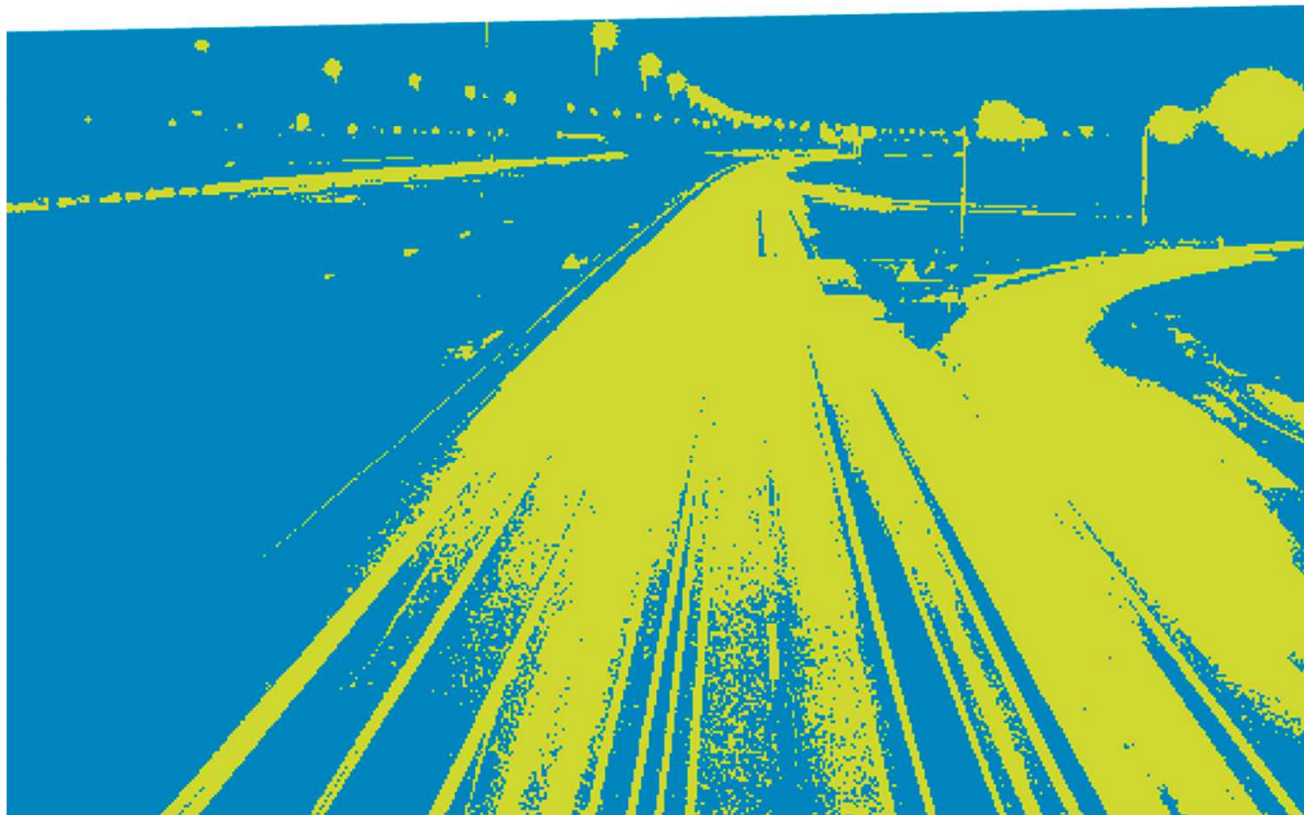


# Evaluatie van C-ITS & AR

Ronde tafel 'Effecten van C-ITS & Automatisch rijden'

Henk Taale & Hans van Lint

19 april 2016



# Inhoud

- Context
- Definities
- Evaluatie-aanpakken
- De evaluatiecirkel
- Algemene aspecten

## Context

- Inventarisatie evaluatiemethoden C-ITS
- Verschillende evaluatiemethoden en richtlijnen in gebruik
- Geen daarvan specifiek geschikt voor evaluatie C-ITS & automatisch rijden
- FESTA is deels toepasbaar maar verdieping is noodzakelijk om twee redenen:
  - Opschalingsvraagstukken penetratie en geografisch (what if ...?)
  - Evaluatie als rode draad in R&D (ipv “o ja dat moest ook nog”) en daarmee als en accelerator van de ontwikkeling van C-ITS

# Ingrediënten evaluatiestudies

## Methoden

Stappenplan voor gehele evaluatie: hoe?  
Toepassing/ vertalen per evaluatie

## Tools

Uitvoering van een onderdeel: wat?

Data & -verwerking

Experts

Simulatie

Enquête

## Toepassing

Type evaluatie: waarvoor?

Technisch

Organisatorisch

Impact op  
gebruiker (gedrag)

Doorstroming,  
veiligheid, milieu

Kosten en baten

# Vooraf en achteraf evalueren

- Basis voor allebei:
  - Onderzoeksdoel, onderzoeksvragen, hypothesen en indicatoren
  - Solide experimentele opzet
- Ex post = achteraf
  - Data wordt verzameld voor de *voor* en *na* situatie
  - Kennis nodig over
    - de verkeersafwikkeling en hoe maatregelen daarop inwerken (literatuur, expert judgement)
    - de omstandigheden (de experimentele condities)
    - het bepalen van de indicatoren uit de data: zowel verkeerskunde als statistiek
- Ex ante = vooraf
  - Data wordt verzameld voor de *voor* ~~na~~ situatie
  - Kennis nodig over
    - de verkeersafwikkeling en hoe maatregelen daarop inwerken (literatuur, expert judgement)
    - simulatie gereedschap (achterliggende aannames en wiskundige modellen: **validiteit!**)
    - het bepalen van de indicatoren uit de gesimuleerde data: zowel verkeerskunde als statistiek

# Bestaande aanpakken

Evaluatiemethodiek regelscenario's

Evaluation while doing

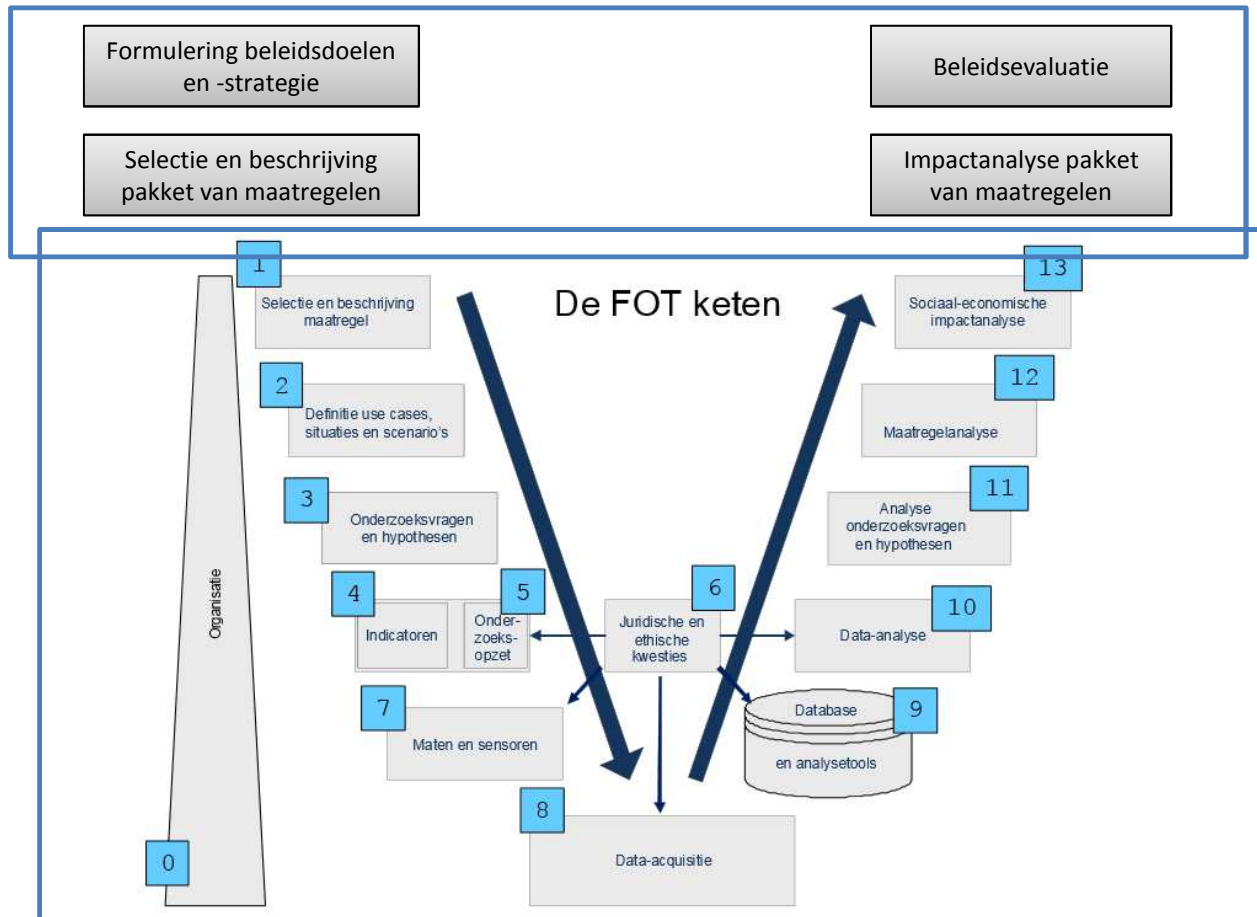
Afweegmethode voor benutten

Richtlijnen ex-post beleidsevaluaties

**Leidraad evaluaties benutting**



# FESTA



FESTA methodiek is niet volledig en afdoende voor evaluatie van C-ITS

Wat mist is de vraag hoe resultaten kunnen worden opgeschaald (zie verderop)

## Specifiek voor evaluatie C-ITS (1)

- Meten met en in voertuig
  - Gebruik + opvolging C-ITS functie (of lag voertuiggedrag aan iets anders): wat doet bestuurder?
  - Effecten treden op tijdens korte situatie/in dynamische omstandigheden: wat is de interactie met omgeving?
  - Kunnen we de response van “niet-connected” bestuurders reconstrueren (of lag dat gedrag ook aan iets anders)?
- Penetratiegraad
  - Ruimtelijke consequenties (realisaties van % over tijd en ruimte): hoe kleiner de sample, hoe kleiner (waarschijnlijk) het effect (significantie beperkt) ...
  - ... maar dit kan per plek / toepassing anders zijn (signaal-ruis verhouding = variabel)



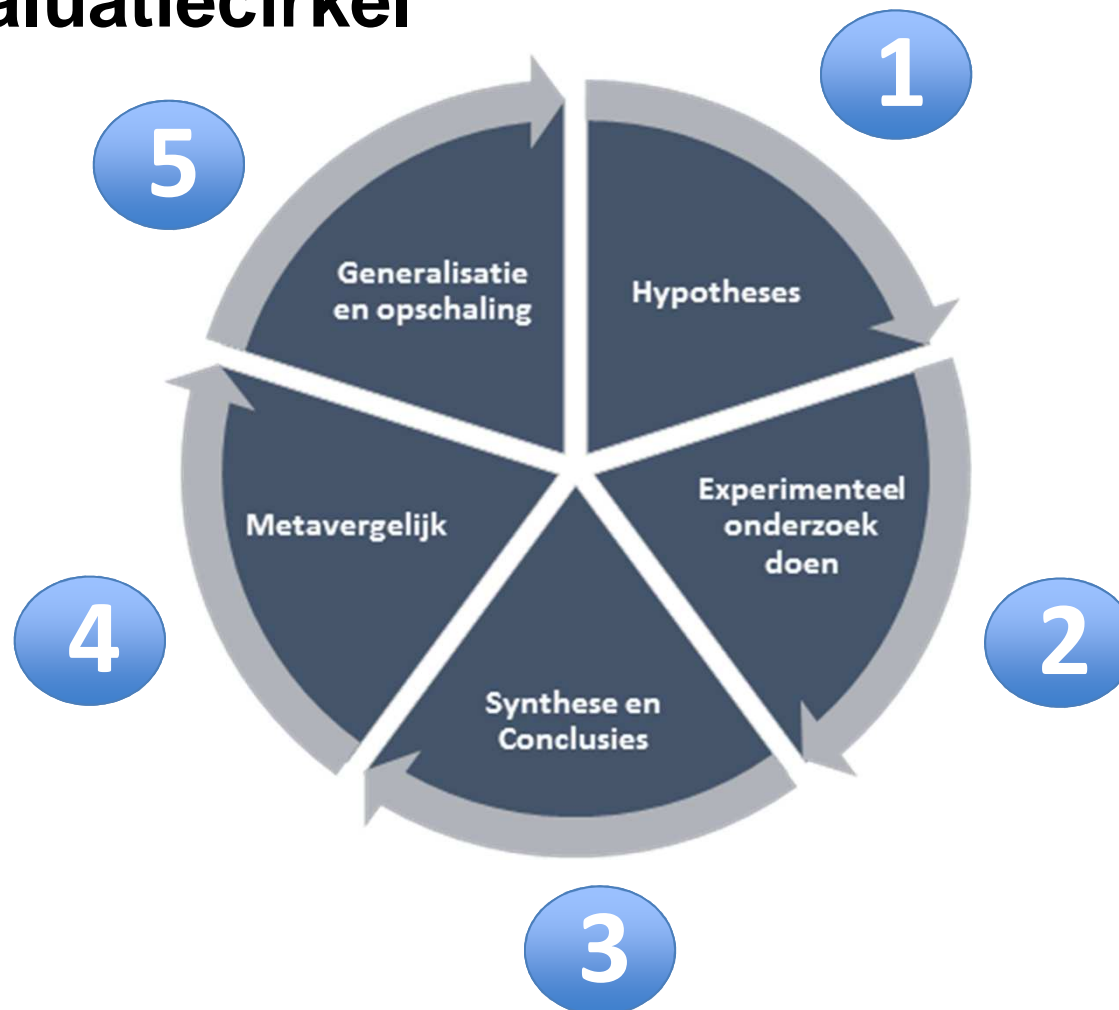
## Specifiek voor evaluatie C-ITS (2)

- Verhouding ex post - ex ante evaluatie variabel
  - verschillend voor effecten van verschillende toepassingen
- Stapelen
  - Gezamenlijke effecten van verschillende maatregelen
  - Onderlinge invloed van maatregelen (forward collision warning vs. emergency braking)
- Opschalen
  - Lokaal meten, netwerk effecten bepalen (moet je schatten, simuleren)
  - Validiteit simulatiegereedschap toepassings- en effectafhankelijk
  - Effecten zijn afhankelijk van penetratie, verkeersomstandigheden, opvolging, etc.

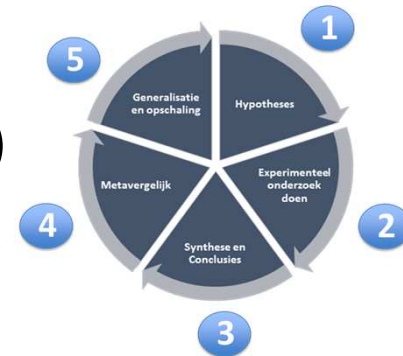
## Specifiek voor evaluatie automatisch rijden

- Gedrag van automatische voertuigen (AV's) is onbekend
  - Rijgedrag (invoegen, weven)
  - Routekeuze
  - Extra verkeer door “lege ritten”
- Mix van AV's en andere weggebruikers
  - Reactie van andere weggebruikers op AV's is onbekend
- Simulatie is een belangrijke tool, maar bestuurdersgedrag in modellen is niet heel realistisch:
  - sommige dingen ontbreken of er zit weinig variatie in
  - lateraal rijgedrag (inhalen, kruisen) zeer beperkte validiteit

# De evaluatiecirkel



# Opmerkingen bij de evaluatiecirkel (1)



## 1. Hypotheses

- Goede onderzoeksvragen volgen vaak uit voorafgaand onderzoek (continue cirkel!)
- Beantwoording vragen betekent vertalen in toetsbare hypotheses.
- College materiaal (hoe formuleer je hypotheses) komt beschikbaar

## 2. Experimenteel onderzoek doen

- Zorgvuldig ontwerp van experimenten is cruciaal: bepaalt of er überhaupt antwoord kan worden gegeven op de onderzoeksvragen
- Ontwerp gaat van data collectie t/m praktische uitvoering.
- Ook dit materiaal gaan we beschikbaar maken

# Experimenteel onderzoek

- “Klassiek” data-analyse
- Rijsimulator studies
- Geïnstrumenteerd voertuig
- Naturalistic driving tests
- Simulatiestudies
- Exploratieve enquêtes (stated preference)
- Self-reporting type enquêtes (revealed preference)

## Opmerkingen bij de evaluatiecirkel (2)



### 3. Synthese en conclusies

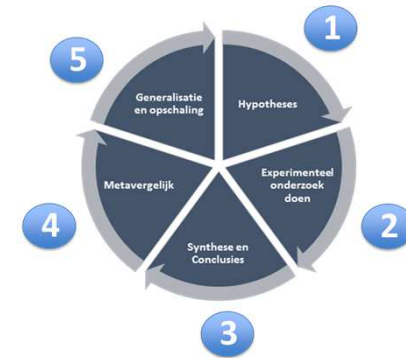
- Toetsen hypothesen op basis van experimenteel verkregen data (stevige en robuuste statistiek!)
- Naast elkaar zetten van bevindingen en trekken van conclusies
- Beantwoorden van onderzoeksvragen (of niet)

### 4. Meta-vergelijking

- Verhouding resultaten met ander onderzoek in binnen- en buitenland
- Zetten van vraagtekens en uitroeptekens
- Nuances aanbrenge over validiteit en geldigheid van resultaten

## LET OP: Vergelijkbaarheid van evaluatie studies

- Performance indicatoren
- Experimentele opzet
- Meetmethoden
- Berekeningen / analyses
- Rapportages
- Stapelen resultaten



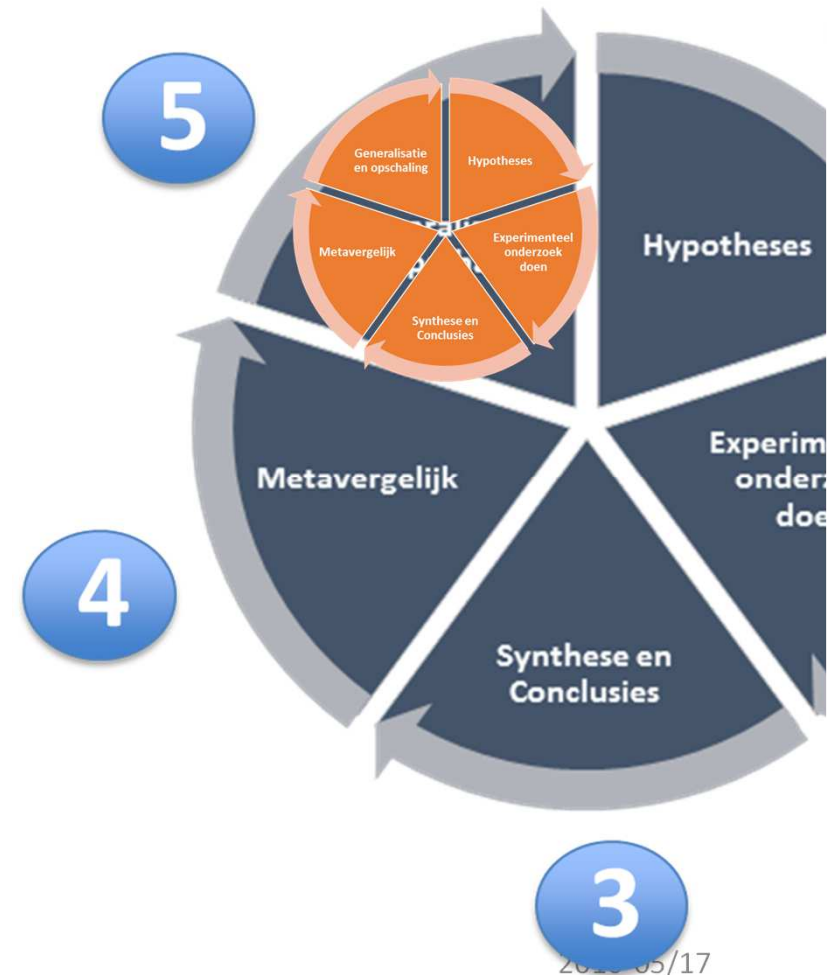
# Nuances

- Validiteit modellen en aannames
  - Ex post: toepassen statische tests / hypothese test gereedschap superbelangrijk
  - Ex ante: verificatie (face validity), kalibratie (content valid), validatie (predictive value)
- Kosten en baten
  - *Afweegmethode voor benutten* is beschikbaar
  - Naast kwantitatieve ook kwalitatieve aspecten meewegen
  - Combinatie KBA en MCA

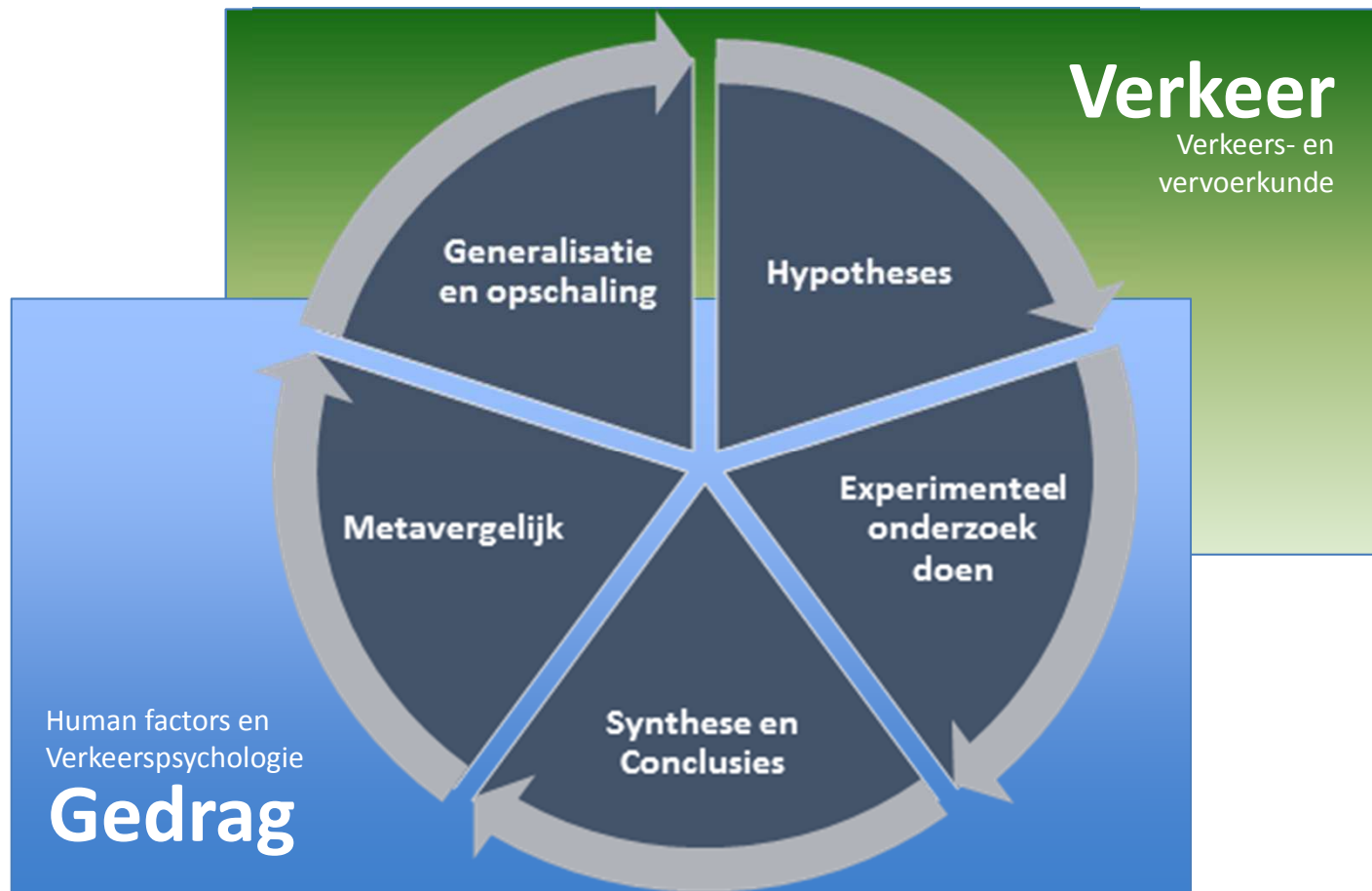


## Opmerkingen bij de evaluatiecirkel (3)

5. Generalisatie en opschaling
  - Vertalen van de resultaten in generieke modellen / relaties
  - Effecten opschaling (hogere penetratie en geografisch) toetsen:
    - Op grond van verkregen vuistregels en eenvoudige relaties en/of
    - Met (simulatie) modelstudies (betekent nieuw goed opgezet experimenteel onderzoek!)
  - Nieuwe onderzoeksvragen formuleren



## De evaluatiecirkel bij C-ITS



## Voorbeeld: road works warning

- Doel evaluatie: bijdrage RWW aan verkeersveiligheid
- Vertaling naar
  - Aanrijdingen met wegafzettingen
  - Beïnvloeding van snelheid
  - Attentieniveau van de bestuurder
  - Gebruikerswaardering (comfort, alertheid, geloofwaardigheid, etc.)
- Aanpak
  - Dataverzameling en –analyse
  - Geïstrumenteerde auto of rijsimulator
  - Enquête

## Conclusie

- Issues bij evaluatie van C-ITS en automatisch rijden zijn bekend
- Verdere vertaling naar bruikbare aanpak is nog nodig
- Daarvoor uitwerking van 2 use cases

# Contact

Henk Taale

Rijkswaterstaat, TrafficQuest & TU Delft

E-mail: [henk.taale@rws.nl](mailto:henk.taale@rws.nl)

Tel. 088-7982498

TrafficQuest is een samenwerkingsverband van

---

**TNO** innovation  
for life

 **TU**Delft



Rijkswaterstaat  
Ministerie van Infrastructuur en Milieu