



Ballastloos spoor: stil?!



dr.ir. Ard Kuijpers
M+P Raadgevende ingenieurs bv

Inhoud presentatie

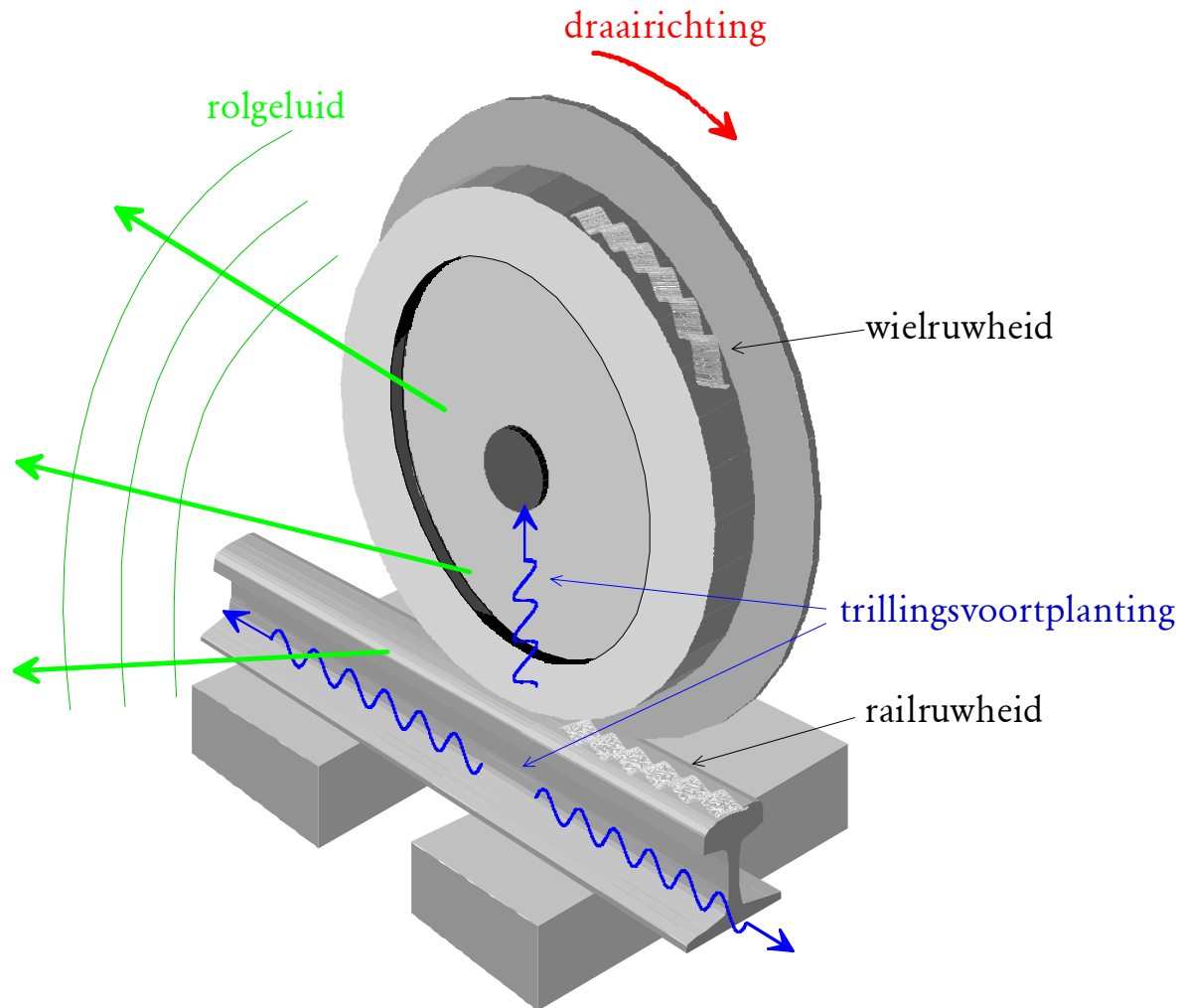
- Statements
- Geluidopwekking bij ballastloos spoor
- Geluidbeheersing bij ballastloos spoor
- Effecten van constructieparameters
- Innovaties
- Conclusies

Statements

- De geluideisen van ballastloos spoor zijn te beheersen met kennis van het dynamisch en akoestisch gedrag
- Met innovatie kan ballastloos spoor stiller worden dan conventioneel ballastspoor

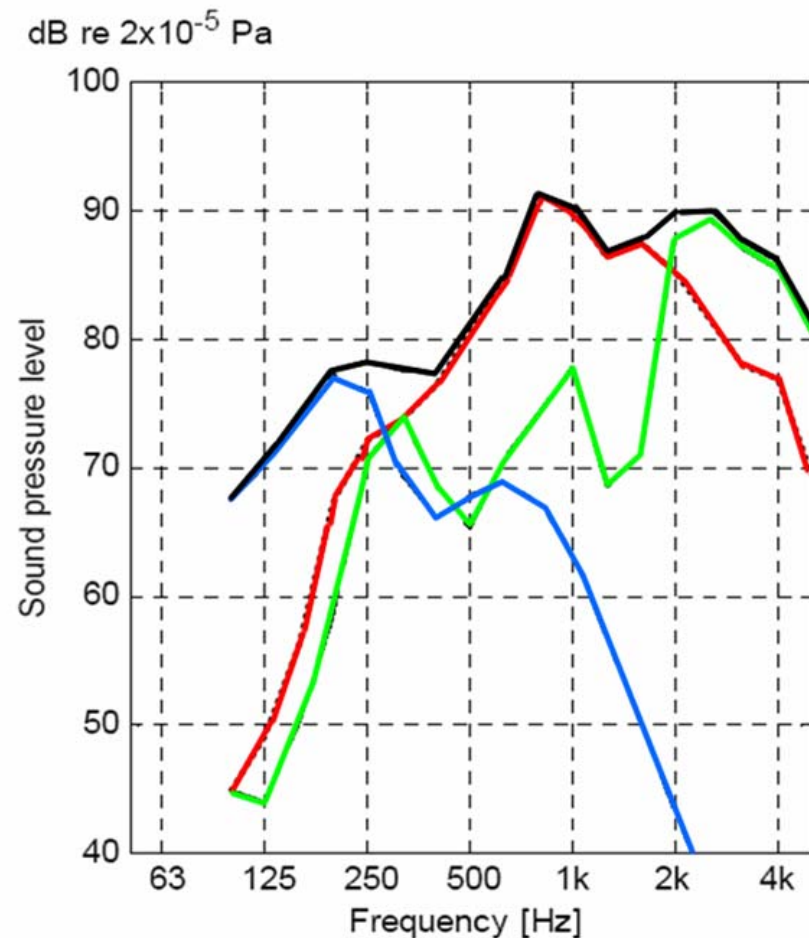
Opwekking rolgeluid

- Excitatie: gecombineerde ruwheid
- Responsie: trillingen in wiel, rail en onderbouw
- Resultaat: rolgeluid

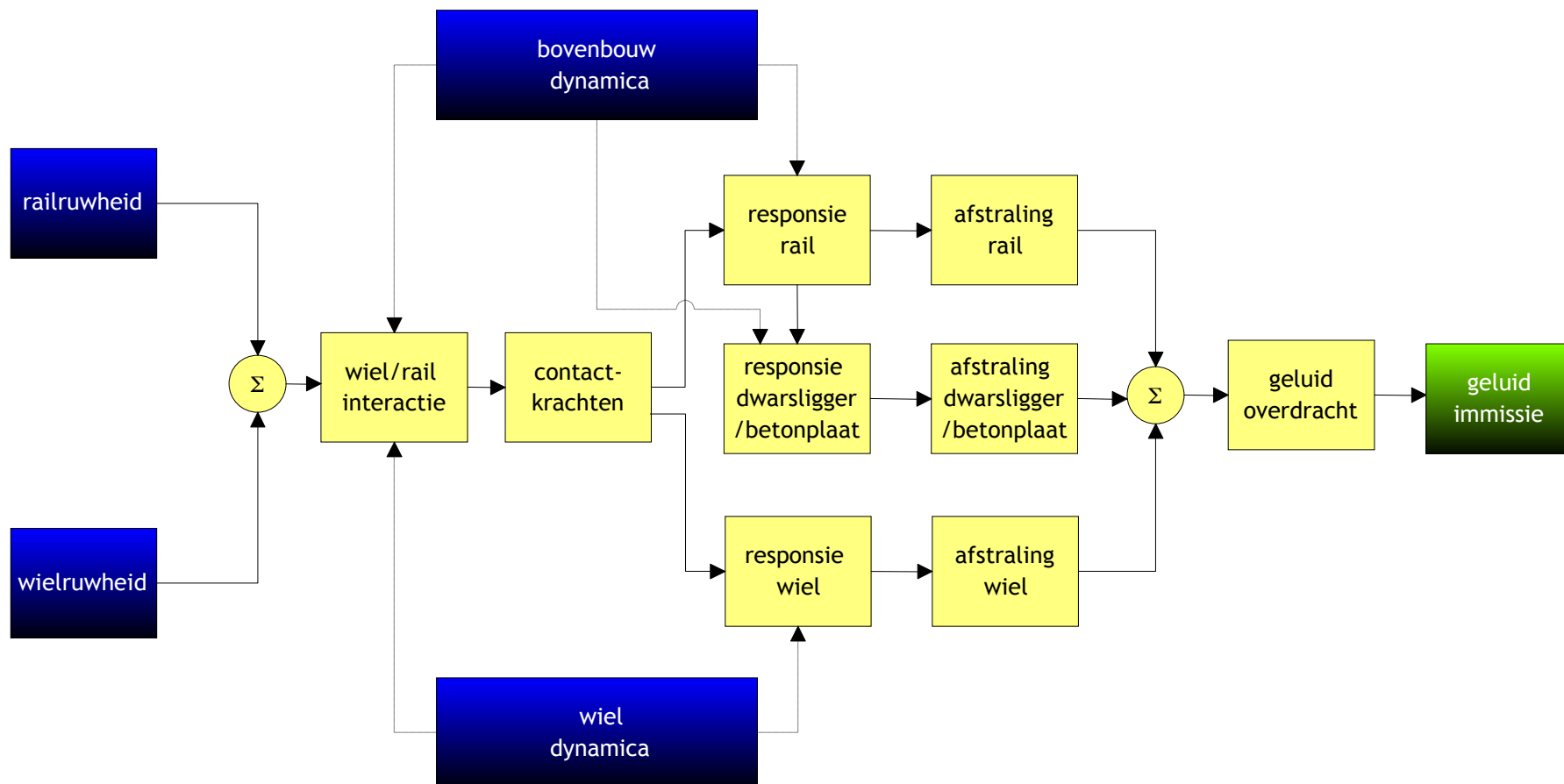


Analyse geluidsproductie met TWINS

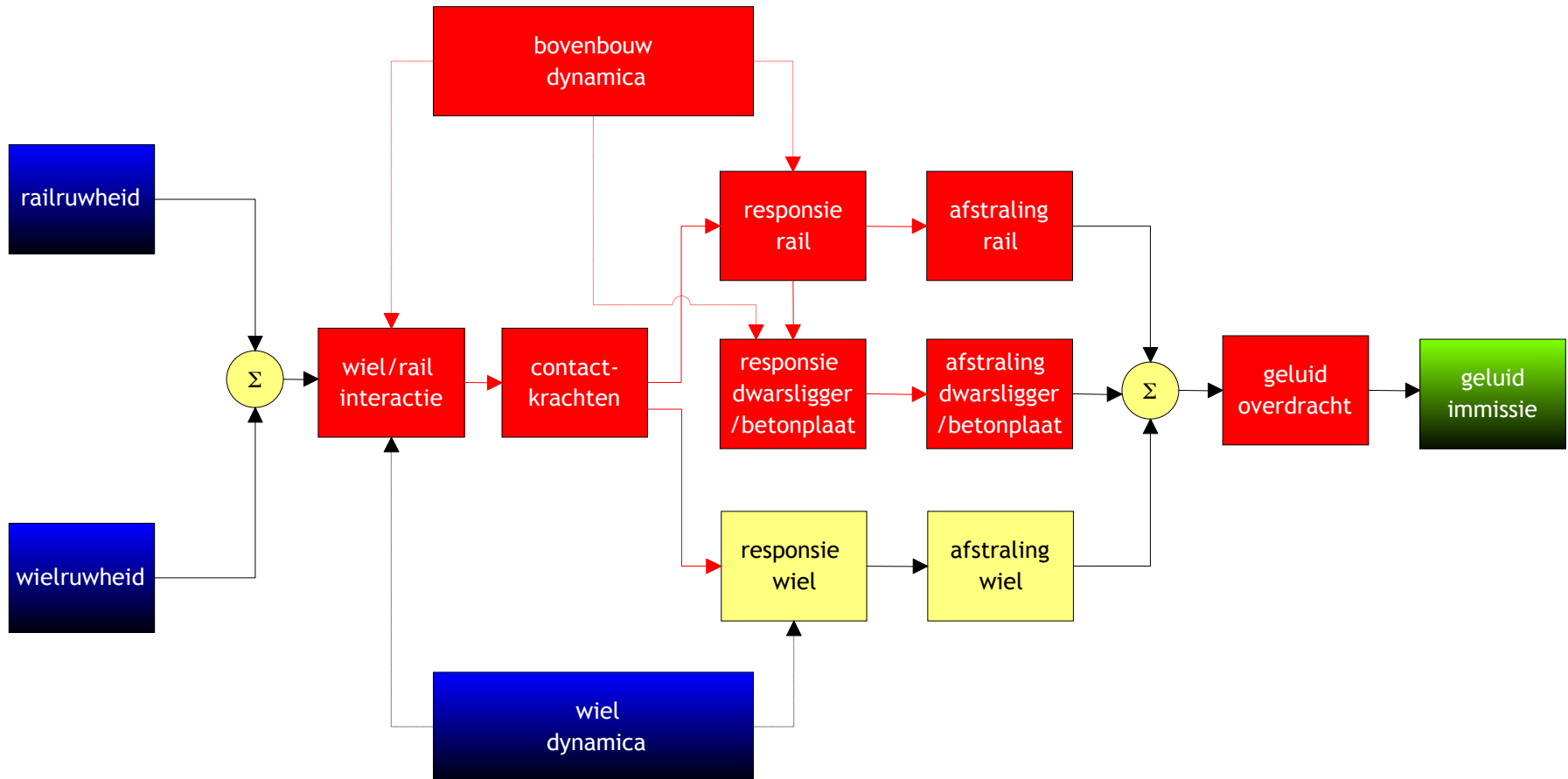
- **Wiel:**
 - Modaal trillingsgedrag
 - “Ongedempt”
 - Effectieve afstraling bij hogere frequenties
- **Rail:**
 - Niet modaal trillingsgedrag (lopende golven)
 - Spectrumvorm bepaald door contactkracht
 - “Medium” gedempt
- **Dwarsligger:**
 - Laagfrequente aanstoting
 - Zwaar en “sterk” gedempt



Model geluidopwekking

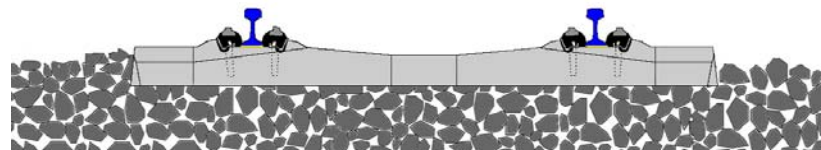


Beïnvloedbaar door bovenbouwontwerp

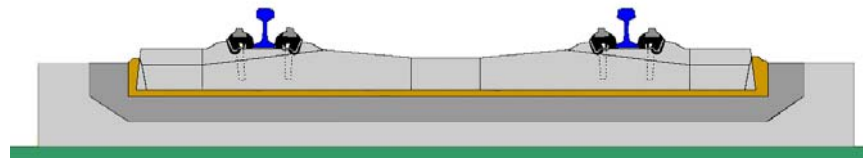


Typen spoorconstructies

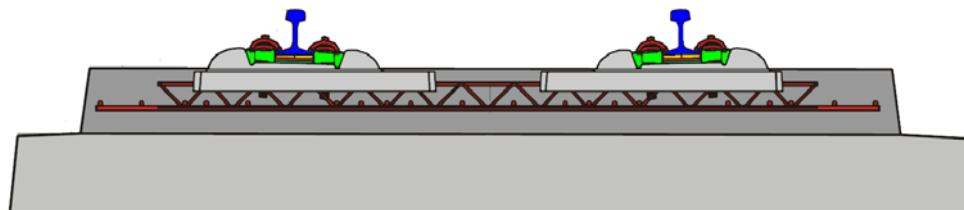
Ballastspoor



Ingegoten “verende” dwarsligger



Ingegoten dwarsligger



Ingegoten spoorstaaf



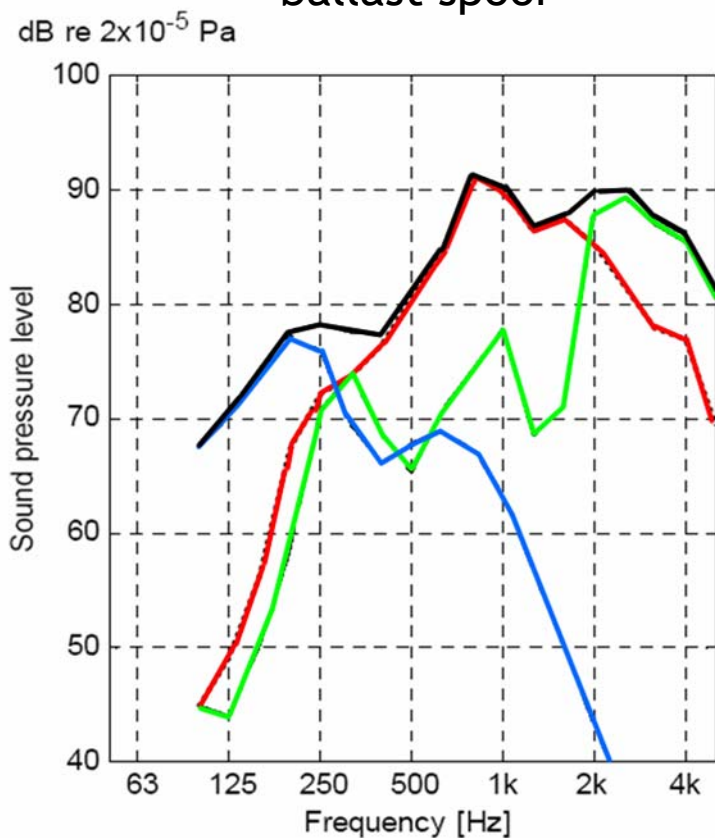
Waarom meer geluid bij ballastloos spoor?

- Lagere afstanddemping rail, dus grotere geluidafstraling rail
- Geen absorptie-effect van ballast
- Totaal effect +2 tot +5 dB(A) afh. van spoorsysteemtype

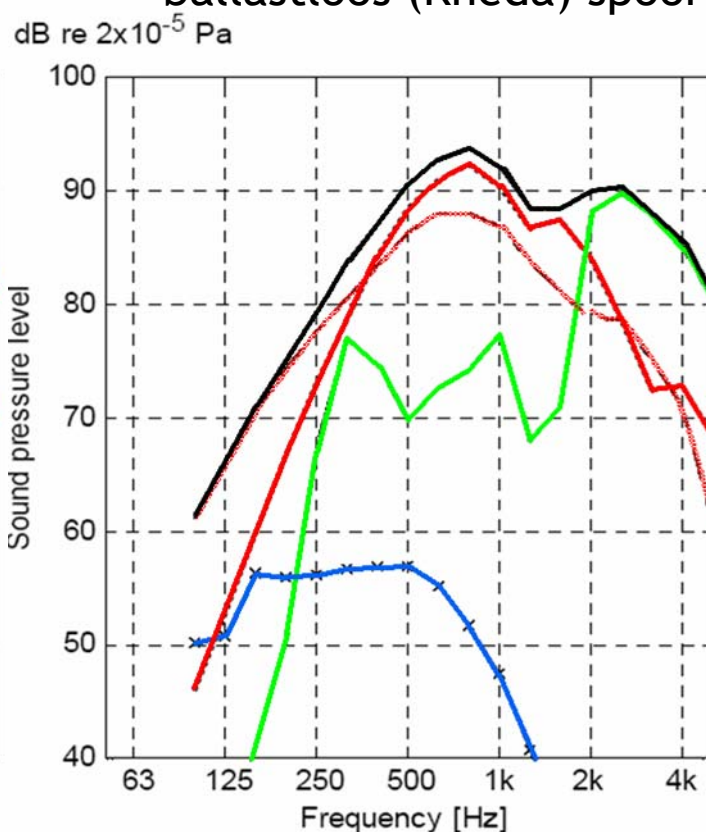
Geluidtoename door hogere railbijdrage

TWINS: verschil ballast - Rheda @ 240 km/h: 250 -1000 Hz

ballast spoor



ballastloos (Rheda) spoor



totaal

wiel

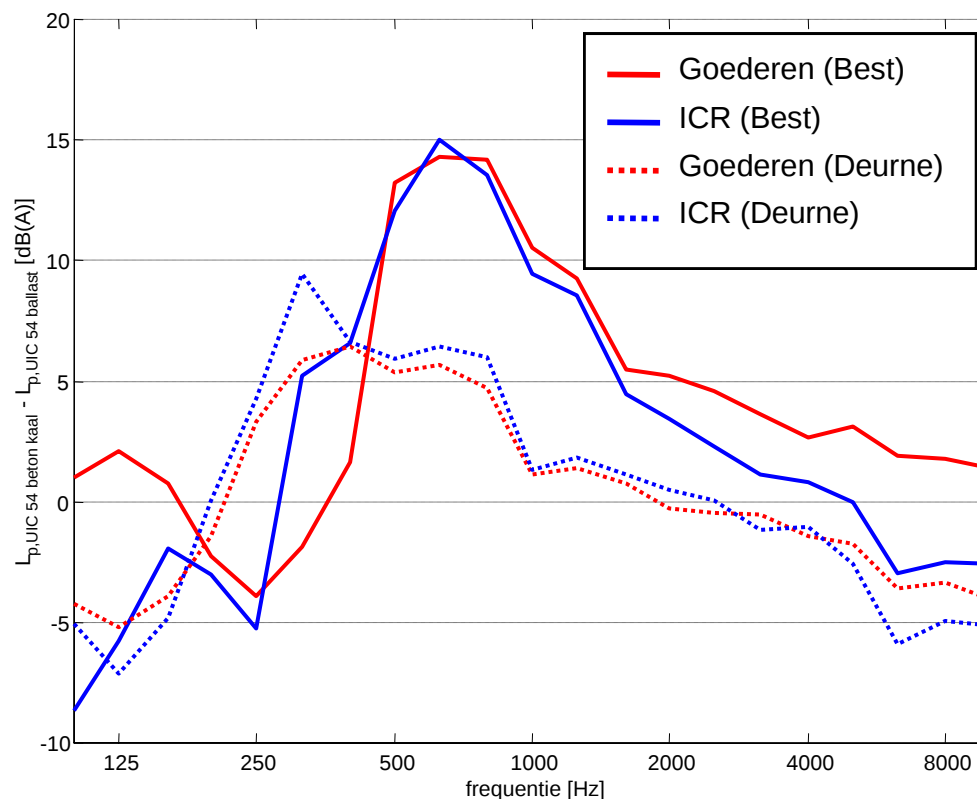
rail/
baseplate

dwarsligger/
betonplaat

Ontwerpparameters geluid

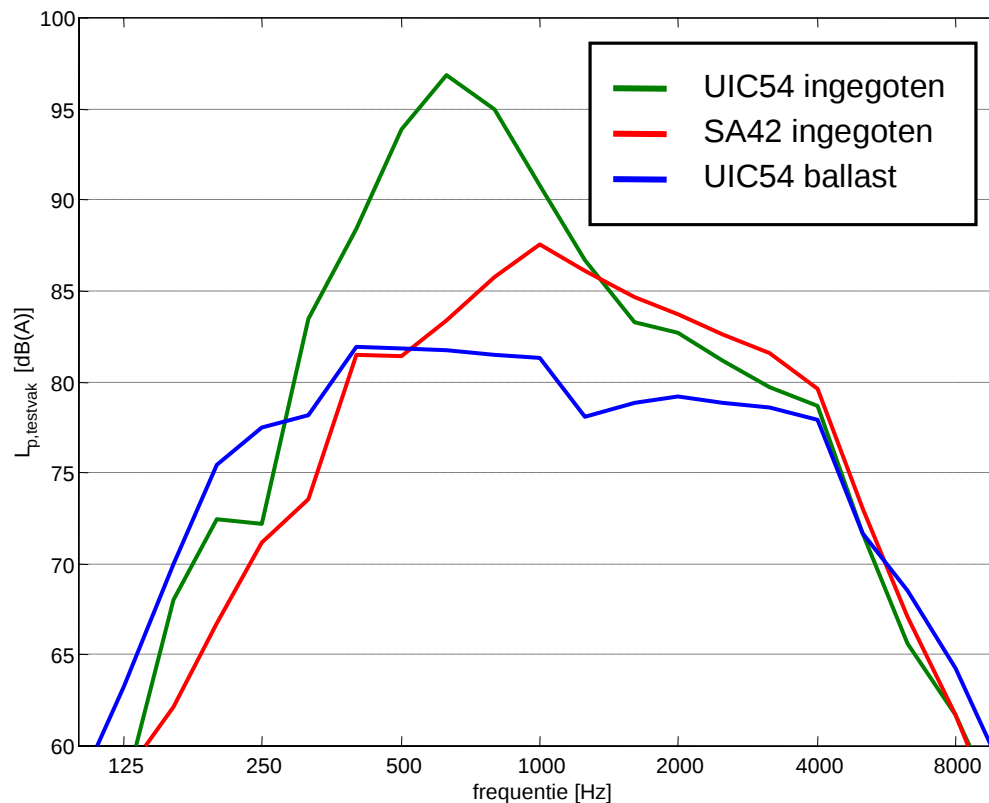
- Dynamische gedrag rail(bevestiging)
 - Meeverende massa
 - Stijfheid/damping
 - Ingegoten: eigenschappen gietmassa
 - Discrete oplegging: eigenschappen baseplate
- Spoorstaaftype
- Geometrie afstralend deel constructie
- Aanwezigheid absorptiemateriaal

Verskil ballast - ingegoten spoorstaaf



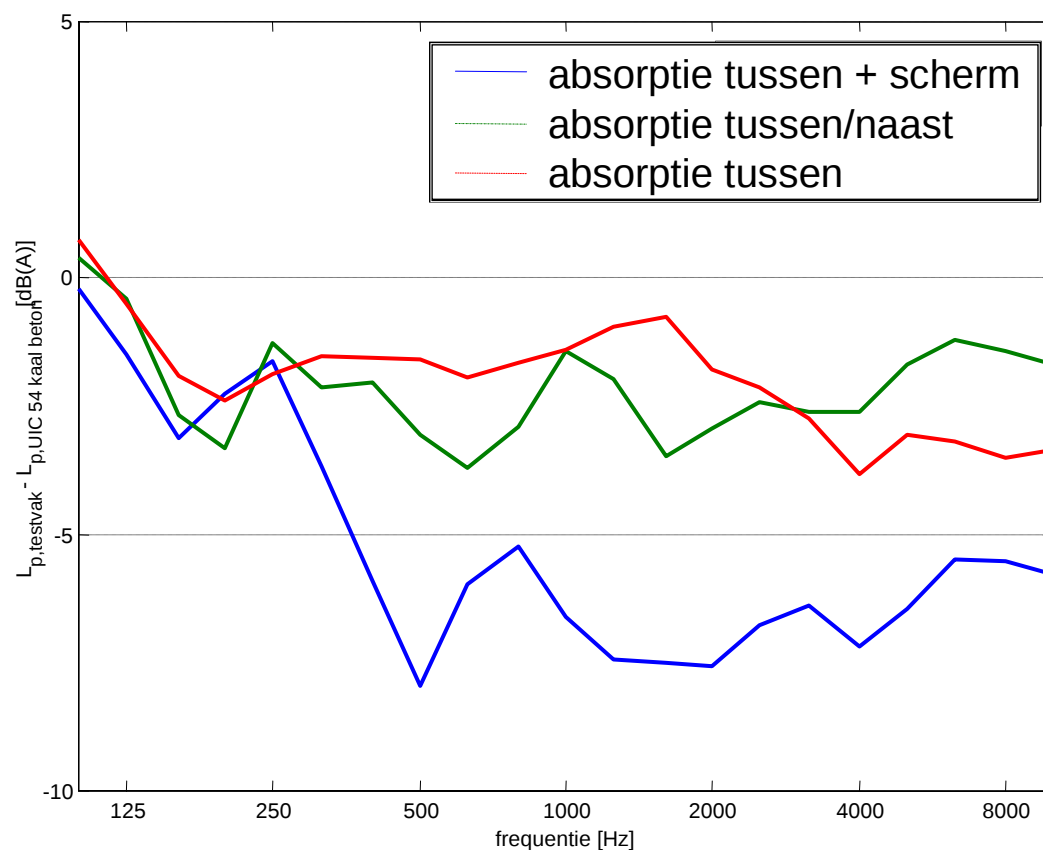
- Toename geluid 250-1000 Hz: Deurne +2,5 dB(A) Best tot +5 dB(A)!
- Groot verschil tussen Deurne en Best: gietmassa
- Toename >1000 Hz Best: **andere oorzaak**

Verskil spoorstaaf UIC54 - SA42



- Duidelijk onderscheid in railbijdrage
- Geluidreductie 3-6 dB(A) afh. van voertuigtype

Verskil absorberend vs. kaal



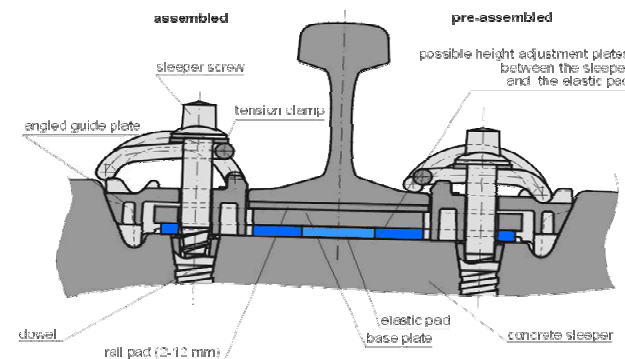
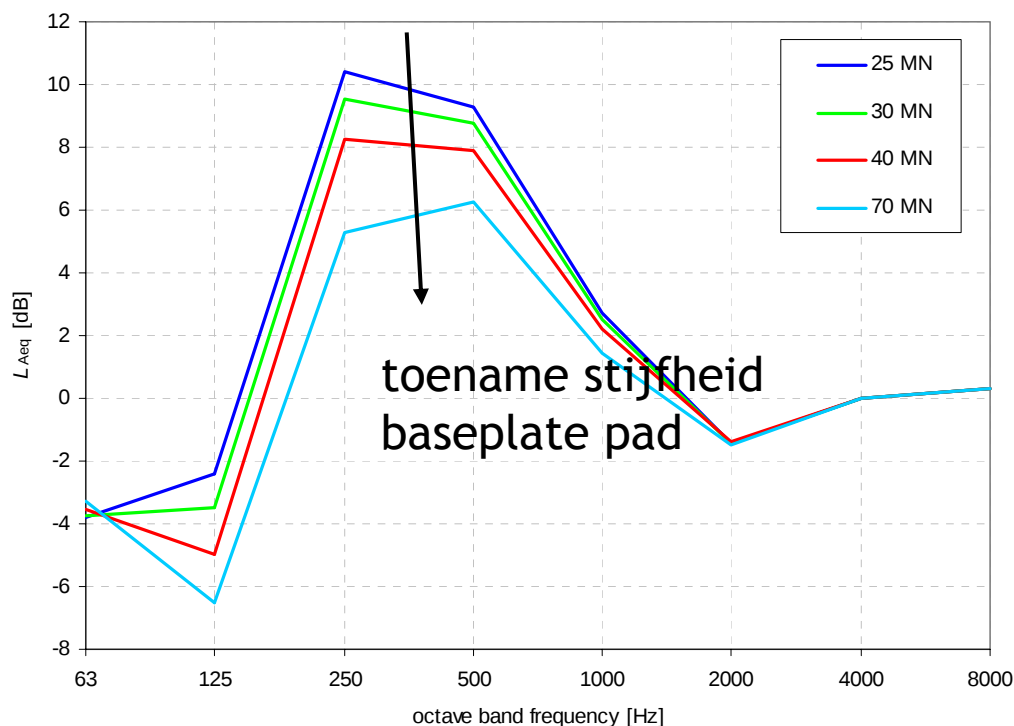
- Werkzaam boven 250 Hz
- Wisselde resultaten: 2-6 dB(A) reductie

Nadelig voor geluid

- Lage afstandsdeмпing rail
 - Lage dynamische stijfheid oplegging/gietmassa
 - Lage meeverende massa
- Vrij zicht op de spoorstaaf
- Reflecterende ondergrond

Geluidarm ontwerpen (I)

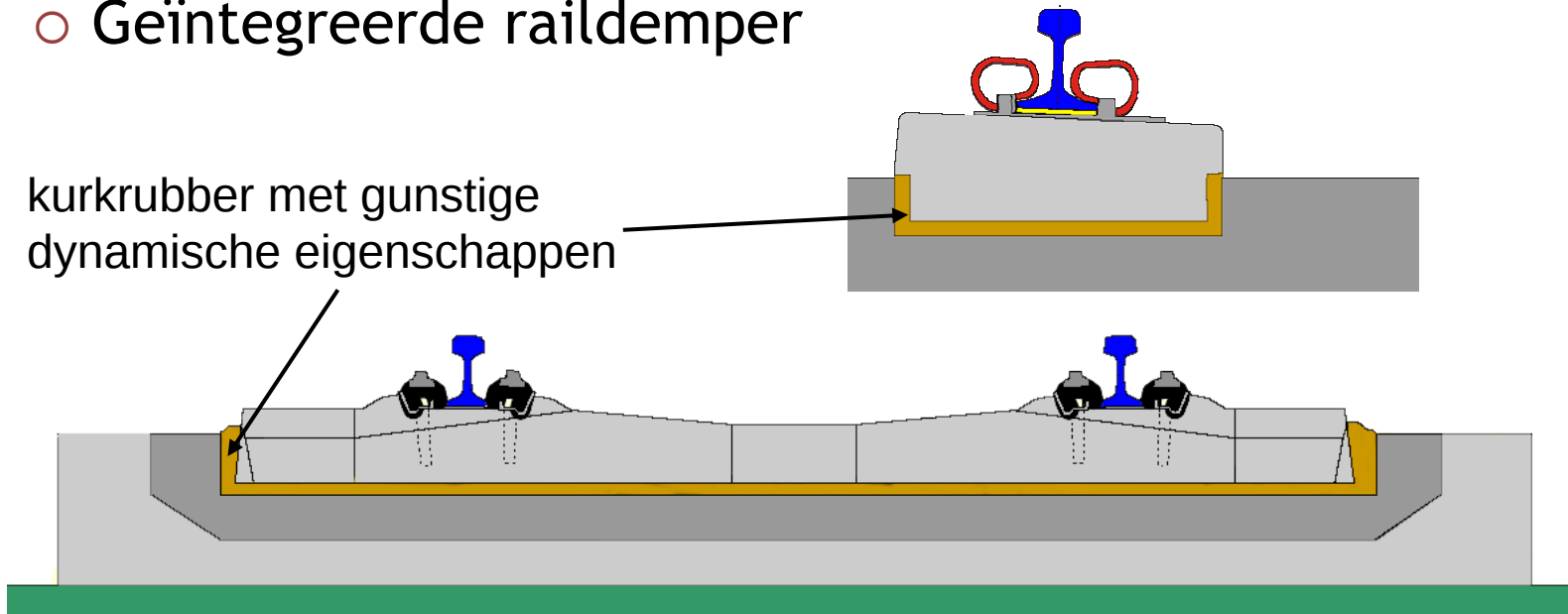
- Hoge afstandsdeemping rail
 - Hoge dynamische stijfheid oplegging/gietmassa



Geluidarm ontwerpen (II)

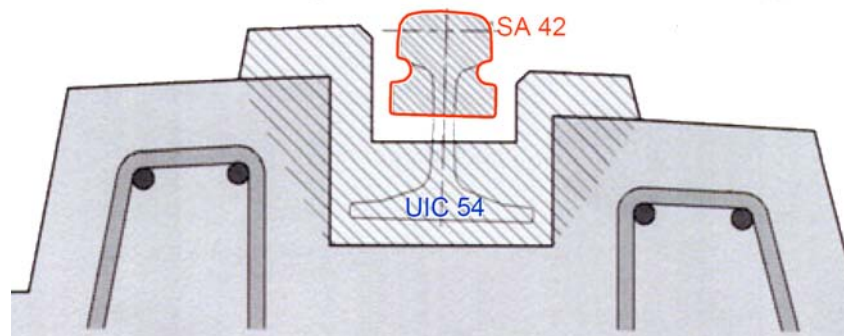
- Hoge afstandsdeмпing rail
 - Voldoende meeverende massa
 - Gedempte dwarsligger
 - Geïntegreerde raildemper

kurkrubber met gunstige dynamische eigenschappen

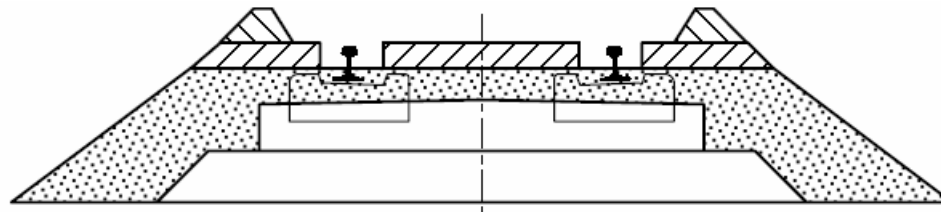


Geluidarm ontwerpen (III)

- Afgeschermdde spoorstaaf
 - Kleinere trog gietmassa

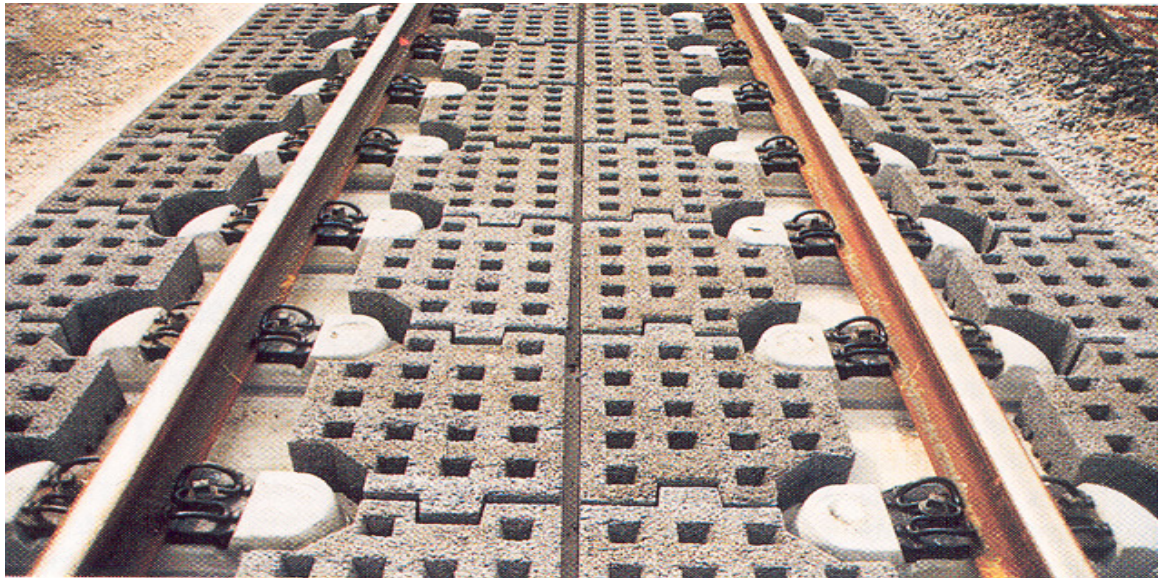


- “Mini”-minischermen



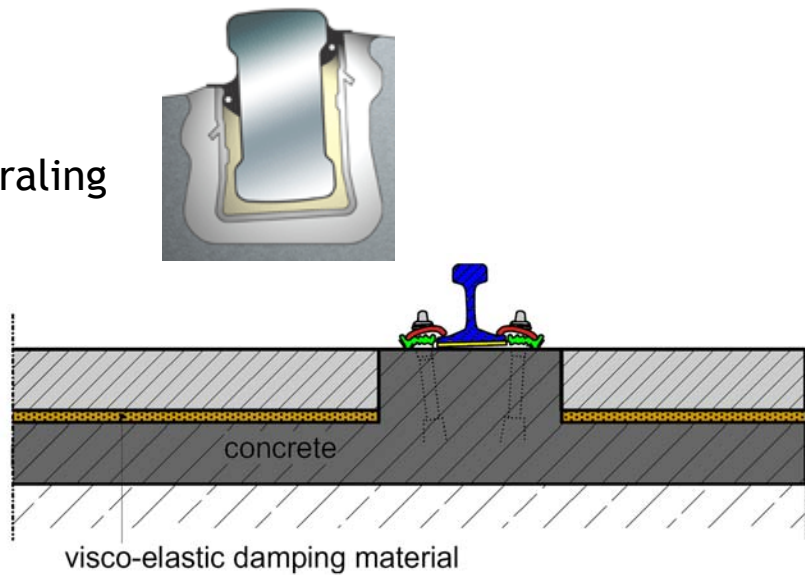
Geluidarm ontwerpen (IV)

- Aanbrengen absorptie



Innovaties

Bijvoorbeeld

- Railvorm: SA42, Balfour Beatty
 - Optimale respons en afstraling
 - Gedempte dwarsligger: AIFF
 - Toename raildamping bij behoud comfort en mechanische belasting
- 

The diagram illustrates a cross-section of a rail track. At the top, a rail is shown with a baseplate. Below the baseplate is a layer of visco-elastic damping material, which is shown in a cross-section with a wavy pattern. This layer is supported by a concrete base. The diagram is labeled with 'concrete' and 'visco-elastic damping material'.
- Baseplate pad met (ontworpen) frequentieafhankelijke dynamische stijfheid
 - Toename raildamping bij behoud comfort en mechanische belasting
 - Infraspeed: optimaal akoestisch ontwerp Rheda2000, gelijkwaardig aan ballastspoor

Conclusies

- De spoortechnische voordelen van ballastloos spoor kunnen gecombineerd worden met behoud/verbetering van de geluidsituatie
- Geluid dient daarvoor direct te worden meegenomen bij het ontwerp
- Voor de engineering van de parameters is een gevalideerd TWINS/RIM model ter beschikking
- Enkele experimentele bevindingen verdienen aanvullende studie