

**DE BUISLEIDINGENMODULE: EEN PROTOTYPE VOOR HET GOEDERENVERVOERMODEL
BASGOED**

Jeroen Muller	Significance
Michiel de Bok	Significance
Monique van de Berg	WVL Rijkswaterstaat

Samenvatting

Ondanks dat in Nederland jaarlijks 15%-20% van het goederenvervoer per buisleiding vervoerd wordt, bleef buisleidingentransport lange tijd buiten het zicht van beleidsmakers. Met de verwachte belangrijke rol die buisleidingen kunnen spelen in de energietransitie is dit veranderd, en is er een duidelijke wens van beleidsmakers om meer grip het vraagstuk van buisleidingenvervoer te krijgen. In opdracht van WVL Rijkswaterstaat heeft Significance een Buisleidingenmodule prototype ontworpen te geïntegreerd kan worden met het Nederlandse goederenvervoermodel BasGoed. De uitdagingen bij het ontwerp van een kwantitatief buisleidingenmodel zijn een gebrek aan gedetailleerde data, beperkte toekomstscenario's en dat de buisleiding als modaliteit sterk afwijkt van conventionele goederenvervoerswijzen. Uitgangspunten voor het prototype zijn (1) dat deze goed aansluit bij de huidige versie van BasGoed en (2) flexibel kan omgaan met verschillende detailniveau's van de invoerdata. In dit paper wordt het ontwerp van het prototype en haar 4 submodules beschreven. Daarnaast wordt de praktische toepassing van het prototype getoetst aan de hand van twee uitgewerkte *use cases*. We laten zien dat het - ondanks zeer beperkte data - mogelijk is een kwantitatief buisleidingenmodel te ontwerpen dat consistente resultaten geeft in samenspraak met de huidige goederenvervoersmodellen in Nederland.

1. Introductie

In Nederland wordt jaarlijks 15%-20% van het goederenvervoer verplaatst zonder dat de gemiddelde burger er iets van merkt: per buisleiding ("Buisleidingvervoer | CBS" n.d.). Buisleidingen vormen al jaren een veilig, duurzaam en betrouwbaar alternatief voor goederentransport (Berenschot, Arcadis, and Significance 2023). Desondanks is de buisleiding als vervoersvorm lange tijd buiten het gezicht van beleidsmakers gebleven. Maar dat is veranderd: interesse in buisleidingen voor goederentransport is de afgelopen jaren gegroeid, voornamelijk door de belangrijke rol die buisleidingentransport wordt toegedicht in het kader van de energietransitie. Ook de relatieve veilige vorm van vervoer van instabiele en gevaarlijke stoffen en de leveringszekerheid van (industriële) brand- en verbruiksstoffen maken dat buisleidingen de aandacht van beleidsmakers heeft gewekt.

Door deze ontwikkelingen ligt er mogelijk een belangrijke rol voor de overheid om de groei van buisleidingentransport te faciliteren, zoals het aanleggen of beheren van leidingsstraten. Hierbij zijn enkele belangrijke vraagstukken nog onbeantwoord, zoals hoe buisleidingenvervoer zich op de lange termijn gaat ontwikkelen en hoe dit zich verhoudt tot de capaciteit van het huidige buisleidingennetwerk. Daarom wil Rijkswaterstaat meer inzicht krijgen in de ontwikkeling van buisleidingengoederenvervoer in Nederland. Daaruit volgt de wens om een buisleidingenprognose te kunnen maken die consistent is met andere goederenvervoerprognoses. In Nederland wordt het modelinstrumentarium BasGoed gebruikt om strategische goederenvervoerprognoses op te stellen. Bovendien is er al eerder onderzocht of buisleidingentransport in BasGoed geïntegreerd kan worden (Schipper et al. 2020). In opdracht van Rijkswaterstaat is daarom een prototype Buisleidingenmodule gebouwd (Significance, 2023). Deze module bevat een groeimodel voor goederenvervoer per buisleiding die geïntegreerd kan worden binnen het huidige BasGoed-model¹.

Dit paper beschrijft in hoofdstuk 2 eerst welke uitdagingen aandacht vragen rond het conceptualiseren van een buisleidingenmodel. Hoofdstuk 3 beschrijft het prototype van het model als losstaande module. In hoofdstuk 4 worden aan de hand van twee *use cases* voorbeelden gegeven van de praktische toepassing van het model. In het laatste hoofdstuk delen we de conclusie en aanbevelingen voor verdere ontwikkeling van het model.

2. Uitdagingen van een buisleidingenmodel

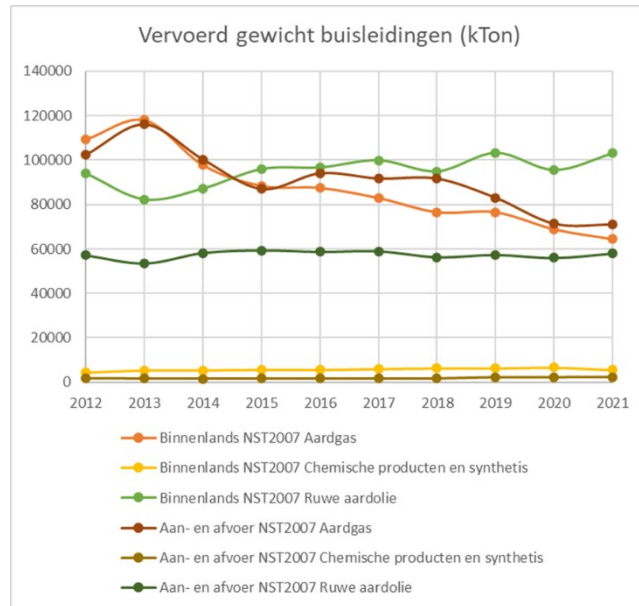
Het bouwen van een prototype model voor goederenvervoer per buisleiding brengt een aantal uitdagingen met zich mee ten opzichte van reeds bestaande modellen. Ten eerste is transport per buisleiding wezenlijk verschillende van meer traditionele vervoerswijzen als wegvervoer, spoorvervoer of (binnenvaart)schip. Dit vraagt ook aanpassingen aan de wijze waarop buisleidingentransport

¹ Zie <https://www.basgoed.nl> voor meer informatie

gemodelleerd kan worden. Een tweede uitdaging is het gebrek aan gedetailleerde data van goederenvervoer per buisleiding. Een derde punt is dat de vervoerde goederensoorten per buisleiding op de lange termijn sterk kunnen wijzigen ten opzichte van de huidige goederensoorten. In dit hoofdstuk worden deze punten één voor één besproken.

Buisleidingentransport is op een aantal kernpunten wezenlijk verschillend van weg-, spoor-, zee- en binnenvaartvervoer. Ten eerste ligt de transportroute van A naar B voor buisleidingen vast: de buis kan na de bouw niet meer verplaatst worden. Daarmee is buisleidingentransport altijd minder flexibel dan transport via de conventionele modaliteiten. Hier komt bij dat de kosten van buisleidingen anders zijn opgebouwd. Het aanleggen van een buisleiding is een grote investering in het begin, die zich over het tijdbestek van decennia moet terugverdienen. Een constante goederenstroom per jaar over tientallen jaren is dus vereist om de buisleiding als transportwijze rendabel te maken. Met weg-, spoor- en scheepsvervoer zijn uiteraard ook investeringskosten gemoeid, maar deze staan in schril contrast met de buisleiding. Transport per buisleiding is dus vooral interessant voor een specifiek deel van de goederenvervoermarkt, waaronder grote industriële gebieden. Een derde belangrijke eigenschap van buisleidingentransport is dat slechts een beperkte groep goederensoorten per buis vervoerd kan worden. Het gaat hier vooral om aardolie, aardgas en chemische/synthetische producten die in vloeibare vorm of gasvorm bewaard kunnen worden. Het unieke karakter van buisleidingentransport maakt het daarom een uitdaging om combineert te worden met traditionele vormen van goederenvervoer in één consistent goederenvervoermodel als BasGoed.

Een tweede uitdaging is het gebrek van bruikbare data over buisleidingenvervoer en capaciteit van het buisleidingennetwerk in Nederland en omliggende landen. De meeste buisleidingen worden binnen het private domein aangelegd en is de commerciële *business case* leidend (Rijkswaterstaat 2019). Hierdoor worden gegevens over buisleidingen meestal onder bedrijfsvertrouwelijke informatie geschaard. Dit maakt dat gegevens over goederenvervoer per buisleiding vaak moeilijk te verkrijgen is. We weten hierdoor vaak niet (1) welke goederensoort er in welke buisleiding vervoerd wordt, (2) wat de capaciteit van de buisleiding is en (3) of er restcapaciteit beschikbaar is. Wel zijn er alle enkele stappen ondernomen om (rest)capaciteit van buisleidingen inzichtelijk te maken, zoals in Jongsma (2022). Wat betreft vervoerde volumes per buisleiding is de beschikbare data beperkt. Figuur 1 toont alle data die via het CBS openbaar zijn. De data betreft een historische tijdreeks maar beperkt zich tot 3 algemene stofcategorieën en de herkomst- en bestemming van stromen is onbekend, anders dan of het om binnenlands of aan-/afvoer stromen in Nederland gaat. Trends die uit de data kunnen worden waargenomen: het vervoerd gewicht van aardgas neemt af (binnenlands én aan- en afvoer); de rest van de markt is stabiel.



Figuur 1 - Beschikbare data van goederenvervoer per buisleiding (CBS)

Ook het kostenaspect van buisleidingen als vervoersmodaliteit is hierdoor moeilijk in te schatten. Naar schatting kost een buisleiding tussen de €500-€2000 per strekkende meter om aan te leggen en dient er een constante goederenstroom over een periode van meerdere decennia te zijn om deze investering terug te verdienen. Schipper et al. (2022) spreken van een "optimistische ondergrens" van 50.000 ton per jaar, maar achten een goederenstroom van 200.000-400.000 ton realistischer.

Een derde uitdaging is de hoge mate van onzekerheid van goederensoorten die in de toekomst per buisleiding vervoerd gaan worden. Klassieke strategische goederenvervoersmodellen berekenen een prognose door economische groei van het studiegebied toe te passen op een begin-/basisjaar. In de kern wordt ook in BasGoed deze klassieke groeifactor methode toegepast. Binnen deze methodiek is het wel van belang dat een goederensoort in het basisjaar aanwezig is; anders kan er geen groei en dus geen prognose voor de goederensoort bepaald worden. Juist dit vormt een probleem in buisleidingenscenario's waar de energietransitie een belangrijke rol speelt en fossiele brandstoffen worden uitgefaseerd en vervangen voor duurzame energiedragers. De duurzame energiedragers zitten nog niet in het basisjaar en kunnen niet volgens de klassieke groeifactor methodiek geprognosticeerd worden. Tegen deze achtergrond is getracht een buisleidingenmodel op te zetten die geïntegreerd kan worden binnen het BasGoed-modelinstrumentarium. In het volgende hoofdstuk wordt dit model beschreven.

3. Een Buisleidingenmodel in BasGoed: een prototype

Om kwantitatief meer te kunnen zeggen over beleidsvraagstukken omtrent goederenvervoer per buisleiding is een prototype Buisleidingenmodule ontworpen. De module kan binnen de BasGoed software geïntegreerd worden en is geschreven in Python. In de volgende sectie worden de uitgangspunten van het prototype uitgelegd. Daarna wordt de structuur en de werking van het model beschreven.

3.1. Uitgangspunten

Op basis van een verkennende analyse van ontwikkelingen in het domein buisleidingentransport (zie ook andere bijdrage in deze VLW) is een aantal uitgangspunten vastgesteld voor het ontwikkelen van de buisleidingenmodule:

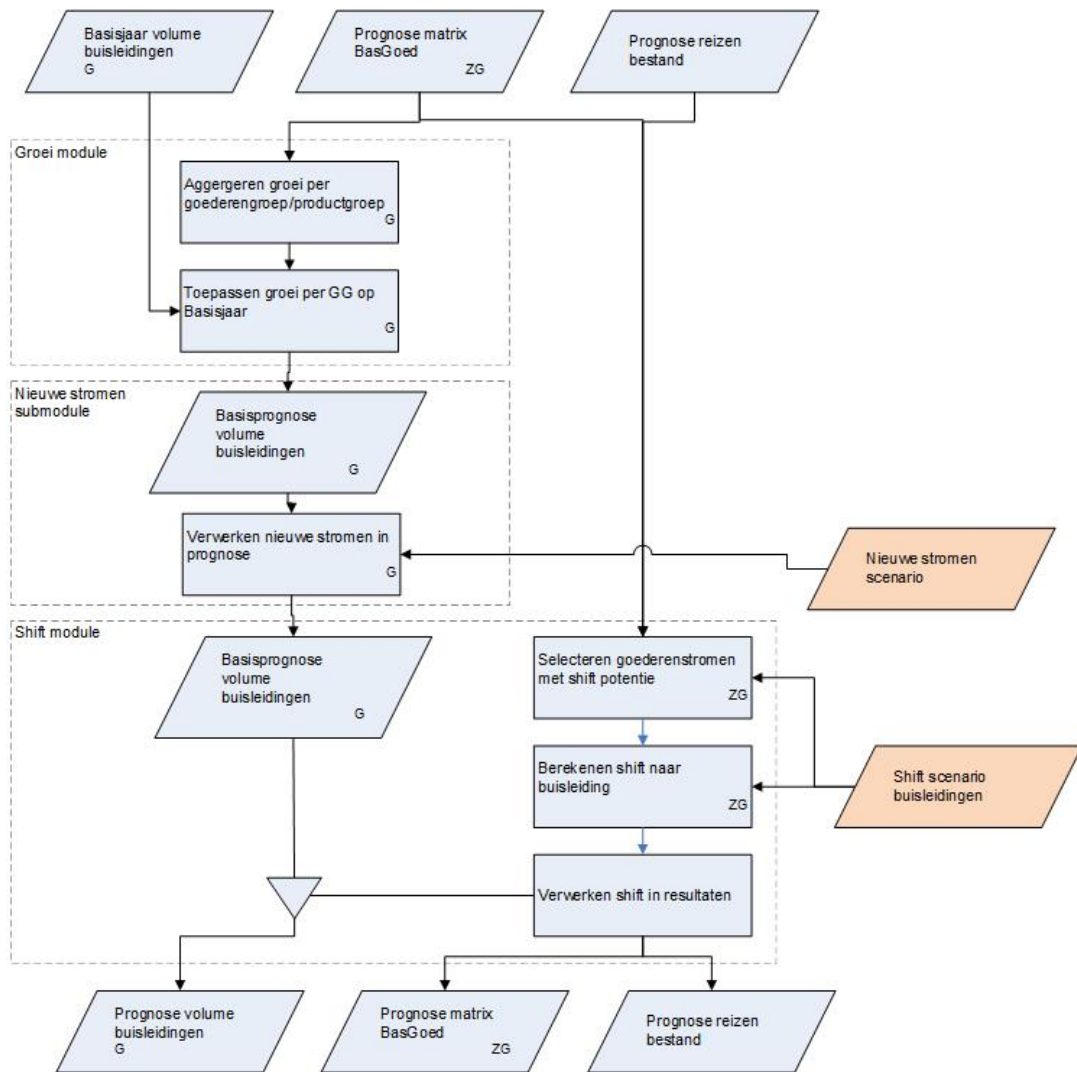
- De module stelt in de basis een nationale buisleidingen prognose op (ivm beschikbaarheid basisdata);
- De module is flexibel opgezet: kan rekening houden met verschillende goederengroepindelingen, en geografische indeling van basisgegevens (nationaal, COROP, BIVAS zones, etc);
- Onderdelen van het model waar geen onderbouwde berekening op basis van data uitgevoerd kan worden zijn als invoerparameters opgenomen, zodat bewust nagedacht moet worden over de gebruikte aannames. Voorbeelden hiervan zijn onder andere volledig nieuwe goederenstromen en de minimum hoeveelheid tonnen waarbij een buisleiding rendabel is.
- De bestaande buisleidingstromen vallen onder de BasGoed goederengroepen 3 en 7;
- In de prognose kan rekening gehouden worden met nieuwe ladingstromen (zoals waterstof of CO₂), én met shift van bestaande goederenstromen van andere modaliteiten naar nieuwe leidingen;
- Buisleiding vervoer wordt als punt-naar-punt verbindingen gemodelleerd en niet als route keuze op een netwerk;
- Nieuwe stromen en modal shift wordt op corridor niveau berekend (BG zones);
- In verband met onvolledige informatie over capaciteit in het bestaande buisleidingennetwerk zijn de volgende aannames hierover gedaan:
 - Voor de trendmatige groei van bestaande stromen is geen capaciteitsbeperking opgelegd. Voor visualisatie doeleinden is een hypothetische capaciteit opgenomen van +10% ten opzichte van de volume buisleidingen vervoer in het basisjaar.
- In de Modal shift use case zijn aannames geformuleerd voor minimale volumes waarbij buisleidingen levensvatbaar zijn.
- De shift naar buisleidingen wordt ook verwerkt in de prognose voor de andere modaliteiten in BasGoed.
- Het prototype buisleidingen module houdt nog geen rekening met de vervoerskosten.

3.2. De Buisleidingenmodule

De Buisleidingenmodule (BL) maakt een prognose van het goederenvervoer via buisleidingen voor een toekomstjaar. Deze prognose wordt gebaseerd op gegevens van goederenvervoer via buisleidingen in het basisjaar van CBS, en prognoses van het goederenvervoermodel BasGoed. De module bestaat uit vier submodules:

1. Groeimodule
2. Nieuwe stromen module
3. *Modal shift* module
4. Output module

In Figuur 2 wordt het functioneel ontwerp van de Buisleidingenmodule afgebeeld. In de Groeimodule wordt een groeifactor-methode toegepast op goederenstromen per buisleiding in het basisjaar. De Nieuwe stromen module biedt de optie om goederenstromen per buisleiding aan de prognose toe te voegen. De Modal shift module modelleert de mogelijkheid dat goederenvervoer dat van origine via binnenvaart, spoor of weg wordt vervoerd, in de toekomst per buisleiding vervoerd wordt. Ten slotte wordt in een Outputmodule de resultaten verzameld en weggeschreven in de vorm van een Excel bestand en grafieken (niet opgenomen in Figuur 2)



Figuur 2 – Functioneel ontwerp Buisleidingenmodule

Groeimodule

In de eerste submodule wordt een groei op het basisjaar toegepast om tot een voorlopige prognose te komen. De goederenstromen die per buisleiding vervoerd worden zijn opgegeven in een invoerbestand. Dit bestand staat de gebruiker toe om goederenstromen meerdere manieren te definiëren. In het invoerbestand kunnen dus zowel algemene stromen op nationaal niveau (zoals de huidige CBS data) worden beschreven, maar ook specifieke stromen per herkomst-bestemming-relatie, waaronder de in het zoneringsstelsel van BasGoed.

Daarnaast zijn er twee manieren in de Buisleidingenmodule om de groei toe te passen. De groei wordt berekend uit de Economiemodule van BasGoed, of de gebruiker geeft zelf groeicijfers op. De groei die wordt toegepast op een goederenstroom is afhankelijk van het detailniveau waarop de goederenstroom is gedefinieerd. Wanneer een gedetailleerde herkomst- en bestemmingsinformatie bekend is, kan de module ook met de economische groei van deze gebieden rekenen.

Nieuwe stromenmodule

Volgens experts kunnen buisleidingen een belangrijke transportrol gaan spelen in de energietransitie de komende decennia. Fossiele brandstoffen – stoffen die vaak per buisleiding vervoerd worden – zullen uitgefaseerd worden ten behoeve van alternatieve energiedragers. Enkele denkbare scenario's gaan ervan uit dat het huidige buisleidingennetwerk in de toekomst waterstof of CO₂ gaan vervoeren. Dit zijn stoffen die nu nog niet per buisleiding vervoerd worden, en dus ook niet in het invoerbestand beschreven staan. Door de groeifactor-aanpak van deze module, kan er dus ook geen groei op deze stoffen worden toegepast.

De Nieuwe stromenmodule stelt de gebruiker in staat om extra goederenstromen in het prognosejaar toe te voegen of stromen te verwijderen, wanneer een toekomstscenario hier om vraagt. De Nieuwe stromenmodule bestaat uit 3 stappen:

1. Voegt de nieuwe stromen toe aan de voorlopige goederenstromen prognose van buisleidingen voor het toekomstjaar.
2. Voegt goederenstromen van identieke stoffen en HB-relaties samen, indien er nieuwe stromen gedefinieerd zijn die ook al voorkomen in het voorlopige prognosebestand.
3. Schrijft een nieuw voorlopig prognosebestand weg.

Modal shift module

De derde submodule is de Modal shift module; tevens de meest omvangrijke submodule van de Buisleidingenmodule. In deze submodule worden goederenstromen uit BasGoed geïnventariseerd waarvan de stroom potentieel via buisleidingen vervoerd zou kunnen worden². Alleen wanneer goederenstromen voldoen aan de drempelwaarden en condities die de gebruiker opgeeft, wordt een goederenstroom aangemerkt om per buisleiding vervoerd te worden en een *modal shift* gerealiseerd. De gebruiker kan kiezen uit de volgende condities en drempelwaarden om op te geven:

- Welke soort goed/stof in aanmerking komt (NSTR-, NST2007- of VN-codering).
- Ruimtelijke aggregatieniveau (per BasGoed zone of knooppunt op onderliggend netwerk).
- Minimaal jaarlijks volume van de goederenstroom.
- Aanname over het aandeel van de goederenstroom dat geschikt is buisleidingentransport.
- De capaciteit van de buisleiding of het buisleidingennetwerk.
- Ruimtelijke restricties voor bestaande of aan te leggen buisleidingen.
- Buisleidingen die alleen toegespitst zijn op het vervoer van specifieke stoffen/goederensoorten.

² In het prototype is een *modal shift* uitwisseling met enkel binnenvaartschepen uitgewerkt, omdat de volumes en type goederen dat via de binnenvaart vervoerd wordt het meeste aansluiten bij de eisen voor buisleidingentransport (International 2023).

- Of de condities alleen voor het prognosejaar moeten gelden of ook voor het basisjaar (om constante goederenstromen over de langere termijn te identificeren).

Deze condities en drempelwaarden zijn naar inzicht van de gebruiker afzonderlijk in en uit te schakelen, of te combineren. Ook mag de gebruiker goederenclassificaties of aggregatieniveaus door elkaar gebruiken. Ter illustratie: het is mogelijk een goederenstroom tussen BasGoed zones met NST2007-code X naast een goederenstroom tussen netwerkknooppunten met VN-code Y tegelijkertijd op te geven. De Modal shift module beoordeelt potentiële goederenstroom altijd van fijnmazig detailniveau naar globaal detailniveau. Dit onderstreept de flexibiliteit die op voorhand in het prototype is ingebouwd. In het volgende hoofdstuk wordt door middel van twee *use cases* toepassingsvoorbeelden van deze condities beschreven. Indien de er goederenstromen gevonden worden die aan de condities voldoen, zorgt de nauwe integratie met BasGoed ervoor dat deze *modal shift* zowel in de Buisleidingenmodule als de resultaten van BasGoed verwerkt wordt.

Vervolgens wordt bepaald welke reizen daadwerkelijk een modal shift zullen ondergaan. In het geval dat er wordt aangenomen dat alle reizen voor een specifieke combinatie van stof en HB-relatie in aanmerking komen voor modal shift, zullen deze reizen allemaal worden verwijderd uit het reizenprognosebestand en worden toegevoegd als een geaggregeerde stroom aan de buisleidingenprognose. Wanneer er een aandeel reizen wordt verondersteld dat voor modal shift in aanmerking komt – bijvoorbeeld 30% uit het eerdere voorbeeld – worden reizen geselecteerd tot het aandeel van 30% volume wordt bereikt. Hierbij worden eerste de reizen met het grootste volume geselecteerd, aangezien het meer plausibel is dat grotere goederenstromen als eerste in aanmerking komen voor een modal shift naar buisleidingen. Het volume van binnenvaartreizen wordt niet afgerond of aangepast; er worden binnenvaartreizen geselecteerd tot het volumeaandeel is bereikt. Het kan dus voorkomen dat het uiteindelijke volume dat een modal shift naar buisleiding ondergaat iets boven de drempelwaarde komt te liggen.

Outputmodule

In de laatste submodule worden de resultaten uit de voorgaande modules samengevat in tabellen en grafieken. Hierdoor krijgt de gebruiker automatisch de belangrijkste resultaten van de module inzichtelijk gepresenteerd.

4. Twee toepassingen van de Buisleidingenmodule

In dit hoofdstuk worden twee toepassingen van de Buisleidingenmodule beschreven aan de hand van twee *use cases*. Deze geven inzicht in het type beleidsvragen dat met het prototype beantwoord kan worden. Ook worden enkele praktische toepassingen van de *modal shift* condities beschreven.

4.1. Use Case A: De Delta Rhine Corridor

De eerste *use case* is uitgewerkt op basis van een recente onderzoek naar de Delta Rhine Corridor³ en beschreven in Bozuwa (2023). De beschrijving van die *use case* is hier ten dele overgenomen.

Situatieschets

De industrie is in hoog tempo aan het investeren om te vergroenen. Om uitvoering te geven aan het Klimaatakkoord van Parijs zal de uitstoot van broeikasgassen komende decennia drastisch moeten worden gereduceerd. Dit leidt tot een toename in de vraag voor transport van groene grondstoffen zoals (groene) waterstof en ammoniak. Om ook de op korte termijn de uitstoot van broeikasgassen te verminderen zal tevens worden ingezet op de afvang en opslag van CO₂ (*carbon capture storage, CCS*). Ook het aanleggen van productleidingen voor LPG en Propeen waarmee vervoer van het spoor en de binnenvaart gehaald wordt, maakt onderdeel uit van de plannen.

Om aan deze transportvraag te voldoen onderzoekt een privaat consortium momenteel de aanleg van een bundel van buisleidingen: de Delta Rhine Corridor. Deze "aorta" moet lopen tussen Rotterdam en Duitsland via Moerdijk en Zuid-Limburg. Er wordt ingezet op het vervoer van CO₂, waterstof, ammoniak, LPG en propeen, waarbij de eerste drie de nieuwe stromen vormen.

CO₂ afvang

Op korte termijn staat de industrie al voor een forse klimaatopgave. De sectortafel industrie heeft afgesproken om (indicatief) in 2030 al 14,3 Mton CO₂ te reduceren ten opzichte van 1990, bovenop het bestaande beleid waarmee naar verwachting al 5,1 Mton wordt gereduceerd. Het afvangen en opslaan van CO₂ gebeurt in de regel op verschillende locaties. De CO₂-uitstoot van industriële partijen wordt in het achterland opgevangen en moet daarna worden getransporteerd naar een opslagfaciliteit. Deze bevinden zich vaak op (grote) afstand van de productielocatie. Er ontstaat daarmee een transportvraag voor het vervoeren van CO₂.

Waterstof

De haven van Rotterdam kan – met het cluster van bedrijven en in samenwerking met exporterende landen – Noordwest-Europa in 2030 voorzien van tenminste 4,6 Mton waterstof, waarvan 0,6 Mton lokale productie en 4 Mton import. Dat is veel meer dan tot op heden werd aangenomen (Bozuwa 2023). Om te voorzien in de totale vraag naar CO₂-vrije waterstof zal deze daarom voor een belangrijk deel geïmporteerd moeten gaan worden. Er zullen op termijn verscheidene landen zijn met een overschot aan duurzaam opgewekte elektriciteit, die vervolgens omgezet kan worden in waterstof. Via zeeschepen kan deze waterstof in vloeibare vorm vervolgens getransporteerd worden naar de

³ Zie [de website van het RVO](#) voor meer informatie.

Nederlandse zeehavens. Vanuit (Nederlandse) zeehavens moet de waterstof vervolgens worden vervoerd naar het achterland.

Ammoniak

Op dit moment wordt ammoniak vooral gebruikt als grondstof voor de chemische industrie en voor de productie van kunstmest. Op de sites van Chemelot wordt tevens ammoniak gemaakt. Het productieproces is hierbij afhankelijk van waterstof. Naast het gebruik van ammoniak als grondstof zien energiecentrales in met name Duitsland ook mogelijkheden om ammoniak te gebruiken als bron voor de opwekking van energie. Bij verbranding van ammoniak komt energie en stikstof vrij en geen CO₂. Omdat ammoniak een zeer giftige stof is, lijkt het grootschalig transport van ammoniak via 'bovengrondse' modaliteiten niet wenselijk en een risico met het oog op externe veiligheid.

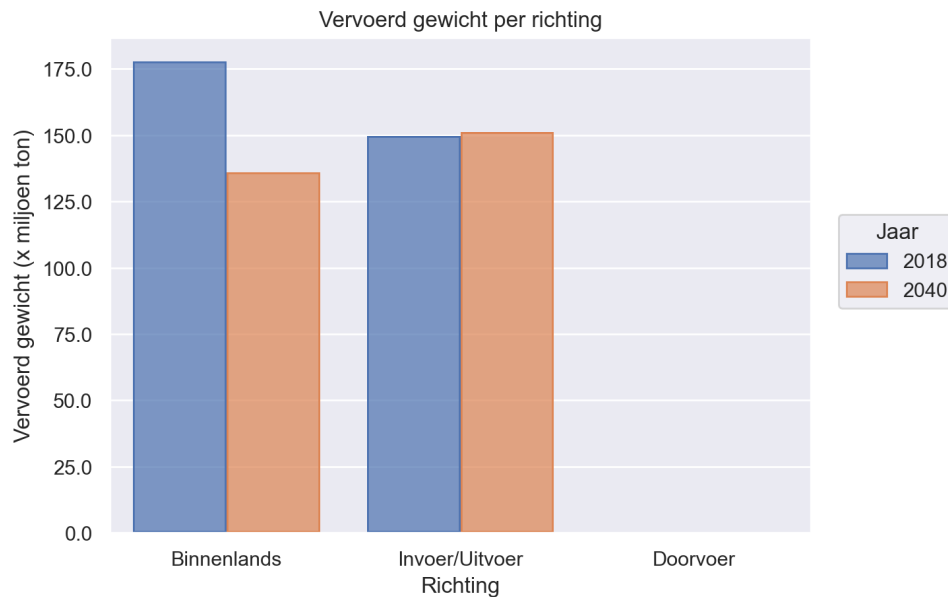
Toepassing

Op basis van de bovenstaande beschrijving en materiaal uit diverse studies is het onderstaande overzicht opgesteld.

Tabel 1: nieuwe stoffen in use case A

STOF	HERKOMST	BESTEMMING	VOLUME (TON)
Waterstof	Rotterdam	Moerdijk	290.000
Waterstof	Rotterdam	Chemelot	290.000
Waterstof	Rotterdam	Ludwigshafen	2.214.682
CO ₂	Moerdijk	Rotterdam	4.145.000
CO ₂	Chemelot	Rotterdam	4.145.000
CO ₂	Ludwigshafen	Rotterdam	12.350.000
Ammoniak	Rotterdam	Chemelot	2.285.000
Ammoniak	Rotterdam	Ludwigshafen	20.565.000

Het buisleidingenmodel is gedraaid op basis van de algemene gegevens over buisleidingentransport die het CBS in Nederland heeft verzameld. De Buisleidingenmodule gebruikt de prognosticeerde economische groei uit BasGoed om een groei te bepalen op bestaande buisleidingstromen. In de nieuwe stromen module zijn de stoffen uit tabel 1 toegevoegd. Dit leidt tot het volgende resultaat.



Figuur 3 - Resultaten Use Case A: Vervoerd gewicht per richting

4.2. Use Case B: Een modal shift van petroleum en chemicaliën naar de buisleiding

Situatieschets

Het goederenvervoer van (gevaarlijke) bulkvloeistoffen via de binnenvaart staat onder druk. De effecten van klimaatverandering hebben ook hun weerslag op de waterstanden in de grote Europese rivieren. Steeds vaker is de waterstand dusdanig laag dat het binnenvaartverkeer gehinderd wordt. Daarnaast is er de wens om meer milieuvriendelijke en betrouwbaardere vervoerswijzen te faciliteren voor het vervoer van deze belangrijke grondstoffen. Buisleidingen kunnen een geschikt alternatief zijn: het is een beproefde, betrouwbare en milieuvriendelijk wijze om bulkvloeistoffen te vervoeren. Wel is het van belang dat deze goederenstromen constant en over een langere periode plaatsvinden, vanwege de hoge investeringskosten die buisleidingen initieel met zich meebrengen.

Toepassing

De use case is in twee stappen uitgewerkt: eerst zijn alle potentiële stromen in kaart gebracht. Daarna is op basis van deze resultaten een beoordeling gemaakt op welke ruimtelijke corridors een modal shift naar buisleidingen in de toekomst reëel kan worden geacht. Voor de potentiële stromen is uitgegaan van een minimale vervoersstroom van 50.000 ton per jaar van dezelfde stof tussen dezelfde herkomst-bestemmingslocaties. Voor de herkomst- en bestemmingslocaties wordt gebruik gemaakt van punten op het binnenvaartnetwerk van BIVAS⁴. De minimale vervoersstroom per stof en HB-combinatie dient zowel in het basis- als prognosejaar gehaald te worden, zodat alleen constante stromen voor een

⁴ Zie voor meer informatie <https://bivas.chartasoftware.com/Scenarios>

langere periode worden geëvalueerd. Daarnaast is aangenomen dat 50% van het tonnage dat per stof op een HB-combinatie wordt vervoerd geschikt is voor het vervoer via buisleidingen. Er is aangenomen dat alleen stoffen en goederen die behoren tot NST2007 categorieën 2.2, 7.2, 8.1 en 8.2 geschikt zijn voor een modal shift naar buisleidingen. Ten slotte is verondersteld dat het totale buisleidingenvervoer in het basisjaar voor 90% de capaciteit van het totale buisleidingennetwerk gebruikt.

In "tweetrapsraket"-methode in deze *use case* zijn eerst alle potentiële stromen in kaart gebracht. Daarna is gekeken op welke ruimtelijke corridors een modal shift naar buisleidingen in de toekomst reëel kan worden geacht.

Stap 1

Binnen BasGoed wordt gebruik gemaakt van het WLO 2040 Hoog scenario⁵. Uit de eerste stap volgt dat 286 goederenstromen voldoen aan de bovenstaande criteria. Verder valt op dat er een aantal corridors van stromen van specifieke goederen bestaan tussen Amsterdam, Rotterdam Antwerpen en Düsseldorf. Tussen Rotterdam en Düsseldorf zijn grote stromen "minerale chemische producten" (NST2007 = 8.1) te observeren; tussen Amsterdam en Rotterdam worden veel "geraffineerde petroleum producten" (NST2007 = 7.2) waargenomen.

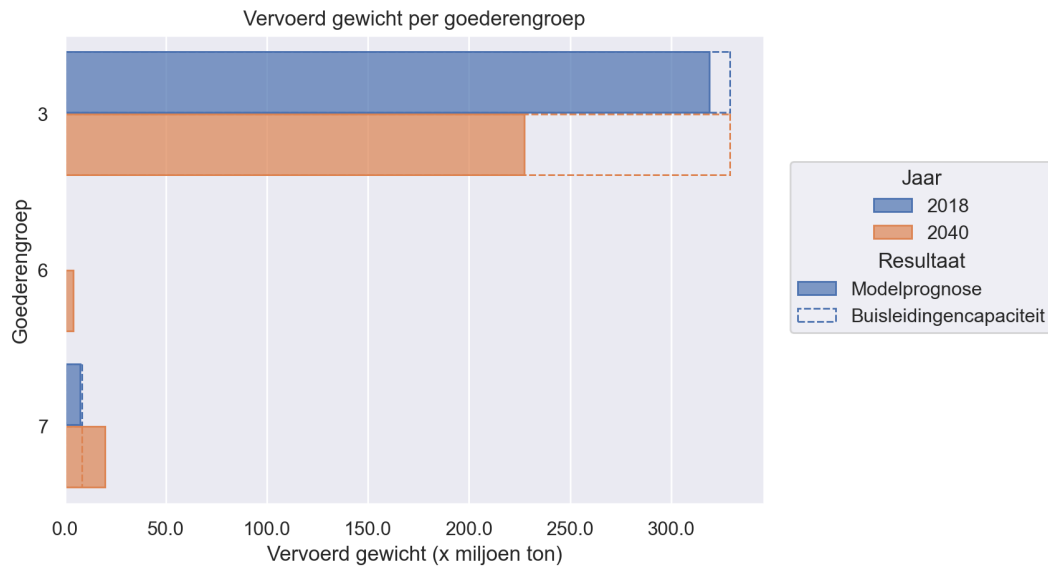
Stap 2

In de tweede stap wordt de Buisleidingenmodule nogmaals uitgevoerd. Nu gaan we er van uit dat er twee buisleiding-verbindingen beschikbaar zijn voor de modal shift: eentje op de corridor Amsterdam-Rotterdam voor goederensoort NST2007-codering 7.2 en één op de corridor Rotterdam-Düsseldorf voor NST2007-codering 8.1.

Na de tweede stap blijven er slechts 48 goederenstromen over die op deze corridors een potentie hebben voor een *modal shift* naar de buisleiding. Van deze goederenstromen wordt 50% van het vervoerd gewicht (conform de eerdere aanname) in dit scenario in de prognose per buisleiding vervoerd. De Buisleidingenmodule zorgt ervoor dat de goederenstromen verwijderd worden uit de BasGoed resultaten en toegevoegd aan de buisleidingenprognose.

In Figuur 4 is het resultaat gegeven van de *use case*, in combinatie met het basisscenario. Uit de grafiek blijkt dat in de prognose zonder modal shift BasGoed goederengroep 3 (Ruwe aardolie en aardgas) flink afneemt en dat hierdoor capaciteitsruimte in het buisleidingennetwerk ontstaat. Goederengroep 7 (Chemische producten) in het prognosejaar sterk groeien, en in dit scenario boven de aangenomen buisleidingencapaciteit uit komen. Een beleidsmaker kan deze inzichten gebruiken om te sturen op de planning en aanleg van het buisleidingennetwerk.

⁵ Zie voor meer informatie over de WLO scenario's <https://www.wlo2015.nl/>



Figuur 4 - Resultaten Use Case B: Vervoerd gewicht naar BasGoed goederengroep

5. Conclusie en aanbevelingen

In dit project is een prototype ontwikkeld voor een Buisleidingenmodule die geïntegreerd kan worden met goederenvervoermodel BasGoed in Nederland. Het prototype is een eerste praktische toepassing om een buisleidingenprognose voor het Nederlandse en internationale goederenvervoer op te stellen. Het doel is om beleidsmakers een nieuw stuk gereedschap aan te reiken om beleidsvragen rond de maatschappelijke voordelen van buisleidingentransport te beantwoorden. Bij het ontwerp van het prototype staan de pijlers flexibiliteit, toekomstbestendigheid en de integratie met het huidige BasGoed model centraal. Aan de hand van twee actuele *use cases* is het prototype getoetst. De *use cases* geven enkele handvatten voor hoe de module kan worden ingezet bij het analyseren van kwantitatieve beleidsvragenstukken omtrent buisleidingen.

De huidige Buisleidingenmodule is slechts een prototype. We voorzien enkele belangrijke aandachts- en verbeterpunten om het prototype te verbeteren. Ten eerste is de beschikbaarheid van meer detail in de basisjaardata wenselijk. Met de huidige openbare gegevens is er vrijwel geen ruimtelijke informatie over de goederenstromen per buisleiding bekend. Ook een meer gedetailleerde stoffenklassering – een belangrijke component in buisleidingentransport – ontbreekt in de basisdata van het CBS. Een aanbeveling is te onderzoeken op welke wijze meer gedetailleerde basisstatistieken van het CBS gebruikt kan worden om wel statistiek op corridor niveau te hebben, zonder dat het mogelijk is ladingstromen naar individuele bedrijven te herleiden. De Buisleidingenmodule is zo ontworpen dat meer gedetailleerde data direct gebruikt kan worden in de module, zonder aanpassing van de software.

Het tweede verbeterpunt richt zich op het meenemen van de vervoerskosten per buisleiding. Vervoerskosten van buisleidingen kunnen een belangrijke rol spelen in de *modal shift* tussen modaliteiten, maar kengetallen voor buisleidingen zijn nog niet beschikbaar. Hier is nader

specificatieonderzoek voor nodig.

Ten derde onderstrepen we het belang van meer inzicht in de (rest)capaciteit van het buisleidingennetwerk in Nederland. Een beter beeld van capaciteitsruimte en capaciteitsrestricties kan de kwantitatieve buisleidingenprognose verder aanscherpen. Tot slot wordt aanbevolen om een buisleidingenscenario uit werken. De module biedt de mogelijkheid om ontwikkelingen in buisleidingen transport kwantitatief te verkennen, zowel voor nieuwe stromen als modal shift met andere modaliteiten. Het een uitdaging is een consistent toekomstbeeld te formuleren voor de toekomst van het buisleidingen transport. Het uitwerken van een buisleidingen scenario kan relevante kwantitatieve informatie geven over mogelijke scenario's en daarnaast inzicht geven over de werking van de huidige module.

Referenties

Berenschot, Arcadis, and Significance. 2023. "Modal Shift Buisleidingen." Eindrapport.

Bozuwa, Jeroen. 2023. "Notitie Use Case Nieuwe stromen (Memo)."

"Buisleidingvervoer | CBS." n.d. Accessed January 22, 2024. <https://www.cbs.nl/nl-nl/deelnemers-enquetes/bedrijven/overzicht-bedrijven/buisleidingvervoer>.

International, Bucks Consultants. 2023. "Verkenning Behoeftte Buisleidingen in Nederland.pdf." Eindrapport, Nijmegen, November 7.

Jongsma, Chris. 2022. "PEH - Overige buisleidingen." Delft: CE Delft.

Rijkswaterstaat. 2019. "Uitkomsten Quick Scan Buisleidingen Energietransitie en Ondergrond (BEO)." Eindrapport. Rijkswaterstaat. https://www.cob.nl/wp-content/uploads/2019/11/RWS-20191024_Quickscan-BEO.pdf.

Schipper, Danny, Guus van den Born, Jeroen Bozuwa, and Martin Kraan. 2022. "Verschuivingspotentieel gevaarlijke stoffen Brabantroute naar buisleidingen." Eindrapport. Rotterdam.

Schipper, Danny, Bart Witmond, Martin Kraan, and Rob de Leeuw van Weenen. 2020. "Onderzoek Buisleidingen BasGoed 5.0." Eindrapport. Rijkswaterstaat.

Significance (2023) Projectverslag Modellerling Buisleidingen, 14 december 2023.