



M+P | Onderdeel van
Müller-BBM groep
Mensen met oplossingen

www.mp.nl

Introductie geluid vanwege windturbines

Kennisbijeenkomst Bewonersplatform en
Omgevingsadviesraad Nissewaard
2 september 2021

Edwin Nieuwenhuizen





Welke vragen komen aan bod?

Inleiding geluid

Geluid van windturbines

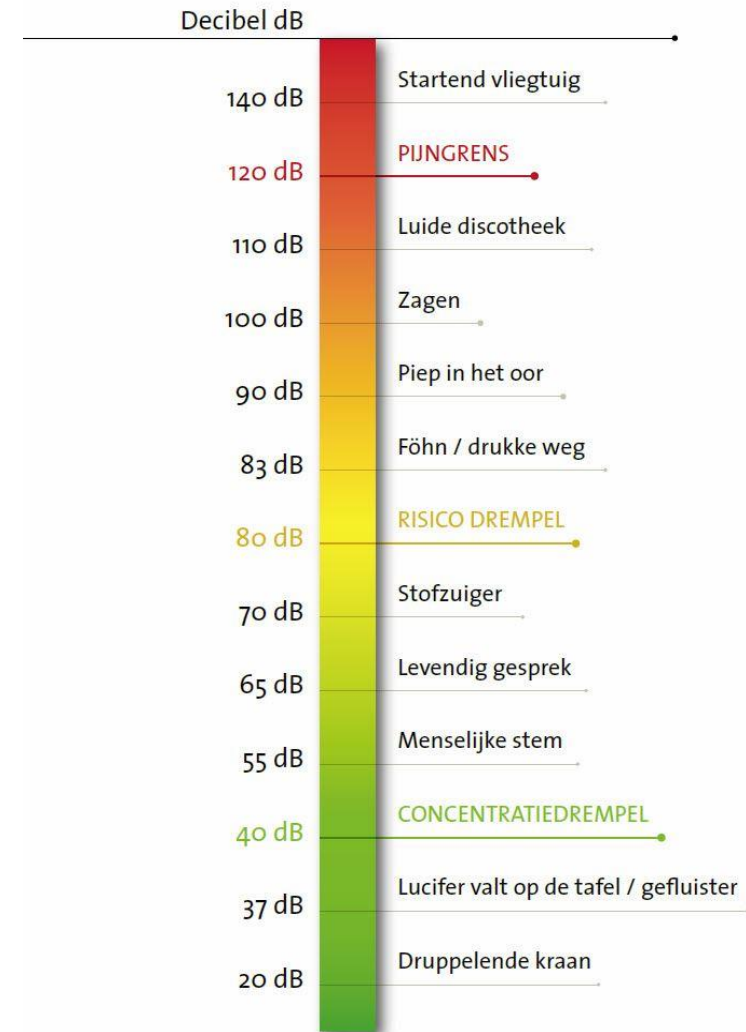
- Waardoor wordt het geluid van windturbines veroorzaakt?
- Wat is het karakter van windturbinegeluid?
- Hoe zit het met laagfrequent geluid?
- Wat is de relatie tussen geluidsbelasting en geluidshinder?
- Wat is het effect van grotere, lawaaiigere, hogere windturbine en de toename van afstand?

Regelgeving

- Hoe ziet de geluidsregelgeving in Nederland er uit?
- Wat zijn de ontwikkelingen op het gebied van regelgeving?
- Hoe wordt de geluidsbelasting bij woningen berekend?

Geluid

- Variaties van de luchtdruk
- Plant zich voort met ca 340 m/s
- Menselijk gehoor: 20 Hz tot 20 kHz
- Geluidspectrum van belang: negen octaafbanden
- Eenheid in decibel (dB), verhouding op logaritmische schaal





Geluidsmaat L_{den}

- Europese maat voor beoordeling van omgevingsgeluid
- Eengetalswaarde voor de dag (d), avond (e) en nacht (n), met dag = 07-19u, avond = 19-23u, nacht = 23-07u
- Gewogen gemiddelde dag=+0 dB, avond=+5 dB, nacht=+10 dB
- Jaargemiddelde geluidsmaat, ook windstille perioden meegenomen
- Beoordeling buitenshuis
- A-gewogen, dus gecorrigeerd voor de frequentie-afhankelijke gevoeligheid van het oor
- Eenheid in decibel (dB), verhouding op logaritmische schaal

Naast L_{den} wordt bij windturbines ook de geluidsmaat L_{night} gehanteerd



Rekenen in decibellen: voorbeeld 1

Berekening van L_{den} :

$$L_{day} = 41 \text{ dB, } 12 \text{ uur}$$

$$L_{evening} = 41 (+5), 4 \text{ uur}$$

$$L_{night} = 41 (+10) \text{ dB, } 8 \text{ uur}$$

$$\rightarrow L_{den} = 47 \text{ dB}$$



Rekenen in decibellen: voorbeeld 2

Optellen in decibellen:

$$40 + 40 = 43$$

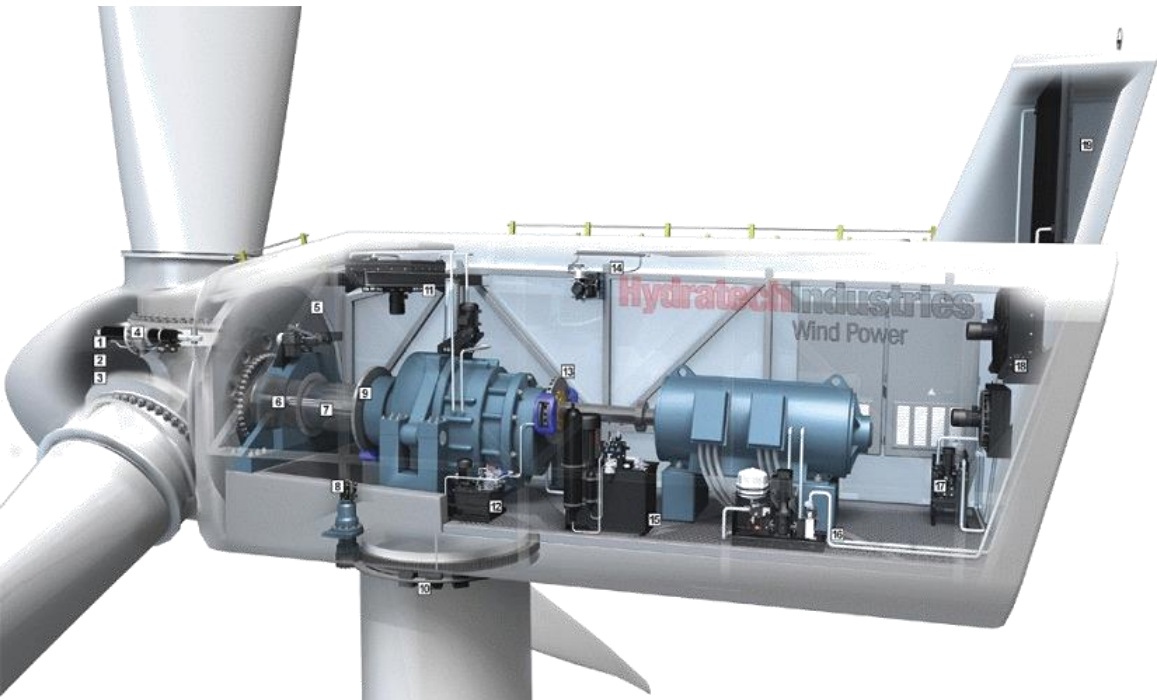
(twee bronnen op gelijke afstand van de waarnemer)

$$40 + 34 = 41$$

(afstand tot tweede bron twee keer zo groot als tot de eerste bron)



Mechanisch geluid



Veroorzaakt door bewegende delen in gondel:

- Generator, tandwielkast, koelsysteem, lagers, hulpsystemen, yaw mechanisme

Mechanisch geluid is bij moderne turbines meestal van ondergeschikt belang:

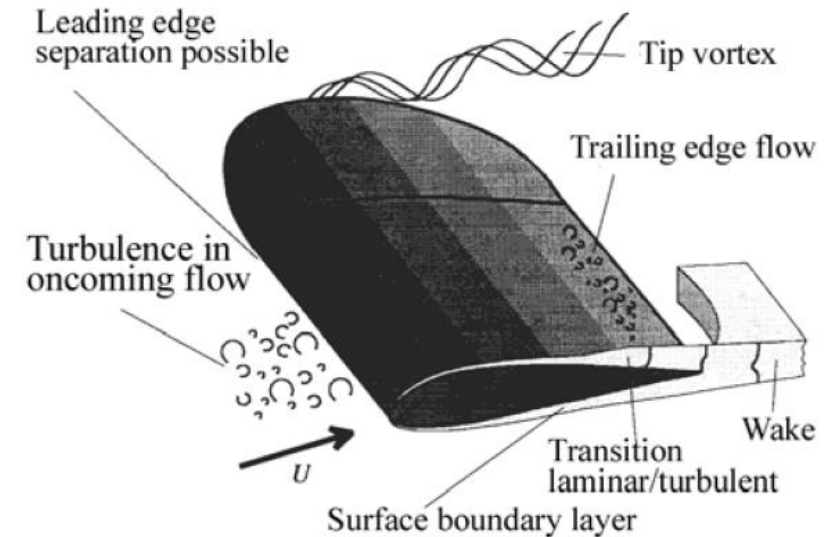
- Geluidsarme tandwielkasten of direct drive
- Trillingsisolatie
- Geluidsarme koelfan
- Geluidsgedempte louvres
- Isolerende gondelwand



Aerodynamisch geluid

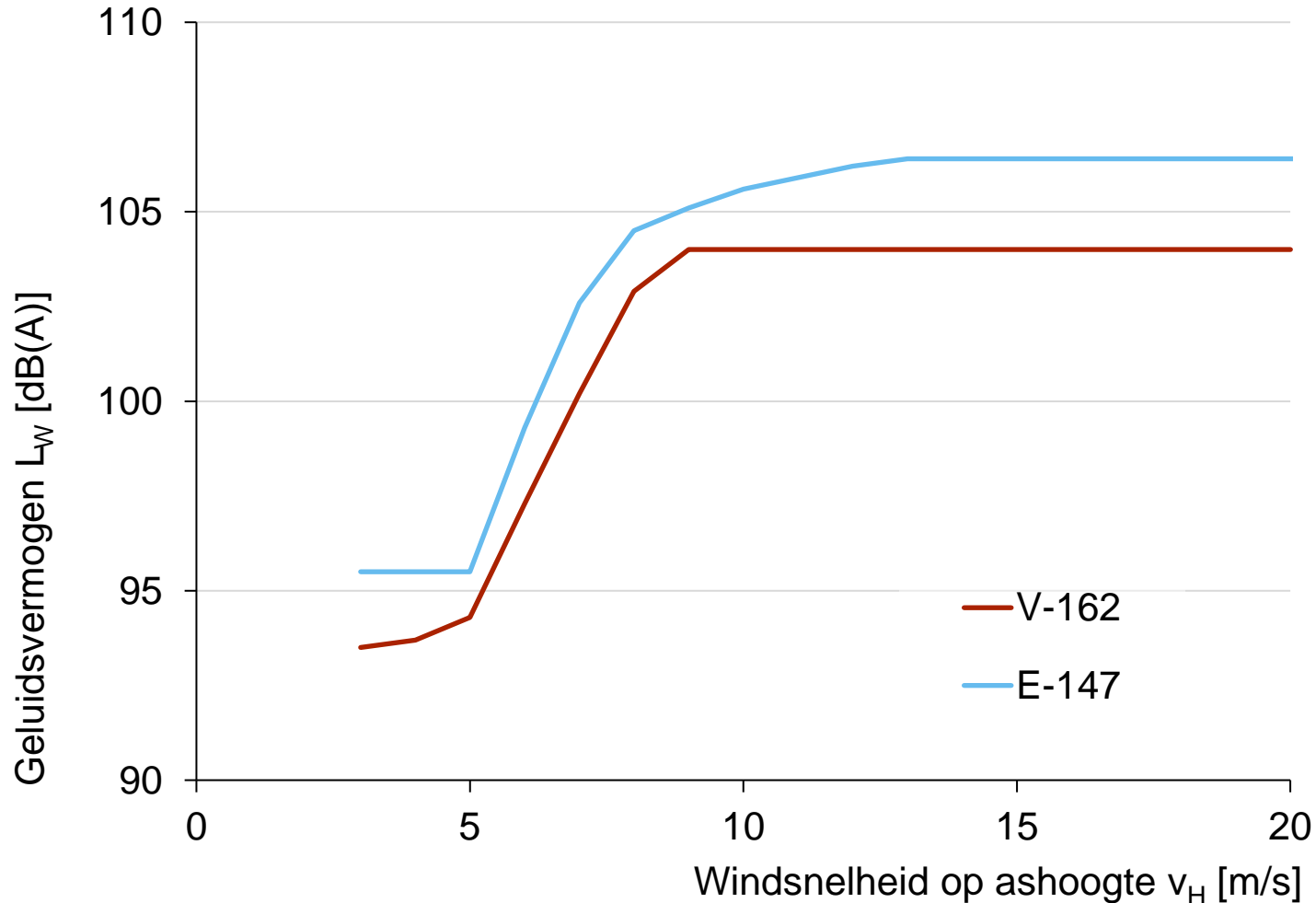
Diverse complexe ontstaansmechanismen:

- Turbulentie bij de achterrاند
- Turbulentie door loslating (overtrekken, stall)
- Turbulentie rond de tip (tip vortex)
- Turbulentie door oneffenheden in het rotorblad
- Interactie met de mast
- Inflow turbulentie





Geluidsvermogen en windsnelheid



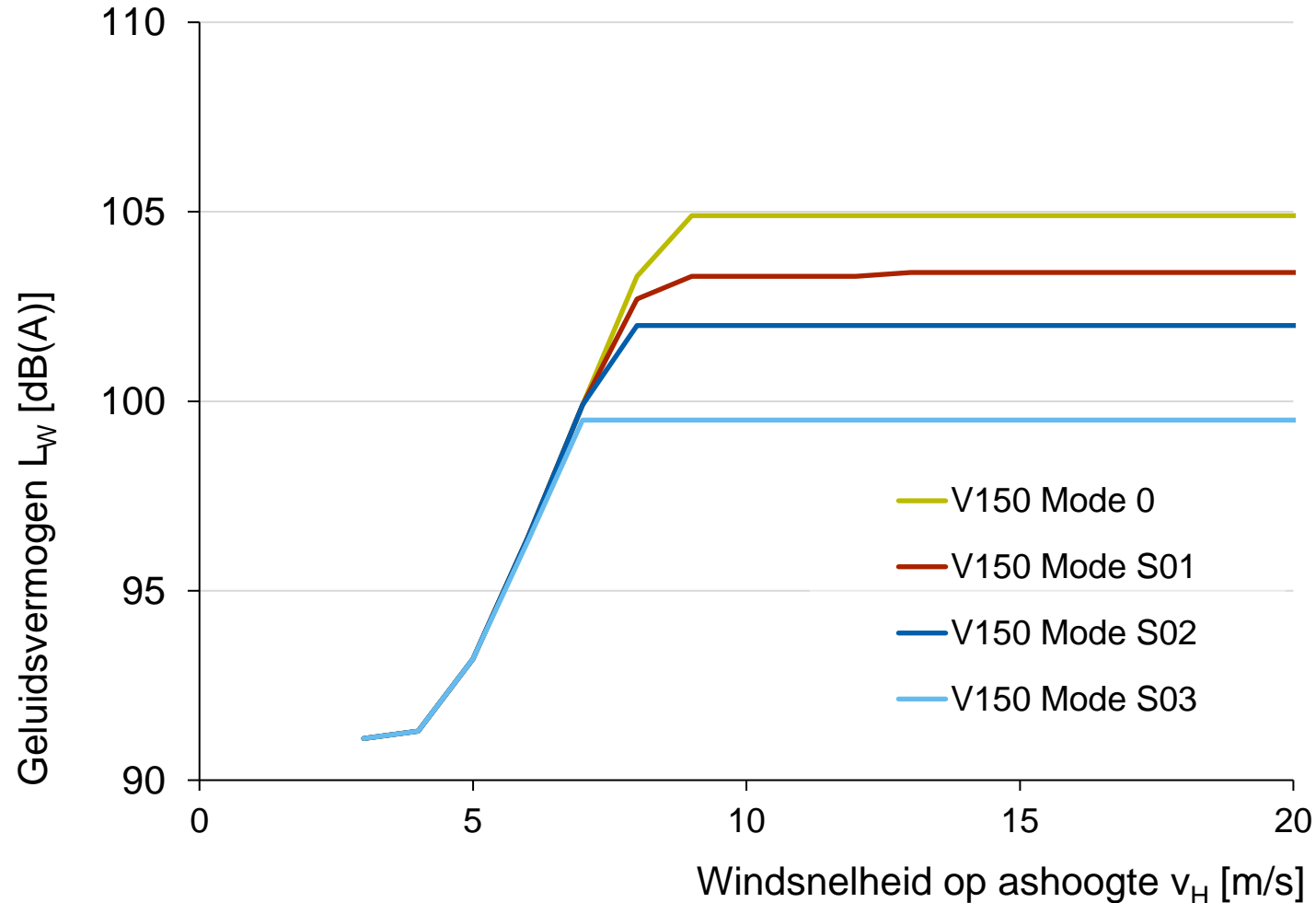
Let op: verschil in
geluidsvermogen (emissie)
en geluidsdruk (immissie)

tot V_{nom}
evenredig met $50 \log v$

vanaf V_{nom}
ca 104-106 dB(A)



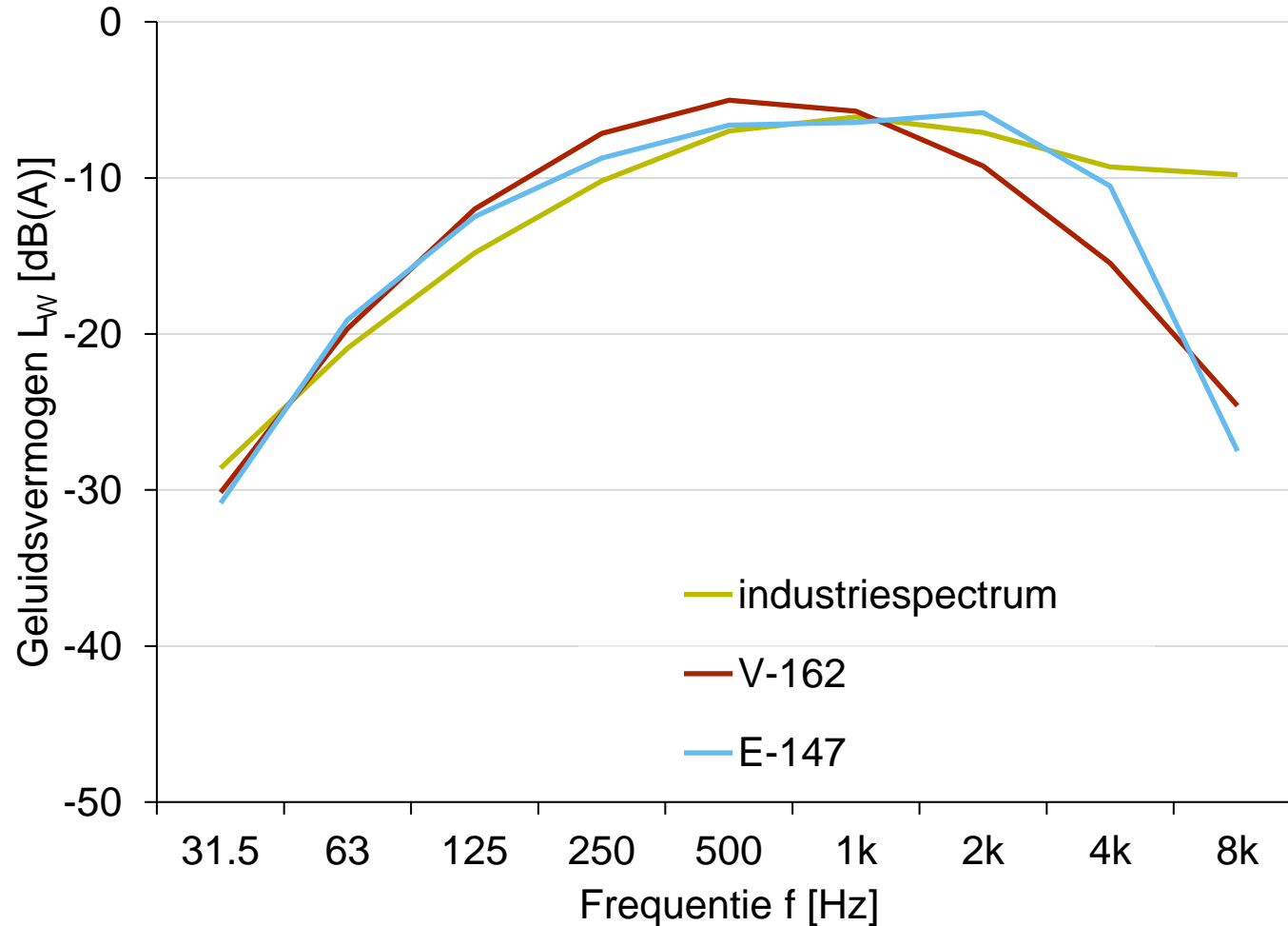
Het effect van noise modes



- Geluidsreductie mogelijk door het instellen van een noise mode
- Dit gaat wel ten koste van de energie-opbrengst
- Toepassing van een noise mode in de nacht is zeer effectief



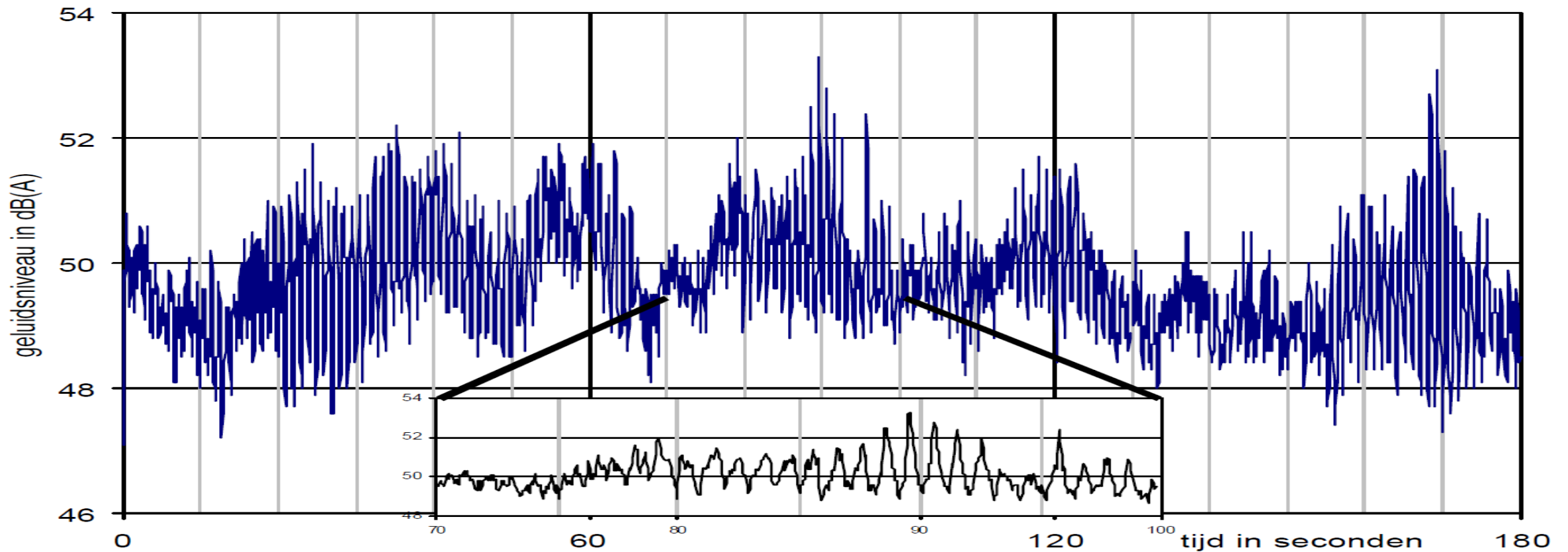
Karakter van het geluid - geluidsspectrum



Geluidsspectrum van windturbines is vergelijkbaar met andere industriebronnen



Karakter van het geluid: 'Swish Swish', amplitudemodulatie



bron: Van den Berg, Frits, *Hoge molens vangen veel wind II*, dec 2002



Waarneembaarheid van windturbinegeluid

- Meer wind: meer geluid vanwege WT
- Maar overdag ook windgeruis, dat het geluid van WT kan maskeren
- In de nachtperiode: vaak windstil bij de bodem, terwijl de windsterkte op hoogte toeneemt
- Overdag en 's avonds ook maskering door wegverkeer, industrie, etc.
- WT zijn 's nachts bij windsnelheden op ashoogte van 8-13 m/s het best waarneembaar

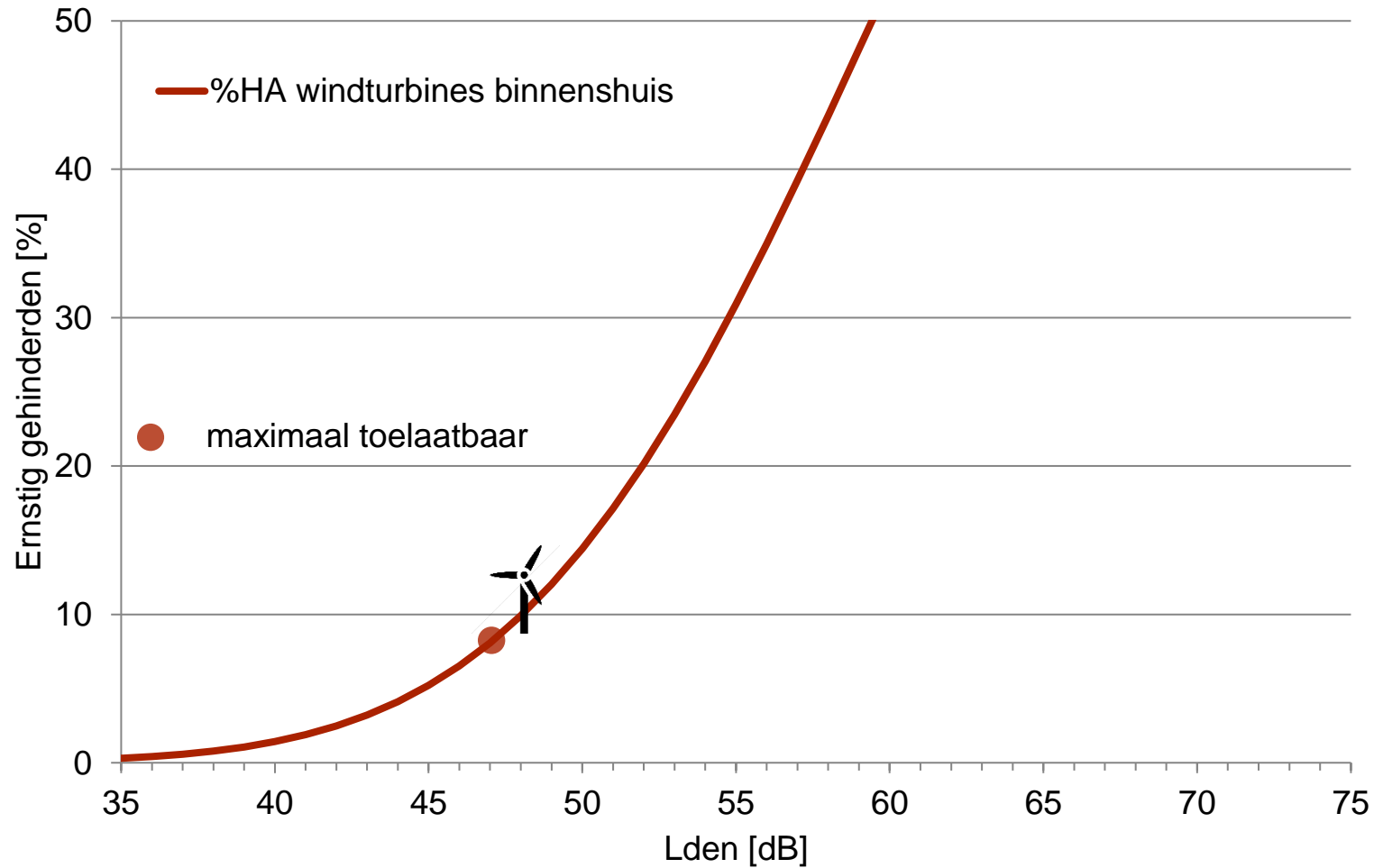


Laagfrequent geluid (LFG)

- Geen landelijke norm voor LFG (ook niet voor andere bronnen dan WT)
- In geluidsrapporten voor WT wordt LFG vaak wel apart inzichtelijk gemaakt
- Beoordeling van LFG anders dan voor “normaal” geluid:
binnenshuis in afzonderlijke 1/3 octaafbanden, geen toepassing van A-weging
- Emissie van laagfrequent geluid vergelijkbaar met andere bronnen
- Gangbare hindercurve vrijwel nooit overschreden, maar waarneemdrempel soms wel
- Toch in sommige gevallen aanhoudende klachten over LFG

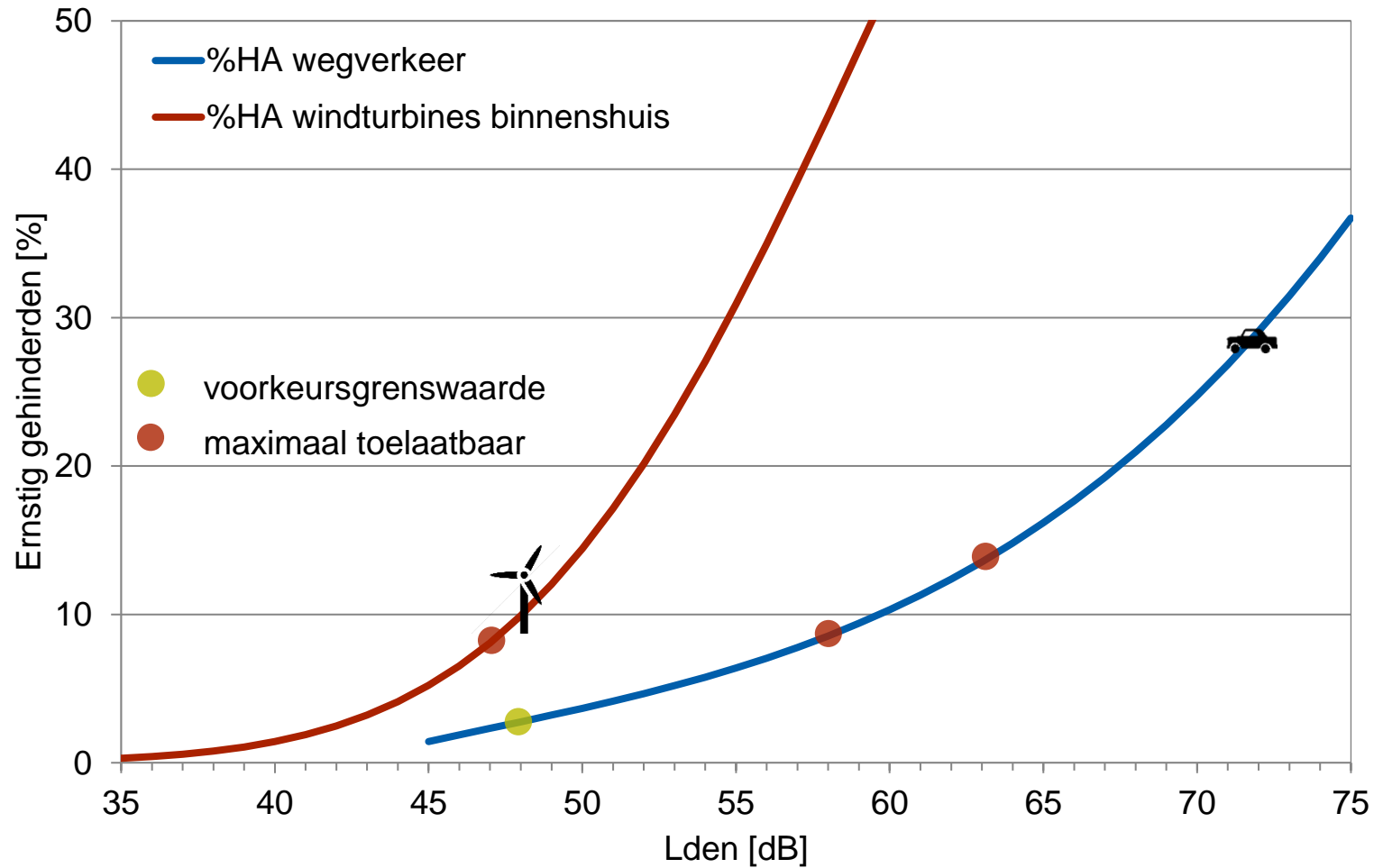


Hoe hinderlijk is windturbinegeluid?



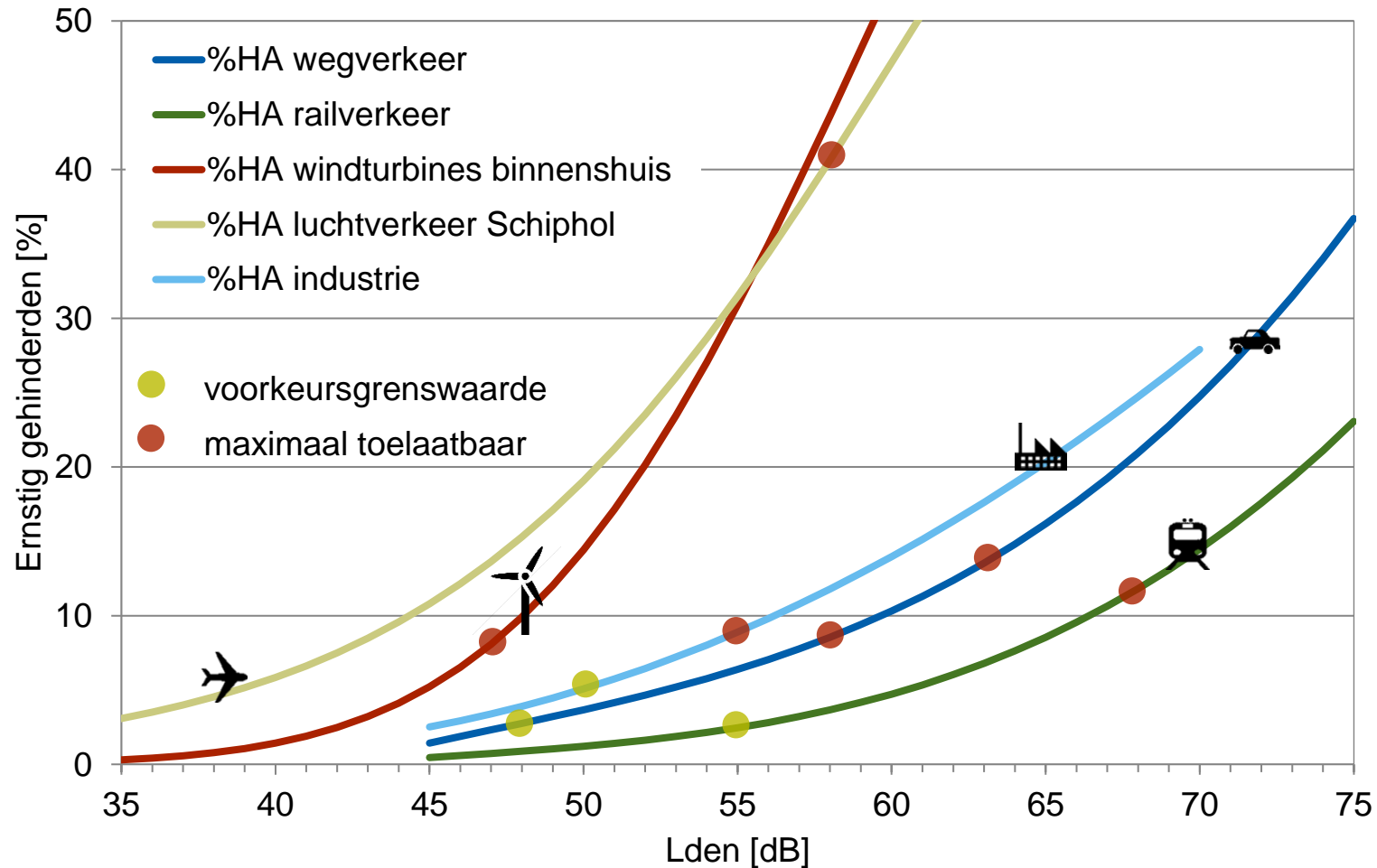


Hoe hinderlijk is windturbinegeluid?





Hoe hinderlijk is windturbinegeluid?



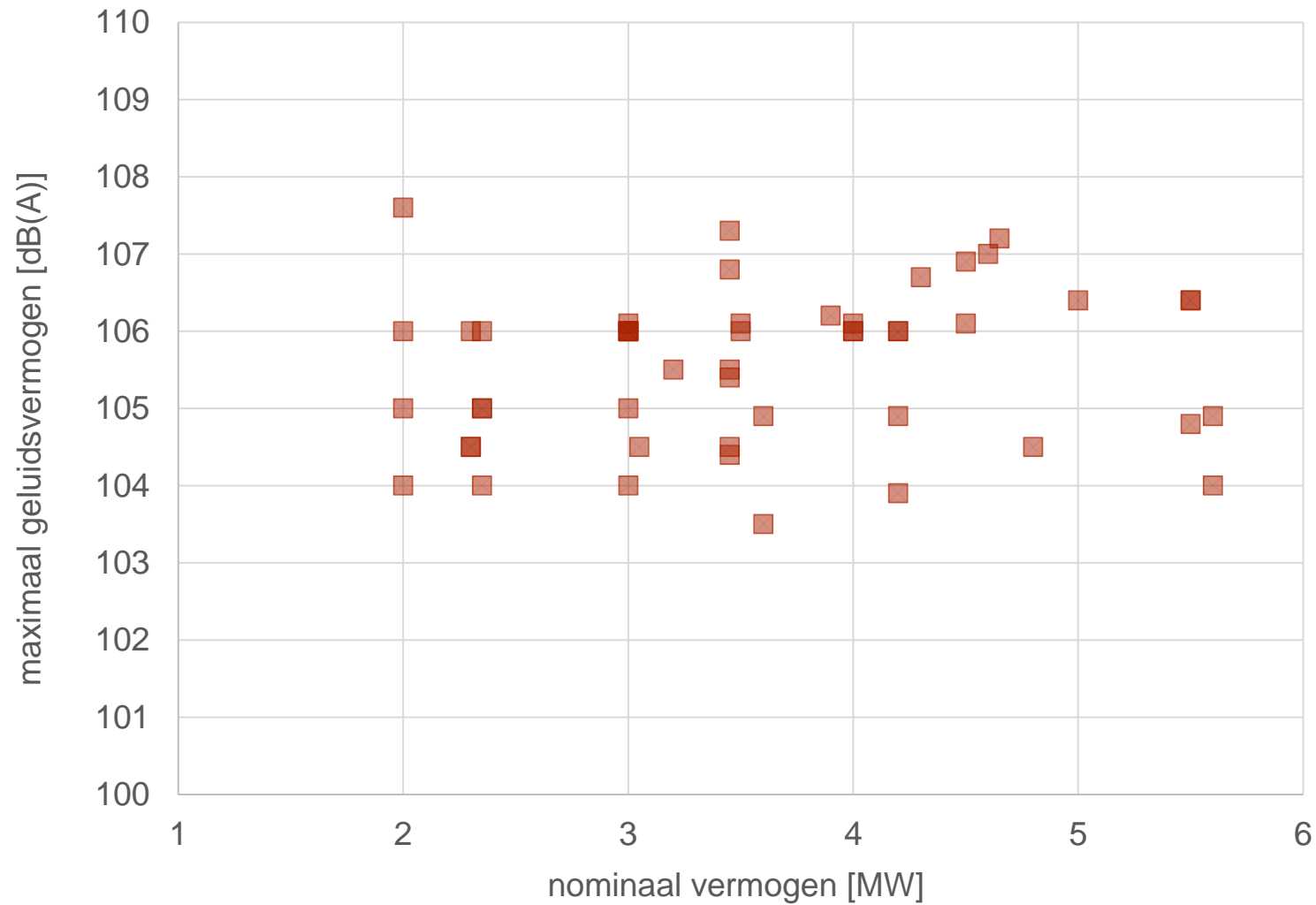


Vuistregels voor het effect van maatregelen

Kleine/grote windturbine (MW):	geen effect
Lawaaige/stille windturbine:	± 2 dB (t.o.v. gemiddeld)
Hoge/lage windturbine:	$\pm 0,5$ dB per 20 m (t.o.v. 120 m)
30% toe/afname van afstand:	± 2 dB
Noise mode in de nacht:	± 0 dB tot 6 dB
Enkele windturbine/groot windpark:	± 5 dB
Middelgroot/groot windpark	geen effect



Nominaal vermogen en geluid





Regelgeving voor windturbines

1 januari 2011: alle windturbines op land onder het Activiteitenbesluit

- **Activiteitenbesluit milieubeheer (Abm)**
 - Art. 1.11: akoestisch onderzoek verplicht
 - Art. 3.14a: normstelling $L_{den} = 47$ dB en $L_{night} = 41$ dB

- **Activiteitenregeling milieubeheer (Arm)**
 - Art. 3.14e: exploitant dient gegevens beschikbaar te stellen
 - Bijlage IV: reken- en meetvoorschrift windturbines

- **Jurisprudentie**



Belangrijkste kenmerken regelgeving

- We beschouwen de jaargemiddelde geluidsbelasting. Praktijk: maximale geluidsbelasting is 3-5 dB hoger.
- Geen differentiatie van geluidsnormen per gebiedstype. Geen aparte normen voor landelijke gebieden.
- Geen normen voor laagfrequent of tonaal geluid. Deze aspecten zijn meegenomen bij de normstelling.
- Geen afstandsnormen. Windparken kunnen dicht bij woningen worden gebouwd, mits voldaan wordt aan de (geluids)normen.
- Rekenen in plaats van meten.



Ontwikkelingen regelgeving (1)

WHO aanbeveling 2018:

Overweeg blootstellingsniveau vanwege windturbinegeluid te beperken tot 45 dB L_{den}

Inwerkingtreding Omgevingswet 1 juli 2022:

Artikel 5.74 (windturbines en windparken)

Standaardwaarde 47 dB L_{den} en 41 dB L_{night}

Alleen lagere waarden als sprake is van cumulatie met een ander windpark of van een bijzonder gebied



Ontwikkelingen regelgeving (2)

Uitspraak Raad van State 30 juni 2021 (uitbreiding windpark Delfzijl Zuid):

Geen plan mer uitgevoerd voor Abm en Arm

Volgens EU recht had dat wel moeten

Abm en Arm hadden niet toegepast mogen worden

Gevolgen voor nieuwe windparken:

Geen gebruik maken van Abm en Arm; eerst plan mer uitvoeren

Tot die tijd: gemeentes moeten zelf normen bepalen en onderbouwen

Normen komen in bestemmingsplan en omgevingsvergunning

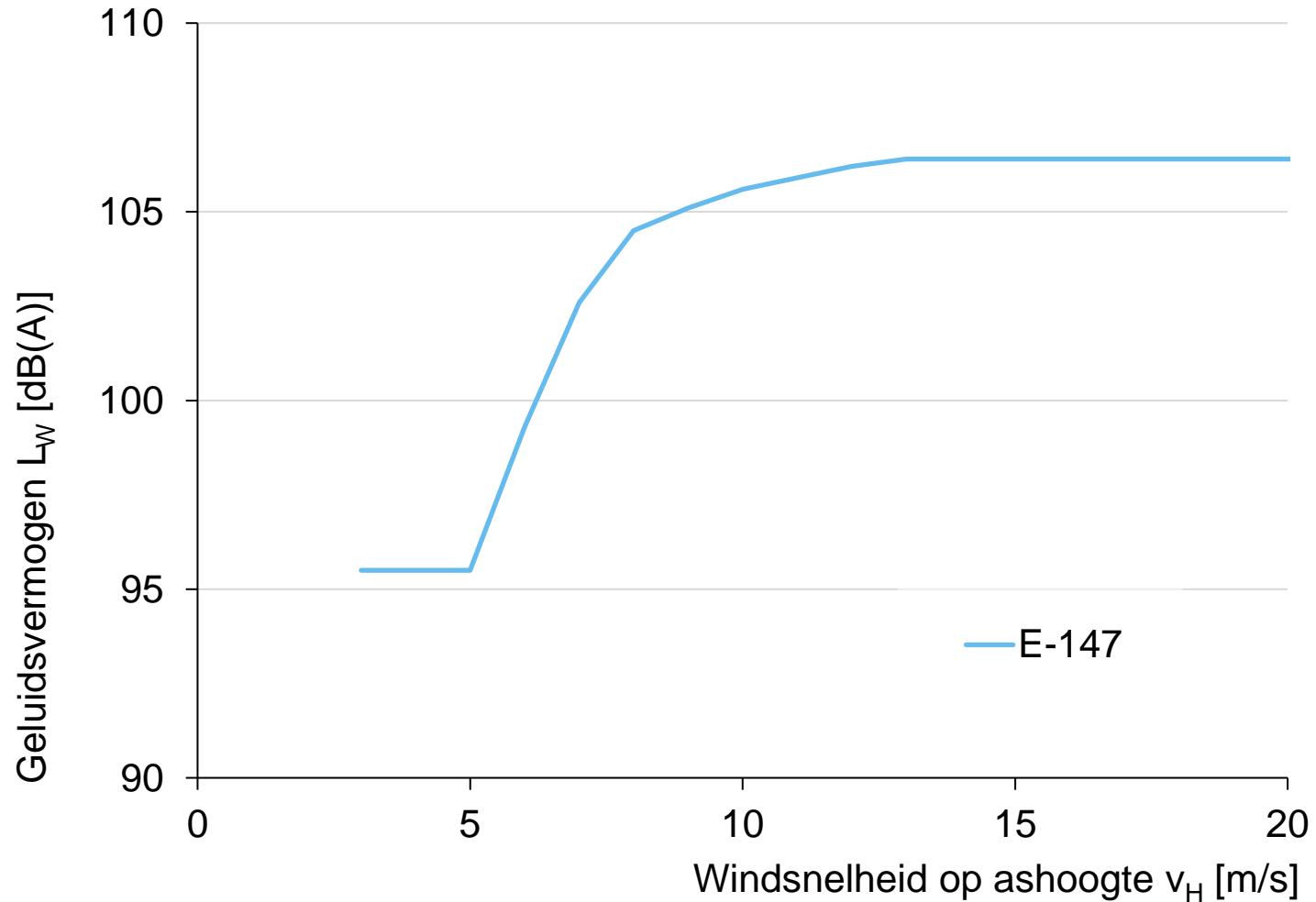


Berekenen van de geluidsbelasting bij de woningen

- Achterhalen windsnelheidsafhankelijke geluidsvermogen
- Plaatselijke windverdeling afleiden uit KNMI dataset
- Bepalen jaargemiddelde emissieterm
- Berekenen geluidsimmissie met de voorgeschreven methode (demping geometrische uitbreiding, luchtdemping, bodemeffect)
- Berekenen L_{day} , L_{evening} en L_{night}
- L_{den} is een gewogen gemiddelde van L_{day} , L_{evening} en L_{night} met een straffactor van 5 dB voor de avond en 10 dB voor de nacht

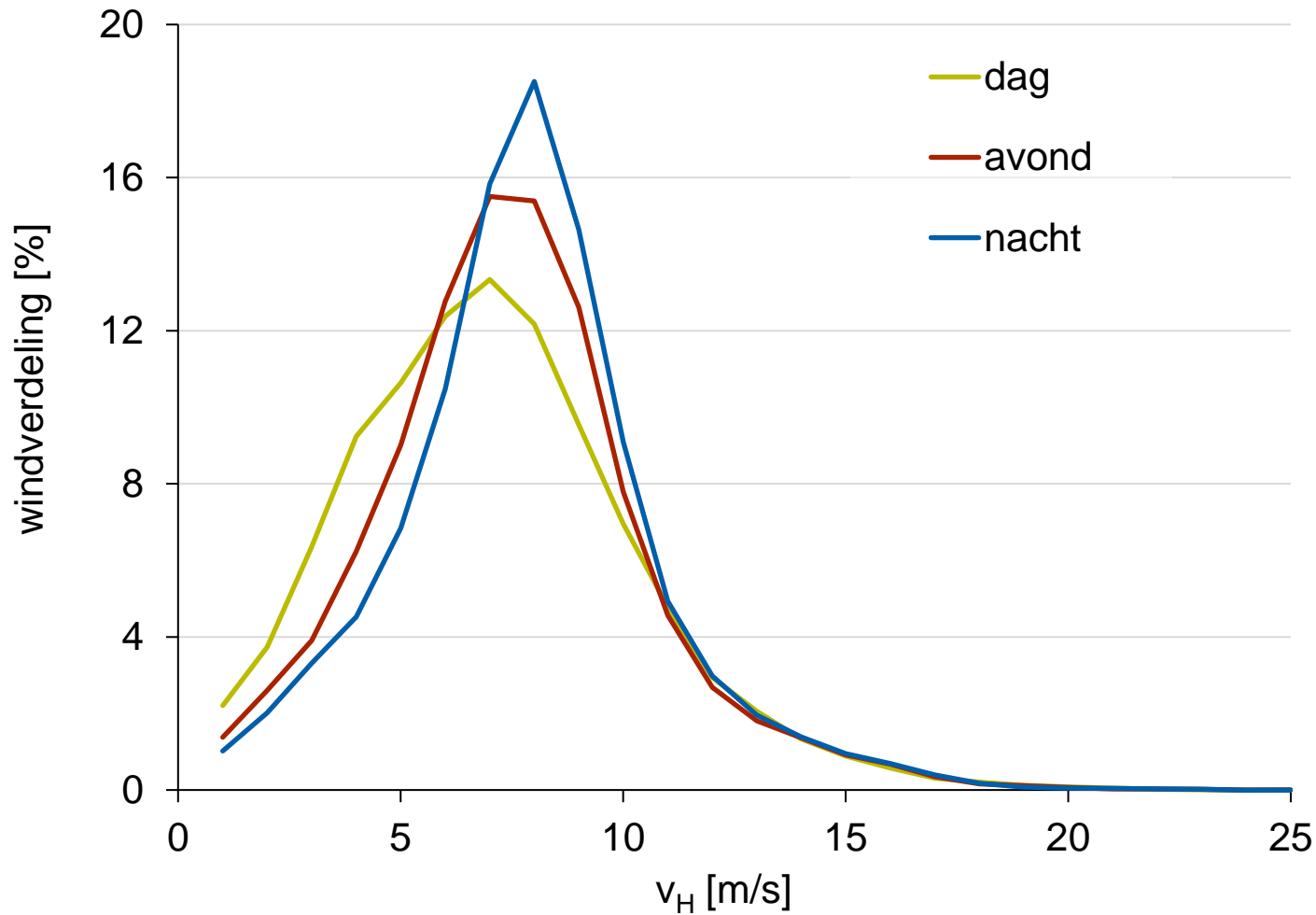


Geluidsvermogen en windsnelheid





Windverdeling





Toezicht en handhaving

- Handhaven met immissiemetingen niet mogelijk
- Controleren van het geluidsvermogen van de windturbine
- Bepalen van de jaargemiddelde emissie-term op basis van werkelijke windverdeling

Einde presentatie



Tijd voor vragen