

Notitie Geluidsnorm

Windturbines en leefomgeving in Gelderland



Document Status:

Definitief

Datum: 06-11-2025

Sweco Nederland B.V.
Onderwerp

Projectnummer
Klant
Auteur

Datum
Versie
Documentreferentie

Handelsregister 30129769
Effectbeoordeling Windbeleid
Gelderland
51032438
Provincie Gelderland



06-11-2025
D
Notitie geluidsnorm windturbines Gelderland

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Doel van de notitie	5
1.2	Aanleiding	5
1.3	Context	5
1.4	Leeswijzer	7
2	Aanpak en Methodiek	8
2.1	Referentiesituatie	8
2.2	Gebruikte bronnen	9
2.3	Beperkingen	9
3	Achtergrond geluidsnormering windturbines	12
3.1	Definitie van geluid en beoordelingsmaten	12
3.2	Soorten geluid en hinder	12
3.2.1	Algemene hinderlijkheid van windturbinegeluid	12
3.2.2	Tonaal geluid	13
3.2.3	Laagfrequent geluid (LFG) en infrason geluid	13
3.2.4	Geluid binnenshuis	13
3.3	Niet-akoestische factoren	14
3.4	Handhaafbaarheid van de normen	14
4	Onderzochte geluidsnormen en hun effecten (nationaal perspectief)	15
4.1	Aanleiding en doel van het nationale plan-MER	15
4.2	Onderzochte geluidsnormvarianten	15
4.3	Beoordelingsschaal en methodiek	16
4.3.1	De universele beoordelingsschaal	16
4.3.2	Thema-specifieke kwantitatieve onderbouwing	16
4.3.3	Gezondheid (geluidhinder)	17
4.3.4	Landschap & Cultuurhistorie	19
4.3.5	Natuur	20
4.3.6	Ruimtegebruik (meervoudig ruimtegebruik)	22
4.3.7	Energieopbrengst (plaatsingspotentieel)	22
4.4	Samenvatting nationale bevindingen over geluidsnormen	23
5	Geluidsnorm 45 dB en de effecten voor Gelderland	24
5.1	Gezondheid (geluidhinder)	24
5.2	Landschap & cultuurhistorie	26
5.3	Natuur	28
5.4	Ruimtegebruik	32
5.5	Energieopbrengst (plaatsingspotentieel)	32
5.6	Samenvatting effecten Gelderland: geluidsnorm 45 dB	34

6	Geluidsnorm in Gelderse plan-MER Windbeleid.....	35
7	Conclusie en Aanbevelingen voor Gelderland	36
7.1	De Gelderse afweging.....	36
7.2	Strategische aanbevelingen	36
7.2.1	Een gedifferentieerd normenstelsel	36
7.2.2	Aanvullende bepalingen	37
7.2.3	Beheersing van onzekerheden en monitoring	38
	Bijlage I: Samenhang afstandsnorm en geluidsnorm	39

1 Inleiding

1.1 Doel van de notitie

Deze notitie is opgesteld als een aanvulling op het bestaande plan-MER voor het Windbeleid van de provincie Gelderland. Het voornaamste doel is om de provincie Gelderland inzicht te bieden in de mogelijke geluidsnormen voor windturbines op land en de daarbij relevante effecten. Door een analyse van beschikbare nationale en provinciale inzichten, en met een focus op thema's als gezondheid (geluid), landschap & cultuurhistorie, natuur, ruimtegebruik en energieopbrengst, ondersteunt deze notitie Gelderland bij het vaststellen van eigen, goed onderbouwde normen voor geluid. Dit is cruciaal voor de besluitvorming over nieuwe windparken op land in de provincie. Hierbij wordt geen nieuw (plan)MER opgesteld, maar wordt voortgebouwd op bestaande documentatie en analyses.

1.2 Aanleiding

De noodzaak voor decentrale overheden, zoals de provincie Gelderland, om eigen milieunormen voor windparken vast te stellen, vloeit voort uit de 'Delfzijluitspraak' van de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State op 30 juni 2021. Deze uitspraak oordeelde dat de nationale milieunormen voor windturbines, die voorheen waren opgenomen in het Activiteitenbesluit milieubeheer en de Activiteitenregeling milieubeheer, niet zonder een plan-milieueffectrapport (plan-MER) waren vastgesteld en daardoor buiten toepassing moesten worden verklaard.

Als direct gevolg van deze uitspraak zijn er sinds juli 2021 geen nationale normen meer van kracht voor windparken (drie of meer windturbines), hoewel voor inrichtingen met één of twee windturbines de oude bepalingen van kracht bleven. Dit betekent dat bevoegde gezagen, waaronder de provincie Gelderland, genoodzaakt zijn om zelf normen te formuleren en te motiveren voor de ruimtelijke aanvaardbaarheid van windplannen en de vergunningverlening voor concrete projecten. Deze te hanteren normen dienen voorzien te zijn van een actuele, betrouwbare, op zichzelf staande en op de specifieke situatie toegepaste motivering. Deze situatie zal ook relevant zijn onder de Omgevingswet voor een evenwichtige toedeling van functies aan locaties in een omgevingsplan of bij de beoordeling van de vergunbaarheid bij een omgevingsvergunning.

Op 2 juli 2025 heeft gedeputeerde Mol- van de Camp tijdens de behandeling van de Tussenbalans in Provinciale Staten toegezegd dat Gedeputeerde Staten een geluidsnorm van 45 dB L_{den} in het beleid zullen opnemen. Deze notitie geeft het effect op het milieu weer van verschillende normen en draagt zo bij aan de toezegging van gedeputeerde.

1.3 Context

In reactie op de 'Delfzijluitspraak' bereidt het Rijk momenteel nieuwe nationale windturbinebepalingen voor, die zullen worden vastgelegd in een Algemene Maatregel van Bestuur (AMvB) genaamd 'Besluit windturbines leefomgeving'. Voorafgaand aan dit besluit is een milieueffectrapport (MER) opgesteld om de milieugevolgen van deze nieuwe normen te onderzoeken. De Commissie voor

de milieueffectrapportage heeft geadviseerd over de inhoud en kwaliteit van dit MER.

Deze notitie bouwt voort op de inzichten uit dit nationale plan-MER Windturbinebepalingen Leefomgeving en relevante provinciale en regionale studies, zoals die van Generation Energy¹ en (Regionale Aanvullingen) plan-MER Windbeleid. Het nationale MER heeft een breed scala aan geluidsnormen onderzocht, variërend van 37 dB L_{den} tot 50 dB L_{den} . Daarbij is ook gekeken naar hinder en gezondheidsrisico's voor mensen. Strengere normen (lager dB) beschermen omwonenden meer dan soepele normen (hoger dB). Daarnaast heeft het nationale plan-MER specifieke sub-varianten onderzocht voor tonaal geluid, laagfrequent geluid en geluid binnenshuis. In het nationale plan-MER is een breed scala aan normen in beeld gebracht en verschillen in milieugevolgen beschreven. Het onderzoek naar laagfrequent geluid gaf duidelijk de meerwaarde weer van specifieke normen voor deze vorm van geluidhinder, vooral als de 'basisnorm' minder streng zou zijn. Het onderzoek naar geluid binnenshuis is volgens de Commissie mer juist uitgevoerd, en het nut van een norm voor tonaal geluid is helder beschreven.

Echter, de Commissie voor de m.e.r. signaleerde dat belangrijke informatie in het Milieueffectrapport (MER) ontbrak, wat de besluitvorming over de nationale windturbinebepalingen bemoeilijkte.

Zo toonde het nationale MER de gevolgen van elke norm (geluid, afstand, slagschaduw, externe veiligheid) afzonderlijk. De Commissie achtte waarschijnlijk dat de combinatie van normen in de praktijk extra beperkingen zou opleggen en tot minder beschikbare ruimte zou leiden dan het MER berekende. Het standpunt is echter dat, bij het stellen van ruimtelijke kaders, het effect van de strengste norm prevaleert boven de andere normen en daarmee bepalend is voor de minimale afstand tot gevoelige objecten en het uiteindelijke plaatsingspotentieel. De cumulatie van verschillende normtypen is dan ook niet onderzocht in het nationale MER, aangezien de verwachting is dat één van de normen prevalerend (maatgevend) zal zijn voor de ruimtelijke afweging.

Daarnaast is de inschatting van hinder in het nationale MER onzeker doordat andere, niet-akoestische factoren – zoals geluidsgevoeligheid, individuele houding ten opzichte van windturbines, ervaren visuele aspecten, eigen economisch voordeel en betrokkenheid bij de plaatsingsprocedure – niet of onvoldoende zijn meegenomen. Hoewel deze factoren belangrijke determinanten zijn van de ervaren hinder, zijn deze complex, hoogst locatiespecifiek, en werden ze om die reden door het Rijk niet meegenomen als variant op in de effectbeoordeling van het MER. Voor deze notitie is de integratie van deze sociaal-maatschappelijke factoren in de normstelling op dit moment ook niet mogelijk, aangezien dit een volledig, specifiek empirisch onderzoek vereist om de houding van inwoners van Gelderland ten opzichte van windturbines te peilen, hetgeen de reikwijdte van de huidige aanvullende notities overstijgt. De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) adviseert ten slotte een gemiddelde blootstelling van minder dan 45 dB L_{den} , maar de kwaliteit van het bewijs dat dit direct leidt tot gezondheidseffecten wordt door de WHO als laag beschouwd (voorwaardelijke aanbeveling).

¹Ruimtelijke effecten van een strengere geluidsnorm voor windturbines, uitgevoerd door: Generation Energy, d.d. 10-2-2021

Hoewel de nationale wetgeving in ontwikkeling is en uiteindelijk een nieuw kader zal bieden, is het voor de provincie Gelderland van belang om in de tussentijd robuuste, eigen normen te hanteren die aansluiten bij de meest recente wetenschappelijke inzichten en afwegingen.

Afstandsnorm en geluidsnorm

Naast de geluidsnorm, wordt ook een afstandsnorm voor de plaatsing van windturbines voorbereid. Voor beide normen is een notitie opgesteld. Afhankelijk van de locatie-specifieke situatie kan een afstandsnorm, dan wel, geluidsnorm leidend zijn in de afstand tot bijvoorbeeld kwetsbare panden. Om de samenhang tussen deze twee normen te verduidelijken is in Bijlage I een fictieve situatie weergegeven. Dit laat zien dat beide normen elk op hun eigen manier effect hebben.

1.4 Leeswijzer

Deze notitie is opgebouwd uit een zevental hoofdstukken. Na deze inleiding worden in Hoofdstuk 2 de aanpak en methodiek van deze notitie uiteengezet, inclusief de referentiesituatie, gebruikte bronnen, beoordeelde thema's en beperkingen. Hoofdstuk 3 biedt een achtergrond over geluidsnormering van windturbines, met aandacht voor definities, soorten geluid, en gaat ook in op wat dan niet-akoestische factoren zijn en hoe ze een rol kunnen spelen. Hoofdstuk 4 beschrijft de in het nationale MER onderzochte geluidsnormen en hun effecten vanuit een nationaal perspectief op diverse thema's. Hoofdstuk 5 vertaalt deze nationale bevindingen naar de specifieke betekenis en impact voor de provincie Gelderland. In hoofdstuk 6 worden de effecten beschreven van een geluidsnorm zoals beschreven met de uitgangspunten vanuit de Gelderse plan-MER Windbeleid en RES. Tot slot presenteert hoofdstuk 7 de conclusies en concrete aanbevelingen voor Gelderland met betrekking tot de geluidsnormen en of de toegezegde 45 dB norm reëel is.

2 Aanpak en Methodiek

Dit hoofdstuk legt de basis voor de "Aanvullende Geluidsnotitie" en beschrijft de aanpak en de bronnen die zijn gebruikt om tot een goede onderbouwing te komen van geluidsnormen voor windturbines in Gelderland.

De methodiek is gebaseerd op een zorgvuldige inventarisatie en analyse van de meest recente en relevante nationale en regionale studies en praktijkervaringen. Deze aanpak maakt het mogelijk om snel en effectief de gevolgen van verschillende geluidsnormen in de Gelderse context te plaatsen en een weloverwogen aanbeveling te formuleren.

2.1 Referentiesituatie

Om de effecten van een geluidsnorm goed te kunnen bepalen, is het noodzakelijk een duidelijke referentiesituatie te schetsen op basis waarvan de effecten kunnen worden bepaald. Hierbij wordt aangesloten bij de referentiesituatie zoals beschreven in het landelijke plan-MER. Onderstaand volgt een toelichting op deze referentiesituatie.

De beoordeling van de effecten in deze notitie vindt plaats ten opzichte van de "autonome ontwikkeling: decentrale normering". Dit houdt in dat de referentiesituatie uitgaat van de huidige praktijk, waarin decentrale overheden zelf normen vaststellen voor windturbineparken. Dit mandaat voor normstelling blijft bij decentrale overheden liggen indien er in de toekomst geen nieuwe landelijke normen worden vastgesteld.

In de praktijk blijkt dat decentrale overheden bij het vaststellen van hun eigen geluidsnormen veelal aansluiten bij de voorheen geldende landelijke normen. Deze nationale normen, die voorheen in het Activiteitenbesluit milieubeheer en de Activiteitenregeling milieubeheer waren opgenomen, stelden een maximale geluidbelasting van 47 dB L_{den} en 41 dB L_{night} op gevoelige objecten. Recent zijn er projecten bekend waarbij de advieswaarde van de WHO (45 dB L_{den}) als norm wordt gehanteerd.

Voorbeelden van decentrale geluidsnormstellingen uit de praktijk, zoals onderzocht voor het landelijke plan-MER en lokale projecten, tonen een consistentie in de gehanteerde normen, zoals:

- Windpark Horst en Telgt: op verzoek van de initiatiefnemers is er een geluidsnorm van 45 dB L_{den} opgenomen. En er zijn aanvullende geluidsnormen opgenomen voor de nacht, (laagfrequent) tonaal geluid en voor piekgeluid.
- Energiepark Echteld-Lienden: de geluidsnorm van de windturbines ter plaatse van gevoelige objecten bedraagt maximaal 47 dB L_{den} en 41 dB L_{night} .
- Windpark Beuningen en Windpark IJsselwind: Voor geluidsgevoelige objecten werden normen van 47 dB L_{den} en 41 dB L_{night} gehanteerd.

Samenvattend is de referentiesituatie gebaseerd op de decentrale normering, die tijdens de uitvoering van het nationale plan-MER vergelijkbaar was met de eerdere normering uit het Activiteitenbesluit milieubeheer. Deze is dan ook in het verdere traject gehanteerd als referentiesituatie, met de erkenning dat er binnen de praktijk een bandbreedte aan normen kan bestaan.

2.2 Gebruikte bronnen

Deze notitie baseert zich op een zorgvuldige inventarisatie en beschrijving van bestaande, relevante informatie uit diverse bronnen om een gedegen onderbouwing te bieden. De voornaamste bronnen die geraadpleegd worden zijn:

- Het landelijke plan-MER Windturbinebepalingen Leefomgeving
Dit MER is opgesteld in opdracht van de Staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat in reactie op de 'Delfzijluitspraak' en bevat een diepgaande analyse van de milieugevolgen van verschillende nationale geluidsnormen (variërend van 37 dB L_{den} tot 50 dB L_{den}) en sub-varianten zoals tonaal geluid, laagfrequent geluid en geluid binnenshuis. De Commissie m.e.r. heeft hierover geadviseerd.
- Het rapport van Generation Energy "Ruimtelijke effecten van een strengere geluidnorm voor windturbines" (2021/2022)
Dit onderzoek berekende de impact van een aangescherpte geluidsnorm (L_{den} 45 dB) op het plaatsingspotentieel voor windturbines op land, zowel landelijk als per RES-regio. Dit is waardevol voor het inschatten van de ruimtelijke impact en energieopbrengst in Gelderland.
- plan-MER Windbeleid en RES Gelderland, inclusief regionale aanvullingen (december 2024). Hierin is een beeld geschetst van de mogelijkheden voor windenergie in Gelderland en specifiek in de RES-regio's, de mogelijke effecten en de potentiële energieopbrengst. In de regionale aanvulling zijn ook de effecten van een 45 dB L_{den} norm in beeld gebracht.
- Lokale casestudies
Documenten zoals het "Onderzoek milieunormen windenergie Windpark Lorentz Harderwijk" en windpark Horst en Telgt en Echteld-Lienden kunnen aanvullende, concrete inzichten bieden in decentrale geluidsnormering en de afwegingen die daarbij gemaakt worden, specifiek met betrekking tot geluid.

Deze aanpak draagt zorg dat de notitie een breed overzicht biedt, gebaseerd op de meest recente en relevante studies en beleidsdocumenten op het gebied van windturbinegeluid.

2.3 Beperkingen

Bij de opstelling van deze notitie zijn, conform de opdracht en de aard van een aanvullende analyse, specifieke beperkingen in acht genomen.

Een belangrijke beperking is dat deze notitie, als aanvullende analyse, de cumulatie van verschillende normtypen (geluid, afstand, slagschaduw, externe veiligheid) of de gecombineerde milieugevolgen daarvan niet integraal onderzoekt. Dit valt buiten de scope van deze specifieke notitie, in lijn met de aanpak van het landelijke Plan-MER, waar deze gezamenlijke effecten evenmin volledig in beeld zijn gebracht.

De Commissie voor de m.e.r. heeft geadviseerd om juist deze gezamenlijke gevolgen van de milieunormen voor het plaatsingspotentieel te beoordelen. Ons standpunt is echter dat, bij het stellen van ruimtelijke kaders, het effect van de strengste norm prevaleert boven de andere normen en daarmee bepalend is

voor de minimale afstand tot gevoelige objecten en het uiteindelijke plaatsingspotentieel (zie ook Bijlage I).

Dit principe wordt als volgt beargumenteerd:

- De geluidsnorm (bijvoorbeeld 45 dB L_{den}) en de afstandsnorm (bijvoorbeeld 2 keer de tiphoogte, de norm die Gelderland voorbereidt) definiëren beide een beschermingscontour rond gevoelige objecten. Deze twee normen zijn complementair, maar niet cumulatief. De norm die de *grootste* afstand tot een gevoelig object vereist, is leidend voor de ruimtelijke plaatsing. Wordt aan deze strengste eis voldaan, dan wordt automatisch ook voldaan aan de eis van de minder strenge norm. Er is dus in principe geen sprake van optelling van de afzonderlijke restricties.
- Wat betreft slagschaduw, is de autonome ontwikkeling dat de normstelling vaak strenger is dan de voormalige landelijke norm (maximaal 17 dagen per jaar, 20 minuten per dag). Lokale overheden hanteren in de praktijk vaak normen variërend van 0 tot maximaal 6 uur per jaar. Aangezien Gelderland streeft naar de meest optimale bescherming, wordt verwacht dat inzet op een norm van nagenoeg 0 uur slagschaduw per jaar – afgedwongen door automatische stilstandsvoorzieningen – het uitgangspunt zal zijn. Deze technische mitigatie voorkomt de feitelijke hinder en reduceert de blootstellingsduur tot een verwaarloosbaar niveau, waardoor een gecumuleerd effect op de ervaren hinder wordt uitgesloten.
- Externe veiligheid (PR 10-5 en PR 10-6 contouren) en geluid/afstand zijn eveneens normen die zelden cumuleren. In de bebouwde, landelijke omgeving – waar de meeste woningen staan – is de afstand die wordt bepaald door de strengste geluids- of afstandsnorm doorgaans veel groter dan de vereiste veiligheidsafstand (die vaak slechts 1x tiphoogte bedraagt). Dit betekent dat in landelijk gebied het geluid- of afstandscriterium prevaleert en de veiligheidseis impliciet wordt ingelost. Externe veiligheid wordt alleen de *maatgevende* (en daarmee bepalende) norm op specifieke locaties, zoals op bedrijventerreinen of industrieterreinen waar geluidsgevoelige objecten ontbreken en de afstandsnorm niet van toepassing is.

Het landelijke plan-MER erkent dat naast het geluidsniveau ook andere, niet-akoestische factoren bepalen of mensen hinder ervaren, zoals gevoeligheid voor geluid, individuele houding ten opzichte van windturbines, ervaren visuele aspecten, eigen economisch voordeel en betrokkenheid bij de plaatsingsprocedure. Hoewel het belang hiervan wordt erkend, zijn deze factoren lastig mee te nemen in een effectbepaling voor nationale normen, en zullen ze niet expliciet gekwantificeerd worden in deze notitie. Er zijn aanwijzingen dat deze factoren in twee richtingen werken: negatieve factoren, zoals weerstand of visuele aspecten, kunnen hinder vergroten; terwijl positieve factoren, zoals financiële betrokkenheid of adequate participatie tijdens het proces, de ervaren hinder kunnen verminderen en de sociale acceptatie kunnen vergroten. Er wordt voor deze notitie van uitgegaan dat, omdat deze positieve en negatieve invloeden elkaar op nationaal schaalniveau kunnen opheffen en hun effecten in hoge mate locatiespecifiek zijn, de cumulatieve impact op de totale hinderbeleving minimaal is.

Het landelijke plan-MER voor windturbinebepalingen is afgerond op 2 december 2022 en baseert zich voor het plaatsingspotentieel deels op het onderzoek van

Generation Energy uit februari 2021. Sindsdien zijn er nog nieuwe windturbines geplaatst, die (dus) niet zijn meegenomen in het onderzoek. Dat betekent dat de conclusies met betrekking tot het plaatsingspotentieel niet meer volledig actueel zijn. Het onderzoek van Bosch & Van Rijn (2023) wijst ook op de wisselende kwaliteit van openbare data over opwekdoelen per RES-regio. Deze kanttekeningen kunnen van belang zijn voor de te trekken conclusies.

Hoewel het bestaande nationale en internationale onderzoek voldoende basis biedt voor dit MER, zijn er nog leemten in kennis, zoals voor overmatige amplitudemodulatie en nauwkeurigheid van dosis-effectrelaties. Lopende onderzoeken zullen hier mogelijk meer inzicht in geven in de toekomst. Het RIVM heeft daarnaast in 2023/2024 nader onderzoek uitgevoerd naar de faalscenario's van windturbines. Op basis hiervan is het model van het RIVM in 2025 inmiddels aangepast. Op basis van het onderzoek zijn de risico-contouren van windturbines over het algemeen kleiner dan voorheen. Indien relevant, wordt dit inzicht in de conclusies betrokken.

3 Achtergrond geluidsnormering windturbines

Dit hoofdstuk verschaft een dieper inzicht in de akoestische en niet-akoestische aspecten die relevant zijn voor de geluidsnormering van windturbines en de handhaafbaarheid daarvan.

3.1 Definitie van geluid en beoordelingsmaten

Geluid, in de context van windturbines, wordt deels veroorzaakt door bewegende onderdelen in de gondel, maar voornamelijk door de bladen die door de lucht 'zoeven'. De sterkte van geluid wordt uitgedrukt in decibel (dB).

De belangrijkste beoordelingsmaten voor windturbinegeluid in Nederland, en Europees gezien, zijn L_{den} en L_{night} .

- L_{den} (Level Day-Evening-Night) is een maat voor het tijdgewogen jaargemiddelde geluidsniveau over de dag-, avond- en nachtperiode. Hierbij geldt een correctie van +5 dB voor geluid in de avond (19:00 tot 23:00 uur) en +10 dB voor geluid in de nacht (23:00 tot 07:00 uur). Deze toeslagen zijn van toepassing omdat het omgevingsgeluid in de avond en nacht doorgaans lager is en mensen dan gevoeliger zijn voor verstoring, met name tijdens het slapen.
- L_{night} is de maat voor de gemiddelde geluidsbelasting van 23:00 uur tot 07:00 uur

Ondanks dat L_{den} en L_{night} jaargemiddelde waarden zijn en niet direct een beeld geven van de maximale geluidsbelasting, begrenzen ze indirect wel het maximale geluidsniveau dat optreedt wanneer een windturbine op vol vermogen draait. Het verschil tussen L_{den} en L_{night} is doorgaans circa 6 dB, wat aangeeft dat de L_{night} -norm in de praktijk zelden aanvullende bescherming biedt als de L_{den} -norm al voldoende streng is. De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) adviseert geen aparte L_{night} -norm voor windturbines, omdat de bewijskwaliteit voor nachtelijke blootstelling te laag is.

3.2 Soorten geluid en hinder

3.2.1 Algemene hinderlijkheid van windturbinegeluid

Blootstelling aan geluid kan leiden tot hinder of stress gerelateerde klachten. Onderzoek toont een duidelijk verband aan tussen het geluid van windturbines en (ernstige) hinder. Hinder neemt toe naarmate het geluid harder is. Windturbinegeluid wordt doorgaans als hinderlijker ervaren dan geluid van industrie, weg- of railverkeer, zelfs bij lagere geluidsniveaus. Dit komt mogelijk door het ritmische karakter van het geluid (ook wel amplitudemodulatie genoemd), slagschaduw, knipperende lichten en de algemene houding ten opzichte van de windturbines. Ernstige hinder wordt door de WHO beschouwd als een gezondheidseffect. Echter, voor andere gezondheidseffecten zoals slaapverstoring, hart- en vaatziekten en mentale effecten is het wetenschappelijk bewijs dat dit door hinder van windturbines komt niet eenduidig en er is geen direct verband aangetoond met het geluidsniveau.

3.2.2 Tonaal geluid

Tonaal geluid is geluid met duidelijk hoorbare zuivere tonen. Het wordt over het algemeen als hinderlijker ervaren dan ruisachtig geluid van hetzelfde niveau. Hoewel de meeste windturbines geen tonaal geluid produceren, kan het optreden ervan de hinder significant vergroten. In Nederland werd voorheen geen toeslag toegepast voor tonaal geluid van windturbines, in tegenstelling tot bijvoorbeeld industriegeluid waar een toeslag van 5 dB gebruikelijk is. Veel andere Europese landen hanteren wel een toeslag variërend van 1 tot 6 dB. Het invoeren van een toeslag voor tonaal geluid biedt omwonenden extra bescherming en stimuleert fabrikanten tot stillere ontwerpen. De beoordeling van tonaal geluid dient zich op het gehele hoorbare frequentiegebied te richten, niet alleen op lage frequenties.

3.2.3 Laagfrequent geluid (LFG) en infrason geluid

Laagfrequent geluid (LFG) heeft frequenties tussen 20 en 100/125 Hz, terwijl infrason geluid onder de 20 Hz ligt. LFG reikt verder en dringt beter door in woningen dan hoger frequent geluid. Infrason geluid van windturbines is doorgaans te zwak om waarneembaar te zijn. Het RIVM heeft geen wetenschappelijk bewijs gevonden dat LFG of infrason geluid andere gezondheidseffecten heeft dan 'normaal' geluid. De hoofdoorzaak van hinder is de som van alle frequenties in combinatie met het ritmische karakter van het geluid (amplitudemodulatie). Wetenschappelijk gezien zijn er geen dwingende argumenten voor een aparte LFG-norm, aangezien een algemene verlaging van de geluidsnorm op de gevel ook LFG kan verminderen. Een aparte norm kan echter wel dienen als waarborg tegen verschuivingen in het geluidsspectrum naar lagere frequenties in de toekomst, bijvoorbeeld door grotere windturbines.

3.2.4 Geluid binnenshuis

Een aanvullende norm voor geluid binnenshuis kan een acceptabel binnenklimaat waarborgen, vooral in situaties met hoge gevelbelasting of bij slecht geïsoleerde woningen. Laagfrequent geluid speelt hierbij een belangrijke rol, omdat het minder goed wordt gedempt door gevels. Een binnenwaarde zou met name gericht kunnen zijn op de nachtperiode om slaapverstoring te voorkomen. De WHO doet geen specifieke aanbeveling voor een binnenwaarde voor windturbines als de buitennorm 45 dB L_{den} / 39 dB L_{night} of lager is. In vergelijking met de norm voor industriegeluid (25 dB $L_{night, binnen}$) kan de binnenwaarde van windturbines bij een norm van 47 dB L_{den} in slecht geïsoleerde woningen 1 dB hoger uitvallen². Deze worst-case inschatting is gebaseerd op het feit dat in oudere, slecht geïsoleerde woningen (vóór 1982) het windturbinespectrum met relatief veel laagfrequent geluid minder effectief wordt gedempt.

Hoewel het verschil van 1 dB in absolute zin beperkt is, impliceert deze overschrijding dat de bescherming van woningen met een lage gevelwering tegen windturbinegeluid in de nachtperiode in de referentiesituatie (47 dB L_{den}) lager is dan tegen ander industriegeluid. Het invoeren van een binnenwaarde heeft daarom lichte meerwaarde om te fungeren als vangnet voor deze schrijnende gevallen. Als de provincie Gelderland kiest voor een maximale norm van 45 dB L_{den} (wat overeenkomt met 39 dB L_{night}) of lager dan heeft een

² Plan-MER windturbinebepaling leefomgeving, Arcadis, 2-12-2022

aanvullende norm voor de binnenwaarde geen meerwaarde aangezien de strengere buitennorm reeds voldoende bescherming biedt.

3.3 Niet-akoestische factoren

Naast het geluidsniveau zijn er diverse niet-akoestische factoren die bepalen of mensen hinder ervaren van windturbines. Deze factoren omvatten:

- De individuele gevoeligheid voor geluid.
- De persoonlijke mening over en acceptatie van windenergie. Mensen die positiever staan tegenover windturbines ervaren minder hinder.
- Hoe zichtbaar de windturbines zijn, slagschaduw en knipperende obstakelverlichting kunnen de ervaren hinder versterken.
- Het hebben van financieel profijt van de windturbines kan de ervaren hinder verminderen.
- Participatie en goede informatievoorziening tijdens het planproces kunnen de hinderervaring positief beïnvloeden en de sociale acceptatie vergroten.

Deze niet-akoestische factoren zijn niet volledig meegenomen in het nationale Milieueffectrapport (MER), wat de inschatting van de hinder in de onderzochte alternatieven onzeker maakt. Hoewel ze niet als potentiële normen kunnen fungeren, zijn ze wel van belang als mitigerende maatregelen. Actieve betrokkenheid en goede communicatie met omwonenden kunnen negatieve effecten (deels) verzachten.

3.4 Handhaafbaarheid van de normen

Omwonenden ervaren de handhaafbaarheid van L_{den} en L_{night} als problematisch, vooral vanwege de complexiteit en traagheid van het proces. De jaargemiddelde aard van L_{den} en de toegepaste wegingen maken het voor omwonenden moeilijk om de relatie met de daadwerkelijk ervaren geluidsbelasting te begrijpen. L_{night} is iets transparanter, maar blijft een jaargemiddelde.

De geluidsnormen worden bepaald met het Reken- en meetvoorschrift windturbines, dat wordt beschouwd als de best beschikbare methode. Echter, de prognoseberekningen gebruiken langjarige windgegevens, terwijl de handhaving in de praktijk is gebaseerd op de werkelijke windtoestand van een kalenderjaar. Dit kan leiden tot jaarlijkse variaties in de geluidsbelasting. Exploitanten kunnen bovendien geluidsreducerende modi toepassen, wat ten koste gaat van de energieproductie.

Handhaving is mogelijk door emissiemetingen (dicht bij de windturbine) of door het opvragen van geluidsgegevens van de exploitant. Het proces wordt als traag ervaren omdat vaak moet worden gewacht op het einde van het kalenderjaar voor evaluatie. Om de handhaafbaarheid te verbeteren, zou bij handhaving kunnen worden uitgegaan van langjaargemiddelde KNMI-gegevens in plaats van de werkelijke jaarlijkse windtoestand. Bovendien zou de procedure voor aanlevering van geluidsgegevens door de exploitant aangescherpt kunnen worden.

4 Onderzochte geluidsnormen en hun effecten (nationaal perspectief)

Dit hoofdstuk geeft inzicht in de verschillende geluidsnormen voor windturbines die in het nationale plan-MER (Milieueffectrapport) zijn onderzocht, en de daarbij behorende effecten op diverse milieuthema's zoals gezondheid, landschap, natuur, ruimtegebruik en energieopbrengst.

4.1 Aanleiding en doel van het nationale plan-MER

De aanleiding voor het opstellen van een nationaal plan-MER voor windturbinebepalingen in de leefomgeving is de 'Delfzijluitspraak' van de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State op 30 juni 2021. Hierin werd geoordeeld dat de eerdere landelijke milieunormen voor windturbines, opgenomen in het Activiteitenbesluit en de Activiteitenregeling milieubeheer, niet zonder een plan-MER waren vastgesteld. Als gevolg hiervan moesten deze normen buiten toepassing worden gelaten bij besluitvorming over windturbineparken. Dit betekende dat decentrale overheden (zoals provincies en gemeenten) zelf eigen normen moesten hanteren en motiveren voor nieuwe windturbineparken.

Het Rijk bereidt nu nieuwe nationale normen voor, die worden onderbouwd door een nieuw plan-MER, met als doel om de nieuwe nationale windturbinebepalingen vast te stellen. Dit plan-MER is het eerste dat voor nationale milieunormen is opgesteld en heeft als doel de regering, het parlement, ontwikkelaars, bewoners en belangengroepen goed te informeren over de consequenties van nieuwe normen, voordat een besluit hierover wordt genomen. Het proces omvat verschillende stappen, waaronder consultatie van betrokkenen en wettelijke adviseurs, en de verwerking van zienswijzen.

4.2 Onderzochte geluidsnormvarianten

Het nationale plan-MER heeft een breed scala aan geluidsnormen als varianten onderzocht om de besluitvorming te ondersteunen en een duidelijk beeld te geven van de mogelijke milieugevolgen. De onderzochte L_{den} -varianten zijn:

- 37 dB L_{den}
- 40 dB L_{den}
- 43 dB L_{den}
- 45 dB L_{den} (de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) adviseert een gemiddelde blootstelling van minder dan 45 dB L_{den})
- 47 dB L_{den} (dit is de norm die voorheen in het Activiteitenbesluit was vastgelegd en maakt deel uit van het 'Alternatief ongewijzigde regels')
- 50 dB L_{den}

Daarnaast zijn er sub-varianten voor geluid onderzocht, zoals laagfrequent geluid, tonaal geluid, binnenwaarden en gedifferentieerde normen.

Hieronder volgt een beoordeling van de geluidnormvarianten op de verschillende milieuthema's, zoals onderzocht in het nationale plan-MER.

4.3 Beoordelingsschaal en methodiek

Om de effecten van de onderzochte normvarianten op verschillende milieuthema's vergelijkbaar en navolgbaar te maken, hanteert de notitie de beoordelingssystematiek van het nationale PlanMER Windturbinebepalingen Leefomgeving. De beoordeling wordt uitgedrukt op een universele, kwalitatieve 7-puntsschaal (+++ tot ---) ten opzichte van de referentiesituatie (47 dB L_{den} of de autonome decentrale normering).

De Commissie voor de m.e.r. heeft de brede inbreng van normen in het MER gewaardeerd en de verschillen in milieugevolgen tussen de normen als goed beschreven beoordeeld.

4.3.1 De universele beoordelingsschaal

De kwalitatieve scores zijn in onderstaande gedefinieerd en gelden voor alle thema's

Tabel 4-1 Beoordelingsschaal nationale plan-MER.

Score	Effect	Oordeel ten opzichte van de Referentiesituatie
+++	Zeer Positief	De variant leidt tot een sterk merkbare positieve verandering
++	Positief	De variant leidt tot een merkbare positieve verandering
+	Licht Positief	De variant leidt tot een zeer kleine positieve verandering
0	Neutraal	De variant onderscheidt zich niet van de referentiesituatie
-	Licht Negatief	De variant leidt tot een marginale (zeer kleine) negatieve verandering
--	Negatief	De variant leidt tot een merkbare negatieve verandering
---	Zeer Negatief	De variant leidt tot een sterk merkbare negatieve verandering

4.3.2 Thema-specifieke kwantitatieve onderbouwing

Hoewel de scoretaal universeel is, wordt de vertaling van een kwantitatieve of ruimtelijke verandering naar een kwalitatieve score (+++, ++, etc.) per beoordelingscriterium geconcretiseerd. De effectbeoordelingen zijn waar mogelijk kwantitatief uitgevoerd, aangevuld met kwalitatieve beoordelingen op basis van expert judgement en nationaal kaartmateriaal.

Het Plan-MER maakt gebruik van de volgende themagebonden kwantitatieve drempels om de scores te rechtvaardigen:

Tabel 4-2 Thema-specifieke kwantitatieve onderbouwing

Milieuthema	Beoordelings-criterium	Kwantitatieve Basis voor de Scores (+++ / ---)
Gezondheid	Geluidhinder	Gebaseerd op de relatieve daling/stijging van de statistische kans op ernstige hinder, berekend via dosis-effectrelaties (TNO 2008 en Michaud et al. 2016). Een score +++ wordt toegekend bij een daling van 60% of meer van de hinderkans ten opzichte van de referentie (47 dB L_{den}).
Energieopbrengst	Plaatsingspotentieel	Gebaseerd op de stijging of daling van het theoretische plaatsingspotentieel (in TWh of procentuele afname van het oppervlak) ten opzichte van de referentie. Een score +++ wordt toegekend bij een stijging van 60% of meer van het plaatsingspotentieel, en --- bij een daling van 60% of meer.
Zicht- en lichthinder	Hinder door Slagschaduw	Gebaseerd op de maximale blootstellingsduur per jaar. Een score +++ wordt toegekend aan varianten die leiden tot minder dan 1 uur slagschaduw per jaar (vrijwel geheel voorkomen van hinder), vergeleken met de referentie van 6 uur per jaar.
Externe Veiligheid	Risico's voor (Beperkt) Kwetsbare Objecten	Gebaseerd op de toe- of afname van het risico, waarbij de mate van het effect mede bepaald wordt door het aantal betrokken objecten. De beoordeling is kwalitatief en kijkt naar het wettelijke beschermingsniveau (PR 10–5 of 10–6).

De beoordeling van thema's als Natuur (Natura 2000, NNN) en Landschap & Cultuurhistorie is gebaseerd op de verandering in de *kans* op negatieve effecten als gevolg van de toe- of afname van het plaatsingspotentieel, en is primair kwalitatief.

4.3.3 Gezondheid (geluidhinder)

Voor het thema gezondheid is als beoordelingscriterium geluidhinder beoordeeld. Hierbij is gekeken naar het percentage ernstig gehinderden bij een geluidsbelasting. Dit percentage beschrijft het aantal volwassen personen dat zich ernstig gehinderd voelt bij een specifieke geluidbelasting. Het effect van verschillende geluidsvarianten op de gezondheid is bepaald aan de hand van dosis-effectrelaties voor ernstige hinder, vastgesteld door TNO (2008) en Michaud et al. (2016). Deze leggen het verband tussen de geluidsbelasting van

windturbines, uitgedrukt in L_{den} , en de ervaren (ernstige) hinder door windturbinegeluid.

De dosis-effectrelatie van TNO uit 2008 is gebaseerd op een eerdere generatie windturbines. Hoewel dit onderzoek verouderd is, wordt uit een vergelijking met meer recente studies geconcludeerd dat de TNO-relatie tot een geluidsbelasting van 40 dB L_{den} nog steeds actueel is³. Meer recente onderzoeken, zoals de meta-analyse van Michaud et al. (2016), omvatten modernere windturbintypen en laten bij een hogere geluidsbelasting (>40 dB L_{den}) een lager hinderniveau zien dan de TNO-studie. De verschillen tussen deze studies vallen echter binnen de betrouwbaarheidsintervallen van de onderzoeken. Daarom wordt in de effectbeoordeling voor de besluitvorming gebruikgemaakt van beide relaties, waarbij de analyse van de relatieve verschillen ten opzichte van de referentiesituatie als robuust wordt beschouwd, ondanks de verschillen in absolute aantallen bij hogere belastingen.

Strengere geluidsnormen bieden meer bescherming aan omwonenden en resulteren in een afname van het aantal mensen dat ernstige geluidhinder ervaart. Het plan-MER heeft de toe- of afname van het percentage ernstig gehinderden bij verschillende geluidsnormen berekend. Hierbij gold 47 dB L_{den} als referentiesituatie. Bij grenswaarden die strenger zijn dan de referentiesituatie (45 dB L_{den} , 43 dB L_{den} , 40 dB L_{den} en 37 dB L_{den}) neemt de kans op ernstige hinder af ten opzichte van de referentiesituatie. De strengste normen (37 dB L_{den} of 40 dB L_{den}) leiden tot een zeer sterke afname (meer dan 60%) van ernstige hinder, terwijl een norm van 50 dB L_{den} juist resulteert in een toename van hinder vergeleken met de 47 dB L_{den} referentie. Dit leidt tot de beoordeling zoals aangegeven in de onderstaande tabel.

Tabel 4-3 Beoordeling statistische kans op geluidhinder

Grenswaarde	Beoordeling statistische kans op geluidhinder
Referentie: 47 dB L_{den}	0
37 dB L_{den}	+++
40 dB L_{den}	+++
43 dB L_{den}	++
45 dB L_{den}	++
47 dB L_{den}	0
50 dB L_{den}	---

Het plan-MER heeft ook de meerwaarde van specifieke subvarianten beoordeeld:

- **Tonaal geluid:** Een toeslag voor tonaal geluid (geluid met duidelijk herkenbare zuivere tonen) biedt extra bescherming en stimuleert stillere ontwerpen, wat een grote meerwaarde heeft, vooral voor varianten van 40 dB L_{den} en hoger. Voor de strengste norm van 37 dB L_{den} is de meerwaarde lichter, omdat de basisbelasting al lager is. Het invoeren

³ Plan-MER windturbinebepalingen leefomgeving, Arcadis, 2-12-2022

van een objectieve beoordelingsmethode voor tonaal geluid wordt aanbevolen.

- **Laagfrequent geluid (LFG):** Laagfrequent geluid (20 Hz tot 100/200 Hz) dringt makkelijker door in woningen dan ander geluid. Specifieke normen voor laagfrequent geluid (geluid met lage frequenties dat diep in gebouwen kan doordringen) kunnen een lichte meerwaarde hebben. Laagfrequent geluid kan vrijwel even effectief worden verminderd door het verlagen van de generieke norm voor geluid op de gevel. Een aparte norm voor laagfrequent geluid kan wel een waarborg vormen tegen verandering van het geluidsspectrum van windturbines.
- **Binnenwaarde:** Een aanvullende norm voor de binnenwaarde (geluidsniveau in geluidgevoelige ruimten) kan in situaties met een hoge gevelbelasting zorgen voor een acceptabel binnenklimaat. Vooral bij hogere L_{den} normen. Deze heeft een grote meerwaarde voor 50 dB L_{den} en een lichte meerwaarde voor 47 dB L_{den} . Bij de varianten met een lagere grenswaarde heeft een norm voor binnenwaarde geen meerwaarde.
- **Gedifferentieerde normen:** Nationaal vastleggen van een standaardwaarde en grenswaarde biedt ruimte voor lokale afweging. Dit kan leiden tot verschillen in beschermingsniveau afhankelijk van stedelijk of landelijk gebied. Echter, de inzichten zijn nog te beperkt voor een goede beoordeling van de toegevoegde waarde. Deze subvariant is daarom niet meegenomen in de beoordeling.

Tabel 4-4 Effectbeoordeling subvarianten laagfrequent geluid, tonaal geluid en binnenwaarde

Grenswaarde	Norm laagfrequent geluid	Norm tonaal geluid	Norm binnenwaarde
37 dB L_{den}	Geen meerwaarde	Lichte meerwaarde	Geen meerwaarde
40 dB L_{den}	Geen meerwaarde	Grote meerwaarde	Geen meerwaarde
43 dB L_{den}	Lichte meerwaarde	Grote meerwaarde	Geen meerwaarde
45 dB L_{den}	Lichte meerwaarde	Grote meerwaarde	Geen meerwaarde
47 dB L_{den}	Lichte meerwaarde	Grote meerwaarde	Lichte meerwaarde
50 dB L_{den}	Lichte meerwaarde	Grote meerwaarde	Grote meerwaarde

4.3.4 Landschap & Cultuurhistorie

Unesco Werelderfgoed

Mogelijke landschappelijke en cultuurhistorische effecten zijn relevant voor UNESCO Werelderfgoed zoals de Hollandse Waterlinies, Koloniën van Weldadigheid (met België), Droogmakerij De Beemster in Noord-Holland en Schokland. Hoe groter de kans is dat windturbines in de nabijheid van deze gebieden geplaatst (kunnen) worden onder bepaalde geluidsnormen des te groter is het negatieve effect dat kan optreden. Strengere geluidsnormen leiden tot een lager plaatsingspotentieel. Hierdoor wordt de kans groter dat windturbines toch dicht bij Unesco Werelderfgoederen moeten komen. Minder strenge geluidsnormen leiden daarentegen tot een hoger plaatsingspotentieel en daarmee minder risico op Unesco Werelderfgoed. De beoordeling is toegevoegd in de onderstaande tabel.

Waardevolle landschappen

Waardevolle landschappen kunnen onder druk komen te staan door de plaatsing van windturbines. Mogelijke landschappelijke en cultuurhistorische effecten kunnen optreden op belangrijke gebieden waarvoor het Rijk verantwoordelijk is, zoals het Groene Hart, de Waddenzee, de Zuidwestelijke Delta, de Veluwe, het IJsselmeergebied en de nationale parken. Hoe groter de kans is dat windturbines in de nabijheid geplaatst (kunnen) worden onder bepaalde geluidnormen des te groter het negatieve effect is beoordeeld. Strengere geluidsnormen leiden tot meer risico op plaatsing nabij waardevolle landschappen.

Tabel 4-5 Beoordeling effecten op het thema Landschap en cultuurhistorie

Grenswaarde	Unesco Werelderfgoed	Waardevolle landschappen
Referentie: 47 dB L_{den}	Neutraal (0)	Neutraal (0)
37 dB L_{den}	Zeer negatief (---)	Zeer negatief (---)
40 dB L_{den}	Zeer negatief (---)	Zeer negatief (---)
43 dB L_{den}	Negatief (--)	Negatief (--)
45 dB L_{den}	Licht negatief (-)	Licht negatief (-)
47 dB L_{den}	Neutraal (0)	Neutraal (0)
50 dB L_{den}	Licht positief (+)	Licht positief (+)

De Commissie voor de mer heeft opgemerkt dat het nationale MER de gevolgen voor Werelderfgoed, vanwege hun beschermde status die aantasting tegengaat, overschat heeft in de beoordeling. Soepelere normen (hogere dB-waarden) kunnen juist positief uitpakken voor deze gebieden, doordat er meer flexibiliteit ontstaat voor de locatiekeuze en het vermijden van gevoelige landschappen. De afweging tussen strengere milieunormen en de gevolgen voor het plaatsingspotentieel (en daarmee de energieopbrengst) is cruciaal voor de haalbaarheid van de energietransitie en de Regionale Energiestrategieën.

4.3.5 Natuur

Natura 2000-gebieden

Het plan-MER merkt op dat Natura 2000-gebieden en het Natuurnetwerk Nederland (NNN) reeds wettelijk beschermd zijn via de Wet natuurbescherming en planologische verordeningen. Dit betekent dat hooguit "licht negatieve effecten" kunnen optreden door de waarborging in deze wetgeving.

Strengere geluidsnormen leiden tot een afname van het plaatsingspotentieel en daarmee groeit de druk op de resterende, vaak gevoelige gebieden. De geluidsnormen 37 dB tot en met 45 dB resulteren maximaal in een licht negatief effect (-) op Natura 2000. De geluidvariant 47 dB is gelijk aan de referentiesituatie en is neutraal beoordeeld. Bij 50 dB is de kans groot dat windturbines meer nabij woningen en stedelijk gebied komen te staan, en gemiddeld genomen verder van Natura 2000, en wordt daarom licht positief beoordeeld. Echter, door de wettelijke bescherming via de ADC-toets (Alternatieven, Dwingende redenen van groot openbaar belang, Compensatie) worden significante negatieve gevolgen voorkomen, waardoor juridisch gezien hooguit licht negatieve gevolgen kunnen optreden. Het plan-MER gaat ervan uit

dat er alternatieven zijn en geen dwingende redenen van openbaar belang. Een soepelere norm (50 dB L_{den}) wordt als positief (+) beoordeeld, omdat dit een grotere flexibiliteit biedt om Natura 2000-gebieden te vermijden. Hierbij is het van belang te beseffen dat de Commissie voor de m.e.r. heeft geadviseerd dat het landelijke plan-MER de effecten op Natura 2000 heeft onderschat.

Natuurnetwerk Nederland (NNN)

NNN is vergelijkbaar met Natura 2000; een kleiner plaatsingspotentieel kan leiden tot een toegenomen kans op effecten op NNN-gebieden. De strengste normen (37 dB L_{den} en 40 dB L_{den}) leiden tot een zeer sterke afname van het plaatsingspotentieel, waardoor maar enkele dunbevolkte gebieden overblijven voor het plaatsen van windturbines op land. Echter, het beschermingsregime voor NNN voorkomt negatieve of zeer negatieve scores. Een soepelere norm (50 dB L_{den}) wordt als positief beoordeeld, omdat dit meer ruimte biedt en NNN-gebieden gemakkelijker vermeden kunnen worden.

Vogels

De beoordeling voor vogels is gebaseerd op het plaatsingspotentieel van windturbines en de toe- of afname van de kans op negatieve of positieve effecten op vogels. Windturbines op land kunnen een negatief effect hebben op vogels in relatie tot foerageer-, rust- trek- en broedgebieden. Als er verstoring optreedt door windturbines neemt het leefbaar gebied voor vogels af. Voor vogels leidt een strengere geluidsnorm tot potentieel significant negatievere effecten. Dit is hooguit licht negatief omdat er geen significante verstoring mag optreden op vogels. Een soepelere norm van 50 dB L_{den} wordt als positief beoordeeld, omdat dit de flexibiliteit vergroot om vogelrijke gebieden te vermijden.

Vleermuizen

De negatieve effecten van geluidhinder op vleermuizen zijn niet eenduidig en in een plan-MER op nationaal schaalniveau kunnen deze niet specifiek worden vastgesteld. Effectbeoordeling op vleermuizen dient altijd per plangebied te gebeuren omdat vleermuizen overal kunnen voorkomen.

Stikstofemissie

Stikstofdepositie is voornamelijk relevant in de aanlegfase. De operationele fase van windturbines brengt geen stikstofemissie met zich mee. Gebruik van windturbines leidt zelfs tot een vermindering van emissie ten opzichte van energieopwekking door middel van energiecentrales. Dit is echter ook in de referentiesituatie al het geval.

Tabel 4-6 Beoordeling effecten op het thema Natuur

Grenswaarde	Natura 2000	NNN	Vogels	Vleermuizen	Stikstofemissie
Referentie: 47 dB L_{den}	Neutraal (0)	Neutraal (0)	Neutraal (0)	Neutraal (0)	Neutraal (0)
37 dB L_{den}	Zeer negatief (---)	Zeer negatief (---)	Zeer negatief (---)	Neutraal (0)	Neutraal (0)
40 dB L_{den}	Zeer negatief (---)	Zeer negatief (---)	Zeer negatief (---)	Neutraal (0)	Neutraal (0)
43 dB L_{den}	Negatief (--)	Negatief (--)	Negatief (--)	Neutraal (0)	Neutraal (0)
45 dB L_{den}	Licht negatief (-)	Licht negatief (-)	Licht negatief (-)	Neutraal (0)	Neutraal (0)
47 dB L_{den}	Neutraal (0)	Neutraal (0)	Neutraal (0)	Neutraal (0)	Neutraal (0)
50 dB L_{den}	Licht positief (+)	Licht positief (+)	Licht positief (+)	Neutraal (0)	Neutraal (0)

De Commissie mer heeft opgemerkt dat de gevolgen voor Natura 2000-gebieden en het Natuurnetwerk Nederland (NNN) in het MER zijn onderschat. In hoofdstuk 5 wordt aangegeven hoe hier in de Gelderse situatie specifiek tegenaan wordt gekeken.

4.3.6 Ruimtegebruik (meervoudig ruimtegebruik)

Het thema ruimtegebruik beoordeelt de mogelijkheden voor 'meervoudig ruimtegebruik', oftewel het combineren van windenergie met andere functies zoals landbouw of infrastructuur.

De verschillende geluidsvarianten bepalen hoeveel geluid windturbines mogen veroorzaken bij gevoelige objecten. Het principe is dat hoe strenger de geluidsnorm, des te minder ruimte er resteert voor windturbines en des te moeilijker het wordt om combinaties met andere gebruiksfuncties (meervoudig ruimtegebruik) te realiseren. Dit leidt tot zeer negatieve beoordelingen voor de strengste geluidsnormen en kansen en daarmee een positieve beoordeling voor een soepelere norm (50 dB L_{den} omdat de kansen voor meervoudig ruimtegebruik toenemen door een toename in het plaatsingspotentieel.

Tabel 4-7 Beoordeling effecten op het thema Ruimtegebruik

Grenswaarde	Ruimtegebruik
Referentie: 47 dB L_{den}	Neutraal (0)
37 dB L_{den}	Zeer negatief (---)
40 dB L_{den}	Zeer negatief (---)
43 dB L_{den}	Negatief (--)
45 dB L_{den}	Licht negatief (-)
47 dB L_{den}	Neutraal (0)
50 dB L_{den}	Licht positief (+)

4.3.7 Energieopbrengst (plaatsingspotentieel)

Het thema energieopbrengst is direct gekoppeld aan het plaatsingspotentieel voor windturbines op land. Hierbij is gebruik gemaakt van onderzoek van RIVM (2009) en Generation Energy (2022).

Strengere geluidsnormen beperken de beschikbare ruimte voor nieuwe windturbines aanzienlijk, wat resulteert in een verminderd plaatsingspotentieel en dus een lagere energieopbrengst. Het onderzoek van Generation Energy (GE, 2022) toonde specifieke percentages van afname in plaatsingspotentieel aan. Omdat hierbij uitgegaan is van een andere referentiesituatie dan in het landelijke plan-MER zijn er interpretatieverschillen in de beoordeling van het plaatsingspotentieel. Om toch zo compleet mogelijk te zijn, is onderstaand de beoordeling in het plan-MER en de berekende afname door GE aangegeven.

De meest strenge geluidsnormen (37 dB L_{den} en 40 dB L_{den}) worden als zeer negatief beoordeeld doordat het plaatsingspotentieel bij deze normen sterk afneemt. Een soepelere geluidsnorm (50 dB L_{den}) zorgt voor een toename van het plaatsingspotentieel.

Tabel 4-8 Beoordeling effecten op het thema Energieopbrengst

Grenswaarde	Ruimtegebruik
Referentie: 47 dB L _{den}	Neutraal (0)
37 dB L _{den}	Zeer negatief (---)
40 dB L _{den}	Zeer negatief (---)
43 dB L _{den}	Negatief (--)
45 dB L _{den}	Negatief (--)
47 dB L _{den}	Neutraal (0)
50 dB L _{den}	Positief (++)

4.4 Samenvatting nationale bevindingen over geluidsnormen

De nationale bevindingen uit het plan-MER over geluidsnormen tonen een duidelijke afweging tussen de bescherming van de leefomgeving en de realisatie van duurzame energiedoelstellingen. Hoewel strengere geluidsnormen de statistische kans op ernstige hinder verminderen, leiden ze tegelijkertijd tot een sterke afname van het plaatsingspotentieel voor windturbines op land. Dit heeft aanzienlijke negatieve gevolgen voor de energieopbrengst en de haalbaarheid van nationale klimaatdoelstellingen.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de effectbeoordelingen van de verschillende onderzochte geluidsnormen (L_{den}) op diverse milieuthema's vanuit een nationaal perspectief. Strenge geluidsnormen zorgen voor positieve effecten op gezondheid door een vermindering van geluidhinder. Daarentegen zorgen strengere geluidsnormen voor een grotere druk op de resterende, geschikte gebieden, wat kan leiden tot negatieve effecten op UNESCO Werelderfgoederen, waardevolle landschappen en Natura 2000-gebieden en NNN, ondanks hun beschermde status.

Tabel 4-9 Overzicht van de effectbeoordelingen van verschillende geluidsnormen (L_{den}) op diverse milieuthema's, gebaseerd op het nationale plan-MER. Ten opzichte van de referentiesituatie van 47 dB L_{den}

Geluidsnorm (L _{den})	37 dB	40 dB	43 dB	45 dB	47 dB (referentie)	50 dB
Gezondheid	+++	+++	++	++	0	---
Landschap & Cultuurhistorie	---	---	--	-	0	+
Natura 2000	-	-	-	-	0	+
NNN	-	-	-	-	0	+
Vogels	-	-	-	-	0	+
Vleermuizen	0	0	0	0	0	0
Stikstofemissie	0	0	0	0	0	0
Ruimtegebruik	---	---	--	-	0	+
Energieopbrengst	---	---	--	--	0	++

5 Geluidsnorm 45 dB en de effecten voor Gelderland

Op nationaal niveau zijn de verschillende geluidsnormen voor windplannen onderzocht. Aangezien de provincie Gelderland een eigen, goed onderbouwde en actueel gemotiveerde geluidsnorm wil hanteren voor windplannen, worden in dit hoofdstuk de relevante thema's specifiek voor Gelderland behandeld.

De provincie Gelderland heeft een toezegging gedaan om in de beleidsvorming aandacht te besteden aan een maximale geluidsnorm van 45 dB L_{den} ⁴. Dit zou een aanscherping zijn ten opzichte van de voormalige landelijke norm van 47 dB L_{den} die vaak als referentie wordt gehanteerd in de decentrale normering. Deze aanscherping kan specifieke gevolgen hebben voor de Gelderse context.

Benadrukt wordt dat in dit hoofdstuk de specifieke situatie in Gelderland wordt beschouwd in relatie tot de effectbeoordeling in het nationale plan-MER. Hierdoor kan mogelijk de effectbeoordeling voor Gelderland worden genuanceerd. Er wordt hier nog niet de relatie gelegd met het Gelderse plan-MER Windbeleid en RES. Dat wordt in hoofdstuk 6 gedaan voor zover mogelijk.

5.1 Gezondheid (geluidhinder)

Voor het thema gezondheid is als beoordelingscriterium geluidhinder beoordeeld op nationaal niveau. In de nationale plan-MER is benoemd dat de statistische kans op ernstige geluidhinder bij een geluidsbelasting van 45 dB L_{den} met meer dan 20%, maar minder dan 60% afneemt ten opzichte van de kans op ernstige hinder in de referentiesituatie van 47 dB L_{den} . Deze marge hangt samen met verschillende factoren die van invloed zijn op de geluidsbelasting. Bijvoorbeeld of er binnenshuis of buitenshuis wordt gemeten. De norm van 45 dB L_{den} wordt daarmee in de nationale plan-MER positief beoordeeld (++) ten opzichte van de referentiesituatie.

Bovendien komt de norm van 45 dB L_{den} overeen met de door de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) aanbevolen grenswaarde. Het hanteren van 45 dB L_{den} zou daarmee in Gelderland direct bijdragen aan het beschermen en verbeteren van de volksgezondheid en het welzijn van omwonenden.

Er gelden in Gelderland voor het thema gezondheid geen andere situaties dan in de landelijke plan-MER zijn benoemd. Hierdoor kan worden uitgegaan van de landelijke beoordeling passend bij 45 dB L_{den} :

- **45 dB L_{den} :** De statistische kans op ernstige hinder door geluid neemt bij een geluidcontour van 45 dB L_{den} af ten opzichte van de kans op ernstige hinder in de referentiesituatie van 47 dB L_{den} . De beoordeling is positief (++).

Ondanks dat er in Gelderland voor het thema gezondheid van dezelfde beoordeling kan worden uitgegaan als op nationaal niveau, wordt hieronder een toelichting gegeven op specifieke omstandigheden in relatie tot geluidhinder waar mogelijk invloed op kan worden uitgeoefend om geluidhinder verder te beperken.

⁴ Toezegging 45 dB L_{den} in beleid, provincie Gelderland, 2-7-2025

Geluidhinder in relatie tot grootte van windturbine

Grotere windturbines met meer vermogen maken niet noodzakelijkerwijs meer geluid dan kleinere turbines⁵. Er zijn kleinere windturbines met minder vermogen die meer geluid produceren. De geluidproductie hangt dus samen met het type windturbine. Verschillende windturbines met vermogens >3 MW produceren vergelijkbare hoeveelheden geluid als turbines met kleinere vermogens van 2-3MW⁶. Ook de moderne windturbines van >5 MW produceren niet per definitie meer geluid. Door technologische ontwikkelingen, zoals bijvoorbeeld de gekartelde randen aan de windturbinebladen, neemt de geluidproductie eerder af dan dat deze toeneemt.

Geluidhinder nabij en ver van de as

Dichterbij – en op de hoogte van de as – is meer geluid. De geluidsniveaus dalen na 300 meter, wanneer verder van de windturbine wordt af bewogen. Voor een grens van 45 dB moet al een bepaalde afstand tot de windturbine worden gehouden. Hoe verder windturbines van gevoelige objecten staan, hoe lager de statistische kans op geluidshinder.



Figuur 5.1: Schematische weergave windturbinegeluid in vergelijking met andere bronnen, waarbij in werkelijkheid de geluidsniveaus per afstand en per situatie verschillen en zal het geluidniveau na 300 meter nog verder afnemen (RIVM Factsheet gezondheidseffecten van windturbinegeluid, 2021).

Op meer dan 1500 meter kan het geluid van windturbines over het algemeen niet meer worden waargenomen.

⁵ RIVM (2021), Factsheet Gezondheidseffecten van windturbinegeluid

⁶ Van den Berg, 2021, Maken grotere windturbines > 3MW meer lawaai dan kleinere <3MW?

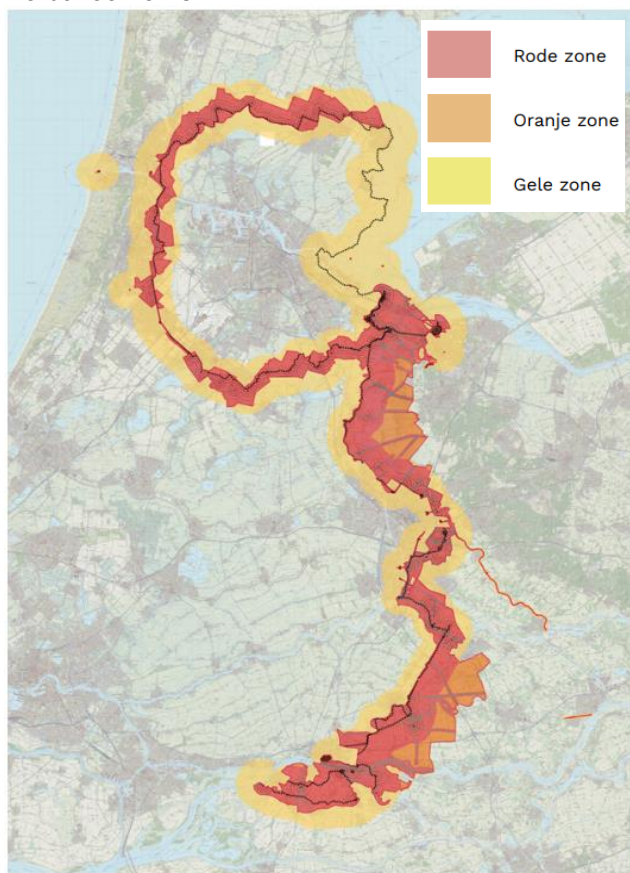
5.2 Landschap & cultuurhistorie

Unesco Werelderfgoed

In Gelderland ligt Unesco Werelderfgoed de Hollandse Waterlinie. Volgens het nationale plan-MER kunnen windturbines met name visuele effecten hebben op het werelderfgoed, zoals openheid van het landschap of specifieke landschappelijke patronen.

Het plaatsen van windturbines binnen en in de omgeving van de Hollandse Waterlinies kan effecten hebben op de te beschermen kernkwaliteiten van het werelderfgoed. Om deze te beschermen is het Afwegingskader Energietransitie Hollandse Waterlinies opgesteld. In dit Afwegingskader zijn drie zones opgenomen:

- Een rode zone: hier ligt het werelderfgoed gebied waarbij ontwikkelingen van hernieuwbare energie significante negatieve effecten op de kernkwaliteiten van de Hollandse Waterlinies zouden hebben;
- Een oranje zone: het ontwikkelen van hernieuwbare energie is onder voorwaarden mogelijk en er gelden ook regels voor het laadvermogen;
- Een gele zone: dit is een attentiezone buiten de Hollandse Waterlinies waarbinnen ontwikkelingen van hernieuwbare energie mogelijk zijn zolang wordt aangetoond dat het uitstralingseffect van de ontwikkeling wordt voorkomen.



Figuur 5.2: Zoneringskaart Hollands Waterlinies 5,6 MW turbines (Afwegingskader Energie HWL)

Op de zoneringskaart is terug te zien dat met name in het westen van Gelderland rode, oranje en gele zones terug te vinden zijn⁷.

Deze zones geven aan waar in Gelderland er negatieve effecten kunnen optreden op de Hollandse Waterlinies. Potentiële overlap met een van deze zones geldt dus met name voor het westelijk deel van Gelderland.

Als er minder geschikte plekken zijn om windturbines te plaatsen (laag plaatsingspotentieel), is de kans groter dat er windturbines dichterbij de Hollandse Waterlinie zouden kunnen komen te staan. Dat vergroot het risico op visuele effecten in het landschap. Bij strengere geluidsnormen is het plaatsingspotentieel lager en daarmee de kans groter dat windturbines in de nabijheid kunnen worden geplaatst van de Hollandse Waterlinie. Hierdoor kan voor Gelderland voor het thema Unesco Werelderfgoed worden uitgegaan van de 45 dB L_{den} beoordeling zoals in het nationale plan-MER benoemd. Deze is als volgt:

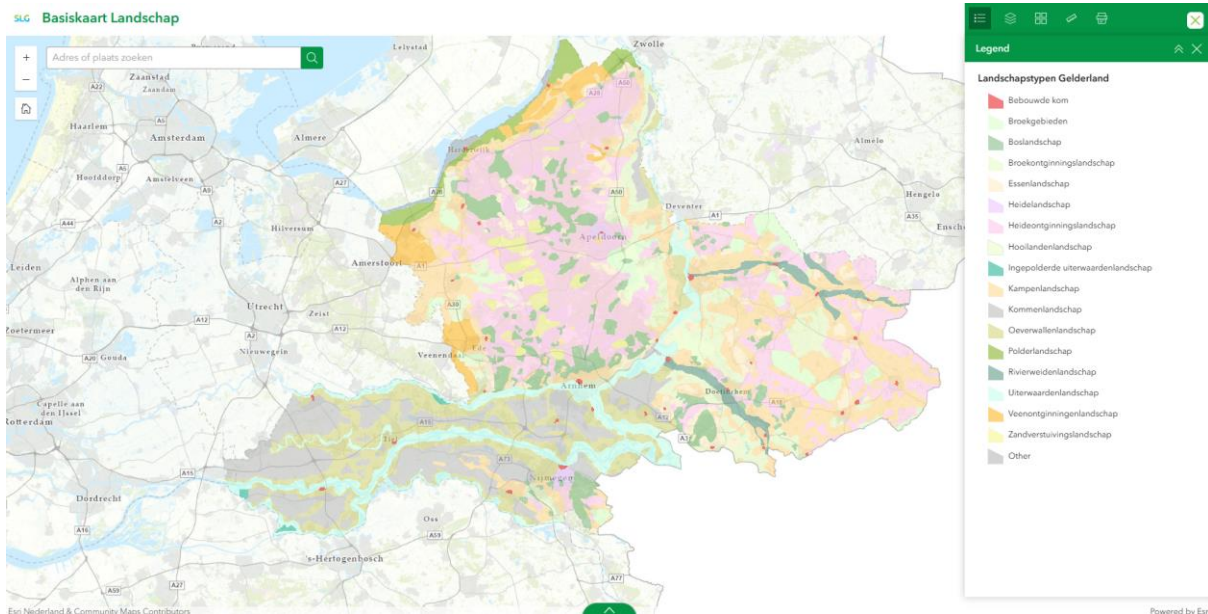
- **45 dB L_{den} :** door een lager plaatsingspotentieel in relatie tot de referentiesituatie van 47 dB, geldt een licht negatieve beoordeling (-).

Waardevolle landschappen

In de nationale plan-MER wordt ervan uitgegaan dat bij strengere geluidsnormen het plaatsingspotentieel lager is en daarmee de kans groter dat windturbines in de nabijheid kunnen worden geplaatst van waardevolle landschappen. Hieronder wordt ook een gebied zoals de Veluwe genoemd. De Veluwe wordt in deze notitie als Natura 2000-gebied meegewogen. Naast deze waardevolle gebieden, kunnen windturbines ook een invloed hebben op de beleving van het landschap. Windturbines geven een nieuwe dynamiek aan het landschap en kunnen kwaliteiten toevoegen of versterken, maar ook bestaande kwaliteiten aantasten.

Gelderland kent verschillende landschapstypen. Het oosten kenmerkt zich meer door kleinschalige, natuurlijke landschappen zoals heidelandschap en broekontginningslandschap. Het westen wordt gekenmerkt door kleinschalige landschappen zoals oeverwallenlandschap en door rationale/open landschappen zoals kommenlandschap.

⁷ Zoneringskaart – Afwegingskader Energie: <https://www.stateninformatie.provincie-utrecht.nl/documenten/Overig-1/2022MM67-02-1-Afwegingskader-energie-HWL-GS.pdf>



Figuur 5.3 Basiskaart Landschap (Stichting Landschapsbeheer Gelderland)⁸

Kleinschalige, organische landschappen en natuurlijke landschappen zullen meer visuele hinder ondervinden door de plaatsing van windturbines. In contrast tot rationelere landschappen met hoofdzakelijk industrie, bedrijventerrein of stallen. Hoe strenger de geluidsnorm, hoe lager het plaatsingspotentieel, waardoor de kans groter is dat windturbines in de nabijheid kunnen worden geplaatst van waardevolle landschappen. De aanzienlijke reductie van het plaatsingspotentieel door de 45 dB L_{den} norm (tot 34% daling in potentie op land) zal de druk op de overgebleven geschikte locaties verhogen. Deze overgebleven locaties vallen vaker samen met minder bevolkte gebieden, die vaak ecologisch of landschappelijk waardevol zijn. De beoordeling van Gelderland blijft in lijn met de beoordeling van de nationale plan-MER:

- **45 dB L_{den} :** een strengere geluidsnorm ten opzichte van de referentie (47 dB) leidt tot een lager plaatsingspotentieel, waardoor de kans groter is dat windturbines in de nabijheid kunnen worden geplaatst van waardevolle, kleinschalige, natuurlijke landschappen. De beoordeling is licht negatief (-).

5.3 Natuur

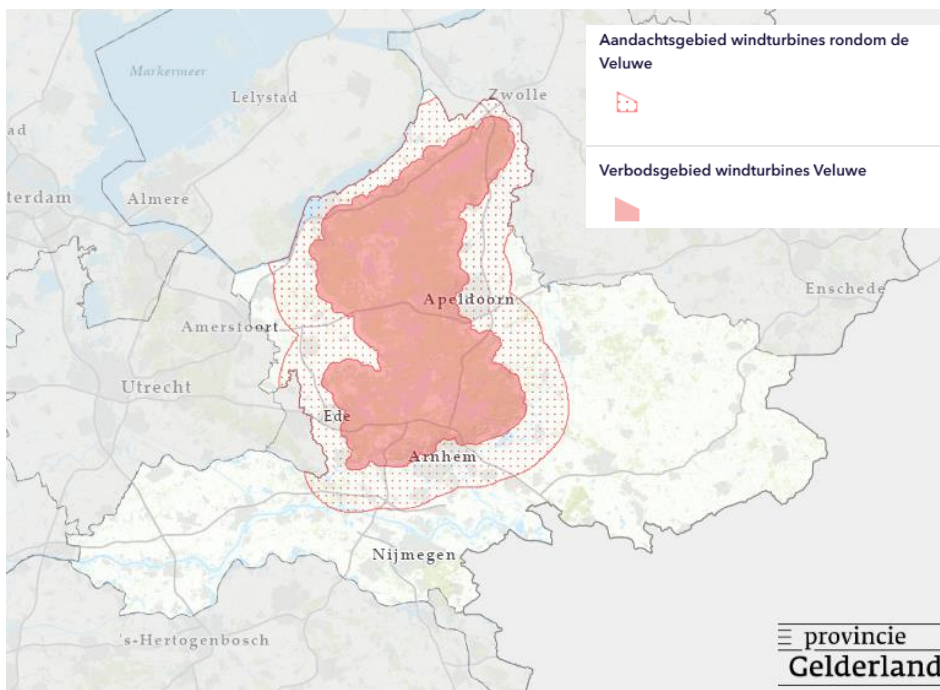
Natura 2000-gebieden

De Omgevingswet beschermt Natura 2000-gebieden tegen ontwikkelingen, zoals het plaatsen van windturbines, die de instandhoudingsdoelstellingen kunnen aantasten. Dit betekent dat hooguit "licht negatieve effecten" kunnen optreden door de waarborging in deze wetgeving. Strengere geluidsnormen leiden tot een afname van het plaatsingspotentieel en daarmee druk op de resterende, vaak gevoelige gebieden. De geluidsnormen 37 dB tot en met 45 dB

⁸ Stichting Landschapsbeheer Gelderland, Basiskaart Landschap: <https://slgelderland.nl/kennisbank/landschap-op-de-kaart>

resulteren volgens het nationale plan-MER in een licht negatief effect (-) op Natura 2000.

Echter kunnen windturbines buiten Natura 2000-gebieden ook een externe werking hebben. Dit betekent dat windturbines buiten deze gebieden ook invloed kunnen hebben op de natuurlijke waarden voor de Natura 2000-gebieden. Dit dient locatie specifiek te worden onderzocht. Hoe lager de geluidsnorm voor windturbines, hoe groter de kans dat er rekening moet worden gehouden met Natura 2000-gebieden. Voor de Veluwe is er in Gelderland echter sprake van afwijkende regels.



Figuur 5.4 Verbodsgebied windturbines in de 1km zone rond de Veluwe en aandachtsgebied windturbines in de 1-8km zone rondom de Veluwe (Bron: Geoportaal Gelderland, Windenergie op en rondom de Veluwe).

Volgens de Omgevingsverordening van Gelderland is het niet mogelijk om windturbines te plaatsen in de 1km zone rondom de Veluwe in verband met de aanwezigheid van de Wespendif. Dit is een belangrijke vogelsoort met specifieke Natura 2000-doelstellingen voor de Veluwe die onder andere door stikstofdruk en droogte op de Veluwe naar voedsel zoekt buiten de Veluwe. Het uitgangspunt bij het plaatsen van windturbines is dat de populatie wespendifen op de Veluwe niet achteruit mag gaan als gevolg van aanvaringen met windturbines. De rapportage Windenergie op en rondom de Veluwe (A&W-rapport 20-140) concludeert dat een bovenregionale regie op windturbines op de Veluwe en in de zone van 1 – 8 kilometer daaromheen vereist is⁹ (zie figuur 5.4). In deze zone geldt daarom voor windturbines dat er slechts onder bepaalde voorwaarden ruimte is voor windenergie. Deze voorwaarden zijn beschreven in de Beleidslijn windenergie op en rondom de Veluwe van de provincie Gelderland¹⁰.

⁹ A&W-rapport 20-140: <https://commissiemer.nl/projectdocumenten/00009207.pdf>

¹⁰ Aanvulling beleidslijn windenergie op en rondom de Veluwe: <https:// gelderland.stateninformatie.nl/document/14084076/1>

De aanwezigheid van de 1 km Wespandief-zone rond de Veluwe, zorgt voor een verdere verkleining van het plaatsingspotentieel van windturbines. Ondanks dat dit gebied een groot deel van Gelderland beslaat, is het effect voor 45 dB L_{den} in vergelijking met de referentiesituatie van 47 dB L_{den} niet anders dan in het nationale plan-MER. De Veluwe kan weliswaar buiten beschouwing worden gelaten, maar voor andere Natura 2000-gebieden is de beoordeling niet anders. Daar blijft gelden dat de bescherming van Natura 2000-gebieden in de Omgevingswet is vastgelegd, waardoor hooguit "licht negatieve effecten" kunnen optreden.

De Commissie mer adviseert dat de gevolgen voor Natura 2000-gebieden en het Natuurnetwerk Nederland (NNN) in het MER zijn onderschat. Het plan-MER gaat ervan uit dat strenge milieunormen alleen "licht negatieve" gevolgen hebben. Echter, de Commissie acht de ADC-toets reëel en stelt dat windparken van hoger openbaar belang zijn, waardoor alternatieven zoals andere duurzame energie in deze toets geen rol spelen. Als gevolg hiervan heeft het plan-MER volgens de Commissie de negatieve effecten van de strengere geluidsnormen op Natura 2000 en NNN onvoldoende onderbouwd.

Deze gedachtegang is voor de Gelderse situatie als minder relevant beoordeeld, vooral vanwege de basisbescherming die er al is voor de Veluwe; daar zullen windturbines niet dichterbij worden geplaatst. Daarom blijft gelden dat de bescherming van Natura 2000-gebieden in de Omgevingswet is vastgelegd, waardoor hooguit "licht negatieve effecten" kunnen optreden. Hierdoor geldt dezelfde beoordeling zoals benoemd in het nationale plan-MER.

- **45 dB L_{den} :** een strengere geluidsnorm ten opzichte van de referentie (47 dB) leidt tot een lager plaatsingspotentieel, waardoor de kans groter is dat windturbines in de nabijheid kunnen worden geplaatst van Natura 2000-gebieden, waaronder de Veluwe. Hier moet ook rekening worden gehouden met de Wespandief zone. De beoordeling is licht negatief (-).

Natuurnetwerk Nederland (NNN)

Volgens de Omgevingsverordening van Gelderland is het mogelijk om windturbines te plaatsen in het Gelders Natuurnetwerk (GNN) wanneer de effecten op de kernkwaliteiten van het GNN op voorhand als beperkt worden ingeschat. Deze delen van het GNN liggen in de zones langs Rijkswegen. Hier vallen de volgende delen van het GNN niet onder: het vogelrichtlijngebied Veluwe, rustgebieden voor winterganzen en weidevogelgebieden.

Weidevogelgebieden zijn daarmee uitgesloten van nieuwe windturbines. Er mogen geen nadelige effecten zijn op de broedfunctie van deze gebieden om de weidevogels te beschermen en te behouden.

Voor de plaatsing van windturbines in GNN kan een uitzondering worden gemaakt indien er rekening wordt gehouden met compensatie. Deze compensatie voor de windturbine en bijbehorend terrein bestaat uit maatregelen waarbij:

- De nadelige gevolgen voor de oppervlakte, samenhang of kwaliteit van het GNN zoveel mogelijk worden beperkt en de overblijvende effecten gelijkwaardig worden gecompenseerd in overeenstemming met bijlage Gelijkwaardige natuurbeheertypen; en
- De oppervlakte aan natuur die verloren gaat voor 200 procent wordt gecompenseerd.

Hoe strenger de geluidsnorm, hoe meer het plaatsingspotentieel afneemt en daarmee de druk op gevoelige gebieden zoals GNN toeneemt. Omdat het in Gelderland mogelijk is binnen GNN windturbines te realiseren, is de verwachting dat die druk in Gelderland op GNN groter is dan elders in Nederland op NNN. Om deze reden wordt de beoordeling uit de nationale plan-MER niet aangehouden maar is de beoordeling van deze norm negatief (--):

- **45 dB L_{den}**: een strengere geluidsnorm ten opzichte van de referentie (47 dB) leidt tot een lager plaatsingspotentieel, waardoor de kans groter is dat windturbines in of in de nabijheid kunnen worden geplaatst van GNN en er mogelijk compensatie nodig is. De beoordeling is negatief (--).

Vogels

Voor het beoordelen van effecten op vogels wordt vooral gekeken naar het plaatsingspotentieel van windturbines en de toe- of afname die ontstaat met de kans op negatieve of positieve effecten op vogels. Windturbines op land kunnen een negatief effect hebben op vogels ten aanzien van trek-, foerageer-, rust- en broedgebieden. Als er verstoring plaatsvindt door de aanwezigheid van windturbines neemt het leefbaar gebied af. Tevens kunnen er door grotere groepen windturbineopstellingen barrières ontstaan waardoor trekroutes worden verstoord en foerageertijden afnemen.

Volgens de nationale plan-MER leidt een strengere geluidsnorm voor vogels tot potentieel significant negatievere effecten. Dit is hooguit licht negatief omdat er geen significante verstoring mag optreden op vogels. Een soepelere norm van 50 dB L_{den} wordt als positief beoordeeld, omdat dit de flexibiliteit vergroot om vogelrijke gebieden te vermijden.

- **45 dB L_{den}**: een strengere geluidsnorm ten opzichte van de referentie (47 dB) leidt tot een lager plaatsingspotentieel, waardoor de kans groter is dat windturbines in de nabijheid kunnen worden geplaatst van trek-, foerageer-, rust- en broedgebieden van vogels. Met name de wespandief is specifiek vanwege de doelstellingen voor de Veluwe. Maar aangezien deze beschermd wordt door de bufferzone van het Natura 2000-gebied de Veluwe in de Gelderse omgevingsverordening, wordt verwacht dat de Nederlandse uitgangssituatie hetzelfde is als voor Gelderland met een licht negatief effect (-).

Vleermuizen

De bescherming van diersoorten ligt vast in de Omgevingswet (Ow) onder het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal). Het verstoren of doden van individuen van beschermde soorten en het verstoren van rust- of foerageerplaats en nest is verboden. Alle vleermuissoorten in Nederland zijn beschermd. Windturbines kunnen een negatief effect hebben op de Staat van Instandhouding aangezien ze potentieel veel slachtoffers kunnen maken of het leefgebied kunnen verstoren. Het nationale plan-MER omschrijft dat het effect voor vleermuizen neutraal (0) is, aangezien ze overal in Nederland voorkomen en de impact locatie specifiek is, geldt voor Gelderland hetzelfde.

- **45 dB L_{den}**: neutrale beoordeling (0), omdat vleermuizen in heel Nederland voorkomen en elke soort een eigen biotoop kent.

Stikstofemissie

Het nationale plan-MER geeft aan dat er voornamelijk stikstofdepositie plaatsvindt in de aanlegfase, maar dat het gebruik van windturbines leidt tot vermindering van emissie. De bijbehorende beoordeling wordt ook voor Gelderland aangehouden:

- **45 dB L_{den}**: neutrale beoordeling (0)

5.4 Ruimtegebruik

De geluidsnorm van 45 dB L_{den} wordt in het nationale plan-MER beoordeeld als licht negatief (-) voor meervoudig ruimtegebruik. Dit komt door de afname van het plaatsingspotentieel, waardoor er minder mogelijkheden zijn om windturbines te combineren met andere gebruiksfuncties. De strengste normen (37 dB L_{den} en 40 dB L_{den}) worden als zeer negatief beoordeeld (---).

Het principe is dat hoe strenger de geluidsnorm, des te minder ruimte er resteert voor windturbines en des te moeilijker het wordt om combinaties met andere gebruiksfuncties (meervoudig ruimtegebruik) te realiseren. Het effect op ruimtegebruik is in Gelderland merkbaar vanwege de ruimtelijke structuur. In een aantal Gelderse regio's (zoals FoodValley, Achterhoek, Stedendriehoek) is de bebouwing erg verspreid, wat kan leiden tot een afname in plaatsingspotentieel. De 45 dB L_{den}-norm leidt ertoe dat de grotere geluidsc contouren (mogelijk tot ca 650m) de resterende "snippers" beschikbare ruimte opslokken, waardoor de al beperkte mogelijkheden voor meervoudig ruimtegebruik, zoals langs infrastructuur of op bedrijventerreinen, verder afnemen. De regionale afname van het opwekpotentieel in de Gelderse RES-regio's is procentueel een van de grootste in Nederland. Voor Gelderland wordt daarom de 45 dB L_{den}-norm als negatief gewaardeerd.

- **45 dB L_{den}**: vanwege de ruimtelijke structuur in Gelderland met verspreide bebouwing, kan dit bij een strengere geluidsnorm leiden tot minder functiecombinaties. Hierdoor wordt de beoordeling negatief (--).

5.5 Energieopbrengst (plaatsingspotentieel)

Strengere geluidsnormen beperken de beschikbare ruimte voor nieuwe windturbines, wat resulteert in een verminderd plaatsingspotentieel en dus een lagere energieopbrengst. Dit effect ontstaat doordat strengere geluidsnormen het totale plaatsingspotentieel voor windenergie op landelijk schaalniveau aanzienlijk verkleinen. Dit verlies aan flexibele plaatsingsruimte leidt tot een toegenomen kans op plaatsing nabij de resterende, vaak gevoelige gebieden, wat de landschappelijke en cultuurhistorische waarden kan aantasten.

De Gelderse regio's (zoals FoodValley, Achterhoek en Stedendriehoek) kenmerken zich door veel verspreide bebouwing in het buitengebied. Deze bouwstructuur creëert de volgende uitdaging bij de plaatsing van windturbines:

1. Elke woning heeft een geluidsc contour. Waar in meer open regio's grote, aaneengesloten onbebouwde gebieden zijn zonder geluidsc contouren, leidt de verspreid liggende woonbebouwing in Gelderland tot een veelvoud aan, vaak overlappende,

geluidscontouren rondom al die individuele woningen. Dit betekent dat de resterende potentiële plaatsingsruimte beperkt is.

2. De provincie streeft ernaar de gezondheid van omwonenden beter te beschermen door een strengere norm van 45 dB L_{den} te hanteren (ten opzichte van de voormalige 47 dB L_{den} norm). Deze aanscherping vergroot de vereiste afstand tot die verspreide woningen. Een grotere geluidscontour (afstand) heeft in een landschap met veel 'snippers' van bebouwing een veel groter effect, omdat veel van de weinige resterende stukken beschikbare ruimte worden opgeslokt.
3. Hoewel de strenge norm de plaatsingsruimte sterk beperkt (met nationaal circa 27% tot 34%), garandeert de norm van 45 dB L_{den} dat de statistische kans op ernstige hinder afneemt voor de omwonenden die aan de norm worden blootgesteld. De strengere norm biedt dus een hogere mate van bescherming en vermindert de kans op hinderklachten in het landelijk gebied.

De consequentie van verscherpen van de norm van 47 dB naar 45 dB, leidt tot een reductie van het plaatsingspotentieel voor Gelderland ten opzichte van het landelijke plan-MER.

Het landelijke plan-MER Windturbinebepalingen Leefomgeving heeft berekend dat bij een geluidsnorm van 45 dB L_{den} de theoretische opwekcapaciteit met circa 34% afneemt ten opzichte van de 47 dB L_{den} norm.

De studie van Generation Energy (2021) toont aan dat dit landelijke gemiddelde grote regionale verschillen maskeert. Gekeken naar de analyse exclusief Natura 2000- en radarinvloedsgebieden – de meest relevante vergelijking voor de Gelderse context – voegen Gelderse regio's zich bij de top 5 met de grootste procentuele afname in opwekpotentieel:

- De regio's Achterhoek, Rivierenland, Arnhem/Nijmegen en Stedendriehoek/Cleantech (waartoe Achterhoek behoort) kennen een procentueel zeer grote afname in opwekpotentieel bij aanscherping naar 45 dB L_{den} .
- De grote afname in deze Gelderse regio's wordt verklaard door de grote hoeveelheid verspreide bebouwing en de aftrek van de Natura 2000-gebieden.
- **45 dB L_{den} :** De aanscherping van de geluidsnorm naar 45 dB L_{den} heeft voor de Gelderse Regionale Energiestrategie (RES)-regio's een disproportioneel negatieve impact op het plaatsingspotentieel. De landelijke Plan-MER Windturbinebepalingen Leefomgeving beoordeelde deze variant nationaal als 'Negatief' (--) voor energieopbrengst, gebaseerd op een landelijke afname van circa 34% in opwekpotentieel volgens Generation Energy (GE). Regionale analyses tonen echter aan dat de ruimtelijke structuur in Gelderland een veel grotere reductie veroorzaakt. Dit wordt verklaard door de veelheid aan verspreide bebouwing in het buitengebied van Gelderse regio's zoals FoodValley en Stedendriehoek/Cleantech, waardoor de zones rondom woningen snel overlappen en de resterende plaatsingsruimte sterk wordt ingeperkt. De afname in plaatsingspotentieel varieert regionaal aanzienlijk, van 15% tot 56%. Bovendien wordt de Gelderse berekening van de effecten van 45 dB L_{den} als conservatief beschouwd, omdat deze uitging van een

geluidscontourafstand van 580 meter¹¹ tot gevoelige objecten, terwijl de Generation Energy-studie voor de 45 dB L_{den} norm (bij woonkernen) een afstand van 650 meter aanhield. Gezien de aanzienlijk grotere afname van het plaatsingspotentieel in Gelderland, is een sterk negatieve beoordeling (---) voor de energieopbrengst in de Gelderse context passender.

5.6 Samenvatting effecten Gelderland: geluidsnorm 45 dB

De keuze voor 45 dB L_{den} in Gelderland resulteert in een duidelijke winst op het gebied van gezondheid en hinder, maar dit gaat gepaard met een aanzienlijk verlies in plaatsingspotentieel, wat de realisatie van de RES-doelen en de omgang met gevoelige landschappelijke en natuurgebieden onder druk zet.

Tabel 5-1 Samenvatting effecten nationale plan-MER en Gelderse context

Thema	Beoordeling	45 dB geluidsnorm nationaal	45 dB geluidsnorm Gelderland
Gezondheid	Geluidhinder	++	++
Landschap & Cultuurhistorie	Licht negatief door krimp in plaatsingspotentieel	-	-
Natura 2000	Licht negatief door toegenomen druk op gevoelige gebieden.	-	-
GNN / NNN	Licht negatief (gevolg van potentieel krimp).	-	--
Vogels	Licht negatief door toegenomen risico op de overgebleven locaties.	-	-
Vleermuizen	Neutraal (effecten zijn locatie specifiek).	0	0
Stikstofemissie	Neutraal (geluidsnorm heeft geen relatie met de stikstofemissie in de exploitatiefase).	0	0
Ruimtegebruik	Negatief door afname van combinatiemogelijkheden	-	--
Energieopbrengst	Negatief (15% tot 56% ¹² afname in het plaatsingspotentieel).	--	---

¹¹ Voor berekening zie Gelderse Plan-MER Bijlage 6

¹² Ruimtelijke effecten van een strengere geluidsnorm voor windturbines, uitgevoerd door: Generation Energy, d.d. 10-2-2021

6 Geluidsnorm in Gelderse plan-MER Windbeleid

In de voorgaande hoofdstukken is uitgegaan van het nationale plan-MER waarin de milieueffecten van verschillende mogelijke normen voor geluid zijn beschreven. Vervolgens is op basis daarvan in hoofdstuk 5 de situatie in Gelderland beschouwd en beoordeeld of dat tot een andere beoordeling zou kunnen of moeten leiden voor een Gelderse geluidsnorm. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de uitkomsten van het Gelderse plan-MER Windbeleid en Regionale Energiestrategie welke onlangs (8 juli 2025) is vastgesteld door de provincie Gelderland. In dit Gelderse plan-MER is ook ingegaan op de effecten van een geluidsnorm. Hierbij zijn echter geheel andere uitgangspunten gehanteerd omdat dit MER vooral bedoeld was om locaties met elkaar te vergelijken en niet om verschillende normen met elkaar te vergelijken. Omdat in het Gelderse plan-MER een variant op basis van 45 dB geluidsnorm is gehanteerd, zijn er wel enkele conclusies aan te verbinden. Deze worden in dit hoofdstuk beschreven.

In de Regionale Aanvullingen bij het Gelderse plan-MER is voor vijf regio's (Achterhoek, Stedendriehoek, Noord-Veluwe, Foodvalley en Rivierenland) een nader onderzoek gedaan naar de mogelijkheden in die regio's en is er ook een variant "geluidsnorm 45 dB" beschouwd. De Groene Metropool regio (GMR, Arnhem-Nijmegen) is hierbij niet meegenomen omdat er voor deze regio eerder een separaat plan-MER is gemaakt. Een vergelijkbare Regionale Aanvulling is er daarom voor deze regio niet.

Uit de uitgevoerde Regionale Aanvullingen kunnen enkele conclusies worden getrokken over het effect van deze norm:

1. Het plaatsingspotentieel neemt aanzienlijk af als gevolg van de geluidsnorm van 45 dB. Gemiddeld over de vijf regio's is de afname 64% (variërend van 49% tot 80% afhankelijk van de regio). In dit geval lijkt de berekening zelfs nog conservatief omdat uitgegaan is van een afstand van de geluidscontour tot gevoelige objecten van 580 m (zie ook bijlage VI van het plan-MER Windbeleid waarin specifieke berekeningen zijn uitgevoerd aan diverse windturbintypes voor het bepalen van de afstand van de 45 dB-contour), terwijl in de studie van GE tot 650 m is aangehouden. De afname van het plaatsingspotentieel is dus aanzienlijk groter dan eerder berekend door GE. Als we dit meenemen in de beoordeling zoals opgenomen in paragraaf 5.4 en 5.5 zou een **sterk negatieve beoordeling (---)** beter op z'n plaats zijn.
2. Veel van de onderzoekslocaties binnen deze variant zijn gelegen binnen GNN gebieden in de verschillende regio's. Hoewel dit vanuit de provinciale verordening mogelijk is, gaat het om relatief veel van het plaatsingspotentieel. De kans op realisatie binnen GNN wordt dus groter dan zonder deze afstandsnorm, terwijl in het landelijke plan-MER er vanuit gegaan werd dat plaatsing binnen NNN niet mogelijk is door planologische waarborgen. Ook al dient voor GNN compensatie te worden gerealiseerd, is te verwachten dat de effecten **groter negatief (tot ---)** zijn dan geschetst in het landelijke plan-MER.

7 Conclusie en Aanbevelingen voor Gelderland

7.1 De Gelderse afweging

Deze notitie is opgesteld om de provincie Gelderland te ondersteunen bij het vaststellen van een eigen, goed onderbouwde geluidsnorm voor windturbines, een noodzaak die voortvloeit uit de 'Delfzijluitspraak'. De voorgaande analyse, gebaseerd op zowel het nationale plan-MER als specifieke Gelderse studies, legt een fundamenteel dilemma bloot dat de kern raakt van de provinciale ambities.

Aan de ene kant staat de wens om de volksgezondheid maximaal te beschermen. Het aanscherpen van de norm naar **45 dB L_{den}**, conform het advies van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO), levert op dit vlak een significante en positieve bijdrage. De statistische kans op ernstige geluidhinder neemt merkbaar af. Dit effect is in Gelderland bijzonder relevant vanwege de kenmerkende ruimtelijke structuur met veel verspreide bebouwing in het buitengebied, zoals in de Achterhoek en FoodValley, waar veel omwonenden direct baat hebben bij deze strengere norm.

Aan de andere kant heeft juist deze Gelderse ruimtelijke structuur een disproportioneel negatief effect op de haalbaarheid van de energietransitie. Hoewel het onderzoek naar het plaatsingspotentieel niet altijd actueel is en er verschillende werkwijzen voor worden gehanteerd in verschillende onderzoeken, is wel duidelijk dat de geluidscontouren rond de vele verspreide woningen elkaar bij een 45 dB-norm snel overlappen, waardoor de beschikbare plaatsingsruimte 'verdamp't. De meest recente analyse van het Gelderse plan-MER toont een drastische reductie van het plaatsingspotentieel, die in Gelderland tot wel gemiddeld 64% kan bedragen. Dit plaatst de doelen uit de Regionale Energiestrategie (RES) onder grote druk en verhoogt tegelijkertijd de druk op de resterende, vaak kwetsbare gebieden, zoals het Gelders Natuurnetwerk (GNN).

Gelderland staat daarmee voor een fundamentele keuze waarbij geen enkele eenduidige norm alle belangen optimaal kan dienen. Een strikte focus op gezondheidswinst (45 dB) brengt de energiedoelen in gevaar, terwijl een soepelere norm (47 dB) de gezondheidsbescherming onder druk zet.

7.2 Strategische aanbevelingen

Om het geschetste dilemma te overbruggen en recht te doen aan zowel de volksgezondheid als de energietransitie, wordt een meer genuanceerde aanpak geadviseerd dan het kiezen van één enkele rigide norm.

7.2.1 Een gedifferentieerd normenstelsel

Een eerste overweging betreft de structuur van de norm zelf. In plaats van één enkele, rigide geluidsnorm voor de gehele provincie, kan een gedifferentieerd normenstelsel worden overwogen. Dit stelsel sluit aan bij de systematiek die ook in de landelijke conceptnormen wordt verkend. Afwijking van de standaardwaarde (45 dB L_{den}) naar de grenswaarde (47 dB L_{den}) zou gemotiveerd kunnen worden wanneer dit noodzakelijk is voor de realisatie van de Gelderse beleidsdoelstellingen.

Voorstel Standaard- en Grenswaarde

- **Standaardwaarde:**
45 dB L_{den} , als provinciaal beleidsuitgangspunt. Deze waarde is gelegitimeerd door het advies van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) en de positieve effecten op de gezondheid door verminderde hinder, zoals in dit rapport vastgesteld.
- **Grenswaarde:**
47 dB L_{den} , als maximale afwijkmogelijkheid. De analyses in deze notitie onderbouwen de noodzaak van flexibiliteit. De berekende disproportioneel negatieve impact op het plaatsingspotentieel in Gelderland (afname tot gemiddeld 64%) en de resulterende druk op de haalbaarheid van de RES-doelstellingen vormen de basis voor deze afwijkmogelijkheid.

Indien gekozen wordt voor deze structuur, kan het beleid specificeren onder welke voorwaarden, gebaseerd op zwaarwegende maatschappelijke belangen, van de 45 dB-standaardwaarde mag worden afgeweken.

- **Haalbaarheid van de RES-doelstellingen:**
Afwijking kan worden gemotiveerd als aangetoond kan worden dat het handhaven van 45 dB L_{den} de beoogde energieopwekking uit de Regionale Energiestrategieën (RES) onmogelijk maakt. De 45 dB L_{den} -norm heeft een negatieve impact op de energieopbrengst.
- **Faciliteren van Meervoudig Ruimtegebruik op Bedrijventerreinen:**
Afwijking kan worden ingezet om de provinciale ambitie te ondersteunen om windturbines te plaatsen op of nabij bedrijventerreinen, vaak in het kader van een 'Local-for-Local' aanpak. Dit is consistent met het besluit van de Provinciale Staten om al uitzonderingen op de afstandsnorm (2x tiphoogte) te maken voor geluidsgevoelige gebouwen gelegen op hetzelfde bedrijventerrein. Een strikte 45 dB L_{den} -norm belemmert meervoudig ruimtegebruik ernstig.

7.2.2 Aanvullende bepalingen

Een tweede overweging betreft het opnemen van aanvullende bepalingen die de bescherming van omwonenden en de duidelijkheid van de normering vergroten. Deze bepalingen kunnen los van de keuze voor de precieze L_{den} -norm worden overwogen.

Zo kan voor de duidelijkheid en meetbaarheid voor omwonenden worden overwogen om in de omgevingsvergunning, naast de L_{den} -norm, ook een L_{Aeq} -norm op te nemen. De L_{den} -norm, als jaargemiddelde, wordt door omwonenden vaak als complex en moeilijk te relateren aan de daadwerkelijke ervaring ervaren. Een L_{Aeq} -norm, die een kortere referentieperiode hanteert (bijvoorbeeld 1 uur of 24 uur), is directer meetbaar. Het is hierbij van belang te benadrukken dat dit geen extra, bovenliggende norm is, maar een rekenkundige afgeleide van de vastgestelde L_{den} -norm. Dit kan de transparantie en handhaafbaarheid voor omwonenden verbeteren en sluit aan bij de praktijk van recente windparken in Gelderland, zoals windpark Horst en Telgt.

Daarnaast wordt in het nationale MER de meerwaarde van een toeslag voor tonaal geluid onderstreept. Tonaal geluid (te herkennen aan duidelijke, zuivere

tonen) wordt over het algemeen als significant hinderlijker ervaren dan ruisachtig geluid van hetzelfde niveau. Het opnemen van een toeslag, bijvoorbeeld 5 dB conform de gebruikelijke systematiek voor industriegeluid, biedt hiertegen extra bescherming en stimuleert bovendien fabrikanten tot stillere ontwerpen. Ook deze aanpak is in lijn met de recente Gelderse vergunningverlening.

7.2.3 Beheersing van onzekerheden en monitoring

De provincie heeft reeds de beleidsregel Lokaal eigendom en participatie vastgesteld. Hierdoor geldt dat voor ieder afzonderlijk windinitiatief een zorgvuldig en adequaat participatieproces moet worden doorlopen. Dit is een concreet instrument om niet-akoestische factoren te mitigeren. Daarnaast blijft het van belang om in het kader van hinderbeleving lopende nationale studies (o.a. RIVM) actief te volgen, of te onderzoeken of een beknopte, Gelderland-specifieke enquête meer inzicht kan bieden in de lokale houding en betrokkenheid bij windinitiatieven.

Ten slotte is, gezien de berekende aanzienlijke impact van een strengere geluidsnorm op het plaatsingspotentieel, een actieve monitoring van de RES-doelen van belang. Het is cruciaal dat de provincie de daadwerkelijke gevolgen van het nieuwe beleidskader voor de haalbaarheid van de regionale energiedoelen nauwlettend volgt, in samenspraak met de RES-regio's.

Bijlage I: Samenhang afstandsnorm en geluidsnorm

Naast de geluidsnorm wordt ook een afstandsnorm voor de plaatsing van windturbines voorbereid. Voor beide normen is een notitie opgesteld. Afhankelijk van de locatie kan of de afstandsnorm of de geluidsnorm bepalend zijn voor de afstand tot bijvoorbeeld kwetsbare gebouwen. Om de samenhang tussen deze normen duidelijk te maken, zijn fictieve situaties weergegeven. Dit laat zien dat beide normen elk op hun eigen manier invloed hebben en niet bij elkaar opgeteld kunnen worden.

In deze fictieve situaties zijn de uitgangspunten gebaseerd op het nationale plan-MER. Er is rekening gehouden met de afstanden behorende bij twee keer de tiphoogte van een turbine van 235 meter en 280 meter. Met een afstandsnorm van twee keer de tiphoogte, horen hierbij de volgende afstanden:

- 470 meter (2x TH 235m)
- 560 meter (2x TH 280m)

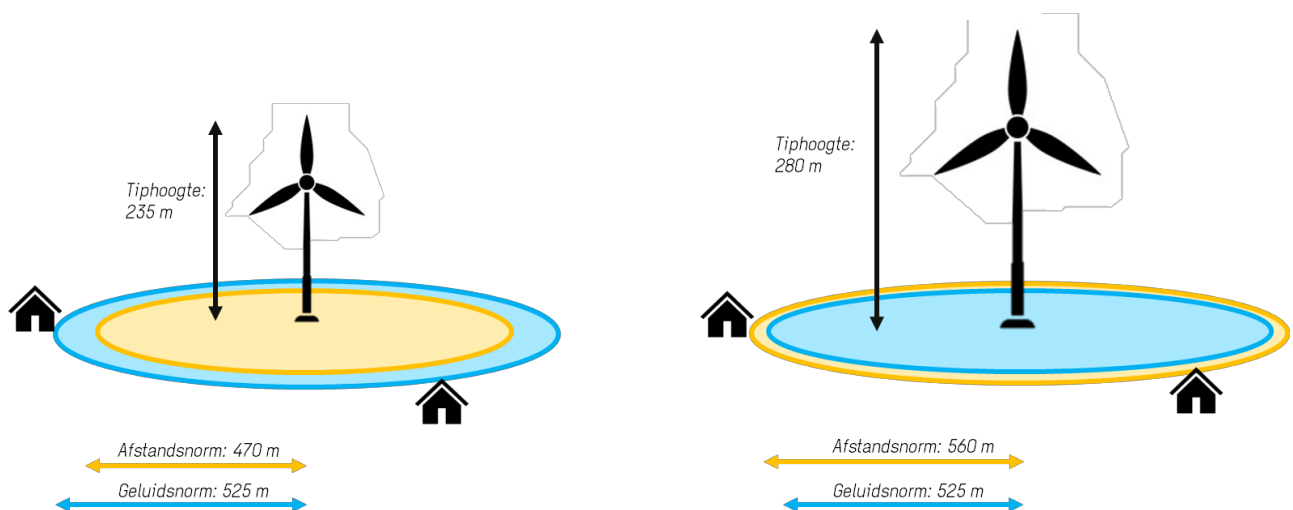
Als geluidsnorm is er gerekend met de afstanden die zijn genoemd in het nationale plan-MER, behorende bij een 45 dB- en een 47 dB contour. Dit zijn gemiddelde waarden tot woningen.

- 400 – 650 meter (45 dB)
- 300 – 500 meter (47 dB)

Belangrijk om te vermelden is dat dit om gemiddelde waarden gaat en dat een geluidcontour afhankelijk is van een turbinetype en bijvoorbeeld kleiner kan worden wanneer er mitigerende maatregelen worden genomen.

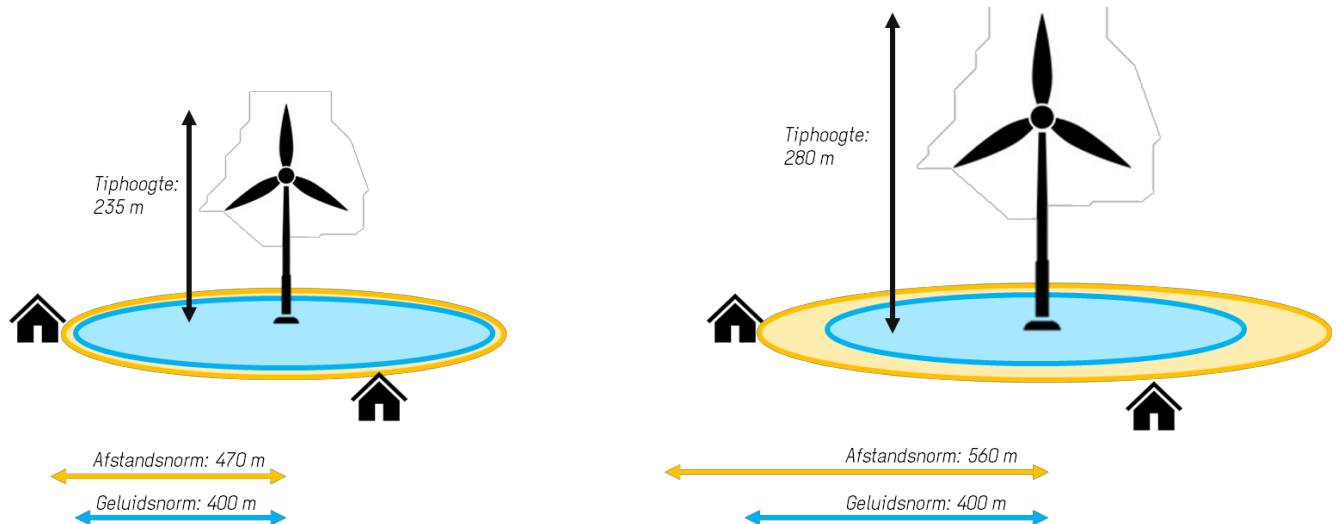
In de onderstaande fictieve situatie is te zien dat de afstandsnorm wisselt, afhankelijk van de hoogte van de turbine en dat de geluidscntour, behorende bij 45 dB, in beide situaties hetzelfde blijft. In deze fictieve situatie is bij de ene turbine de (gemiddelde) geluidsnorm voor woningen leidend, bij de andere turbine is de afstandsnorm leidend.

Fictieve situatie: gemiddelde 45 dB-contour en afstandsnorm



In de onderstaande fictieve situatie is te zien dat de afstandsnorm wisselt, afhankelijk van de hoogte van de turbine en dat de (gemiddelde) geluidscontour, in dit geval behorende bij 47 dB, in beide situaties hetzelfde blijft. In deze fictieve situatie is de afstandsnorm leidend voor woningen ten opzichte van de geluidsnorm.

Fictieve situatie: 47 dB t.o.v. woningen – Afstandsnorm is leidend



Uit bovenstaande fictieve situaties wordt duidelijk dat de afstandsnorm varieert met de tiphoogte van de gekozen turbines en dat de afstand behorende bij de geluidsnormen varieert. Deze dient in de praktijk berekend te worden aan de hand van het specifiek type windturbine en de eventueel toe te passen mitigerende maatregelen. Dit laat zien dat beide normen elk op hun eigen manier effect hebben en er altijd één maatgevend is.