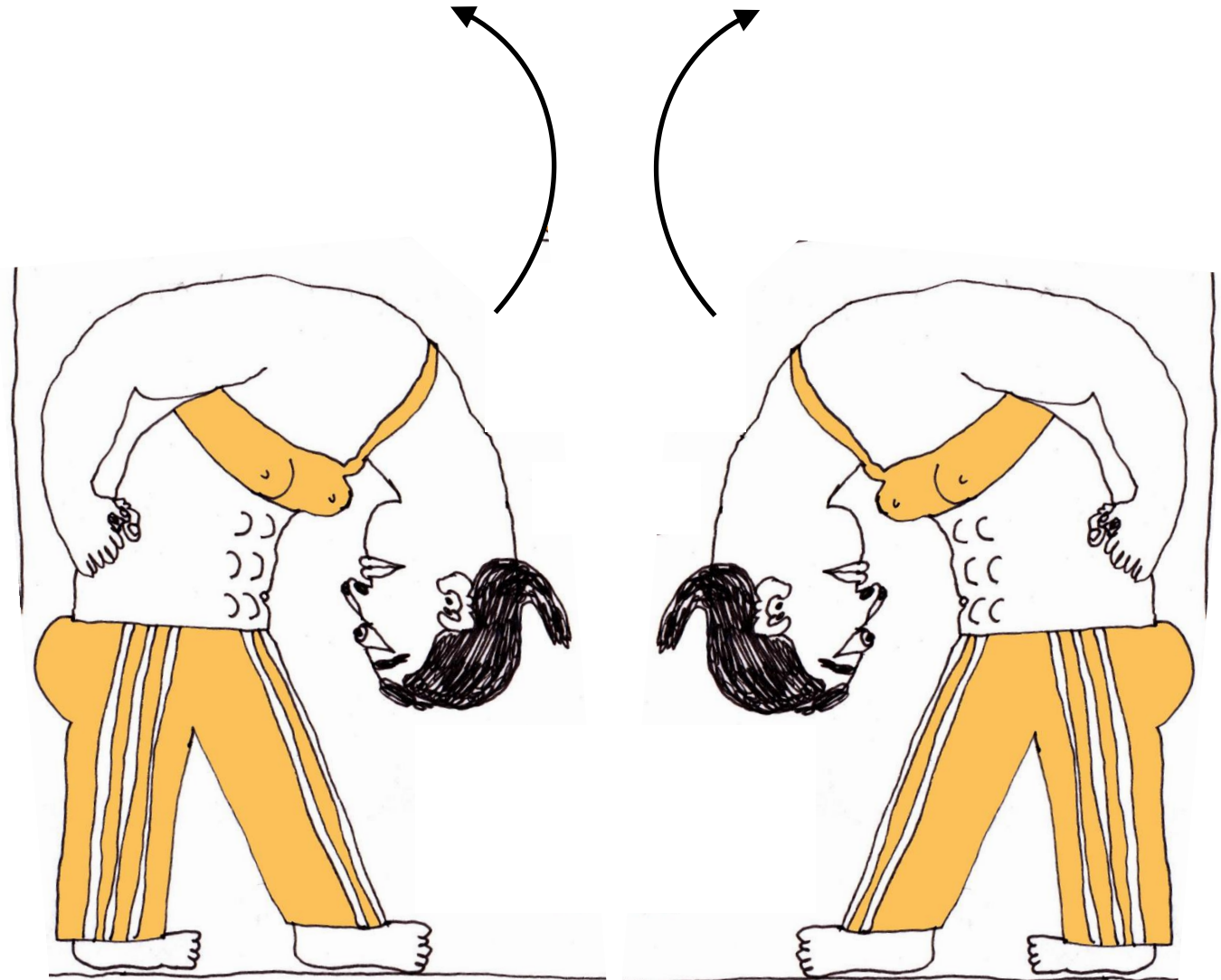


› **DIGITAL TWIN**  
**BRUG TUSSEN FYSIEKE EN VIRTUELE WERELD**  
**JOEP PAULISSEN**

› EEN DIGITAL TWIN VAN EEN BRUG  
WAT IS DAT PRECIES?



# › INHOUD

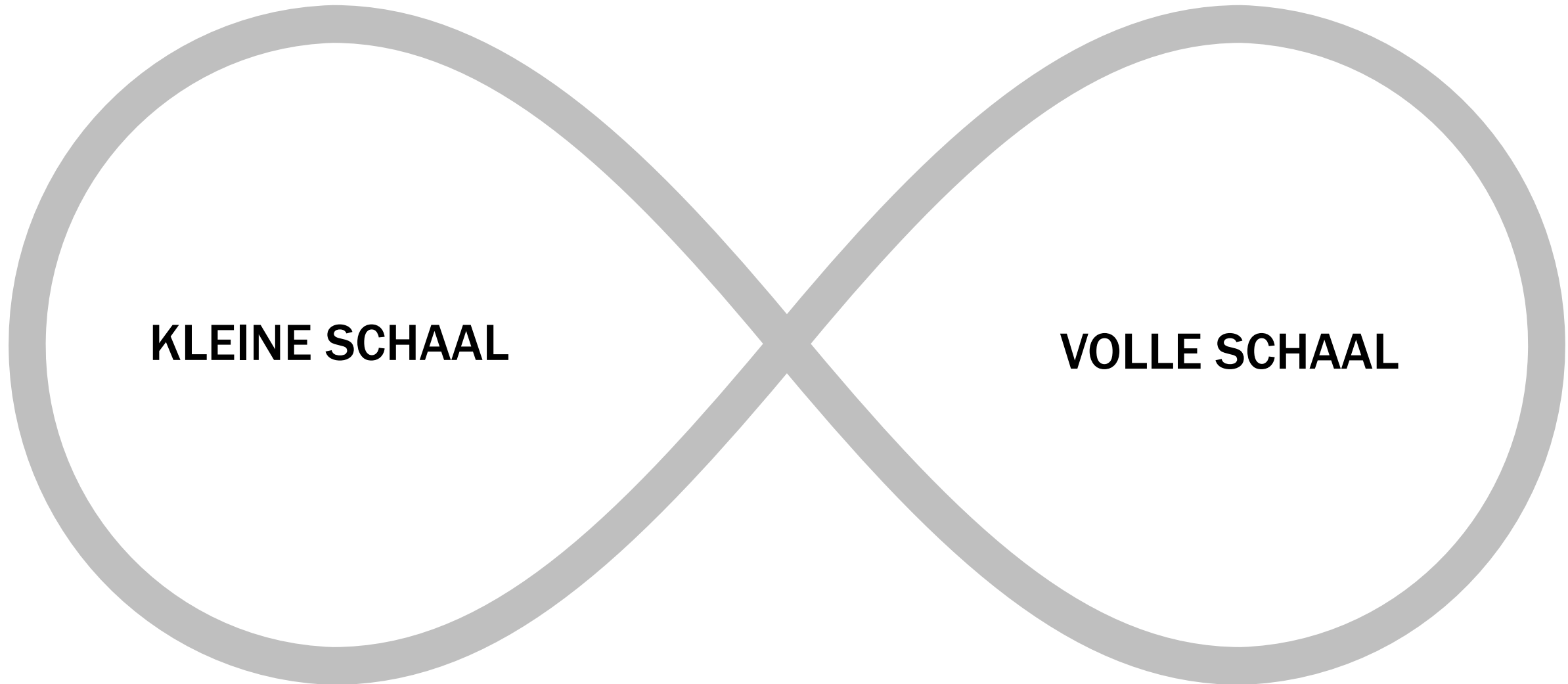
BRUG TUSSEN FYSIEK EN VIRTUEEL

UITDAGINGEN, KANSEN, VISIE

LOPEND ONDERZOEK

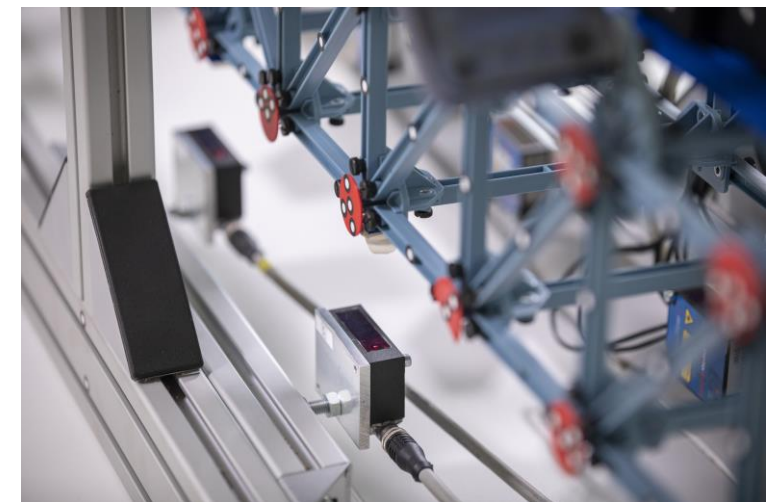
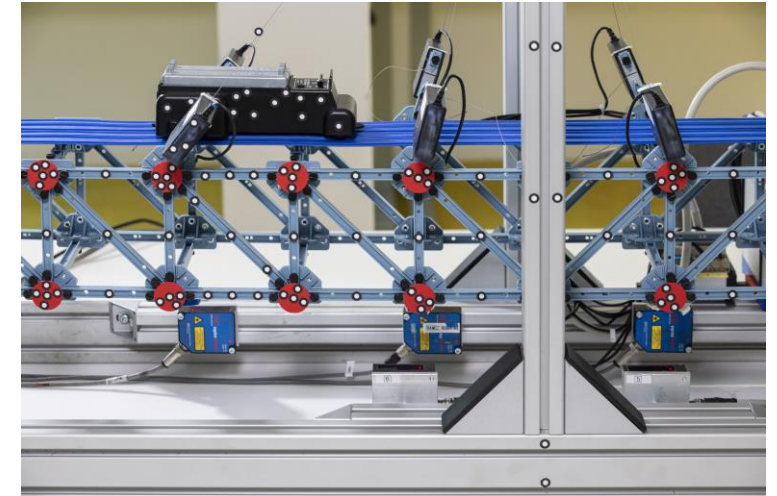
WRAP-UP

› **BRUG TUSSEN FYSIEKE EN VIRTUELE WERELD**



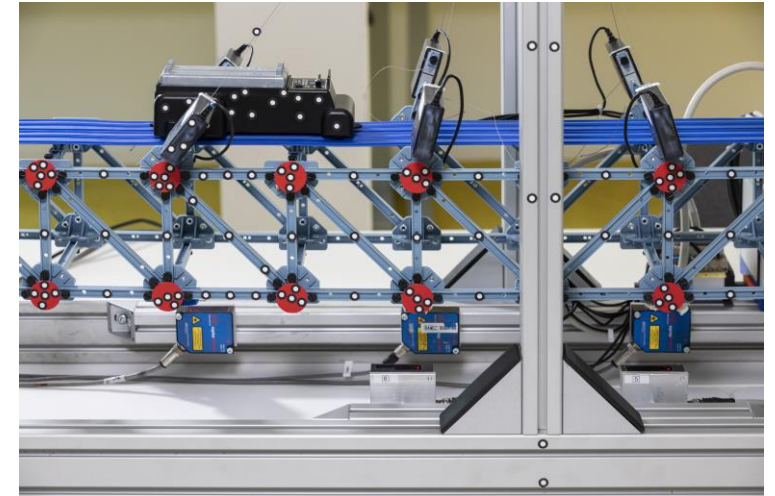
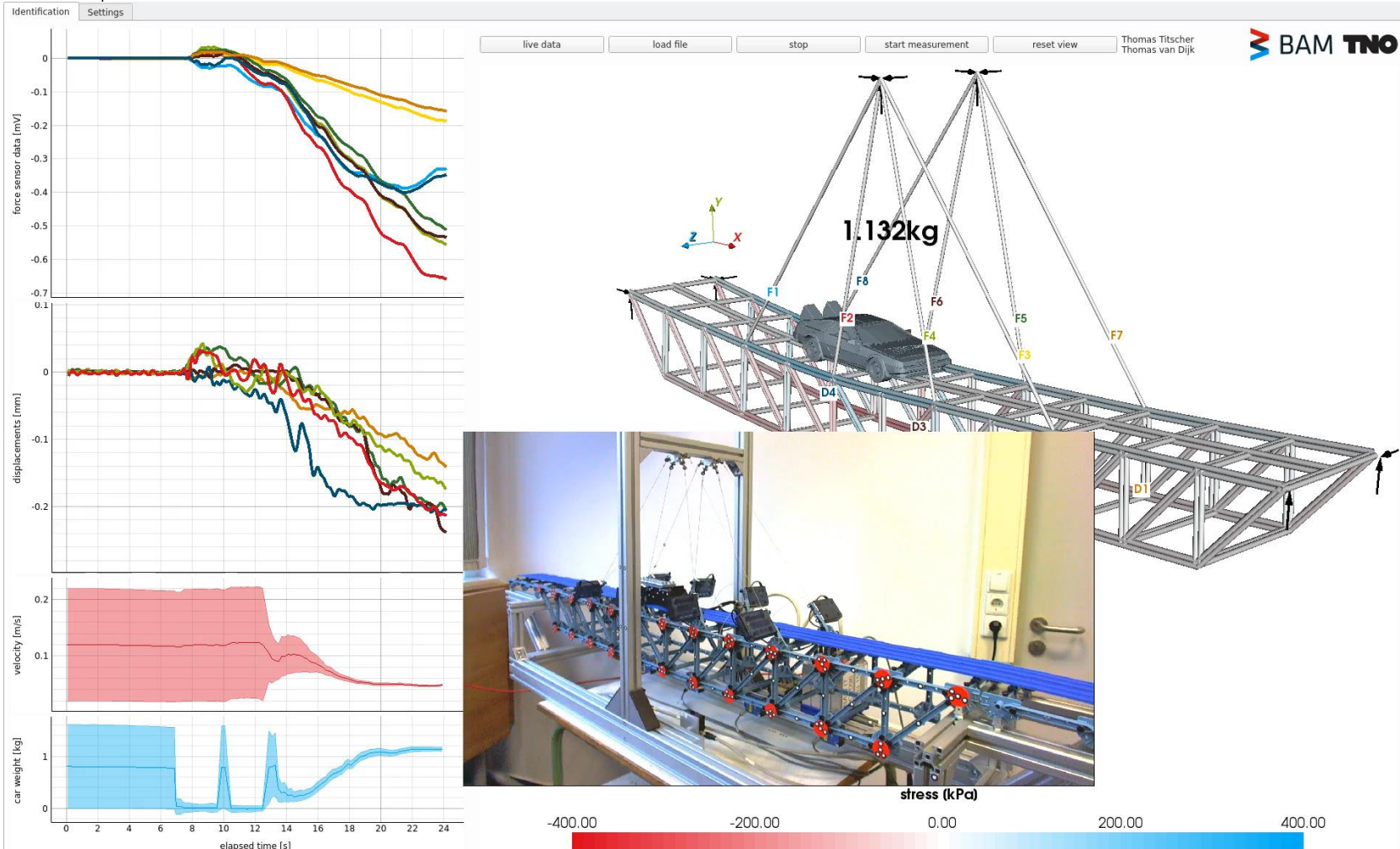
# BRUG TUSSEN FYSIEKE EN VIRTUELE WERELD

## KLEINE SCHAAL



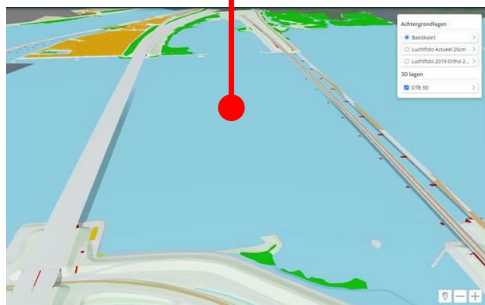
# BRUG TUSSEN FYSIEKE EN VIRTUELE WERELD

## KLEINE SCHAAL

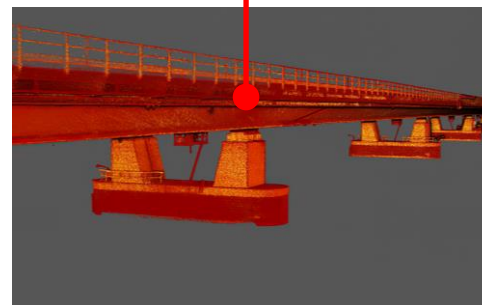


# BRUG TUSSEN FYSIEKE EN VIRTUELE WERELD VOLLE SCHAAL

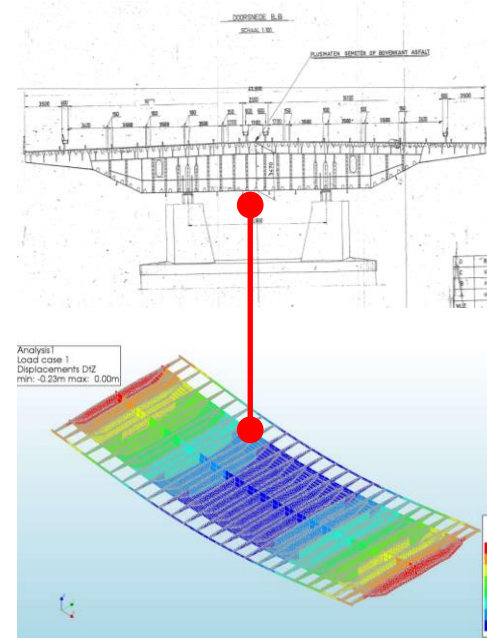
## BRUG IN OMGEVING



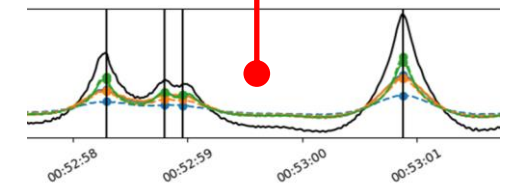
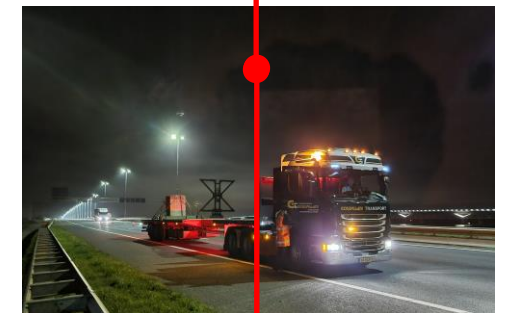
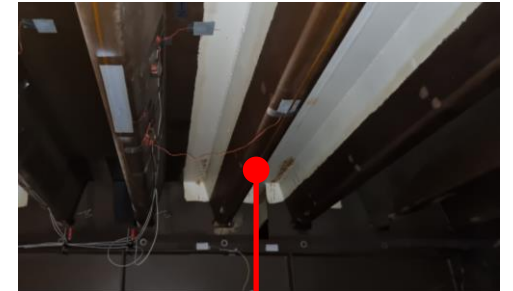
## UITERLIJKE KENMERKEN



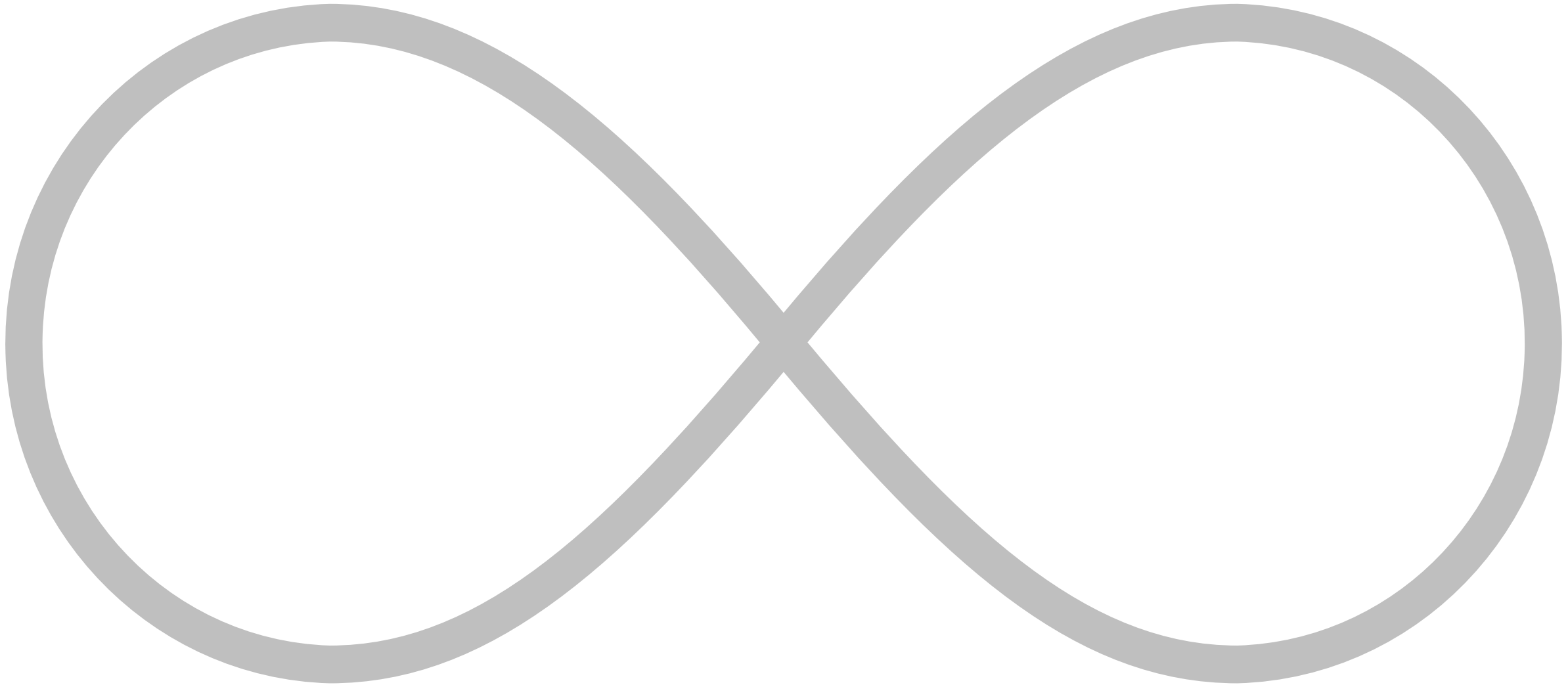
## BEREKENDE KRACHTEN



## GEMETEN KRACHTEN



› **UITDAGINGEN, KANSEN, VISIE**





# › COMPLEXE, VERWEVEN OPGAVEN

MOBILITEIT & TRANSPORT



VERVANGING & RENOVATIE



CIRCULARITEIT



KLIMAAT



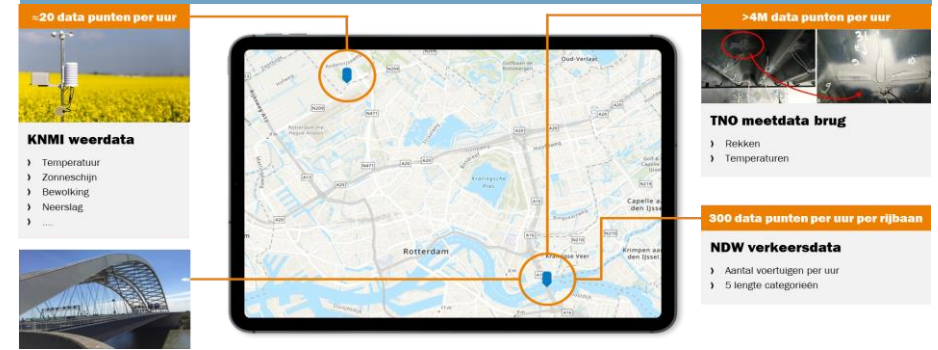
**VEILIG, BESCHIKBAAR, DUURZAAM, BETAALBAAR, BEHAPBAAR**

# DE WERELD DIGITALISEERT DOOR

## SENSOR TECHNOLOGIE



## DATA BESCHIKBAARHEID



## REKENKRACHT



## INTERPRETEREND VERMOGEN



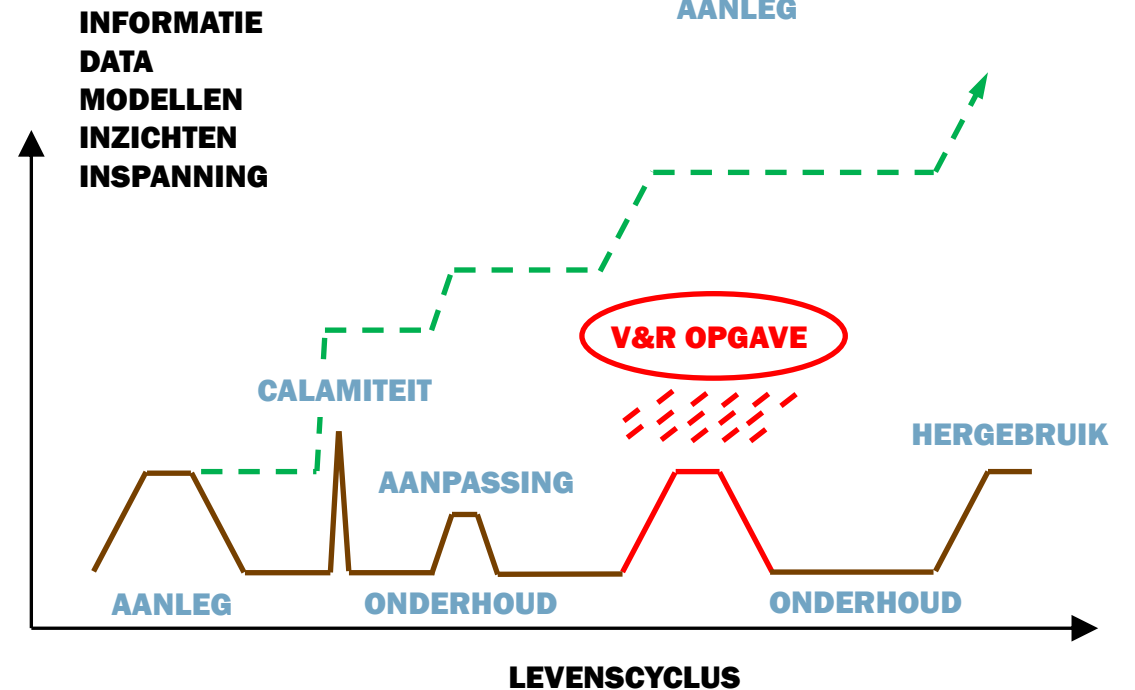
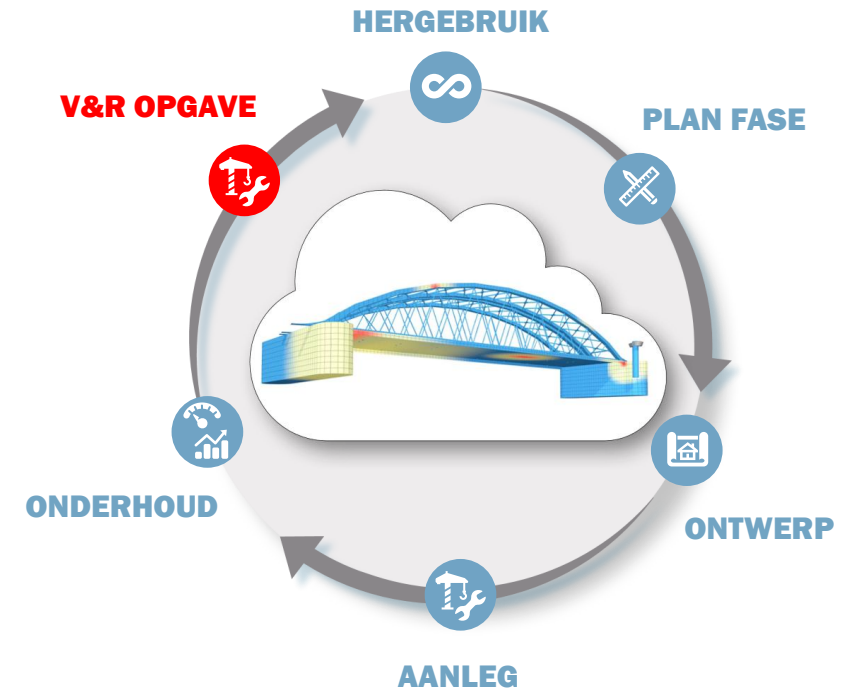
**MAAR HOE KRIJGEN WE DIT OPTIMAAL BENUT?**

# › VISIE

## UNIFORME BASISVOORZIENING SPECIFIEKE TOEPASSINGEN

- › Borgen, cumuleren en ontsluiten van informatie, data, modellen, kennis, inzichten en inspanning
- › Flexibel in te richten en uit te breiden voor specifieke toepassingen
- › Gevoed, gevormd en helpend bij huidige uitdagingen
  - › V&R Opgave is perfect instapmoment!
- › Helpt op te schalen wat we al weten, kunnen en doen

SYSTEEMVERANDERING



# VISIE

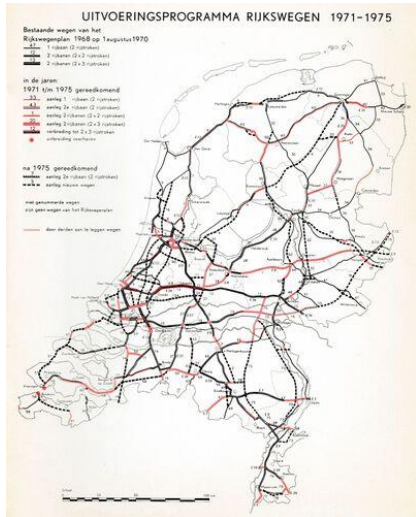
19<sup>e</sup> EEUW

SPOORWEGENNET



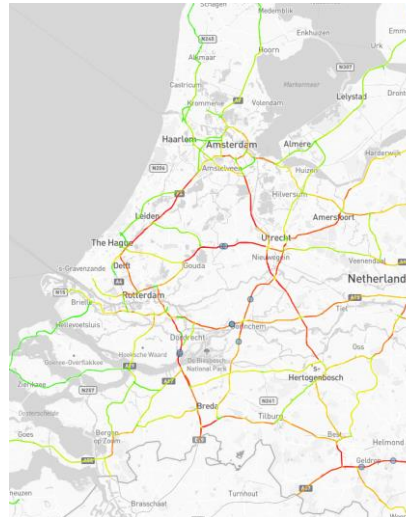
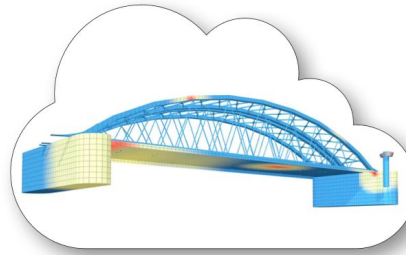
20<sup>e</sup> EEUW

RIJKSWEGENNET



21<sup>e</sup> EEUW

DIGITAL TWIN NET



DE GROOTSTE STAP NAAR DE BRUG VAN DE TOEKOMST IS DIGITAAL

DIE STAP IS UITDAGEND MAAR ZAL UITEINDELIJK LUKKEN

› **LOPEND ONDERZOEK**



# FIELD-LAB MOERDIJKBRUG ZONE



WAARNEMEN &  
WETEN



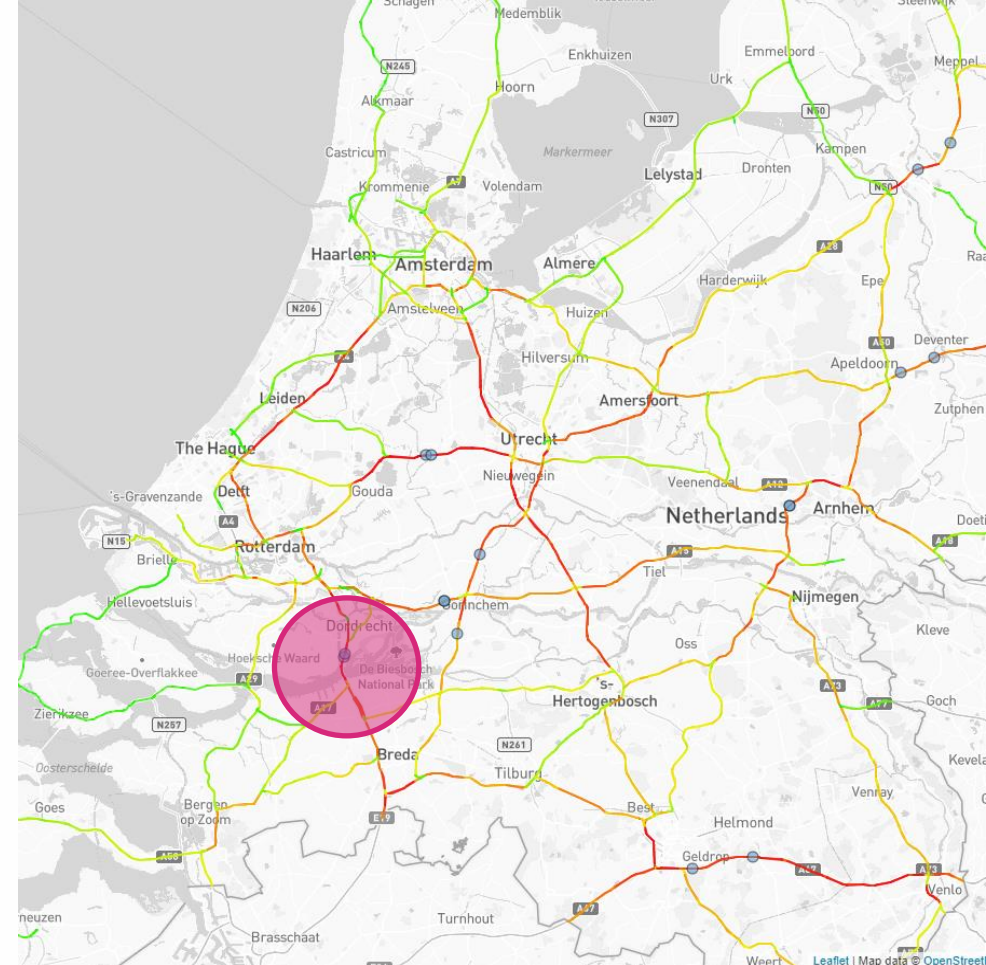
MODELLEN &  
LEREN



SIMULEREN &  
BESLISSEN



UNIFORMEREN &  
PRODUCEREN



## DIGITAL TWIN VOOR CONSTRUCTIEVE BEOORDELING BRUGGEN

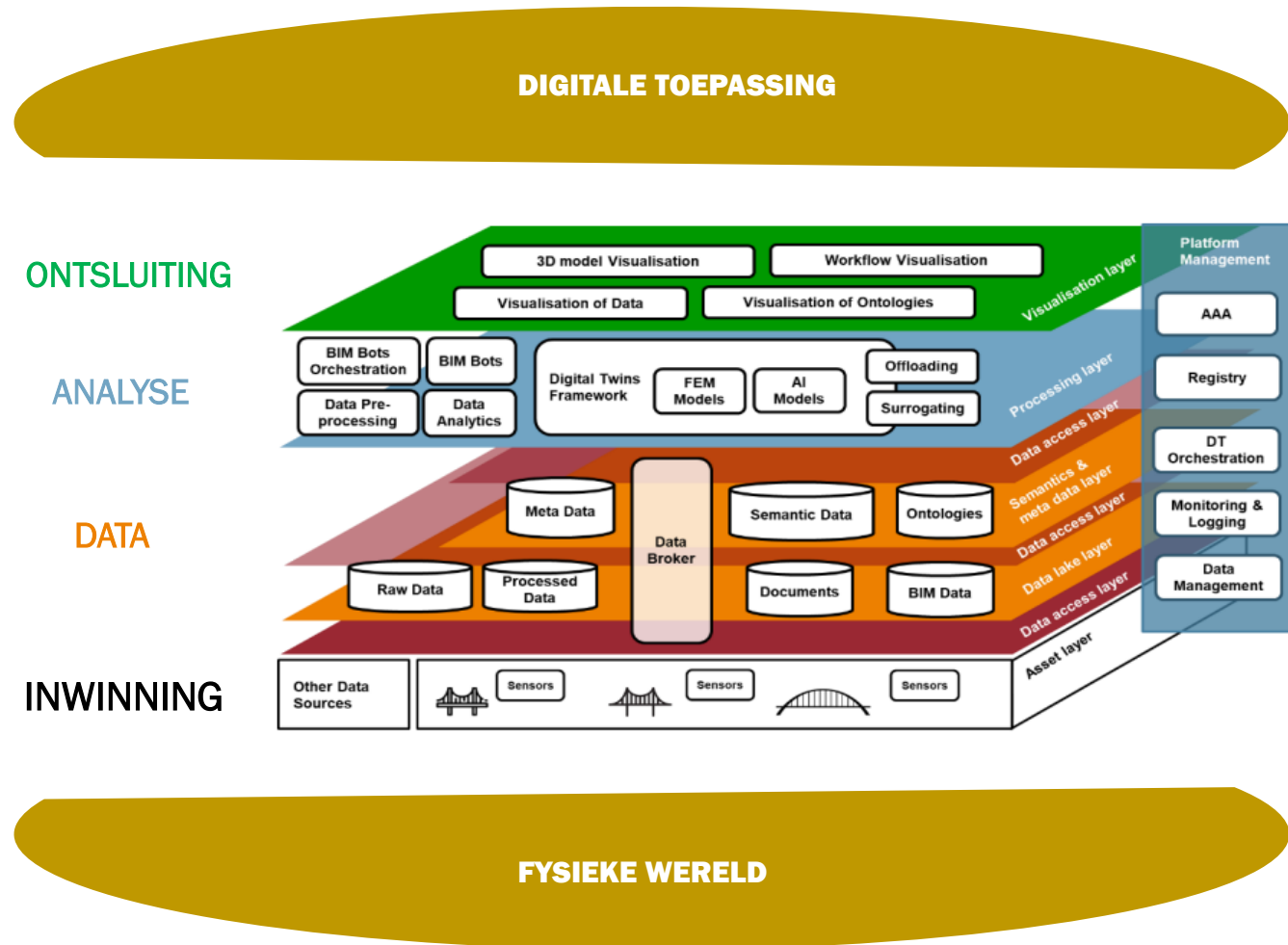
# › BASISVOORZIENING SYSTEEM ARCHITECTUUR

## LOPENDE ONTWIKKELING TNO KENNISPROGRAMMA

- › Uniforme, herbruikbare referentie architectuur
- › Flexibel in te richten voor specifieke toepassing
- › Splitsing van lagen: software onafhankelijkheid
- › Data en interface standaardisatie

SCOPE 2022: PROOF OF CONCEPT TOEPASSING  
CONSTRUCTIEVE BEOORDELING MOERDIJKBRUG

## DIGITAAL IFD-BOUWEN...



# › BASISVOORZIENING EFFICIENTERE INWINNING

## LOPENDE ONTWIKKELING TNO KENNISPROGRAMMA

- › Gedistribueerd glasvezel meten ‘van de rol’
- › Kilometers lange vezel, duizenden sensoren
- › Makkelijk te installeren
- › Diverse parameters

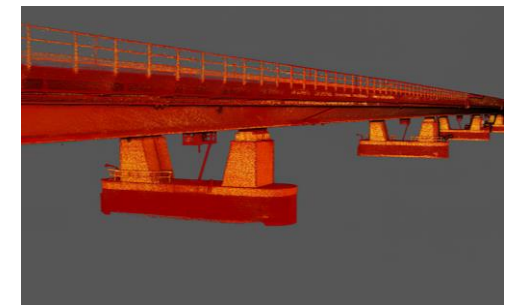
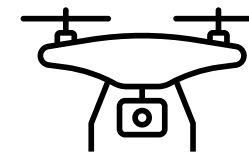


SCOPE 2022: BENCHMARK MOERDIJKBRUG  
TBV SENSOR SPECS STALEN BRUGGEN



## GREEP UIT VELE SENSOR ONTWIKKELINGEN ELDERS

- › Veel partijen ook bezig met glasvezel, m.n. FBG
- › Laser scans en inspecties met drones en UAV's
- › Permanente conditie monitoring
- › Computer Vision Based Sensing

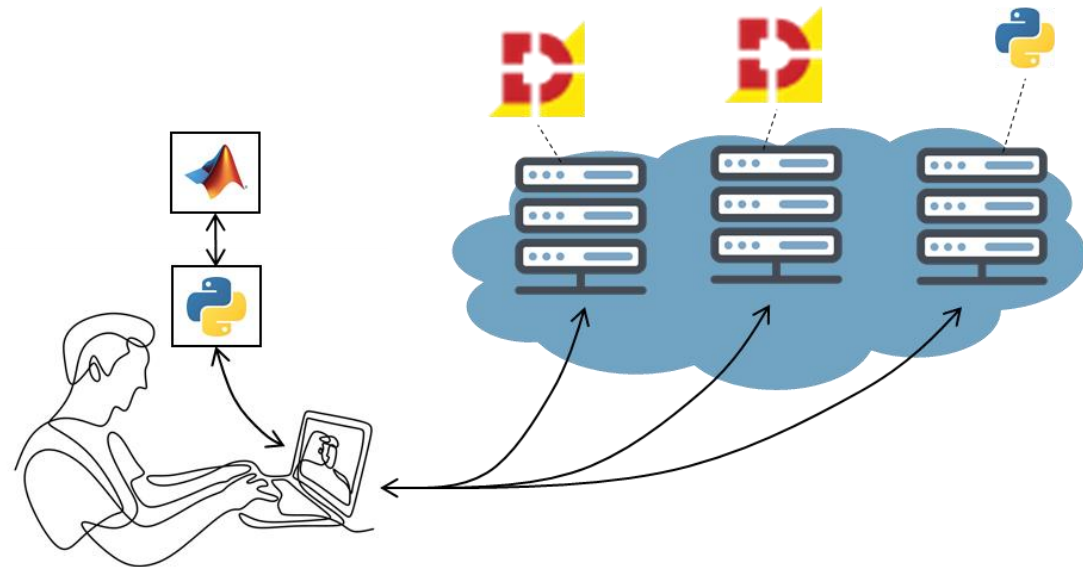
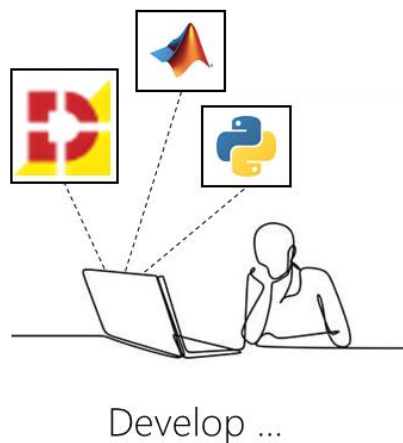




# › BASISVOORZIENING OPSCHALING REKENKRACHT

## LOPENDE ONTWIKKELING TNO KENNISPROGRAMMA

- › Veel toepassingen vergen veel rekenkracht
- › Twee oplossingsrichtingen in onderzoek
  - › Parallel cloud computing
  - › Surrogate modelling
- › Software onafhankelijk opgezet



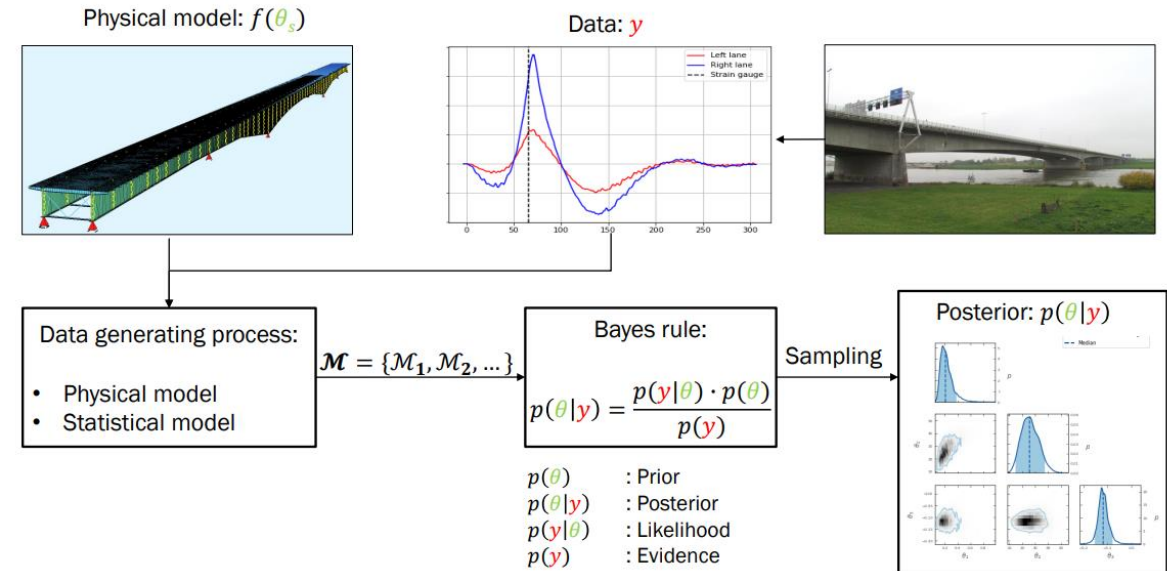
SCOPE 2022: PROOF OF CONCEPT TOEPASSING  
CONSTRUCTIEVE BEOORDELING MOERDIJKBRUG

# TOEPASSING CONSTRUCTIEF BEOORDELEN

## LOPENDE ONTWIKKELING TNO KENNISPROGRAMMA

- › Systematisch updaten constructieve rekenmodellen met meetdata
- › Als input voor constructieve herberekeningen
- › Reduceren onzekerheden
- › Onderbouwd bijstellen van veiligheidsfactoren
- › Met behoud vereist veiligheidsniveau uit norm
- › Betere en/of scherpere beoordelingen

SCOPE 2022: PROOF OF CONCEPT TOEPASSING  
CONSTRUCTIEVE BEOORDELING MOERDIJKBRUG

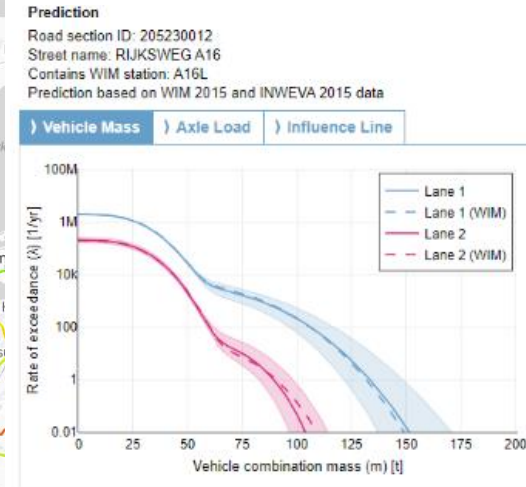
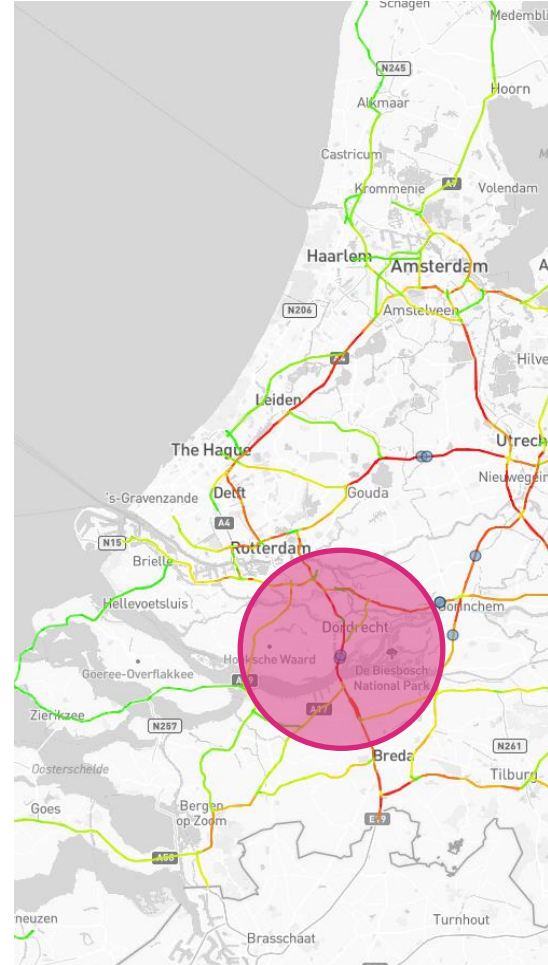


# TOEPASSING VERKEERSBELASTINGEN

## LOPENDE ONTWIKKELING TNO KENNISPROGRAMMA

- › Beschikbare data actuele verkeersbelastingen combineren en verrijken met modellen
- › Als input voor constructieve berekeningen en impact transportscenario's en beleid
- › Reduceren onzekerheden en conservatisme
- › Onderbouwd bijstellen belastingen uit norm
- › Met behoud van vereist veiligheidsniveau
- › Betere en/of scherpere beoordelingen

SCOPE 2022: PROOF OF CONCEPT TOEPASSING  
MOERDIJKZONE

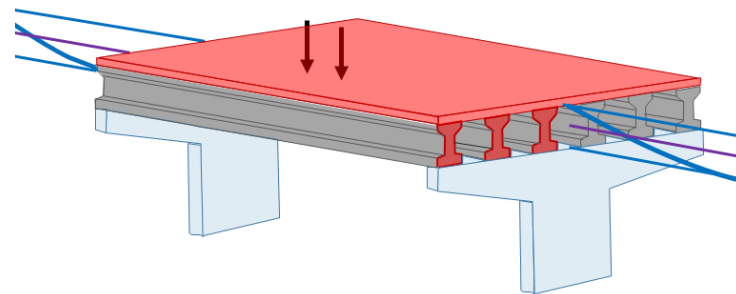


# › TOEPASSING ONTWERPEN OP HERGEBRUIK

## LOPENDE ONTWIKKELING TNO KENNISPROGRAMMA

- › Data-ondersteund ontwerpen met hergebruikte brucelementen
- › Multicriteria beschouwing waaronder constructief
- › Betrekken actuele conditie data en proefbelasten

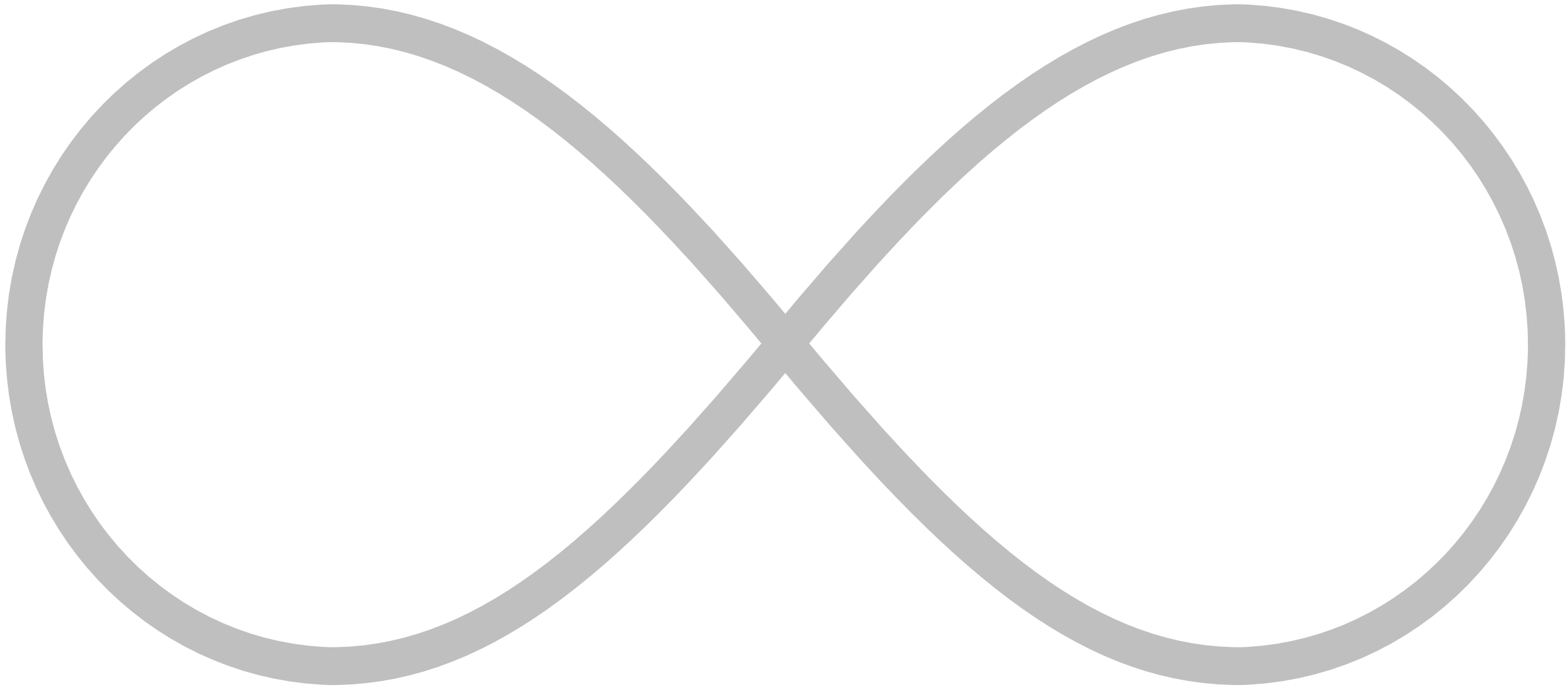
STATUS 2022: EARLY RESEARCH STAGE (LAAG TRL)



## GREEP UIT ONTWIKKELINGEN ELDERS

- › SBIR Circulaire Viaducten
- › Nationale bruggenbank

› **WRAP-UP**



# › DIGITALE BRUG VAN DE TOEKOMST

## STAND VAN ZAKEN

- › Noodzaak, mogelijkheden en urgentie aanwezig
- › Veel partijen zetten al mooie stappen

## SYSTEEMVERANDERING

- › Samenwerking nodig; en zal anders worden
- › Regie en coördinatie nodig

## OPROEP

MEEKIJKEN, DENKEN & EXPERIMENTEREN  
IN MOERDIJKBRUG ZONE

[JOEP.PAULISSEN@TNO.NL](mailto:JOEP.PAULISSEN@TNO.NL)

