



› LCA VAN SCHEEPSBRANDSTOFFEN

L. Kooistra

TNO innovation
for life

MILIEUPROFIELEN VAN SCHEEPSBRANDSTOFFEN

- › Achtergrond van studie
- › Uitgangspunten LCA
 - › Aannames
 - › Bronnen
- › Hoe studie te gebruiken voor opstellen van eigen LCA en/of bepalen van MKI
- › Ontwikkelingen na 2016

ACHTERGROND

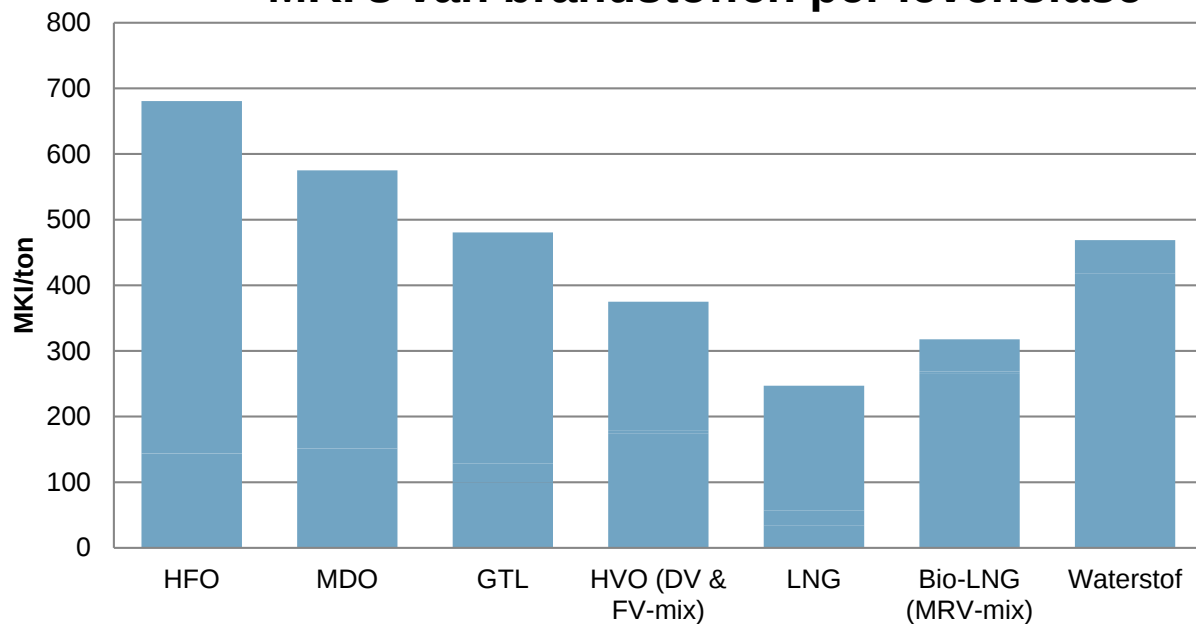
- › In 2016 heeft RWS TNO gevraagd om benchmark voor milieuprofielen voor scheepsbrandstoffen op te stellen
 - › RWS is eigenaar van milieuprofielen in de NMD
 - › Geldigheidsduur van milieuprofiel is 5 jaar
- › Doel: neerzetten van benchmark met uitnodiging voor opstellen nieuwe profielen
 - › leverancierspecifiek
 - › update branchegemiddeld
- › Milieuprofielen zijn
 - › gebaseerd op bestaande studies (er is dus geen aanvullende data inventarisatie gedaan)
 - › branchegemiddeld,
 - › toetsing van gegevens op representativiteit met vereniging van waterbouwers

RESULTATEN

- › Milieuprofiel/MKI per ton brandstof voor 7 type scheepsbrandstoffen:
 - › HFO
 - › MDO
 - › GTL
 - › HVO
 - › LNG
 - › Bio-LNG
 - › Waterstof

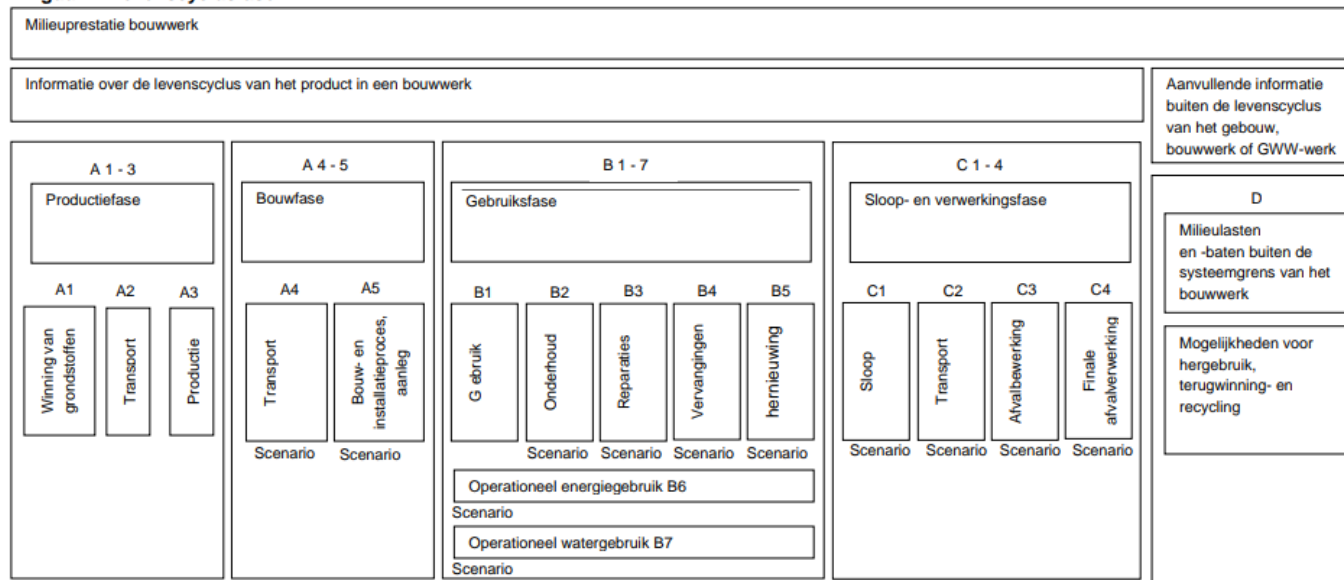
- › $\text{MKI per werk} = \text{MKI per ton brandstof} * \text{brandstofgebruik}$

MKI's van brandstoffen per levensfase

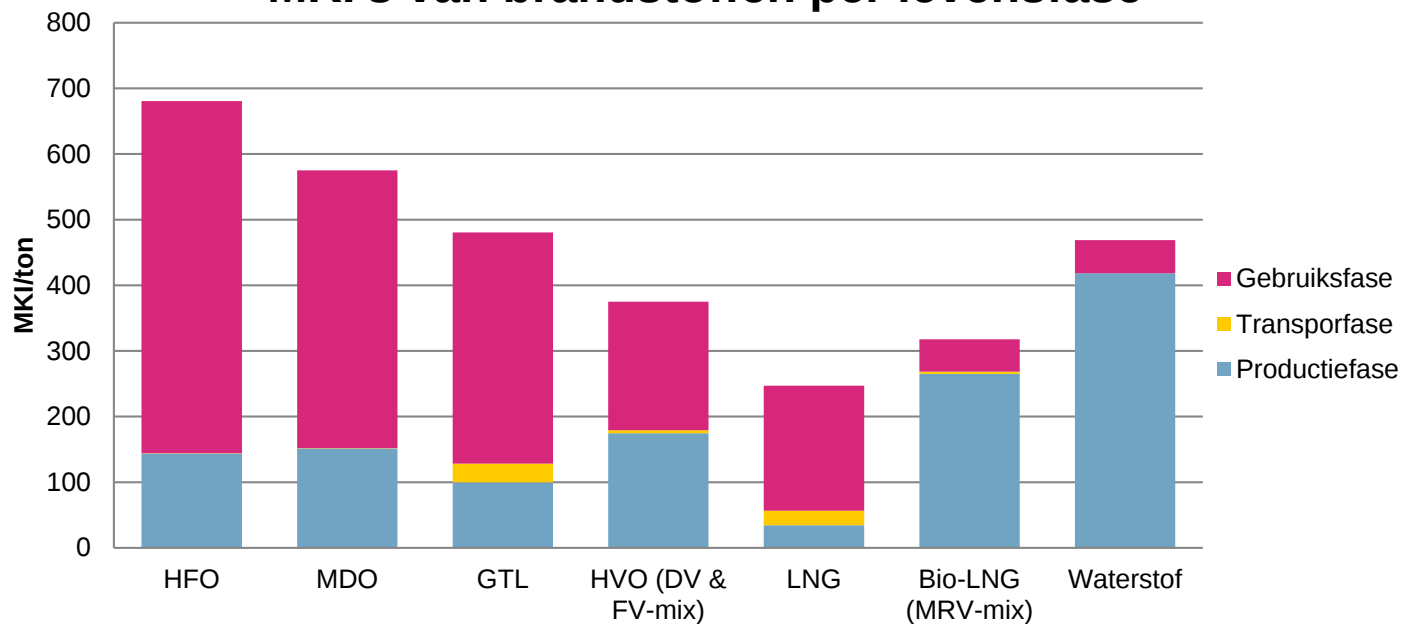


LEVENSCYCLUSFASEN

Figuur 2. Levenscyclusfasen EPD

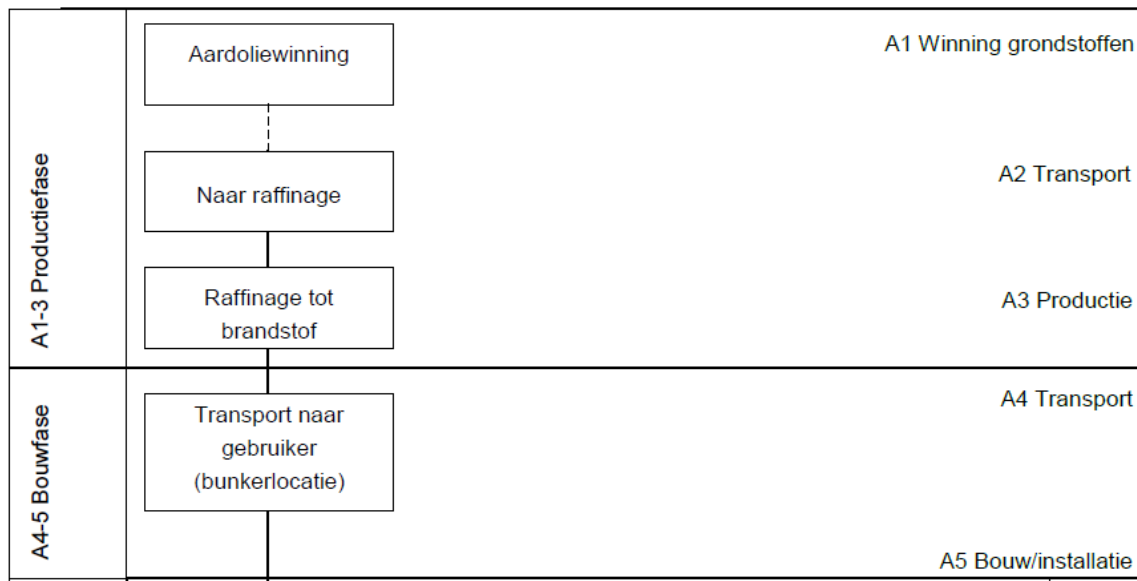


MKI's van brandstoffen per levensfase



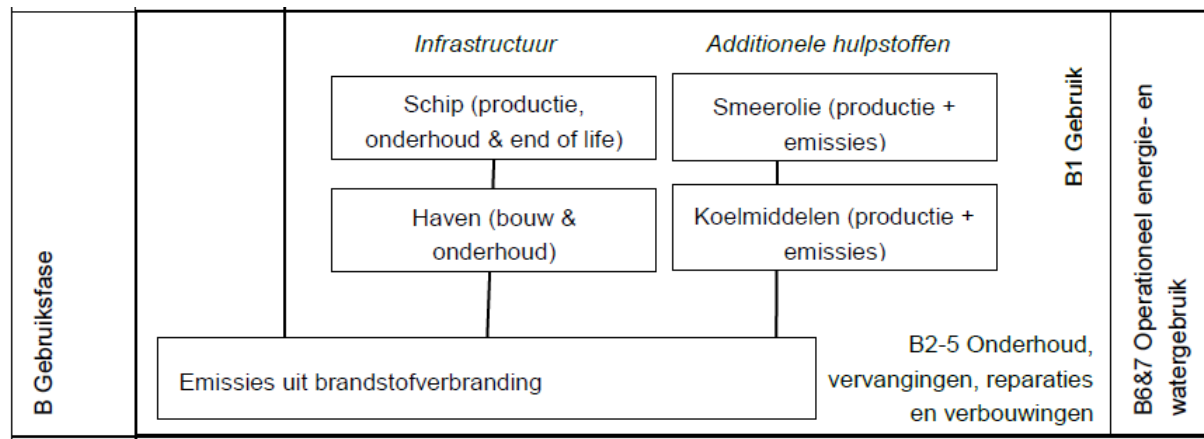
MDO

DEEL 1: PRODUCTIE EN TRANSPORT MAKEN VAN BRANDSTOF



DEEL 2: GEBRUIKSFASE

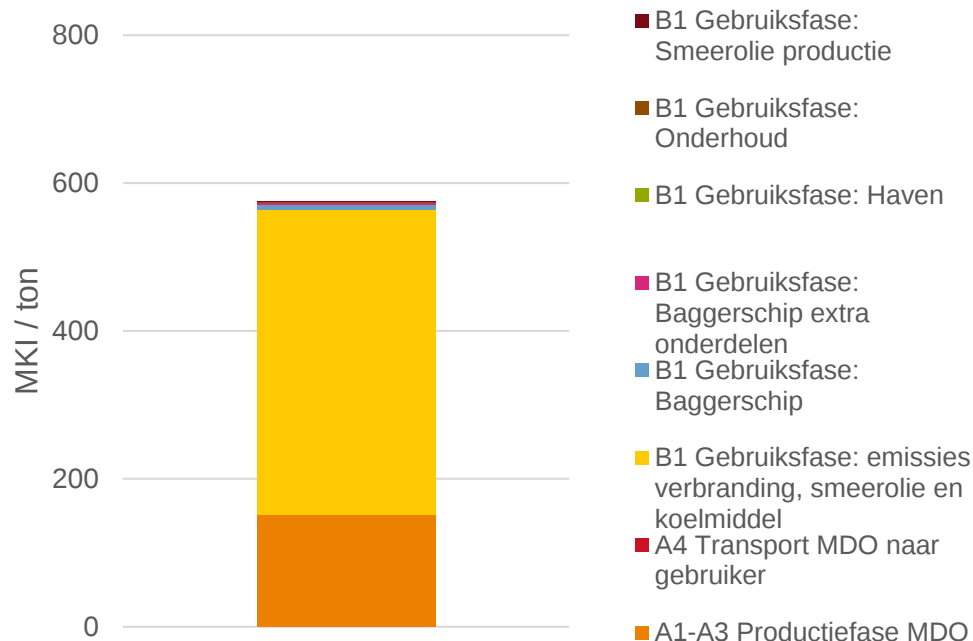
- › Emissies van verbranding
- › Gebruik van schip
- › Gebruik van haven
- › Smeerolie
- › Koelmiddelen



BIJDRAGE MKI PER ONDERDEEL

- › Grootste deel van de MKI wordt bepaald door emissies tijdens de verbranding (incl. emissies koelmiddel en smeerolie)
- › 412 MKI/ton door emissies waarvan,
 - › 186 MKI NO_x
 - › 156 MKI CO₂
- › Focus aanvullende data verzameling & aanvullende maatregelen:
 - › **emissies tijdens gebruiksfase**
 - › **brandstofproductie**

MKI per ton MDO



EMISSIONS VAN MDO VERBRANDING

› Aannames

- › Er wordt gebruik gemaakt van combinatie van IMO tier 1 en ouder, IMO tier 2 motoren
- › Emissies zijn emissies van hoofd- en hulpmotoren
- › Representeren 'medium speed' motoren

Emissie	Bron
CO ₂	Koolstofgehalte Smith, et al (2014)
CO, NMVOS, NO _x , PM10, SO ₂ , N ₂ O en NH ₃	Gemiddelde van de emissiefactoren o.b.v. Klein, et al. (2016)
CH ₄	O.b.v. VOS emissies (4%)
metaalemissies	Metingen RIVM: Broekman, Gerlofs-Nijland & Swart, 2008; Broekman, Gerlofs-Nijland & Swart, 2010; Broekman 2007.
PAK en koolwaterstoffen	Klein, et al. (2016)

PRODUCTIE EN TRANSPORT VAN MDO

- › Aannames
 - › Productie in Rotterdam
- › Bron:
 - › Ecoinvent proces 'Light fuel oil, at refinery / RER'
 - › RER = Europe, dus generiek proces voor productie in Europa
 - › Proces is onderverdeeld in:
 - › productie;
 - › transport vanaf productielocatie (=0 km, productie in haven van Rotterdam);
 - › opslag in tot gebruik.

GEBRUIK VAN SCHIP

› Aannames

- › Levensduur van schip: 20 jaar
- › Jaarlijks brandstofgebruik: 2812 ton
- › Levensduur extra machines: 5 jaar
- › Gewicht schip ~4000 ton
- › Metalen van schip worden aan het eind van levensduur gerecycled

› Bron:

- › Ecoinvent-processen (met correctie voor gewicht)
 - › Transoceanic freight ship/p/OCE/I
 - › Slurry tanker, production/kg/CH/I
- › Nieuwe recyclingsprocessen voor aluminium, nikkel, koper, staal, RVS

GEBRUIK & ONDERHOUD VAN HAVEN

- › Aannames
 - › Geen energiegebruik voor havens (omdat dit gerelateerd is voor overslag)
 - › 1 tkm correspondeert met 0.0025 kg heavy fuel oil (gebaseerd op transport, transoceanic freight)
- › Bron
 - › Ecoinvent-processen
 - › Port facilities / RER / U
 - › Operation, maintainance, port / RER / U (excl. elektriciteit)

PRODUCTIE EN EMISSIES VAN SMEERMIDDELEN

› Aannames:

- › 10% verdwijnt als PM in de uitlaatgassen (al opgenomen in de verbrandingsemissies)
- › 90% wordt opgevangen en bewaard; opgewerkt aan land en wordt ingezet als brandstof (opwerking en verbranding valt buiten de scope van deze studie)
- › Smeeroliegebruik is 0.19 kg/KWh

› Bron

- › Ecoinvent-proces: Lubricating oil, at plant / RER / U

EMISSIONS VAN KOELMIDDELEN

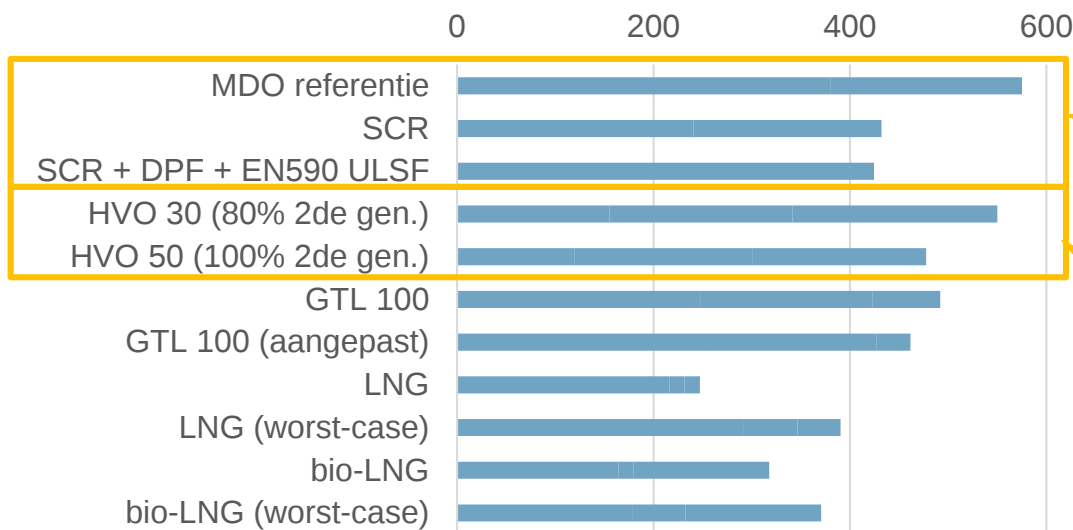
- › Aannames:
 - › Op schip wordt airconditioning gebruikt om binnenruimten te koelen.
 - › Gebruik is 45 kg per jaar (=30% van 150kg) koelmiddel

- › Bron:
 - › Emissies: Smith, et al. 2014
 - › Opgenomen in lijst van emissies tijdens verbranding.

NIEUWE INZICHTEN

NIEUWE INZICHTEN (N.A.V. KORTE STUDIE VOOR IKZ-TRAJECT)

Milieu-impact per ton brandstof (MKI/ton)



Nieuw toegevoegd: MKI reductie door toepassen van nabehandelingstechnieken:

- SCR -> 25% MKI reductie t.o.v. MDO
- SCR, DPF en EN590 ULSF -> 26% MKI reductie t.o.v. MDO

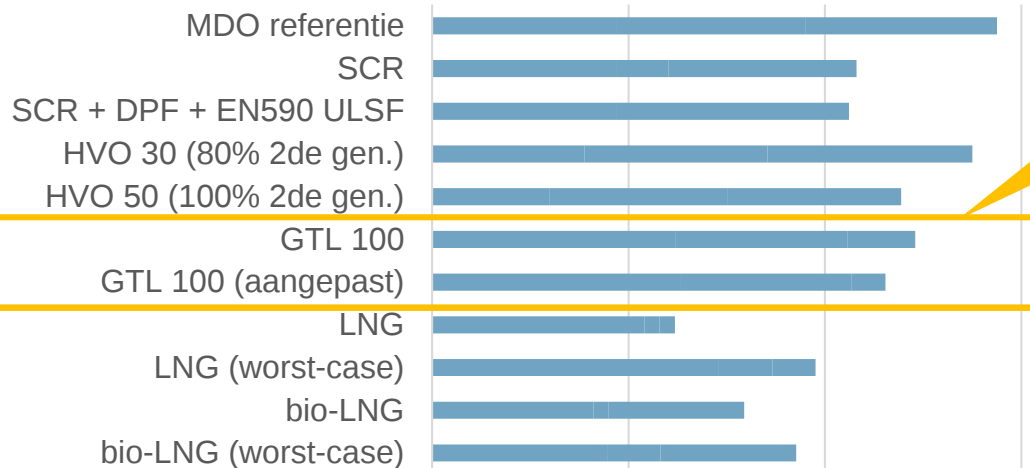
Nader onderzocht is invloed bijmenging en type feedstocks HVO:

- 80% 2^{de} generatie; 30% bijmenging (marktmix 2016!) -> 6% MKI reductie t.o.v. MDO
- 100% 2^{de} generatie; 50% bijmenging -> 19% MKI reductie t.o.v. MDO

NIEUWE INZICHTEN (N.A.V. KORTE STUDIE VOOR IKZ-TRAJECT)

Milieu-impact per ton brandstof (MKI/ton)

0 200 400 600



Nieuwe inzichten in GTL productieproces
-> 6% MKI reductie t.o.v. MDO

1. Onzekerheid in methaanemissie tijdens LNG productie (0 – 9%)
2. Nieuwe data voor NO_x & PM emissies tijdens verbranding LNG en bio-LNG

LNG: 32 tot 57% MKI reductie t.o.v. MDO
bio-LNG: 36% tot 45% MKI reductie t.o.v. MDO

OPSTELLEN VAN EIGEN LCA (1)

- › Gebruik rapportage voor bepalen MKI:
 - › Overnemen wat hetzelfde blijft (bijv. gebruik haven)
 - › Wijzigen wat verandert:
 - › Vermindering emissies > door bijv. nabehandeling
 - › Vermindering in emissies (wie beschikt over data?)
 - › MAAR dan ook productie van bijv. Adblue of DPF meenemen (bron?)
 - › Andere brandstofproductie (informatie benodigd van leverancier!)
 - › Ander schip > andere motoren, vermogen, gebruik etc.
 - › Andere emissies (bron?)

OPSTELLEN VAN EIGEN LCA (2)

- › Doorlooptijd is sterk afhankelijk van dataverzameling:
 - › Welke data is al beschikbaar?
 - › Van wie heb je ontbrekende data nodig?

- › Te volgen richtlijnen:
 - › SBK bepalingmethode + toetsing
 - › Omschrijving waar en waarom je afwijkt van aannames studie 2016
 - › Weergave van grootste onzekerheden in vorm van gevoeligheidsanalyse

A nighttime photograph of a city street featuring a modern, curved pedestrian bridge with a glass railing. The bridge is illuminated with warm lights, and its reflection is visible in the water below. In the background, there are several buildings, including a large brick building on the left and a modern glass building on the right. The sky is dark, and the overall scene is lit up by city lights and the bridge's illumination. The text '» BEDANKT VOOR UW AANDACHT' is overlaid on the left side of the image.

» **BEDANKT VOOR UW AANDACHT**

Voor meer inspiratie:
TNO.NL/TNO-INSIGHTS

TNO innovation
for life