

## Second Opinion onderzoek afstandsnormen windturbines

Second opinion op rapport  
d.d. 15 maart 2022

|         |                     |
|---------|---------------------|
| Status  | definitief          |
| Versie  | 001                 |
| Rapport | M.2022.0209.00.R001 |
| Datum   | 22 maart 2022       |



## Colofon

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Opdrachtgever</b>                | NLVOW  |
| <b>Contactpersoon opdrachtgever</b> |  |
| <b>Project</b>                      | Second opinion Onderzoek afstandsnormen windturbines   |
| <b>Betreft</b>                      | second opinion   |
| <b>Uw kenmerk</b>                   | -  |
| <b>Rapport</b>                      | M.2022.0209.00.R001  |
| <b>Datum</b>                        | 22 maart 2022  |
| <b>Versie</b>                       | 001  |
| <b>Status</b>                       | definitief   |
| <b>Uitgevoerd door</b>              | DGMR Industrie, Verkeer en Milieu B.V.<br>Lavendelheide 2<br>9202 PD Drachten<br>Postbus 671<br>9200 AR Drachten |
| <b>Contactpersoon</b>               | ing. J.D. (Jasper) Pondman<br>088 346 78 17<br>jpo@dgmr.nl   |
| <b>Auteur</b>                       | ing. J.D. (Jasper) Pondman<br>088 346 78 17<br>jpo@dgmr.nl   |
| <b>Projectadviseur</b>              | ing. A.G. (Gerard) van Kempen<br>088 346 78 05<br>gke@dgmr.nl  |
| <b>2e lezer/secr.</b>               | GKE OZU  |

## Inhoud

|   |    |
|---|----|
| 1. Inleiding  | 4  |
| 2. Motie Erkens/Leijten   | 5  |
| 3. Algemene opmerkingen op het rapport  | 7  |
| 4. Normen voor windturbines in Nederland en enkele andere Europese landen       | 8  |
| 4.1 Nederland   | 8  |
| 4.2 Overige landen  | 9  |
| 4.3 Vergelijking  | 9  |
| 4.4 Kritiek op Nederlandse geluidsnormen  | 11 |
| 5. Effecten voor geluid en slagschaduw op verschillende afstanden               | 12 |
| 6. Effecten van verschillende afstandsnormen op de gezondheid                   | 14 |
| 7. Voor- en nadelen van afstandsnormen versus normen voor geluid en slagschaduw | 16 |
| 8. Conclusies   | 19 |
| 9. Aandachtspunten voor nieuwe milieunormen                                     | 20 |

## 1. Inleiding

Naar aanleiding van de motie van Erkens en Leijten (Leijten, 2021) heeft Arcadis in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat onderzoek gedaan naar afstandsnormen bij windturbines. De onderzoeksresultaten zijn beschreven in het rapport “Onderzoek afstandsnormen windturbines” van 15 maart 2022.

De Nederlandse Vereniging Omwonenden Windturbines (NLVOW) neemt deel aan de klankbordsessies bij de invulling van het in de motie gevraagde onderzoek. DGMR Industrie, Verkeer en Milieu B.V. is gevraagd om een second opinion uit te voeren op bovengenoemde rapportage.

Dit rapport bevat de second opinion op het conceptrapport van Arcadis. Wij zijn daarbij ingegaan op de aanpak, gekozen uitgangspunten en onderzoeksmethoden. Daarbij geven we een reflectie op volledigheid, robuustheid, representativiteit, herleidbaarheid en transparantie. Daar waar nodig benoemen wij welke aanvullingen wat ons betreft nog noodzakelijk zijn. Het betreft een analyse die wij in principe op hoofdlijnen uitvoeren. We doen bewust geen complete semantische analyse op het rapport.

NLVOW heeft bij ons aangegeven de analyse over normeringen in het rapport van Arcadis moeilijk leesbaar te vinden. Aan ons is gevraagd om, indien mogelijk, deze te vereenvoudigen tot afstanden. In dit rapport hebben wij onze analyse opgenomen.

## 2. Motie Erkens/Leijten

Hieronder hebben wij de integrale tekst van de motie van Erkens en Leijten overgenomen.

MOTIE VAN DE LEDEN ERKENS EN LEIJTEN  
Voorgesteld 15 juni 2021

De Kamer,

gehoord de beraadslaging,

overwegende dat windmolens negatieve effecten kunnen hebben op de leefkwaliteit en gezondheid van direct omwonenden;

overwegende dat het RIVM heeft aangegeven dat er aanvullend onderzoek nodig is naar de gezondheidseffecten van windmolens;

overwegende dat andere landen strikte afstandsnormen hanteren voor windmolens op land;

verzoekt de regering, op korte termijn een onafhankelijk onderzoek te laten uitvoeren naar de effecten van verschillende afstandsnormen op de gezondheid en leefkwaliteit van omwonenden;

verzoekt de regering, de resultaten van dit onderzoek mee te nemen in het verder concretiseren van de RES'en,

en gaat over tot de orde van de dag.

Erkens  
Leijten

Het rapport van Arcadis betreft met name een overzicht van verschillende normeringen die bestaan rondom windturbines. De motie vraagt ook om een beschouwing van het aspect gezondheid en leefkwaliteit. Dit komt in het voorliggende rapport zeer beperkt aan bod. Arcadis geeft aan dat het door hen verrichte onderzoek is gedaan om mede invulling te geven aan de motie en het in het coalitieakkoord opgenomen voornemen om heldere afstandsnormen voor de bouw van windmolens vast te stellen. Als doel voor het door Arcadis uitgevoerde onderzoek is benoemd "op basis van bestaande inzichten in beeld te brengen wat de effecten van verschillende afstandsnormen op de hinder van omwonenden zijn en wat de voor- en nadelen van een afstandsnorm zijn ten opzichte van specifieke normen voor geluid- en slagschaduw."

Hierbij is dus gekozen voor een gedeeltelijke beantwoording van de vraag vanuit de motie. Wel zijn effecten van afstanden voor geluid en slagschaduw onderzocht. Gezondheid en leefkwaliteit van omwonenden is slechts beperkt in beeld gebracht. Hiervoor is gekozen enkel het aspect hinder nader toe te lichten. Hoewel hinder invloed heeft op gezondheid en leefkwaliteit geeft het onderzoek met enkel een benadering op dit aspect geen volledig beeld. Terecht merkt Arcadis overigens op dat dit meerjarig praktijkonderzoek vergt en daarom niet op korte termijn tot resultaten leidt.

Arcadis verwijst daarnaast naar ander onderzoek, dat wordt uitgevoerd door het RIVM, over praktijkonderzoek om de wetenschappelijke inzichten over gezondheidseffecten van windturbines met empirische data aan te vullen.

Voor de lezer van het rapport is het van belang te weten dat het onderzoek dus enkel toeziet op geluidsniveaus en slagschaduwduur op verschillende afstanden en dat voor gezondheid en leefkwaliteit enkel is ingegaan op hinder.

### 3. Algemene opmerkingen op het rapport

Het onderzoek mist een heldere onderzoeksvraag. De motie vraagt om een onderzoek naar effecten van verschillende afstandsnormen op de gezondheid en leefkwaliteit van omwonenden.

De vraag in de motie is dermate breed geformuleerd dat deze niet één op één als onderzoeksvraag gehanteerd kan worden. Dat vraagt om een specificering en inkadering van de vraag. De aanpak in het onderzoek is nu:

- 1 Onderzoek naar normering in zeven Europese landen, inclusief de overwegingen voor deze normeringen.
- 2 Onderzoek naar totstandkoming windturbinenormen in Nederland, inclusief de overwegingen daarvoor.
- 3 Onderzoek naar de geluidsbelasting en slagschaduwduur op verschillende afstanden van windparken.
- 4 Beschouwing van actueel onderzoek naar effecten van windturbines op de gezondheid. Hierbij is met name ingegaan op het relateren van afstanden aan percentages ernstig gehinderden.
- 5 Op basis van de onderzoeksresultaten voor- en nadelen benoemen van een afstandsnorm versus normen voor geluid en slagschaduw.

Uit deze aanpak blijken keuzes die niet verder zijn onderbouwd. De eerste twee stappen lijken te zijn bedoeld om informatie over afwegingen van normeringen te verzamelen. De derde stap lijkt bedoeld om kwantitatieve informatie toe te voegen aan verschillende normen. De vierde stap lijkt bedoeld te zijn om de in stap 3 verzamelde kwantiteiten informatie te koppelen aan hinder, waarbij hinder als maat voor gezondheid is gekozen. De laatste stap lijkt tot doel te hebben de eerdere onderzoeksresultaten samen te vatten en argumenten te verzamelen voor een discussie over het nut van een afstandsnorm.

We missen een hoofdstuk dat de vertaling geeft van de vraag uit de motie naar de concrete onderzoeksvraag. In een dergelijk hoofdstuk kunnen ook keuzes onderbouwd worden voor de aanpak. Nu is onduidelijk:

- 1 Waarom het onderzoek naar normeringen zich beperkt tot een aantal landen.
- 2 Waarom het kwantificeren van effect van afstanden zich beperkt tot geluidsbelasting en slagschaduwduur.
- 3 Waarom in deze studie enkel hinder als parameter is gekozen voor gezondheidseffect.
- 4 Waarom voor- en nadelen van afstandsnormen zijn benoemd.

Hierna beschouwen wij per hoofdstuk van het rapport de onderzoeks aanpak en de resultaten nader.

## 4. Normen voor windturbines in Nederland en enkele andere Europese landen

Gekozen is voor een analyse van de normen in Nederland, de directe aan Nederland grenzende landen (voor Duitsland beperkt tot de aan Nederland grenzende deelstaten en Beieren) en daarnaast Ierland en Polen. Ierland is gekozen aangezien dit land in een vergevorderd proces zit voor hernieuwing van normen. Polen is opgenomen omdat hier vaak aan wordt gerefereerd in publieke discussies en Beieren om diezelfde reden. Op verzoek van de klankbordgroep is ook Frankrijk opgenomen.

Niet duidelijk is waarom de keuze is gemaakt om het onderzoek te beperken tot deze landen. De huidige herziening van de (onderbouwning van de) normen is het gevolg van Europese regelgeving, waardoor het voor de hand ligt de keuze te beperken tot in ieder geval Europese landen, aangezien deze moeten voldoen aan dezelfde Europese regels. **De beperking tot buurlanden verdient nadere onderbouwning, dan wel uitbreiding met andere Europese landen.**

Omdat windturbines wereldwijd worden toegepast kan het daarom ook een meerwaarde geven om eveneens landen buiten de EU in dit onderzoek te betrekken.

De keuze is gemaakt om vooral in te gaan op afstandsnormen zelf en de milieuthema's geluid en slagschaduw. **Deze twee milieuthema's zijn in Nederland leidend in de afstand die tussen windturbines en gevoelige bestemmingen wordt aangehouden. Daarnaast zijn bij enkele landen visuele impact en externe veiligheid benoemd. Wij missen een onderbouwning voor de focus op geluid en slagschaduw.**

### 4.1 Nederland

In Nederland geldt inderdaad geen directe afstandsnorm. Bij eerste analyses wordt vaak een afstand van 400 meter opgenomen tussen windturbines en gevoelige bestemmingen. De reden voor deze afstand is dat de praktijk uitwees dat, al dan niet met mitigerende maatregelen, inpassing mogelijk zou kunnen zijn. Daarbij ging het om de normgeving zoals opgenomen is in het Activiteitenbesluit en momenteel niet zonder meer toegepast mag worden voor de beoordeling van inpassingen op basis van de uitspraak van de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State (ABRVs)<sup>1</sup>. We merken daarbij op dat daarbij geluid als leidend thema wordt gezien. Slagschaduw heeft vaak een groter invloedsgebied, maar daarbij wordt over het algemeen opgemerkt dat dit te beperken is met maatregelen in de vorm van bijvoorbeeld een stilstandvoorziening.

Zoals Arcadis benoemd **geeft lokaal beleid inderdaad soms andere concrete afstandsnormen.** Deze variëren behoorlijk. De kleinste afstandsnorm die wij kennen is 250 meter (afstand tussen verspreid gelegen woningen en windturbines vanuit het Uitnodigingskader Energielandschap Rijnenburg en Reijerscop). De grootste afstand is 1.100 meter uit de Structuurvisie Windenergie van de gemeente Emmen (afstand tussen woongebieden en windturbines). Wellicht zijn nog kleinere of grotere afstanden in andere beleidsstukken te vinden. **De spreiding is hierin groot en de oorsprong van de keuze voor een bepaalde afstand vaak onduidelijk en niet verder onderbouwd.**

De geluidnormering uit het Activiteitenbesluit kent een jaargemiddelde norm en een norm voor de nacht. Arcadis geeft aan dat de norm voor de nacht geen aanvullende bescherming geeft. Dit herkennen wij uit de praktijk.

Bij analyses blijkt de 47 dB L<sub>den</sub>-contour altijd op een grotere afstand te liggen dan de 41 dB L<sub>night</sub>-contour. De L<sub>night</sub> van 41 dB geeft daarmee inderdaad geen aanvullende bescherming.

<sup>1</sup> Uitspraak 202003882/1/R3 van 30 juni 2021 over het bestemmingsplan 'Windpark Delfzijl Uitbreiding 2020'.



Arcadis gaat in op de mogelijkheid van maatwerkvoorschriften. In de praktijk werd dit niet toegepast. Enkel een (vastgesteld) stiltegebied blijkt concreet aanleiding te geven om afwijkende normen vast te stellen, blijkt onder meer uit de uitspraak van de ABRvS inzake Drentse Monden en Oostermoer.

In de opsomming op pagina 40 is opgenomen is dat het percentage ernstig gehinderden is vergeleken met de voorkeurswaarden en grenswaarden voor weg- en railverkeersgeluid. Dit is incorrect. Er is vergeleken met het percentage gehinderden dat bij deze voorkeurswaarden en grenswaarden hoort.

Door Arcadis is uitgebreid stilgestaan bij de totstandkoming van de geluidsnorm. Uitgebreider had geconcludeerd kunnen worden dat het opnemen van de normering voor windturbines in het Activiteitenbesluit over het algemeen heeft geleid tot een verruiming van de normstelling. In eerste instantie werd immers voor windparken (van meer dan 15 MW) getoetst aan de Handreiking Industrielawaai en vergunningverlening. Uit de aangehaalde beantwoording van Kamervragen door de Minister van VROM blijkt dat de indruk bestond dat veelal al de norm voor bedrijven (meest relevant, 40 dB(A) in de nacht) werd gehanteerd. Dit is niet onderbouwd, zodat niet goed meer te concluderen valt in hoeverre de norm daadwerkelijk is verruimd.

De Nederlandse slagschaduwnorm is afwijkend ten opzichte van de landen om ons heen. We delen de conclusie van Arcadis dat hier geen onderzoek aan ten grondslag ligt. Overigens merken we op dat in de praktijk vaak een norm van 5 uur en 40 minuten of 6 uur slagschaduw per jaar wordt gehanteerd<sup>2</sup>, wat een conservatieve vereenvoudiging van de norm uit de Activiteitenregeling betreft.

In het rapport is een overzicht opgenomen van kritiek op de Nederlandse normgeving. Vanuit onze ervaring in diverse participatietrajecten herkennen we deze opsomming. Samengevat komt het erop neer dat de aansluiting tussen de norm en de beleving wordt gemist en dat getwijfeld wordt aan het beschermingsniveau van de eerder gekozen normstelling.

#### 4.2 Overige landen

De analyses van de normstelling in verschillende landen is goed te volgen en sluit aan op bij ons bekende kennis en ervaring.

#### 4.3 Vergelijking

Het hoofdstuk eindigt met een vergelijking van de verschillende normeringen. Dit geeft een overzicht van de verscheidenheid van de normeringen. De afstandsnormen, geluidsnormen en slagschaduwnormen zijn overal anders. Wij hebben de gegevens voor geluid hieronder aangevuld met toegepaste toeslagen en rekenmethodes. Ook hierin zien we een grote verscheidenheid.

---

<sup>2</sup> 5 uur en 40 minuten komt overeen met 17 keer 20 minuten. 6 uur komt overeen met meer dan 17 keer (dus 18 keer) 20 minuten.

tabel 1: toeslagen en reken- en meetmethodes geluid

| Land                                | Toeslagen   | Rekenmethode  |
|-------------------------------------|---|---|
| Nederland                           | --  | Reken- en meetvoorschrift windturbines (bijlage bij Activiteitenregeling)   |
| België, Vlaanderen                  | --  | ISO 9613-2:1996   |
| België, Wallonië                    | Tonaal of impulsachtig, afhankelijk van de sterkte 2 tot 6 dB   | ISO 9613-2:1996   |
| Denemarken                          | Toeslag voor duidelijk hoorbare tonen   | Landelijke methode: Uitvoeringsbesluit geluid windturbines  |
| Duitsland                           | Tonaal toeslag van 3 tot 6 dB   | ISO 9613-2:1996 met landelijk supplement  |
| Frankrijk                           | --  | ISO 9613-2:1996 (eigen studie, blijkt niet uit rapportage van Arcadis)  |
| Ierland, vigerend                   |   | ISO 9613-2:1996 waarbij de randvoorwaarden van de 'Good Practice Guide' van het Institute of Acoustics in acht wordt genomen. |
| Ierland, ontwerp nieuwe regelgeving | 3 tot 6 dB vanwege tonaal geluid volgens ISO/PAS 20065:2016, voor overmatige amplitudemodulatie 3 tot 5 dB volgens loA AMWG methode | ISO 9613-2:1996 waarbij de randvoorwaarden van de 'Good Practice Guide' van het Institute of Acoustics in acht wordt genomen. |
| Polen                               |   | PN-ISO 1996-1   |
| Verenigd Koninkrijk                 | Bij tonaal, 5 dB toeslag  | ISO 9613-2:1996 waarbij de randvoorwaarden van de 'Good Practice Guide' van het Institute of Acoustics in acht wordt genomen. |

De aannames die Arcadis maakt voor het vergelijken van grenswaarden zijn gebaseerd op reële keuzes. Vanuit onze kennis van de geluidkarakteristieken van windturbines en regelgeving zijn de keuzes navolgbaar en zien wij deze terug in onze praktijkervaringen. Arcadis benoemt op pagina 24 dat de grenswaarden moeilijk te vergelijken zijn. Er is inderdaad sprake van onzekerheden, met name in interpretaties van lokale regelgeving en locatiespecifieke omstandigheden die normeringen beïnvloeden. Lokale omstandigheden kunnen vermoedelijk enige afwijking geven op de aannames in de omzetting van de ene naar de andere beoordelingsgrootte. Wij verwachten dat deze binnen een nauwkeurigheid van circa 1 dB vallen. Op hoofdlijnen geven de afbeeldingen 9 en 10 met de vergelijking daarmee dan ook een redelijk beeld.

De verschillende toeslagen (tonaal, impuls, amplitudemodulatie) zijn in de vergelijking echter meegenomen. Aanvullend onderzoek zou nodig zijn om te bepalen in hoeverre deze in de praktijk toegepast moeten worden. Arcadis merkt bijvoorbeeld zelf op pagina 77 op dat voor Duitsland wel een toeslag voor impulsachtig geluid bestaat in de rekenmethode, maar niet bekend is of deze ook voor windturbinegeluid wordt toegepast.

niet

Deze toeslagen moeten dan in de vergelijking worden opgenomen, aangezien een toeslag overeenkomt met een verhoogd beoordelingsniveau, wat in de praktijk een verlaging van de normering inhoudt. Wanneer deze altijd van toepassing zijn kunnen zij rechtstreeks verwerkt worden in de grenswaardevergelijking, zijn deze enkel in bijzondere gevallen van toepassing, of wisselend van grootte, dan dienen zij als onzekerheid in de vergelijking te worden meegenomen. Dit kan voor enkele landen leiden tot een lagere grenswaarde en meer zicht op de spreiding van de grenswaarden. Het verdient aanbeveling dit te verwerken in de analyses. Door het niet verwerken van deze toeslagen in de vergelijking van de normering is het mogelijk dat de grenswaarde in bepaalde gevallen tot 6 dB lager ligt.

Doordat in verschillende landen verschillende rekenmethodes worden gebruikt, zal dit gevolgen hebben bij de vastgestelde geluidsbelasting op een woning. De waarden zijn daarom niet direct vergelijkbaar. Een nadere beschouwing van de verschillen die het toepassen van verschillende rekenmethodes laat zien, is dan ook nodig om de toetswaarden in verschillende landen te kunnen vergelijken.

NLVOW heeft ons gevraagd te beschouwen of het mogelijk is deze analyses om te zetten naar afstanden. Uit het onderzoek van Arcadis naar de normstelling blijkt dat dit nauwelijks mogelijk is. Uit onze analyse van toeslagen en rekenmethodes blijken nog aanvullende beperkingen. Het betreft verschillende beoordelingsgrootheden, grenswaarden die deels afhankelijk zijn van het heersende geluidsniveau in de omgeving, toeslagen die naar lokale omstandigheden variëren en verschillende rekenmethodes. Dit geeft zoveel parameters dat iedere vereenvoudiging leidt tot grote onnauwkeurigheid in de berekende afstanden. Zelfs de samenvattende afbeeldingen 9 en 10 met grenswaarden kent al onnauwkeurigheid door de vereenvoudigingen die nodig zijn (verschil rekenmethodes, toeslagen, etc.). Ook voor een doorrekening van slechts één specifieke turbine in specifieke omstandigheden is uitgebreide kennis van de toepassing van de lokale regelgeving en rekenmethodes nodig en is op basis van voorliggende of bij ons bekende gegevens niet mogelijk.

De analyse van de slagschaduwnormen lijkt compleet. Ook hier zien we een grote spreiding in toegelaten normering en locaties waar getoetst wordt. Arcadis neemt hier enkel een overzicht op van normering en geen grafische vertaling naar een figuur of afbeelding. Dit is wat ons betreft terecht. De verschillen zijn niet goed in een vergelijking of afstandstabel samen te vatten.

#### 4.4 Kritiek op Nederlandse geluidsnormen

Het overzicht met kritiekpunten herkennen wij van diverse trajecten en hebben wij deels zelf ook ingebracht (onder meer in de door Arcadis aangehaalde beroepsprocedure rondom Windpark Drentse Monden en Oostermoer).

Arcadis noemt het kritiekpunt dat de huidige normen onvoldoende bescherming bieden tegen tonaal en impulsachtig geluid. Hierbij willen we aanvullen dat het de schijn heeft dat het geluid van windturbines niet onder de definities van geluid valt waarvoor toeslagen zijn gedefinieerd (zoals opgenomen in de Handleiding meten en rekenen industrielawaai, uitgegeven door toenmalig ministerie van VROM, 1999).

De oorsprong voor het toekennen van toeslagen ligt in de voorganger van de HMRI, zijnde de IL-HR-13-01 (Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai, maart 1981). In de HMRI zijn de toeslagen ongewijzigd overgenomen uit de IL-HR-13-01. In de tijd (eind jaren '70 - begin jaren '80) dat de toeslagen werden gedefinieerd was nog niet of nauwelijks sprake van windturbinegeluid, zeker op de schaal waarin momenteel windturbines worden opgericht.

Het is de vraag of deze geluiden niet desondanks aanleiding moeten geven voor een heroverweging van de toeslagen en/of dat voor windturbinegeluid niet een afzonderlijke toeslag moet worden gedefinieerd.

## 5. Effecten voor geluid en slagschaduw op verschillende afstanden

Arcadis heeft onderzoek gedaan naar het effecten voor geluid en slagschaduw op verschillende afstanden. Effect is in dit geval beperkt tot geluidsbelasting in  $L_{den}$  en  $L_{Aeq}$  en slagschaduw in uren verwachte slagschaduw.

Een beschrijving van de aanpak en onderzoeksvraag ontbreekt in het hoofdstuk. Dit maakt het hoofdstuk lastig leesbaar.

Als uitgangspunt voor de berekening kiest Arcadis een lijnopstelling van drie turbines en een dubbele lijnopstelling van vijf turbines. Hiermee zijn de belangrijkste effecten van verschillende opstellingsmogelijkheden goed in beeld te brengen.

Arcadis kiest drie turbines en geeft aan die als representatief te beschouwen. Hier ontbreekt een onderbouwing van de keuze van deze drie turbines. Hierdoor zijn de uitgangspunten van de analyses niet reproduceerbaar en controleerbaar. Uit een eerdere conceptversie weten we dat de gekozen turbines overeenkomen met daadwerkelijk bestaande types. De kenmerken zijn ongewijzigd in de definitieve rapportage opgenomen. De koppeling met feitelijke data ontbreekt in de definitieve versie. Hierdoor zijn de toegepaste gegevens niet controleerbaar en reproduceerbaar meer.

Arcadis doet wel uitspraken over de veranderingen in de geluidsuitstraling van windturbines met het hoger worden daarvan. Deze uitspraken worden vaak ter discussie gesteld en wordt in deze rapportage ook niet helder beslecht. Voor de volledigheid, transparantie en robuustheid van de rapportage dient dit aspect dan ook nader toegelicht te worden.

Wij voerden een aantal jaren geleden voor een opdracht van de gemeenteraad van Utrecht eerder een onderzoek uit naar het effect van verschillende hoogtes windturbines op een omgeving, onder meer voor geluid. In onze zoektocht naar een representatieve turbine hebben wij destijds onderstaande analyse opgesteld (tabel 2).

Hieruit blijkt een grote spreiding te bestaan tussen qua hoogte en vermogen vergelijkbare turbines. De door Arcadis gekozen turbines lijken qua bronvermogen aan de onderkant van de eerder door ons uitgevoerde analyse te liggen. Een degelijke analyse van te hanteren windturbines en onderbouwing van de representativiteit van de keuze is noodzakelijk. Later in het hoofdstuk, in tabel 14, is wel een vergelijking van de klassen opgenomen. Echter ontbreekt hier ook de onderbouwing. Voor de grootste klasse is door ons destijds niet een dergelijke analyse uitgevoerd (destijds waren tot ca. 230 meter de grootste turbines waar gegevens van beschikbaar waren). De waarden voor de 2 en 4 MW-turbines zijn gebaseerd op gegevens die bij ons bekend waren. Aanvulling van deze analyse voor tenminste de 6 MW-klasse verdient aanbeveling.

**tabel 2: eerder door ons uitgevoerde analyse windmolens**

| Fabrikant | Type                    | Ashoogte [m] | Rotordiameter [m] | Tiphoogte [m] | Lw [dB]      |
|-----------|-------------------------|--------------|-------------------|---------------|--------------|
| Vestas    | V112-3.0MW              | 119          | 112               | 175           | 106,5        |
|           | V117-3.45MW             | 119          | 117               | 177,5         | 106,8        |
|           | <b>V117-3.6MW</b>       | <b>116,5</b> | <b>117</b>        | 175           | <b>109,6</b> |
|           | V117-3.6MW - uilenveren | 116,5        | 117               | 175           | 107,0        |
|           | <b>V150-4.0MW</b>       | <b>155</b>   | <b>150</b>        | 230           | <b>108,0</b> |
|           | V150-4.0MW - uilenveren | 155          | 150               | 230           | 104,9        |
| Senvion   | 3.4M122                 | 86 tot 139   | 122               | 147 tot 200   | 104,5        |

| Fabrikant     | Type           | Ashoogte [m] | Rotordiameter [m] | Tiphoogte [m]   | Lw [dB] |
|---------------|----------------|--------------|-------------------|-----------------|---------|
| SiemensGamesa | SWT-DD-120     | 75 tot 155   | 120               | 135 tot 215     | 109,5   |
|               | 4.2 155        | 122 tot 165  | 155               | 199,5 tot 242,5 | 105,9   |
| Enercon       | E115 E2 3.2 MW | 122          | 116               | 180             | 108,2   |
| GE Wind       | 2.75-120       | 120          | 120               | 180             | 106,0   |

Arcadis heeft de gegevens gebruikt om met de Nederlandse rekenmethode de geluidsbelasting op verschillende afstanden aan te geven. **Aangezien een omschrijving van de onderzoeks aanpak ontbreekt is onduidelijk waarom deze hier is opgenomen.** Wij verwachten dat het bedoeld is inzicht te geven in de geluidsniveaus die zouden optreden bij bepaalde keuzes voor afstandsnormeringen. Een nadere onderbouwing voor de keuzes van de genoemde afstanden ontbreekt. Deze onderbouwing kan ook worden toegevoegd in een hoofdstuk over de onderzoeksopzet.

**Doordat de turbines waarmee de berekeningen zijn gedaan willekeurig zijn gekozen (zoals Arcadis vermeldt in paragraaf 4.1) leiden de zeer gedetailleerde tabellen met resultaten tot schijnnaauwkeurigheid.** Alleen al een andere keuze binnen de klasse kan de resultaten daarmee enkele dB's doen afwijken. Dit is deels ondervangen door het aangeven van een bandbreedte in de resultaten. Wij missen echter een onderbouwing voor de genoemde spreiding in de bronvermogens. Over het algemeen blijkt uit deze resultaten vooral dat keuzes in het ontwerp van een windpark grote gevolgen hebben voor de geluidsbelasting op een bepaalde afstand. **Dat de spreiding nog groter is blijkt uit een aantal losse opmerkingen die Arcadis plaatst over de gevolgen van veel grotere windparken, windturbines aan beide zijden van een woning en de toepassing van toeslagen.**

## 6. Effecten van verschillende afstandsnormen op de gezondheid

Dit hoofdstuk mist wederom een onderzoeksopzet. Daarmee is de gevolgde aanpak niet helder en niet volgbaar. Onduidelijk is waarom gekozen is voor de specifiek benoemde rapporten en inzichten.

In het hoofdstuk benoemt Arcadis een aantal onderzoeken en adviezen rondom windturbines. Met name zijn deze stukken gericht op het aspect geluid, met zijdelings adviezen rondom andere aspecten. Daarmee geeft het hoofdstuk met name inzicht in effecten van geluid op omwonenden.

### Wereldgezondheidsorganisatie (WGO)

Arcadis benoemt als eerste het WGO-advies uit de Environmental Noise Guidelines for the European Region uit 2018. Hierin wordt een aanbeveling gedaan van maximaal 45 dB Lden. De aanbeveling krijgt het oordeel “conditional” mee. Dit laatste betekent, op basis van de definities in het WHO-advies, dat bij het opstellen van beleid substantieel debat en betrokkenheid van stakeholders nodig is. Er is bij dit oordeel sprake van een lagere kwaliteit van bewijs en er kunnen omstandigheden zijn waar het niet van toepassing is.

Een nachtwaarde is in het geheel niet geadviseerd vanwege te weinig beschikbare data om een aanbeveling te doen.

Uit het rapport blijkt dat de WGO kritische kanttekeningen plaatst. Dit betreft met name het gebrek aan onderzoek om een advies op te baseren. Daarnaast geeft zij aan, zoals Arcadis terecht opmerkt, dat de parameters Lden en Lnight volgens de WGO een slechte karakterisering zijn voor windturbinegeluid. In het WGO-advies is voor alle aspecten (verkeer, rail, etc.) uitgegaan van deze twee parameters omdat dit in Europese richtlijnen wordt gebruikt voor het rapporteren van de geluidssituatie, maar zoals Arcadis terecht opmerkt is dit voor windturbines niet verplicht. Voor windturbines geeft de WGO expliciet aan dat mogelijk het verband tussen gezondheidseffecten en het geluid van windturbines vertroebelt.

Arcadis benoemt dat de WGO opmerkt dat geen duidelijk bewijs is voor een aanvaardbare en uniforme afstand tussen windturbines en woonwijken. We merken op dat de WHO bij dit punt benoemd dat deze opmerking het aspect geluid betreft. Het betreft geen brede opmerkingen over de aanvaardbaarheid van afstandsnormen.

### RIVM-onderzoek

Arcadis voert dit onderzoek op in een subhoofdstuk over actuele inzichten in gezondheidseffecten. Het betreft een recente studie (2021), waarin een actueel overzicht van de kennis rondom windturbines is verzameld en beoordeeld. De focus ligt, zoals Arcadis ook aangeeft bij geluid, en in mindere mate bij andere factoren die de gezondheid rondom windturbines kunnen beïnvloeden. Uit de analyse van het RIVM is gebleken dat met name kennis bestaat van hinder rondom windturbines.

Hinder heeft een relatie met gezondheid. Zo is bekend dat stress tot gezondheidsklachten kan leiden.

De focus van de studie is geweest op bekende informatie. Breder onderzoek is dan ook nodig, zoals ook aangegeven door het RIVM zelf.

**Afstandsgerelateerde effecten**

Arcadis haalt in deze paragraaf diverse studies aan naar met name relaties tussen windturbine-geluid en hinder. **Zonder toelichting op de aard van deze verzameling is de opsomming van onderzoeken niet te duiden.**

**Globaal blijkt uit dit gedeelte dat met name kennis beschikbaar is over de relatie tussen geluid en hinder en dat bekend is dat andere parameters ook invloed hebben op die hinderbeleving.**

**Percentage ernstig gehinderden**

Eerder in haar rapport stelde Arcadis vast dat met name kennis beschikbaar is over geluidsbelasting en gehinderden. Deze lijn trekt Arcadis daarna door om te komen tot percentages gehinderden op bepaalde afstanden.

Arcadis laat in dit gedeelte van het rapport zien welke aantallen ernstig gehinderden verwacht worden bij bepaalde geluidsniveaus op basis van zowel Janssen et al. als Michaud et al. Daarbij geeft zij aan dat het eerste onderzoek meer op de Europese context is gebaseerd, maar het tweede onderzoek van recentere datum is en hogere windturbines met meer vermogen bevat. Het onderzoek van Janssen et al. dateert uit 2007. Dit betreft een generatie windturbines die niet meer in nieuwe projecten worden toegepast nog verkrijgbaar zijn en, die inmiddels deels aan het einde van de (economische) levensduur zijn en in gevallen al vervangen wordt. Het onderzoek kent onderscheid tussen gehinderden binnenshuis en buitenshuis.

Het onderzoek van Michaud et al. is recenter en daarmee gebaseerd op nieuwere types windturbines. We merken op dat het deels gaat, zoals Arcadis benoemd, om omwonenden van windparken met over het algemeen een rotordiameter van 80 meter en een ashoogte van 80 meter. Dat geeft een tiphoogte van 120 meter. Ook dit onderzoek is daarmee gebaseerd op een generatie windturbines die inmiddels niet meer wordt toegepast in nieuwe situaties, waar we nu tiphoogtes tussen de circa 230 en 270 meter zien en geëxperimenteerd wordt met tiphoogtes boven de 300 meter.

**Uit de onderzoeken is af te leiden dat momenteel geen goede dosis-effectrelatie bekend is.**

**Dit valt ook te zien in de grote spreiding die verder volgt uit de berekeningen van Arcadis.**

**Het hoge detailniveau waarin ernstig gehinderden worden gepresenteerd in de tabellen in het rapport is dan ook niet representatief voor het beeld van de kennis die hierover beschikbaar is.**

## 7. Voor- en nadelen van afstandsnormen versus normen voor geluid en slagschaduw

Dit hoofdstuk houdt geen verband met de hoofdvraag zoals gesteld in de motie. Daarom is niet duidelijk waarom dit hoofdstuk is opgenomen in het rapport. Het hoofdstuk geeft wel nuttige informatie over een eventuele discussie over het instellen van een afstandsnorm. Daarom gaan we inhoudelijk op het hoofdstuk in.

De opsomming van voor- en nadelen kent geen onderbouwing. Het lijkt een samenraapsel van in verschillende publieke discussies genoemde argumenten, aangevuld met informatie uit de eerdere hoofdstukken. Het pretendeert daarmee een wetenschappelijke vastgestelde en gelimiteerde opsomming te zijn, maar de basis daarvoor ontbreekt.

Wij gaan hieronder nader in op de genoemde voor- en nadelen.

### Voordelen

- Een afstandsnorm is duidelijk en eenduidig. Dit voordeel is evident.
- Het is een eenvoudige en gemakkelijk te communiceren norm. Wij merken hiermee op dat een afstandsnorm niet leidt tot inzicht in (concrete en bindende) effecten op die afstand. Dit zal altijd nadere toelichting vereisen.  
Uit onze ervaring bij diverse participatietrajecten blijkt dat omwonenden vaak inzicht willen in de situatie in de eigen omgeving, met name voor (laagfrequent) geluid en slagschaduw. De afstandsmaat geeft hier naar verwachting voor een deel van de betrokkenen te weinig inzicht.
- Een afstandsnorm is eenvoudig, heel transparant en nauwkeurig handhaafbaar. Dit is correct, het meten van afstanden is eenvoudig uitvoerbaar ook door niet deskundigen en door omwonenden.
- Het biedt een zekere mate van bescherming voor geluid, slagschaduw en ernstige hinder, afhankelijk van de gekozen normwaarde en de spreiding van effecten bij de normwaarde. Hier ligt direct ook de uitdaging van een verantwoording en uitleg van een afstandsnorm, aangezien dit een politieke keuze tussen belangen zal zijn.
- Het kan bij omwonenden van in ontwikkeling zijnde windparken een deel van de zorgen wegnemen. Dit valt en staat bij de onderbouwing van de norm. Zonder goede motivering en vertrouwen in de onderbouwing van de keuze zal een afstandsnorm geen zorgen wegnemen.

### Nadelen

- Er is een grote spreiding in beschermingsniveau, zoals de analyses van Arcadis laten zien. Een afstandsnorm kan wel een minimumbeschermingsniveau borgen. Inherent zullen door keuzes (type windturbine, geluidmaatregelen) en situatieafhankelijke factoren (bodemgesteldheid, windrichting, etc.) verschillende geluidsniveaus op een zekere afstand worden ervaren.
- Relatief lawaaiige turbines kunnen op dezelfde afstand van woningen worden geplaatst als relatief stille turbines. Er is geen stimulans meer om windturbines stiller te maken of om mitigerende maatregelen toe te passen.  
Het zal lokaal wel mogelijk zijn aanvullende eisen te stellen en deze innovatie uit te lokken, zoals een maximaal bronvermogen, via voorwaarden een privaatrechtelijke overeenkomst of publiekrechtelijk via een bestemmingsplan/omgevingsplan. Echter doorsnijdt dit het principe van een eenvoudige afstandsnorm.  
De huidige mitigerende maatregelen, zoals (tijdelijk) geluidsreducerende modi, zijn voor de omgeving lastig tot niet te controleren, zeker nu die gepaard gaan met een jaargemiddelde Lden-norm. We kennen het principe van normopvulling. Dit is de situatie dat de economische



opbrengsten worden gemaximaliseerd binnen een vastgelegde norm (bijvoorbeeld de geluidsnorm). Door slim te sturen en te monitoren kan een uitbater mikken op aan het eind van het jaar precies aan de Lden-norm te voldoen en daarbinnen zoveel mogelijk opbrengst te stimuleren. Met het introduceren van een afstandsnorm vormt geluid in het geheel geen beperking in normopvulling meer.

- Het houdt geen rekening met gezamenlijke effecten van meerdere windturbines of windparken. Dit nadeel kan eventueel deels weggenomen worden door afstandsnormen afhankelijk te maken van de grootte van het windpark.

Een grootte-afhankelijke afstandsnorm bouwt extra complexiteit in. Dit is echter wel een vrij eenvoudige manier om dit nadeel te ondervangen.

- Het biedt geen mogelijkheid tot maatwerk, bijvoorbeeld in het geval van tonale geluiden. De mogelijkheid tot maatwerk wordt inderdaad beperkt. We missen de link naar tonaal geluid. Eerder wordt in het rapport verwezen naar amplitudemodulatie en impulsachtige geluiden van windturbines. Wanneer tonaal geluid ook onderdeel uitmaakt van het geluid van windturbines kan hier ook in een afstandsnorm rekening mee gehouden worden. Maatwerkmogelijkheden kunnen daarnaast altijd als mogelijkheid binnen regelgeving worden opgenomen.
- Een afstandsnorm houdt geen rekening met de oriëntatie van windturbines, terwijl slagschaduw effecten sterk van de oriëntatie van windturbines afhangen. Dit is voor het aspect slagschaduw een sterk punt, voor geluid zal dit effect minder sterk optreden. We merken op dat slagschaduw eenvoudig voorkomen kan worden door middel van een stilstandvoorziening. Door deze altijd te verplichten hoeft de afstandsnorm niet toe te zien op slagschaduw.
- Er is geen reden meer of een automatische stilstandvoorziening toe te passen, wat meer tot slagschaduw effecten dan in de huidige praktijk kan leiden. Of, en in welke mate dit zich voordoet is sterk afhankelijk van de gekozen afstandsnorm. Daarnaast geldt, zoals hiervoor benoemt, dat het verplicht stellen van een stilstandvoorziening dit effect kan wegnemen.
- Een afstandsnorm gerelateerd aan as- of tiphoogte beoordeelt grotere windturbines strenger dan kleinere windturbines, terwijl deze niet per se meer geluid maken. Op een as- of tiphoogte gerelateerde afstand leidt een grote 6 MW turbine juist tot een beduidend lagere geluidsbelasting dan een kleinere 2 MW turbine.

Deze opmerking van Arcadis ziet enkel op het aspect geluid, terwijl een afstandsnorm een breder palet aan gezondheidseffecten tracht te ondervangen.

Daarnaast geldt de opmerking binnen de nu door Arcadis geldende uitgangspunten. Zoals wij eerder opmerkten ontbreekt een brede studie naar de voorkomende geluiduitstraling van het type windturbine in de 6 MW-klasse. Wij verwachten een grotere spreiding dan nu gerapporteerd.

Voor puur de geluidsbelasting is het wel onze verwachting dat op een as- of tiphoogte gerelateerde afstand inderdaad een strengere beoordeling van het geluid van grotere types zal volgen. Ook geldt dat geen gegevens zijn opgenomen over het laagfrequente geluid van turbines van verschillende hoogtes.

### Algemeen

Een algemene beschouwing van voor- en nadelen past enkel bij een adviesbureau als dit gebaseerd is op onderzoeksresultaten. In dit geval blijken de voor- en nadelen maar zeer beperkt uit de eerdere hoofdstukken van de rapportage. Het is meer voor de hand liggend dergelijke voor- en tegenargumenten op basis van een discussie met stakeholders te verzamelen en deze door een adviesbureau op inhoud te laten toetsen.

In het laatste hoofdstuk biedt Arcadis deels al een oplossing voor de voor- en nadelen van een afstandsnorm. Dit betreft het gebruiken van een afstandsnorm voor visuele impact en een basisbescherming tegen geluid en slagschaduw en deze aanvullen met specifieke bescherming voor geluid en slagschaduw in de vorm van normen voor deze specifieke aspecten. Hoewel deze aanvullingen op een afstandsnorm een logische stap zijn om de genoemde nadelen te beperken, heeft dit tot gevolg dat de afstandsnorm niet langer eenduidig en simpel handhaafbaar wordt, maar een aanvulling geeft op een normstelsel. Door deze aanvullende voorwaarden zal het naar onze verwachting geen heldere afstandsnorm zijn, waarover het coalitieakkoord wel spreekt.

## 8. Conclusies

De conclusies beschrijven de onderzoeksresultaten en geven een overzicht van de verschillen tussen Europese landen en op hoofdlijnen de voordelen én de beperkingen van een afstandsnorm. Door vereenvoudigingen en ontbrekende data in de vergelijking is deze analyse echter incompleet. Het is mogelijk dat de normen in de praktijk tot circa 6 dB lager liggen vanwege de lokale toepassing van toeslagen voor hinderlijkheid van (elementen van) het windturbinegeluid. We merken op dat ook in de conclusie is uitgegaan van nadelen van een afstandsnorm voor zowel geluid als slagschaduw. Zoals eerder aangegeven is slagschaduw ook goed door middel van een stilstandvoorziening te reguleren, zodat een afstandsnorm die niet op dit aspect toeziet denkbaar is. Dit neemt een deel van de nadelen van een afstandsnorm weg.

## 9. Aandachtspunten voor nieuwe milieunormen

Dit hoofdstuk gaat verder dan de hoofdvraag die is gesteld in de inleiding van het onderzoek. **Het is een opmerkelijk hoofdstuk dat volgt na de conclusie van het onderzoek zelf.**

Er spelen in de samenleving en politiek discussies over normstelling voor windturbines. In dit opzicht geeft het hoofdstuk wel de hoofdzaken die van belang zijn bij een normstelling, voor zover niet enkel gekozen wordt voor een afstandsnorm.

### Lden en Lnight

Uit de analyse van de geluidparameters Lden en Lnight blijkt helder het spanningsveld tussen verschillende normeringen. Iedere keuze voor een norm betekent dat er verschillen bestaan in beschermingsniveau op verschillende locaties.

### Onderzoek naar gezondheidseffecten van windturbines

Arcadis geeft aan dat omwonenden vragen om nader onderzoek naar de gezondheidseffecten van moderne windturbines. Niet enkel omwonenden vragen hierom. Expliciet vraagt de motie om dit onderzoek, waarbij naar een relatie om die gezondheidseffecten en afstandsnormen wordt gevraagd.

### Gedifferentieerde geluidsnorm

Arcadis geeft aan dat wordt gevraagd om gedifferentieerde geluidsnormen. Hier is een overzicht opgenomen van gedifferentieerde normen in het buitenland. Ter aanvulling nemen wij hier de differentiatie voor geluid zoals die in Nederland geldt.

In Nederland geldt over het algemeen (onder meer Handreiking Industrielawaai en vergunningverlening, de lagere norm voor geluid bij wegverkeer buiten de bebouwde kom in de Wet geluidhinder en de toelichting uit het Activiteitenbesluit over maatwerk bij windturbines bij stiltegebieden) **dat de geluidnormering is gerelateerd tot het achtergrondgeluid. Een rustigere omgeving leidt dan tot een lager toegestaan geluidsniveau voor nieuwe activiteiten. Tot het opnemen van windturbines in het Activiteitenbesluit gold dit ook voor windturbines.**

### Rekenmethode

Zoals wij eerder in deze second opinion aangaven bestaan inderdaad een aantal rekenmethodes en toepassingswijzen van deze methodes. Daardoor zijn resultaten die met verschillende methodes verkregen zijn in beginsel niet te vergelijken. **Er is inderdaad geen onderzoek bekend over welke rekenmethode de beste benadering van de werkelijkheid geeft.**

Aanvullend merken wij op dat omwonenden zich afvragen of de nieuwste generatie windturbines (6MW, tot ca 270 meter tiphoogte) nog als puntbron op ashoogte kan worden gezien of dat deze als meer geluidsbronnen gezien moet worden (wieken in een vlak/bol, passeren van de mast, effecten door passeren verschillende luchtlagen). In ieder geval het reken- en meetvoorschrift windturbines en de ISO 9613-2:1996 gaan van deze systematiek uit. Wij hebben onvoldoende kennisgenomen van de Deense rekenmethode om deze te beoordelen.

Beide methodes zijn in principe bedoeld voor het rekenen op grote afstand. Het reken- en meetvoorschrift windturbines is gebaseerd op de Handleiding meten- en rekenen Industrielawaai. In deze methode is beoogd op 1,5 maal de brondiameter betrouwbare resultaten te geven. Dat zou in het geval van de door Arcadis gekozen representatieve turbine met rotordiameter van 162 meter leiden tot betrouwbare resultaten op 243 meter. Echter is deze rekenmethode niet ontwikkeld met dergelijke grote geluidsbronnen in gedachten, waardoor niet bekend is in hoeverre dit leidt tot foutieve resultaten.

**Onvoldoende bescherming tegen bijzondere geluiden die als extra hinderlijk worden beschouwd**

In deze analyse blijkt dat diverse landen al kiezen voor een extra bescherming in de vorm van een toeslag. In Nederland ligt hiervoor een basis vanuit de Handleiding meten en rekenen Industrielawaai, waarin toeslagen voor tonaal, impuls- en muziekgeluid zijn beschreven. Tot nu toe werd het geluid van windturbines niet geacht onder dergelijke toeslagen te vallen en deze zijn ook niet opgenomen in het reken- en meetvoorschrift. Ter vereenvoudiging zou het ook mogelijk zijn een dergelijke toeslag in de normstelling te verdisconteren met een lagere normstelling. Hiermee kan de door omwonenden gewenste relatie tussen gemeten niveau en normstelling behouden blijven.

**Onvoldoende bescherming tegen laagfrequent geluid**

Arcadis somt hier enkel landen op die wel een norm toepassen of willen toepassen. Goed onderzoek naar het optreden van laagfrequent geluid en hinder of gezondheidseffecten blijkt momenteel nog niet toereikend. Hier zou aanvullend onderzoek naar gedaan moeten worden.

**Slagschaduw**

Wanneer voortzetting van de huidige slagschaduwnorm gewenst is, moet deze inderdaad verhelderd worden. Momenteel zijn de randvoorwaarden hoe de slagschaduwduur wordt vastgesteld namelijk niet voorgeschreven. Zoals nu een reken- en meetvoorschrift voor geluid geldt, zou dit dan ook voor slagschaduw opgesteld moeten worden.

We merken echter op dat het met een stilstandvoorziening mogelijk is de slagschaduwduur tot nagenoeg 0 terug te brengen. Over het algemeen leidde dit bij ons bekende projecten slechts tot beperkt opbrengstverlies (ordegrootte <1%). Bij veel woningen ten oosten of westen op relatieve korte afstand kan dit echter tot grotere verliezen leiden.

ing. A.G. (Gerard) van Kempen  
DGMR Industrie, Verkeer en Milieu B.V.