soms stampende geluid van de wieken als meest hinderlijk genoemd, maar ook het veranderde uitzicht en het waarnemen van de beweging van de wieken spelen mee in de hinder die men rapporteert. Op basis van de drie op dat moment beschikbare studies heeft TNO dosis-responsrelaties afgeleid die aangeven bij welke geluidniveaus welke mate van hinder te verwachten is³. Opvallend is dat hinder van windturbinegeluid al optreedt bij veel lagere geluidniveaus dan hinder van andere (over het algemeen veel luidere) bronnen zoals wegverkeer, treinen en vliegtuigen. Hoewel er nog twijfels zijn over de robuustheid van de precieze relatie tussen windturbinegeluid en hinder, vooral vanwege de grote invloed van de context en persoonlijke kenmerken, is er wel consensus over het bestaan van een verband tussen de mate van blootstelling aan windturbinegeluid en de kans op hinder^{1,4,5,6,7,8}. Het epidemiologisch bewijs voor dit verband wordt desondanks gezien als van matige kwaliteit vanwege de kans op bias⁹ en de mogelijkheid dat de effecten deels voortkomen uit visuele effecten.

Figuur 3.1

Citaat op pagina 4 [Notitie windturbinegeluid en gezondheid](#) (TNO 2017 R10365, in opdracht van de gemeente 's-Hertogenbosch)

Slaapverstoring

In twee van de drie onderzoeken die als basis dienden voor de dosis-responsrelatie voor hinder werd tevens een klein maar statistisch significant verband gevonden tussen het geluidniveau en ervaren slaapverstoring⁹. Daarnaast is in enkele studies een verband gevonden tussen afstand tot windturbines en ervaren slaapkwaliteit, en zijn in weer andere studies aanwijzingen gevonden dat veel mensen die in de buurt van windturbines wonen aangeven een verstoorde slaap te hebben, hoewel meestal geen controlegroep zonder blootstelling aan windturbinegeluid was betrokken en ook geen rekening werd gehouden met eventuele andere invloeden op de slaap⁶. Daarom wordt het epidemiologisch bewijs voor een verband tussen windturbinegeluid en ervaren slaapverstoring gezien als van lage kwaliteit^{1,4,5,6,7,8}.

^a Met kans op bias wordt in de epidemiologie gedoeld op de mogelijkheid dat de bevindingen gekleurd zijn, bijvoorbeeld vanwege een laag en selectief deelnemerspercentage, of de cross-sectionele (dwarsdoorsnede) opzet van een studie, waardoor nooit helemaal is uit te sluiten dat andere factoren het gevonden verband geheel of gedeeltelijk veroorzaken.

Figuur 3.2

Citaat op pagina 4 [Notitie windturbinegeluid en gezondheid](#) (TNO 2017 R10365, in opdracht van de gemeente 's-Hertogenbosch)

Gezondheidsklachten en psychologische stress

Er zijn geen consistente aanwijzingen gevonden voor een relatie tussen blootstelling aan geluid van windturbines of afstand tot windturbines en door omwonenden gerapporteerde gezondheidsklachten (bijv. hoofdpijn, gehoorschade, hoge bloeddruk) of psychologische stress (bijv. vermoeidheid, spanning of concentratieverlies). Hoewel een enkele studie wel een lichte samenhang vond tussen geluidniveaus en bepaalde klachten (namelijk diabetes en tinnitus)⁹, werd dit in andere studies niet gevonden en is dit door de onderzoekers zelf bestempeld als toevalsbevinding⁶. In een aantal andere studies bleken omwonenden van windturbines weliswaar angst, stress en concentratieproblemen te rapporteren, maar hierbij werd geen controlegroep zonder blootstelling aan windturbinegeluid betrokken. Studies die de ervaren kwaliteit van leven van omwonenden van windturbines vergeleken met die van mensen die op grotere afstand wonen vonden geen consistente resultaten, met soms slechtere en soms betere kwaliteit van leven in de omgeving van windturbines^{10,11}. Overzichtsstudies concluderen dat de beschikbare beperkte gegevens niet wijzen in de richting van een verband tussen windturbinegeluid en gerapporteerde gezondheidsklachten of stress^{1,4,5,6,7,8,12}.

Wel rapporteren omwonenden die geluidhinder zeggen te ondervinden van windturbines ook meer symptomen van stress, voelen zij zich minder uitgerust in de ochtend en beoordelen zij hun leefomgeving als minder geschikt om tot rust te komen en op krachten te komen^{13,14,15}. Dit suggereert dat er een invloed is van windturbinegeluid via geluidhinder op stress-gerelateerde klachten, al is dit verband dus niet direct aangetoond. Bovendien wordt de richting van het verband hiermee nog niet duidelijk: het is goed mogelijk dat mensen die aan veel stress worden blootgesteld gevoeliger zijn voor geluid en hier eerder hinder van ondervinden.

Figuur 3.3.

Citaat op pagina 5 [Notitie windturbinegeluid en gezondheid](#) (TNO 2017 R10365, in opdracht van de gemeente 's-Hertogenbosch)

Laagfrequent geluid en infrageluid

Geluid komt voor in verschillende frequenties, waarbij frequenties boven de 100 Hz (tot ongeveer 20.000 Hz) worden aangeduid met gewoon geluid, en frequenties onder de 100 Hz als laagfrequent geluid. Laagfrequent geluid kan grote afstanden overbruggen en wordt vaak waargenomen als brommend, dreunend of zoemend. De gehoordrempels liggen een stuk hoger dan voor gewoon geluid, maar als het toch hoorbaar is zijn er aanwijzingen dat het kan leiden tot verhoogde hinder²². Hoewel de dominante niveaus van windturbinegeluid in het middenfrequente gebied liggen (tussen ongeveer 100 tot 1000 Hz)²¹, heeft het tevens een laagfrequent aandeel dat hoorbaar kan zijn op afstanden van meer dan 400 m (typisch voor woningen). Aangezien recente grotere types windturbines (2.3-3.6 Megawatt) meer laagfrequent geluid produceren dan kleine windturbines (≤ 2 Megawatt), is er een kans dat met het toenemende laagfrequente aandeel ook de hinder door windturbines toeneemt²². De verwachte toename in laagfrequent geluid is echter gering en leidt bij toegestane niveaus van windturbinegeluid niet tot overstijgen van laagfrequente niveaus zoals die gewoonlijk in wegverkeersgeluid voorkomen²⁰. Het relatief hoge aandeel laagfrequent geluid is wel één van de mogelijke verklaringen voor de bevinding dat windturbinegeluid als hinderlijker wordt beoordeeld dan bijvoorbeeld wegverkeersgeluid van hetzelfde geluidniveau. Naast laagfrequent geluid produceren windturbines ook infrageluid (< 20 Hz), waarvoor de gehoordrempel echter zo hoog ligt dat het voor omwonenden niet waarneembaar is, laat staan dat het de hinder verhoogt²⁰. Er zijn aanwijzingen dat infrageluid het evenwichtsorgaan kan beïnvloeden, maar de niveaus van infrageluid door windturbines worden niet hoog genoeg geacht om dit teweeg te brengen^{4,5,8,23}.

Figuur 3.4

Citaat op pagina 6 [Notitie windturbinegeluid en gezondheid](#) (TNO 2017 R10365, in opdracht van de gemeente 's-Hertogenbosch)

Wetgeving voor windturbinegeluid in Nederland

In het Activiteitenbesluit is een wettelijke grenswaarde opgenomen voor het jaargemiddelde geluidniveau van windturbines aan de gevel. Per etmaal is dit 47 dB (L_{den} , het 'day-evening-night level' waarbij geluid in de avond en nacht zwaarder meetelt) en voor de nacht apart is dit 41 dB (L_{night} , van 23.00 tot 7.00 uur). Deze grenswaarden zijn gebaseerd op de dosis-responsrelaties voor hinder³, waarbij een L_{den} van 47 dB (omgerekend naar L_{night} is dat 41 dB) overeenkomt met een kans op ernstige hinder van ongeveer 8-9%. Dit hinderpercentage is in dezelfde orde van grootte als dat behorend bij de grenswaarde voor wegverkeersgeluid ($L_{den} = 58$ dB). Ook Denemarken en Duitsland hanteren normen voor windturbinegeluid, die niet rechtstreeks vergelijkbaar zijn met die in Nederland, maar in ieder geval de Deense grenswaarde is qua mate van bescherming equivalent aan de Nederlandse²⁴. Daarnaast hanteren landen diverse minimumafstanden tot woningen/gebouwen. Hoewel bedoeld ter bescherming, zijn deze afstanden niet direct gebaseerd op bekende relaties met gezondheid of veiligheid, maar vooral op beschikbare ruimte¹.

Bescherming tegen windturbinegeluid

De grenswaarde beschermt dus tegen (ernstige) hinder, en indirect ook tegen slaapverstoring, in vergelijkbare mate als de grenswaarde voor wegverkeersgeluid. De bescherming tegen geluidhinder en slaapverstoring beperkt tevens eventuele stress-gerelateerde klachten die hieruit voort zouden kunnen komen. Door middel van de lagere grenswaarde voor windturbinegeluid wordt rekening gehouden met de bevinding dat windturbinegeluid als hinderlijker wordt ervaren dan wegverkeersgeluid. Zoals beschreven zijn hiervoor meerdere verklaringen mogelijk, waaronder het aandeel laagfrequent geluid of de amplitudemodulatie van windturbinegeluid. Hoewel deze kenmerken niet expliciet meegenomen worden in de jaargemiddelde wettelijke geluidmaten, wordt via de lagere grenswaarde wel bescherming geboden tegen de extra hinder die zij mogelijk tot gevolg hebben. Daarnaast zorgt de grenswaarde ook voor een limiet aan de te verwachten niveaus van laagfrequent geluid door windturbinegeluid. Zoals al genoemd worden bij toegestane niveaus van windturbinegeluid de laagfrequente niveaus zoals die gewoonlijk in bijvoorbeeld wegverkeersgeluid voorkomen naar verwachting niet overschreden²⁰. Bovendien bleek uit metingen in woningen vanaf 300 m van een windpark (windturbines met een vermogen van 1.5 MW en 2.3 MW) dat bestaande grenswaarden voor laagfrequent geluid in de woning niet overschreden werden²⁵.

Figuur 3.5

Citaat op pagina 7 [Notitie windturbinegeluid en gezondheid](#) (TNO 2017 R10365, in opdracht van de gemeente 's-Hertogenbosch)

Ook in de daarna verschenen rapporten van het RIVM ([Gezondheidseffecten van windturbinegeluid](#) (rapport 2020-0214, april 2021) en zeer recent [Factsheet Gezondheidseffecten van windturbinegeluid \(juli 2021\)](#)) bevestigen het feit dat dezelfde normwaardes uit het Activiteitenbesluit kunnen blijven gelden als uitgangspunt bij ruimtelijke maar ook vergunning technische procedures. Daarbij zal sprake zijn van circa 9% ernstig gehinderden.

4 Welke nieuwe wetenschappelijke inzichten zijn er sinds de totstandkoming van de normen voor windturbinegeluid zoals nu opgenomen in het Abm?

Zoals in hoofdstuk 3 al aangegeven is, zijn er op dit moment geen nieuwe, wetenschappelijke inzichten die betekenen dat we de huidige normering voor windturbinegeluid niet meer kunnen gebruiken om te kunnen spreken van een aanvaardbaar effect. Daarbij gaan we uit van circa 9% ernstig gehinderden en we baseren ons daarbij op het hiervoor onder de hoofdstukken 1 t/m 3 aangegeven en op de door het RIVM recent gepubliceerde, deels geactualiseerde rapporten. Zie ook <https://www.rivm.nl/windenergie/windmolens-gezondheid>.

Deze zijn deels ook gebruikt om te komen tot de huidige normstelling voor windturbinegeluid. En recent zijn hierover een rapport (april 2021) en een factsheet (augustus 2021) gepubliceerd op de website van het RIVM:

- Rapport “Gezondheidseffecten van windturbinegeluid” (rapportnummer 2020-0214).
- “Factsheet gezondheidseffecten van windturbinegeluid”.

5 Hoe is deze informatie te zien in het licht van de thans lopende procedure in de gemeente Eemsdelta en de daarin gevolgde 'beoordelingssystematiek' qua aanvaardbaarheid als het gaat om het aspect windturbinegeluid?

Zoals we in de voorgaande hoofdstukken hebben aangegeven is er geen reden om af te wijken van de eerder gehanteerde geluidnormering qua waardes zijnde L_{den} 47 en L_{night} 41 dB. Dit geldt voor het windturbinegeluid zelf als ook het cumulatie-effect daarvan met andere geluidbronnen. Wel is het nu noodzakelijk nadat het direct gebruiken van deze normen uit het Activiteitenbesluit, om de onderbouwing daarvan op dezelfde manier anno 2021 te doen als het in 2009-2011 gebeurd is. En daarnaast ook de in de daarna verschenen rapporten en factsheets aangegeven feiten te gebruiken.

De daarvoor beschikbare informatie/onderbouwing is te vinden op de internetadressen zoals deze opgenomen zijn in bijlage I.

Daarmee kan de conclusie (nog steeds) getrokken worden dat er sprake is van een aanvaardbaar effect van windturbinegeluid om de fysieke leefomgeving, uitgaande van circa 9% ernstig gehinderden.

Als het mogelijk is om uit te gaan van lagere normwaarden dan is het advies deze mee te nemen in de procedures. Daarbij kan het percentage ernstig gehinderden door windturbinegeluid ook lager worden. Zie daarvoor het overzicht in figuur 5.1 (in geel geaccentueerd voor de range 47 tot 42 L_{den}).

Verwachte percentages (ernstig) gehinderden

<i>L_{den}</i>	Hinder binnenshuis		Hinder buitenshuis	
	%A	%HA	%A	%HA
29	0,15	0,03	0,62	0,15
30	0,21	0,05	0,85	0,22
31	0,30	0,07	1,16	0,31
32	0,42	0,10	1,56	0,44
33	0,58	0,15	2,08	0,61
34	0,79	0,21	2,74	0,85
35	1,07	0,30	3,55	1,16
36	1,44	0,42	4,56	1,56
37	1,90	0,58	5,79	2,07
38	2,49	0,79	7,26	2,72
39	3,22	1,07	9,00	3,54
40	4,12	1,44	11,04	4,54
41	5,21	1,90	13,38	5,77
42	6,53	2,49	16,05	7,23
43	8,08	3,22	19,04	8,97
44	9,91	4,12	22,36	11,00
45	12,01	5,22	25,98	13,34
46	14,42	6,53	29,88	16,01
47	17,13	8,09	34,02	18,99
48	20,14	9,91	38,37	22,30
49	23,46	12,02	42,87	25,92
50	27,05	14,43	47,46	29,81
51	30,90	17,14	52,09	33,95
52	34,97	20,15	56,69	38,30
53	39,22	23,46	61,21	42,80
54	43,61	27,06	65,57	47,39
55	48,07	30,91	69,74	52,02
56	52,56	34,98	73,66	56,62
57	57,02	39,23	77,31	61,13
58	61,38	43,62	80,65	65,50
59	65,61	48,08	83,68	69,67
60	69,66	52,57	86,38	73,60

Tabel C.1: Verwacht % gehinderden (%A) en % ernstig gehinderden (%HA) binnenshuis en buitenshuis voor $L_{den} = 29-60$ dB(A).

Figuur 5.1

Verwachte percentages (ernstig) gehinderden

Maar dit zal een politiek-bestuurlijke afweging betekenen waarbij er ook gekeken wordt naar de productie van duurzame energie op deze locatie versus het verwacht percentage ernstig gehinderden.

LBP|SIGHT BV



ing. J. (Hans) Geleijns

Bijlage I: Basisgegevens windturbinegeluid 2021 voor deze notitie

Bijlage I Basis gegevens windturbinegeluid 2021 voor deze notitie

Links naar (wetgevings-)stukken milieubeheer:

[Besluit voorzieningen en installaties milieubeheer](#)

[Wijzigingsbesluit milieuregels windturbines 2009](#)

[Overzicht aanpassingen regelgeving Activiteitenbesluit - Kenniscentrum InfoMil](#)

Overige notities, rapporten en/of uitspraken:

Algemeen RIVM

[Windmolens en gezondheid](#)

RIVM

[Evaluatie nieuwe normstelling windturbinegeluid](#) (680300007/2009)

[Motie Schonis en de WHO-richtlijnen voor omgevingsgeluid \(2018\)](#) (rapport 2019-0227)

[Gezondheidseffecten van windturbinegeluid](#) (rapport 2020-0214, april 2021)

[Factsheet Gezondheidseffecten van windturbinegeluid \(juli 2021\)](#)

TNO

[Hinder door geluid van windturbines](#) (oktober 2008)

[Notitie windturbinegeluid en gezondheid](#) (TNO 2017 R10365, in opdracht van de gemeente 's-Hertogenbosch)