

# “Zaalakoestiek” – een luisterrijk vakgebied

Diemer de Vries

Ex-TU Delft en RWTH Aachen  
University

# Wat is akoestiek?

- Akouein (Gr.): horen →  
akoestiek: leer van het (hoorbare) geluid:
  - \* hoe ontstaat het?
  - \* hoe plant het zich voort?
  - \* hoe nemen wij (mensen) het waar?
  - \* .....

# Met als doel:

- *Gewenst* geluid zo *verstaanbaar* (spraak) en zo *mooi* (muziek) mogelijk laten klinken
- *Ongewenst* geluid (verkeerslawaaai, burenerrie, ...) zoveel mogelijk *onderdrukken*

# Nieuwe trend binnen akoestiek:

- *Plaatjes* maken met *onhoorbaar* geluid:  
‘acoustical imaging’  
*Infrageluid*: olie en gas opsporen  
*Ultrageluid*: medische diagnostiek,  
materiaalinspectie
- TU Delft: alleen nog maar R&D aan  
‘imaging’
- Ik heb mijn specialismen tijdig naar  
Duitsland ‘geëxporteerd’

# Terug naar:

- *Gewenst* geluid zo *verstaanbaar* (spraak) en zo *mooi* (muziek) mogelijk laten klinken
- Meestal in omsloten ruimten, zalen →

**ZAALAKOESTIEK!**

# Een paar veelgehoorde (maar onjuiste) meningen

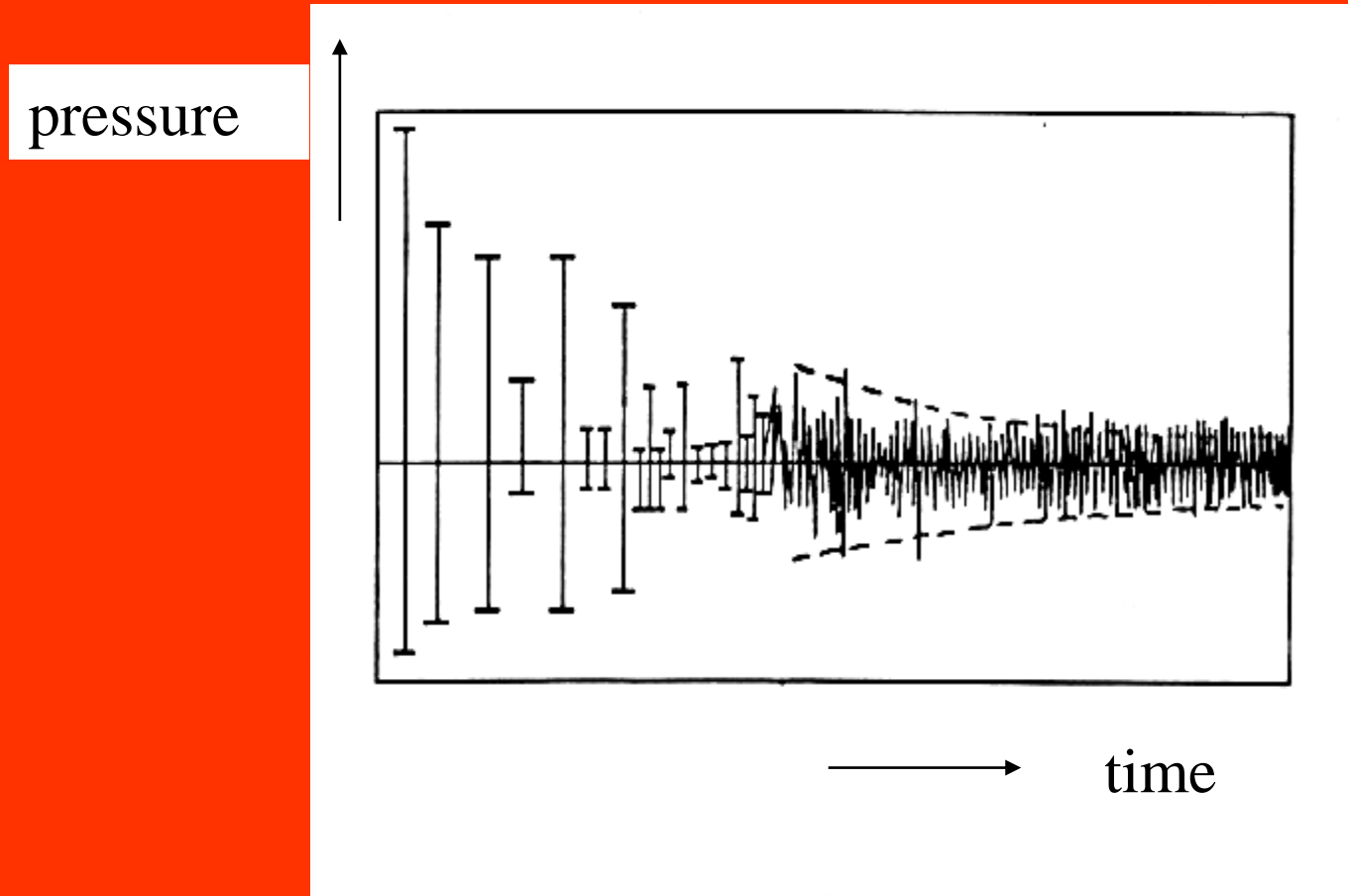
- Zaalakoestiek is een soort ‘zwarte magie’, een kwestie van gokken en geluk
- Die Grieken met hun amfitheaters, die konden er wat van, maar sinds die ‘geleerde’ akoestici zich ermee bemoeien...
- Hout klinkt beter dan steen

# Hoe herken je een zaalakoesticus?



- Hij klapt in zijn handen als hij een zaal binnenkomt
- statussymbool of beroepsdeformatie?
- nee, hij beluistert de *pulsresponsie* van de zaal

# Schematische pulseresponsie

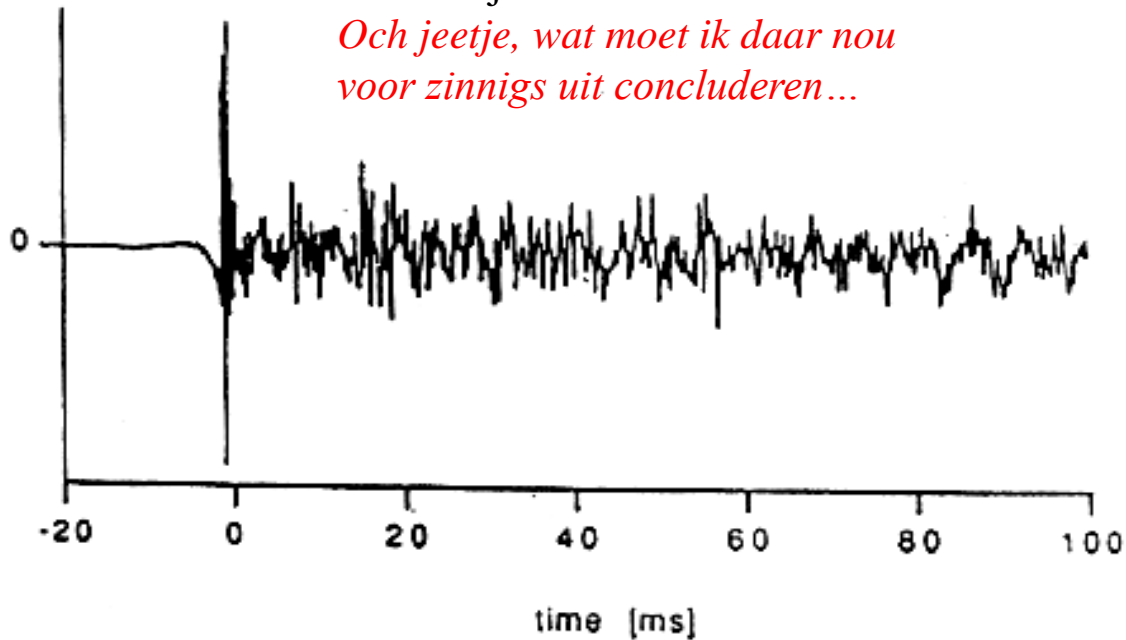


Nagalmtijd: reflecties 60 dB zwakker dan directe geluid –  
in goede concertzaal: ca 2 seconden met publiek

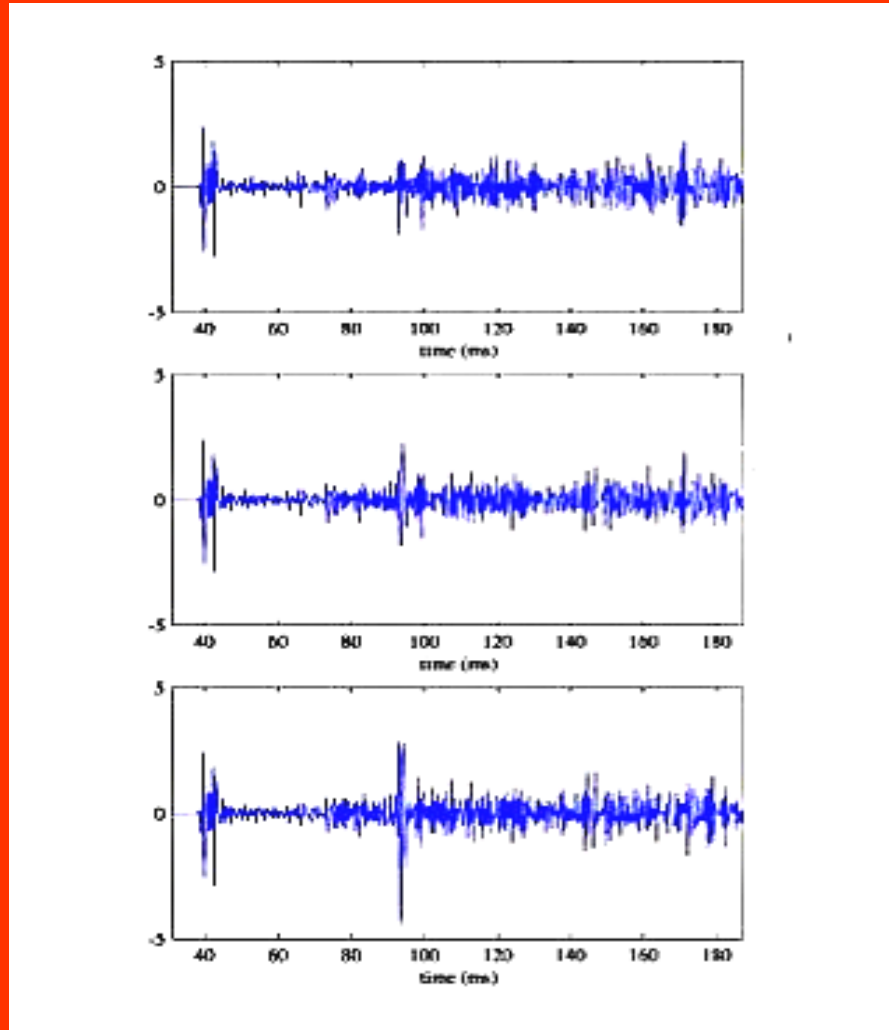


# Gemeten pulsresponsie

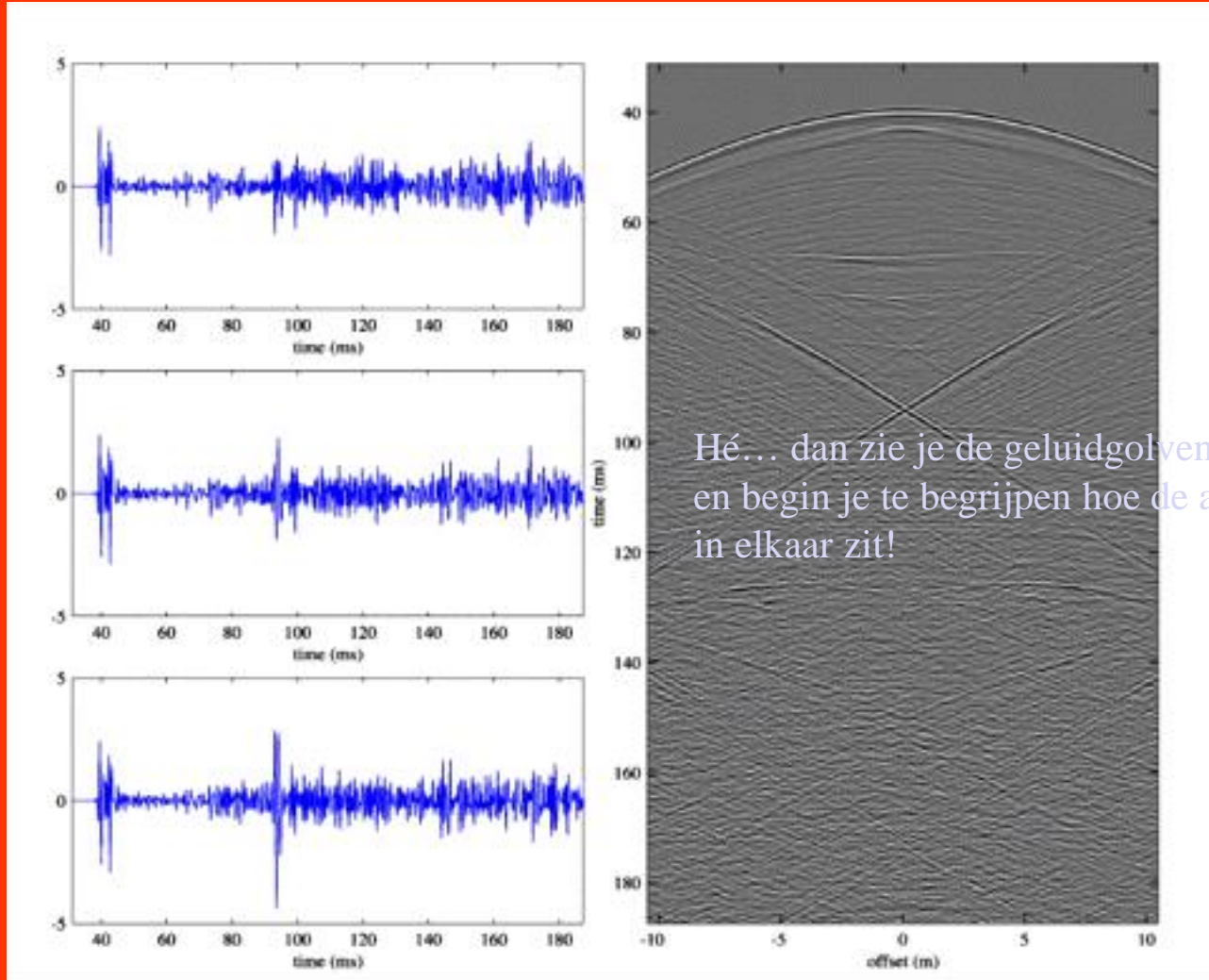
pressure



# Individuele pulsresponsies: moeilijk te interpreteren

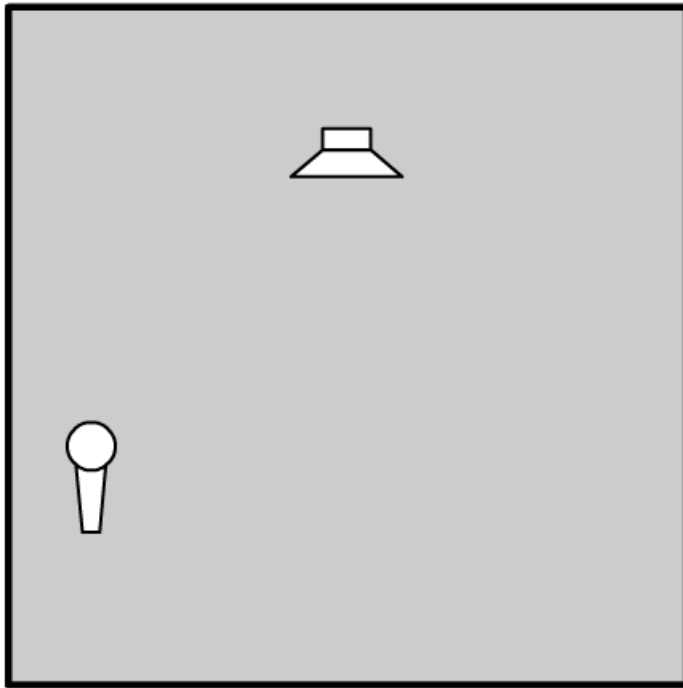


TU Delft-idee: meet die pulsresponsies nu eens op een lijn ('array') om de 5 cm en zet de plaatjes op een rijtje

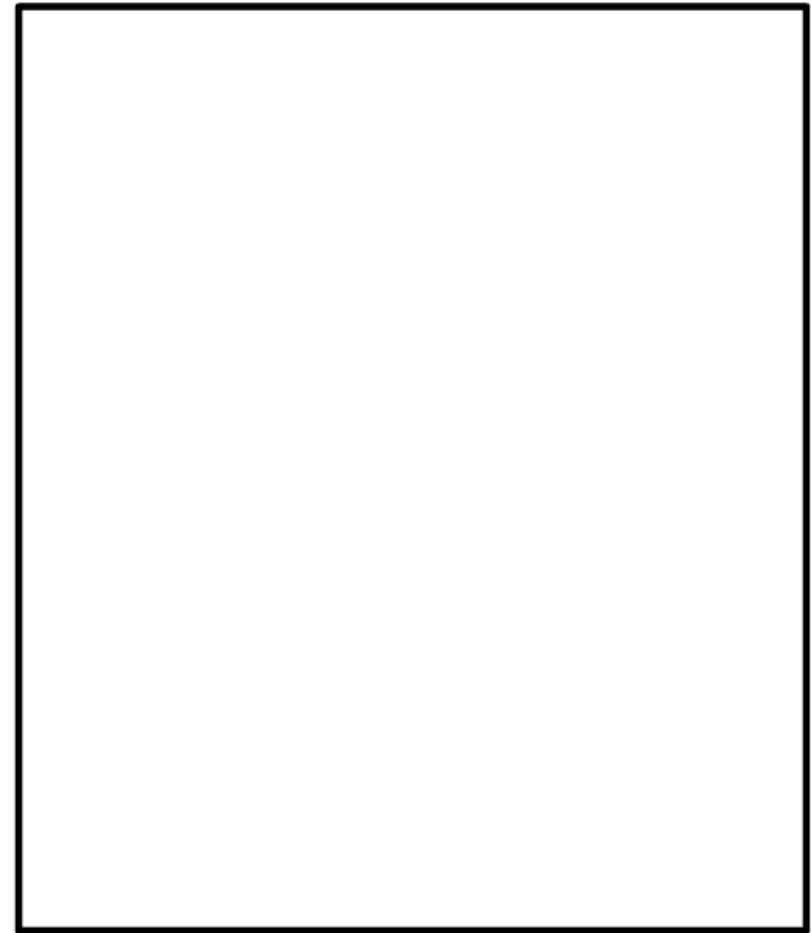


Hé... dan zie je de geluidgolven in de zaal en begin je te begrijpen hoe de akoestiek in elkaar zit!

# Array Recording



Record →



offset

# Metingen in het Concertgebouw



# Concertgebouw Amsterdam



# Philharmonie Berlijn



# Een directe vergelijking

- Concertgebouw Amsterdam 
- Philharmonie Berlijn 
- open lucht 

Hoezo, doet die akoestiek wel iets...



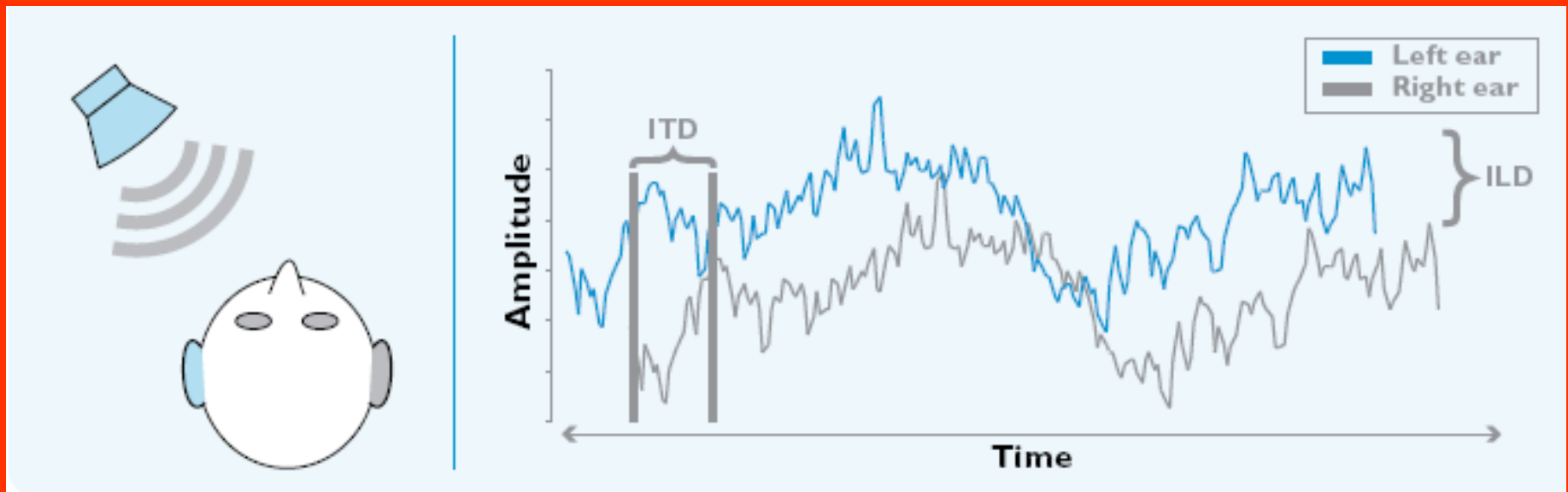
# OK, maar....

- We kunnen pulsresponsies (zeg maar: ‘de akoestiek’) *meten*, en ook *berekenen*
- Maar het gaat musici en publiek om de *waarneming* (perceptie), de belevenis: speelt de zaal ‘lekker’, klinkt de muziek ‘warm’, ruimtelijk, helder, ...
- Uitdaging voor de akoesticus: duidelijk verband leggen tussen fysica en perceptie
- Kunnen we dat?

Mwah, redelijk....

# Voorbeeld: ruimtelijkheid

- Nodig: reflecties van de *zijkant*
- Die zorgen voor *verschillende* signalen aan beide oren



- En dat geeft ruimtelijkheidsbeleving

# Bouwkundige basiseisen voor een goede muziek-akoestiek

- Goede zichtlijnen: ‘goed zien is goed horen’
- Vormgeving zodanig dat er voldoende zijwaartse reflecties zijn (NB zijbalkons Concertgebouw)
- Wanden en plafond van hard materiaal: beschaafd gekleed publiek dempt meer dan genoeg om die 2 seconden nagalmtijd te halen
- Zaalvolume: ca 10 m<sup>3</sup> per persoon
- En natuurlijk: stille airco, goede geluidisolatie naar omliggende ruimten

# En hoe is dat hier in deze zaal?

Laten we maar eens kijken...

BEDANKT VOOR DE  
AANDACHT!