

Kijk naar en weeg het hele geluidsspectrum van windturbines!

ir. Leo van der Stelt

# Hier een benadering vanuit de wetenschap

## Natuurwetenschap

Natuurwetenschap is een overkoepelende term voor wetenschappelijke vakgebieden die de natuur bestuderen met behulp van [proefondervindelijke methoden](#) om natuurverschijnselen te begrijpen.

De drie hoofdrichtingen zijn biologie, scheikunde en [natuurkunde](#).

## Akoestiek

Akoestiek is de wetenschap die zich bezighoudt met [geluid](#). Het is een onderdeel van de [natuurkunde](#).

Een akoestisch deskundige (ook wel akoestisch adviseur of specialist) is een expert op het gebied van geluid die zich bezighoudt met het meten, analyseren en oplossen van akoestische problemen.

## Epidemiologie

Epidemiologie is de wetenschap die de [patronen, oorzaken, verspreiding en beheersing van ziekten](#) en andere gezondheidskwesties [in populaties](#) bestudeert.

# Nederland nu in 2025 op weg naar geluidsnormen

De presentatie volgt 3 verschillende benaderingen

## 1 Natuurkundig

Natuurwetenschap is de basis!

Het gaat om complexe mechanische trillingen door moderne industriële windturbines

## 2 Gezondheidskundig

Voorzorg is een vereiste en dat is ook wettelijk vastgelegd.

Bescherming van mens en dier zal moeten gaan via transparante processen

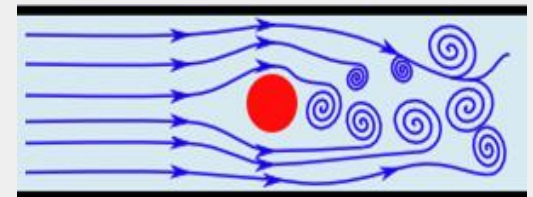
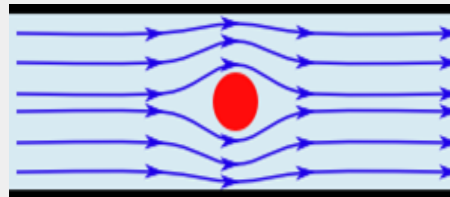
## 3 Politiek

Wat deed de politiek tot nu toe? En wat gaan de gevolgen zijn?

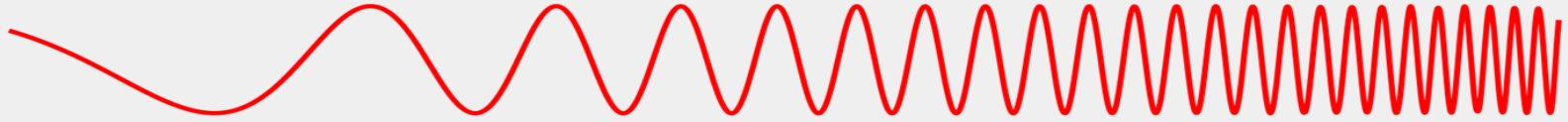
# Geluidsspectrum van windturbines!

## Natuurkundige benadering

- Er zijn veelsoortige trillingen uitgaande van de draaiende industriële windturbines tot wel 250 meter hoogte.
- Die trillingen gaan als afzonderlijke longitudinale golven door lucht. Ze verspreiden zich en gaan langs en via allerlei verschillende obstakels
- Ze gaan door elkaar => ingewikkelde **interferentie**
  - zie =>
- Bij regelmatig draaien van de wieken ontstaan er **golfpatronen**
- Luchtstroom om obstakels =>
  1. Laminair, dus rustig
  - en 2. turbulent, dus onrustig



# Nog enkele natuurkundige begrippen



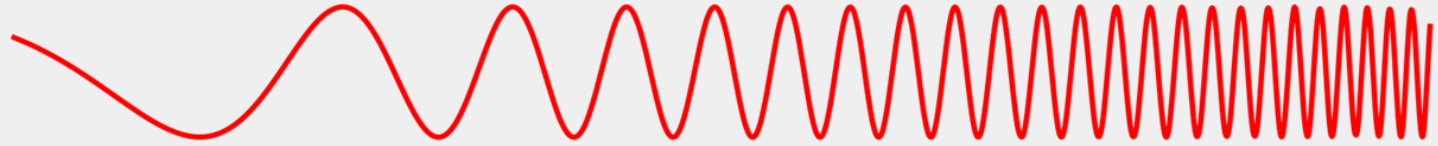
- Hierboven is een trilling uitgezet met uitwijkingen verticaal om de evenwichtsstand en de tijd horizontaal van links, langzame trilling naar rechts, snelle trilling.
- De maximale uitwijking = amplitude is steeds gelijk, de frequentie (trillingen per seconde : Hz) neemt steeds toe.
- Geluid is een mechanische trilling. Het gaat dan om een snelle variatie in de luchtdruk.
- De sterkte ofwel het geluidsniveau gaat in decibel: dB
- De hoeveelheid dB zegt alles over de geluidsenergie in de golf die zich voortplant.
- Het zegt niet alles over de hoorbaarheid en de waarneembaarheid

# Licht en geluid vergelijkbaar golfkarakter

## Zichtbaar licht klein gedeelte van eigen spectrum

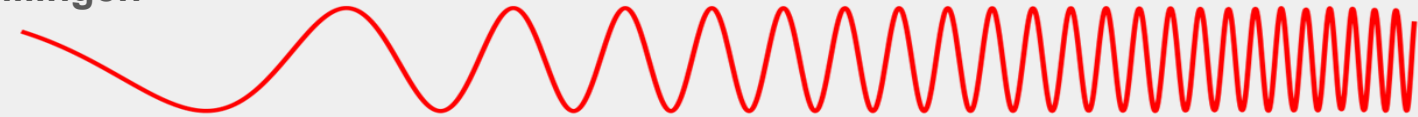
### logaritmische schaalverdeling

#### Licht / EM-straling



stralingstype: radiogolven microgolven/radar infrarood | **zichtbaar** | ultraviolet röntgen gammastraling

#### Geluid / mechanische trillingen



Frequentie Hz:

0,1

1000

1

10.000

10

100.000

100

Infrageluid

LF G

Middenfrequent

G

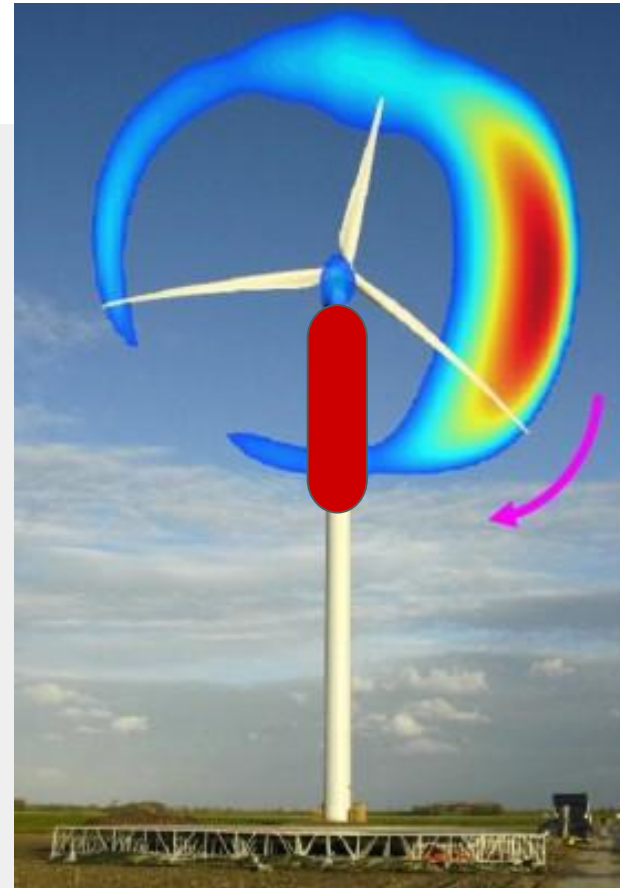
# Geluidsproductie windturbine bij draaien



Links volgens het RIVM, gefilterd met het A-filter

Rechts ongefilterd

Het A-filter is geschikt voor het makkelijk hoorbare geluid, hoorbaar via het trommelvlies, en op hinderlijk omgevingslawaai



Filtering van geluid/mechanische trillingen kan wenselijk zijn

We kennen dB dB(A) dB(C) dB(G)

Met hele spectrum in dB moet rekening gehouden worden

Filters: dB(A) voor goed hoorbaar

dB(C) speciaal voor laagfrequent

dB(G) voor infrageluid in de buurt van 8 - 10 Hz, niet onder 4 Hz

Geen filter dan dB of dB(Z) of dB(lin) of SPL

Het hele spectrum meten vereist speciale meetapparatuur

Het kunnen waarnemen van infrageluid is sterk afhankelijk van de persoon

Een sterkte van 95 dB kan door een redelijk aantal mensen waargenomen worden.

Akoestiek deskundigen zijn noodzakelijk voor de praktijkmetingen!

# Belangrijke factoren bij geluidvoortplanting 's nachts bij turbines met grote wieken en in een diffuse atmosfeer

richting

demping/absorptie

uitwaaieren

luchteigenschappen

atmosferische condities

luchtlagen

laag =>

lagere frequenties reiken veel verder

frequenties

afbuiging

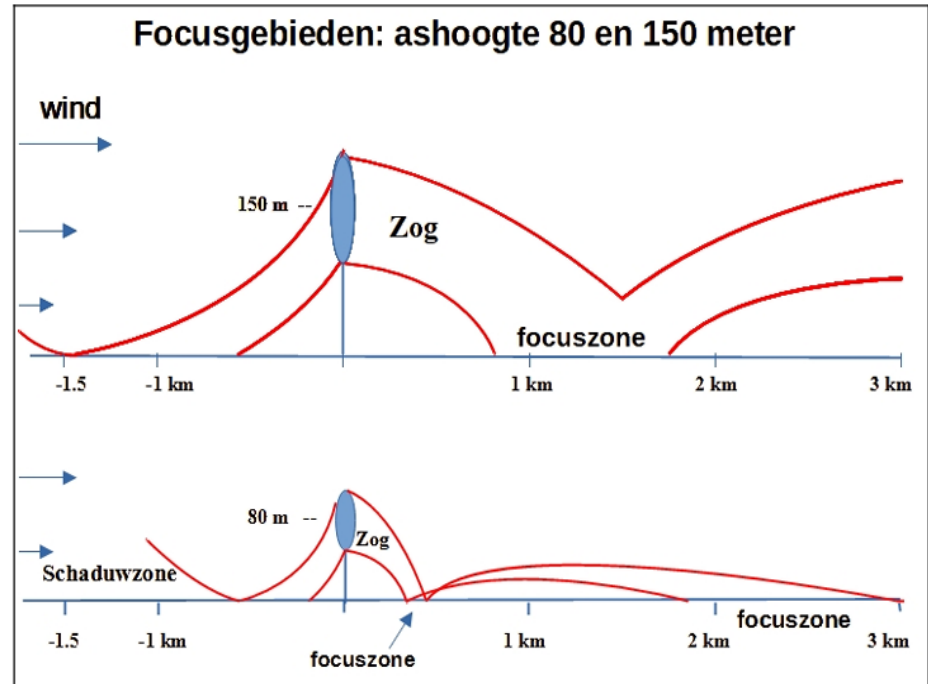
terugkaatsing

resonantie

harmonischen

eigenfrequenties constructiedelen

ritmische effecten (AM) en variaties



Figuur 2: Principeschets focusgebieden bij neutrale atmosfeer voor lage en hoge windturbines. Locatie van focusgebieden is sterk afhankelijk van nachtelijke windmaxima (NWM), windkracht en turbulentie.

Het Activiteitenbesluit gebaseerd op ISO-9613 houdt met al deze effecten geen rekening. Focusgebieden met hoge geluidniveaus en ernstige hinder worden daarom niet onderkend.

NB: Afbuiging is vertekend door verticale schaalvergroting

# Specifiek voor geluid van windturbines is

1. de amplitudemodulatie (AM) en
2. het 's nachts alsmaar doorgaan

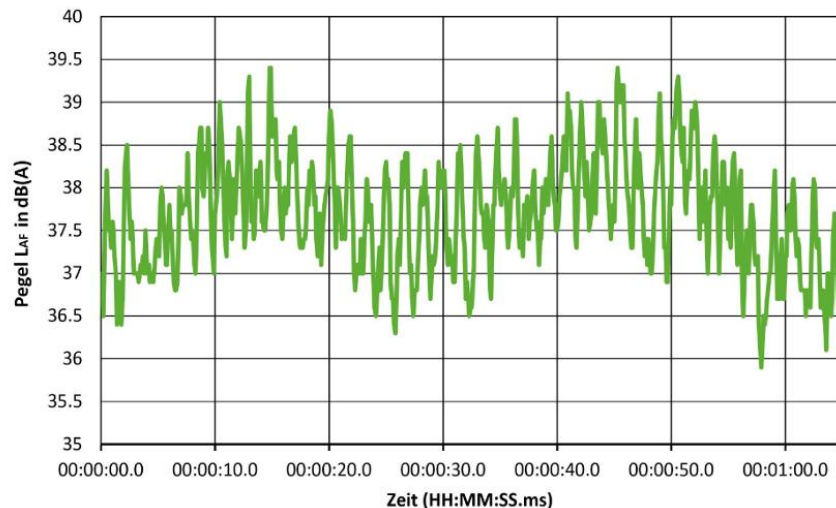
AM is uniek en mensen zijn daar (veel) gevoeliger voor dan omgevingslawaai

AM voor windturbines op basis van **passeerfrequentie** van de mast door wieken dit geeft AmplitudeModulatieFrequentie (AMF)

Die AMF wordt steeds lager door grotere wieken tegenwoordig tussen 0,1 en 1 Hz

Akoestische weergave ==>

Abbildung 11: Exemplarischer Pegelschrieb bei vorliegender Amplitudenmodulation



# RIVM: wetenschappelijke basis voor gezondheid en milieu(normen) ??

Gegeven: gevoeligheid mensen (en dieren) is heel verschillend  
sterkte zegt niet alles; denk aan druppelende kraan, hoorbaar vanuit slaapkamer

RIVM hoort in Nederland voor wetenschappelijke basis te zorgen.  
Onafhankelijkheid is ook wettelijk geborgd

Het beleid van nu is gebaseerd op RIVM-rapport 2020-0214: *Gezondheidseffecten van windturbinegeluid* en de factsheet

RIVM: Voor normen is alleen dB(A) belangrijk: we doen het alleen met (ernstige) hinder.

RIVM zegt de literatuur bij te houden, maar doet dat niet!  
Windwiki heeft ook belangrijke literatuur.

## Factsheet RIVM 2020/2025 : gezondheidseffecten van windturbinegeluid

De factsheets van 2020 en 2025  
zijn vrijwel gelijk. Feit 1) =>

- Kenmerkend voor windturbinegeluid is het zwiepende, zoevende en stampende karakter. Dit noemen we de amplitudemodulatie.

en feit 2)

feit 2) is in strijd met feit 1)

- Het aandeel laagfrequent geluid en infrageluid van windturbinegeluid is vergelijkbaar met dat van andere alledaagse bronnen, zoals verkeer.

Verkeer en andere alledaagse bronnen kennen geen AM en houden 's nachts op!

RIVM kan tweede bewering dus niet als feit benoemen => betekent **misleiding** van de mensen

Geluid door hele spectrum moet lineair gemeten worden; ook op grotere ( > 2 km) afstanden!

Vanwege cumulatie zijn effecten door meerdere turbines extra belangrijk.

RIVM zegt dat infrageluid verwaarloosbaar is; gebruik van G-filter zou belangrijk kunnen zijn.

# Kijk naar en weeg het hele geluidsspectrum van windturbines!

## Wat deed en doet de politiek?

### 1. landelijke overheid

- Tot nu toe gebeurt het niet!  
Zie ontstaan van de RES met afspraken en 2 smaken: grootschalig zon en wind insteek volgens “bewezen technieken”.
- Draagvlak is voorwaarde!
- Er wordt alleen rekening gehouden met het hoorbare gefilterde geluid’, dus alles in dB(A)
- 30 juni 2021 RvS uitspraak => (plan)MER procedure is volgens EU-richtlijnen noodzakelijk  
Procedure voor nieuwe milieunormen en afstandsnormen;  
Start 16 december 2021 zonder afstandsnormen, Lden als noodzaak; 1e fase: NRD peiling  
uit reactienota blijkt dat infrageluid met de mogelijke gezondheids bedreiging niet begrepen wordt

# Het politieke proces

## 2. de regio

- RES regionaal Twente, voorjaar 2021 vooraf aan RES 1.0
  - van 40% naar 60% wind, dus het zwaartepunt is wind geworden.
- De enige uitleg was: Het moet vanwege maatschappelijke kosten; dus niets over geluid
- In mijn eigen regio NO Twente zijn zienswijzen voor windbeleid niet behandeld,
  - toch wel RES 1.0 met als hoofdmoot wind; aangenomen 1 juli 2021
- RvS milieunormen buiten werking; toch wel overbruggingsregeling; niet voor nieuwe projecten
- Regio's en provincie "vinden" dat ze door moeten gaan op basis van berichten van de overheid  
Maatwerk bij ontbreken milieunormen
- Inzet was eerst draagvlak, nu alleen nog financiële participatie

# Het politieke proces en gezondheid landelijk in 2e kamer en in regio via voorlichting GGD

- Het ontwerpbesluit als resultaat van MER van oktober 2023 is ontluisterend.  
Wel een niet te handhaven Lden op basis van dB(A) en bagatellisering van laagfrequent geluid op basis van een niet valide model  
( de aloude Vercammencurve voor verkeerslawaaai)
- Antwoorden recent van minister op 2e kamervragen:  
RIVM houdt alle belangrijke literatuur bij, verwerkt deze en meldt het als er bijzonderheden zijn.
- GGD-vertegenwoordigers houden het klassieke epidemiologische verhaal:  
Het narratief wat er al wel 15 jaar is en waar de meeste politieke partijen het nog steeds mee doen: Ernstige hinder van windturbines stelt weinig voor. Ook NPRES doet dat!

# Schaalvergroting windturbines

- Wat hoort er in het algemeen bij schaalvergroting van technologie?
- Onzekerheid! Zowel wetenschappelijk als qua ontwikkeling. Daarom voorzorg! Het conflict hiermee wordt steeds groter.
- Maar de (financiële) belangen ook.  
250 meter hoog was nog niet in bedrijf in 2021
- Naar later bleek kon 280 m kon ook al volgens de richtlijnen van het ministerie op basis van modelberekeningen met dB(A) als uitgangspunt.

Die zijn technisch nog niet voldoende ontwikkeld, maar zitten wel in de planning. Pure Energie kondigt ze al aan.

# Opvallende RIVM opmerkingen

In het RIVM-rapport 2020-0214 *Gezondheidseffecten van windturbinegeluid* staat het volgende:

*Wanneer mensen worden blootgesteld aan windturbinegeluid (over alle frequenties), vormen het geluidniveau en de amplitudemodulatie van al het windturbinegeluid samen de voornaamste oorzaak voor meer hinder, dus niet laagfrequent geluid of infrageluid.*

Windturbinegeluid over alle frequenties, betekent het hele spectrum en dat is met inbegrip van laagfrequent geluid en infrageluid

Niet alles wat het RIVM officieel naar buiten brengt is gebaseerd op wetenschap. Zij doet ook uitspraken die gebaseerd zijn op ondersteuning van het Nederlandse beleid.

# Actualiteit over geluid van windturbines in Flevoland

<https://nos.nl/regio/flevoland/artikel/697218-omwonenden-reageren-op-windmolenrapport-je-fantaseert-het-niet-het-komt-echt-van-buiten?s=08>

*zaterdag 22 november Omwonenden reageren op windmolenrapport: 'Je fantaseert het niet, het komt écht van buiten'*

Een WOO onderzoek toonde dit aan.

Het rapport was in augustus al klaar maar is al die tijd achtergehouden voor de gemeenteraad en bevolking

## Citaat

Toch is hij er niet minder verbaasd over dat de gemeente het rapport drie maanden achterhield. "Onvoorstelbaar. Wij zitten al sinds 2019 in raadsvergaderingen, we vroegen om een nulmeting, maar alle zorgen werden weggewuifd."

Het rapport laat zien dat laagfrequent geluid regelmatig 's nachts op bepaalde momenten op 1 km afstand en verder goed waarneembaar is.

Het onderzoeksbureau heeft geluid alleen in dB(A) gemeten.

# Mattsson c.s. uit Zweden

## Soundsim360methode

Enkele maanden geleden is er veelbelovende methode bekend geworden van een Zweedse onderzoeksgroep onder leiding van Ken Mattsson.

De methode heet Soundsim360 , zie <https://rhows.com/> en de onderbouwing wordt gegeven in het volgende artikel:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003682X25006280?via%3Dihub>

De methode werkt over het volle geluidsspectrum en laat vooral vanwege infrageluid alarmerende resultaten zien in de omgeving van clusters van moderne windturbines.

