



Impactrelaties goederenstromen

Verkennde modelstudie

Eindrapport | 30 oktober 2024

Impactrelaties goederenstromen

Verkennde modelstudie

Eindrapport | 30 oktober 2024

Auteurs:

Michiel de Bok, Bart Wesseling, Dylan Mulders, Job van Vliet

In opdracht van:

Topsector Logistiek

Projectnummer:

[24020]



Versiebeheer:

Versie	Datum	Omschrijving
0.0	6-8-24	Eerste concept
0.1	12-9-24	Tweede concept interne review
0.2	3-10-24	Derde concept
1.0	30-10-24	Eindrapport



Samenvatting

Dit rapport geeft inzicht in de vraag: in welke mate zijn strategische goederenvervoermodellen geschikt om impactrelaties van goederenstromen weer te geven? Met impactrelaties van goederenstromen verwijzen we naar de samenhang van transportbewegingen in het gehele productieproces, en hoe impacts van restricties in handel of transportinfrastructuur door kunnen werken op transport.

In dit onderzoek zijn drie use-cases uitgewerkt:

1. Om antwoord te geven op de eerste onderzoeksvraag gebruiken we een bottom-up benadering. We laten zien welke goederen er hinder ondervinden als er een bepaalde brug gesloten is. We visualiseren welke goederen er over een bepaalde weg rijden, zowel geografisch als welke goederen er worden vervoerd.
2. Om antwoord te geven op de tweede onderzoeksvraag gebruiken we een top-down benadering. We maken de productiestructuren inzichtelijk en laten zien hoe de input van goederen een relatie heeft met de geproduceerde goederen.
3. Een tweede voorbeeld van de eerste onderzoeksvraag is een uitwerking voor de binnenvaart. We bestuderen de laagwater periode in de Rijn en IJssel in het jaar 2018. We visualiseren welke impact deze laagwater periode heeft gehad.

De use-cases zijn uitgewerkt met strategisch goederenvervoer model, BasGoed. Om de infrastructuur netwerken goed te kunnen beheren, en eventueel uit te breiden, maakt de Nederlandse overheid gebruik van prognoses van het toekomstige verkeer en vervoer. Om prognoses te berekenen van de autonome groei, én toekomstige effecten mee te nemen van beleidsmaatregelen is het Basismodel voor Goederenvervoer, BasGoed, ontwikkeld. BasGoed beschrijft de hoeveelheid goederen die binnen Nederland vervoerd worden per spoor, over de weg en met de scheepvaart. Het model is geschikt om zowel lange termijn prognoses voor 2040 en 2050 op te stellen als middellange termijn prognoses, 5 à 7 jaar vooruit, te maken.

Impact infrastructuur op wegvervoer

Nederland heeft een sterk ontwikkelde infrastructuur voor wegvervoer. Toch heeft deze infrastructuur ook kwetsbaarheden. Gehele wegen kunnen afgesloten worden door ongelukken of onderhoud. De transportsector kan veel hinder ervaren, zowel economisch als logistiek, als deze kwetsbaarheden zich uiten. Daarom is het van belang om voor essentiële infrastructuur/ bottlenecks in kaart te kunnen brengen wat voor vervoer gebruikt maakt van een bepaalde wegvakken (links). Hierbij kan geanalyseerd worden welke herkomst-bestemming combinaties impact kunnen ondervinden en wat de goederenmix over deze link is.

Om de mogelijkheden die BasGoed biedt te onderzoeken is er een analyse gemaakt van drie oeververbindingen op het hoofdwegennet: de Moerdijkbrug (A16), de Merwedeburg (A27) en de Nijhoffbrug (A2).

De analyses laten het zien dat het model analyses mogelijk maakt van de samenstelling en herkomsten en bestemmingen van het vrachtverkeer over of door knelpunten in het wegennet. Het detailniveau van het model maakt het mogelijk om dieper in te gaan op de segmenten die afhankelijk zijn van een knelpunt: de combinatie van goederensoorten en herkomst of bestemming maakt het mogelijk om een betere inschatting te hebben welke sectoren het meeste hinder ondervinden en in welke mate.

De verschillende use-cases die werden onderzocht laten duidelijk een verschillend beeld zien van het bedieningsgebied, of corridor die bediend wordt.

De analyses kijken nu naar het eerste effect: welke goederenstromen maken gebruik van de infrastructuur? Een vervolgvraag is wat een afsluiting betekent: chauffeurs gaan dan omrijden, wat een waterbedeffect geeft op de omgeving. De verkeersafwikkeling op het hoofdwegennet zal veranderen. Dit is in deze eerste analyse nog niet bepaald.

Impact productiestructuren

Het tijdelijk stilvallen van transportstromen, door bijvoorbeeld een vervoersverbod op producten (veetransport) heeft impact op productieprocessen in specifieke regio's. We hebben verschillende use-cases uitgewerkt waarbij de impact van het wegvallen van één productgroep op het productieproces van

een ander product kan worden gekwantificeerd in regionale transportstromen. We hebben 3 verschillende productieprocessen geanalyseerd voor verschillende Nederlandse COROP (NUTS-3) regio's. De hebben een aantal regio's onderzocht die georiënteerd zijn op logistiek of productie: West Noord-Brabant, Noordoost Noord-Brabant en Noord-Limburg.

De analyses laten zien dat de productiestructuren regionaal sterk verschillen: zowel in de geografische verdeling van aan- en afvoer relaties als de gebruikte modaliteiten. De informatie in het strategische goederenmodel kan gebruikt worden om deze verschillen inzichtelijk te maken. De analyses zijn wel beperkt tot het niveau van de CPA productcategorieën uit de MRIO tabel in BasGoed. Ook wordt opgemerkt dat de provinciale handelsdata geregionaliseerd zijn op basis van transport statistiek: de MRIO-tabel uit BasGoed is daarmee de meest nauwkeurige inschatting van de werkelijkheid.

De patronen laten een plausibel beeld zien. Wegvervoer is voor de meeste onderzochte use-cases de belangrijkste vervoerwijze. Voor de aanvoer van grondstoffen voor de productieprocessen wordt relatief vaker binnenvaart ingezet. Dit is een plausibel resultaat omdat het in deze productgroepen vaker om bulkachtige goederen met grotere volumes gaat.

De MRIO tabel in BasGoed is gedefinieerd op productgroep relaties: dus van een productgroep wordt beschreven welke producten, uit welke aanvoer regio's gebruikt wordt. Er kan niet direct een uitsnede gemaakt worden van een industrie sector. Hiervoor is in de laatste use-case wel een uitwerking gemaakt om toch een uitspraak op sector niveau te doen. Voor deze inschatting zijn extra data en veronderstellingen gebruikt om de MRIO tabel te verrijken: de uitkomsten achten wij daarom minder nauwkeurig dan die voor productgroepen.

Impact laagwater op productielocaties

De waterstand in rivieren fluctueert in de tijd wat in geval van lange periodes van laagwater de 'normale' operatie van de binnenvaart verstoort. Binnenvaartschepen kunnen minder lading meenemen vanwege de lagere waterstand of kunnen in uitzonderlijke gevallen helemaal niet varen, of er kan vaker gevaren worden met kleinere schepen. Met de verandering van het klimaat verandert ook de hoeveelheid water die door de rivieren stroomt. De verwachting is dat de periodes van veel water en van extreme droogte in de toekomst vaker voorkomen dan nu het geval is.

Daarom is voor een tijdreeks van waterstanden en binnenvaart vervoer gekeken naar de impact van het laagwater op de capaciteit van het vervoer per binnenvaart. Welke goederenstromen ondervinden hier hinder van? Hoe groot is dan het knelpunt dat ontstaat? Voor de uitvoering van deze use-case is gekeken naar de laagwater periode van 2018: dat jaar kende een lange laagwaterperiode.

Allereerst blijkt dat door de lage waterstanden bij Lobith binnenvaartschepen minder goederen meenemen: de gemiddelde belading van de schepen neemt af. In periodes van laagwater zien we dat er meer reizen worden gemaakt. Een deel van de lagere belading per schip wordt gecompenseerd door meer scheepsreizen te maken. Alleen zit er een maximum aan het aantal extra reizen dat gemaakt kan worden, het aantal binnenvaartschepen en aantal schippers is beperkt. Voor de laagwater periode in 2018 zien we duidelijk dat er minder goederen worden vervoerd dan in andere vergelijkbare periodes zonder laagwater.

De analyses laten zien dat met name het vervoer van bulkgoederen wordt beïnvloedt zoals het vervoer van metaalerts en delfstoffen (goederengroep 3), steenkool, aardolie en aardgas (goederengroep 2), en cokes en aardolieproducten (goederengroep 7). Omdat de binnenvaart over de Rijn en IJssel veel regio's in Nederland bedient wordt het vervoer van en naar bestemmingen in heel Nederland beïnvloed. Voor containervervoer geldt dat vooral de stromen van en naar Rotterdam hinder ondervinden.

De afname van het binnenvaartvervoer in de laagwater periode bedraagt circa 90 kton vervoer per dag. Als niet alle goederen met de binnenvaart kunnen worden vervoerd is de vraag of er genoeg restcapaciteit bij andere modaliteiten beschikbaar is om de niet vervoerde goederen te vervoeren. Vanuit een inschatting van ProRail is bekend dat in de laagwater periode er 10 goederentreinen per dag meer dan gebruikelijk rijden. Deze 10 extra treinen per dag kunnen alleen maar een klein deel van de niet vervoerde tonnen binnenvaart opvangen (circa 10%). Welk deel van het vervoer via wegvervoer is getransporteerd of niet is vervoerd is niet te achterhalen in de statistieken voor het wegvervoer.

Conclusies en discussie

De analyses van de impact van weginfrastructuur op wegvervoer laat zien dat gedetailleerder analyses van de samenstelling en herkomsten en bestemmingen van het vrachtverkeer over of door specifieke knelpunten in het wegennet mogelijk zijn. De analyse van productiestructuren maakt inzichtelijk aan de hand van een analyse van de MRIO tabel uit BasGoed hoe de aanvoer en afvoer stromen van het productieproces van een productgroep verlopen. De binnenvaartreizen uit BasGoed zijn geanalyseerd voor een lange laagwaterperiode in 2018 waaruit blijkt dat de gemiddelde belading van de scheepsklassen met grotere diepgang sterk was gedaald.

Ook is duidelijker geworden welke analyses (nog) niet mogelijk zijn met het model BasGoed. De analyse van de knelpunten in het hoofdwegennet laten nog niet de tweede-orde-effecten zien: dus wat gebeurt er met de verkeersafwikkeling en transporttijden en afstanden als chauffeurs moeten omrijden bij een afsluiting van een knelpunt. De analyses van productiestructuren zijn niet mogelijk voor gedetailleerde productgroepen.

Op basis van de toepassingen zijn een aantal aanbevelingen te doen over wat er meer zou kunnen om de analyses te verdiepen of te verbeteren. Een belangrijk punt daarbij is het verbeteren van de kwaliteit van de basisdata waarvoor verschillende initiatieven lopen waar de Topsector Logistiek ook bij betrokken is. Eén van de data initiatieven is het koppelen verschillende databronnen om informatie van de gehele (multimodale)transportketen te vormen. Het tweede grote initiatief is de automatisering van de dataverzameling van wegtransport. De datastandaard OTM speelt hier een belangrijke rol. Met een groter databestand zal het mogelijk zijn om de modellen met meer basisdata te onderbouwen en met grotere betrouwbaarheid representatieve patronen te simuleren voor wegvervoer.

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1. Inleiding	8
2. Methode	9
2.1 Beschrijving BasGoed	9
2.2 Uitgangspunten	10
3. Impact infrastructuur op wegvervoer	12
3.1 Inleiding	12
3.2 Uitgangspunten	12
3.3 Resultaten	13
3.4 Algemene conclusies bij de analyses	25
4. Impact productiestructuren	26
4.1 Inleiding	26
4.2 Uitgangspunten	26
4.3 Resultaten	27
4.4 Belangrijkste conclusies uit de analyses	38
5. Impact laagwater op productielocaties	39
5.1 Inleiding	39
5.2 Uitgangspunten	39
5.3 Resultaten	40
5.4 Belangrijke observaties uit analyse	47
6. Conclusies en discussie	48
6.1 Wat kan er al wel?	48
6.2 Wat kan er nog niet?	48
6.3 Validiteit	49
6.4 Aanbevelingen	49
Appendices	51
Appendix A: Samenstelling goederensoorten wegvervoer BasGoed 2018	52
Appendix B:	53

1. Inleiding

Dit rapport beschrijft het onderzoek dat Significance in opdracht van de Topsector Logistiek heeft uitgevoerd naar impactrelaties goederenstromen. Dit rapport geeft inzicht in de vraag: in welke mate zijn strategische goederenvervoermodellen geschikt om impactrelaties van goederenstromen weer te geven?

Met impactrelaties van goederenstromen verwijzen we naar de samenhang van transportbewegingen in het gehele productieproces, en hoe impacts van restricties in handel of transportinfrastructuur door kunnen werken op transport.

De impact van een transportbeweging is sterk afhankelijk van de positie in de hele transport- of productieketen. Om de impact beter te kunnen meten is het noodzakelijk om voor transportbewegingen de positie in de hele keten mee te nemen. Structurele supply chain data is niet beschikbaar voor onderzoek. Wij onderzoeken hier de mogelijkheden om met de beschikbare analyse instrumenten toch meer te kunnen zeggen over de samenhang van losse transporten met goederenvervoer en handelsstromen.. Het doel van deze verbetering is om beter inzichtelijk te maken welk type goederenstroom bijdraagt aan het gebruik van de transport infrastructuur en de impact op knooppunten. Met deze informatie kan het politieke besluitvormingsproces beter worden ondersteund in het evalueren en prioriteren van beleid.

Daarnaast is ook behoefte aan kwantificering middels deze indicatoren van kettingeffecten in de supply chain: wat is de rol van een bepaald goed/grondstof in de productieketen, welke eindproducten worden geraakt bij een schaarste aan dit specifieke goed? Zo is de import van veevoer gekoppeld aan zowel de productie van melk als de veehouderij (kippen/varkens/koeien), en het vervoer van slachtvee naar slachterijen en vlees naar afnemers. Producten in de basischemie zijn de bron voor een groot aantal eindproducten. Ook hier is de vraag wat er eventueel gezegd kan worden, bij eventuele knelpunten en schaarste, over zowel de impact als het (economisch/maatschappelijk) belang van een bepaald type transport. Dit leidt tot twee hoofdvragen voor dit onderzoek:

1. Hoe kan de impact berekend worden op het niveau van de goederenstromen tussen herkomsten en bestemmingen die afgehandeld worden via specifieke transportinfrastructuur? Dit kan van belang zijn als de infrastructuur beperkt wordt bijvoorbeeld door onderhoud aan infrastructuur of door laagwaterstanden.
2. Hoe kan de impact van ontwikkelingen in de supply chain, zoals schaarste van een grondstof, op de eindproducten en de bijbehorende vervoersbewegingen worden gekwantificeerd?

Om deze vragen te beantwoorden hebben we in dit onderzoek drie use-cases uitgewerkt. Dit betreft:

4. Om antwoord te geven op de eerste onderzoeksvraag gebruiken we een bottom-up benadering. We laten zien welke goederen er hinder ondervinden als er een bepaalde brug gesloten is. We visualiseren welke goederen er over een bepaalde weg rijden, zowel geografisch als welke goederen er worden vervoerd.
5. Om antwoord te geven op de tweede onderzoeksvraag gebruiken we een top-down benadering. We maken de productiestructuren inzichtelijk en laten zien hoe de input van goederen een relatie heeft met de geproduceerde goederen.
6. Een tweede voorbeeld van de eerste onderzoeksvraag is een uitwerking voor de binnenvaart. We bestuderen de laagwater periode in de Rijn en IJssel in het jaar 2018. We visualiseren welke impact deze laagwater periode heeft gehad.

Deze drie use-cases worden uitgewerkt met een strategisch goederenvervoer model, BasGoed. In hoofdstuk 2 beschrijven we dit model en de methode die we hebben gehanteerd om tot deze relaties te komen. Vervolgens worden de use-cases ieder in een apart hoofdstuk uitgeschreven, dit zijn hoofdstuk 3 tot en met 5. Dit rapport sluit af in hoofdstuk 6 met de conclusies en discussie van de resultaten.

2. Methode

De drie use-cases zijn uitgewerkt met het strategisch goederenvervoermodel BasGoed. In de eerste paragraaf van dit hoofdstuk beschrijven we in het kort hoe dit model werkt. Voor de use-cases zijn twee modules erg van belang, voor het inzichtelijk maken van de supply-chain is de economiemodule van belang en voor het inzichtelijk maken van de impact op het wegvallen van bepaalde infrastructuurlinks voor het wegvervoer is de logistieke wegvervoermodule van belang.

2.1 Beschrijving BasGoed

De Nederlandse overheid wil handel en transport faciliteren onder andere met de infrastructurele netwerken van wegen, vaarwegen en spoorwegen die de basis vormen voor transport gerelateerde activiteiten. Om deze netwerken goed te kunnen beheren, en eventueel uit te breiden, is het noodzakelijk om een prognose te hebben van het toekomstige verkeer en vervoer. Deze prognoses kunnen gemaakt worden op basis van de autonome groei van het verkeer. Maar het is ook wenselijk om de toekomstige effecten van beleidsmaatregelen in te kunnen schatten. Hiervoor is het **Bas**model voor **Goederenvervoer**, BasGoed, ontwikkeld (RWS, BasGoed). BasGoed is onderdeel van het modelinstrumentarium van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (I&W) dat beheerd wordt door Water, Verkeer en Leefomgeving, van Rijkswaterstaat. BasGoed beschrijft de hoeveelheid goederen die binnen Nederland vervoerd worden per spoor, over de weg en met de scheepvaart. Het model is geschikt om zowel lange termijn prognoses voor 2040 en 2050 op te stellen als middellange termijn prognoses, 5 a 7 jaar vooruit, te maken.

2.1.1 Overzicht

Het model is modulair opgebouwd en berekent achtereenvolgens:

- hoeveel goederen er geproduceerd en gebruikt worden in Nederland (economiemodule);
- hoeveel hiervan, van waar naar waar vervoerd wordt (distributiemodule);
- met welk vervoersmiddel dat gebeurt (modal split module);
- welke (multi)modale containerketen er wordt gekozen voor het containertransport (containerketenmodule);
- het aanmaken van (rond)ritten voor het wegvervoer (Logistieke Wegvervoermodule);
- de hoeveelheid reizen voor de binnenvaart (reizenmodule);
- hoeveel het zeevaart vervoer groeit (zeevaart module).

BasGoed maakt geen analyse van de stromen op de verkeersinfrastructuur: hiervoor worden de uni-modale modellen gebruikt voor het hoofdwegennet (LMS), de vaarwegen (BIVAS) en spoorvervoer (NEMO). Voor wegvervoer berekent BasGoed in de Logistieke Wegvervoermodule rondritten, en als onderdeel daarvan worden de routes van vrachtwagens bepaald. Dit gebeurt niet met een evenwichtstoedeling zoals in het LMS, maar met een algoritme wat routepaden zoekt op een netwerk met constante verkeersafwikkeling.

2.1.2 Economie module

De economiemodule in BasGoed voorspelt hoeveel goederen in het prognosejaar van BasGoed geproduceerd en geconsumeerd zullen worden. In deze module wordt op basis van een multiregionale input-output tabel (MRIO) een voorspelling gemaakt van de groei van de vervoerde goederen. De MRIO tabel beschrijft de wereldeconomie per BasGoed zone en voor 66 productgroepen.

Groei van handelsstromen berekenen

Een belangrijke functie van de economie module is het berekenen van de MRIO prognose tabel. Hierin wordt op basis van een MRIO-tabel voor het basisjaar een prognose gemaakt van de handelsstromen. Op basis van de MRIO-tabel voor het basisjaar en een aantal scenariobestanden wordt een prognose berekend. De scenariobestanden bestaan uit de BBP groei van landen/ landengroepen en de regionale

bevolkingsgroei per BasGoed zone. Daarnaast is er de mogelijkheid om de ontwikkeling van de handelstabellen te beïnvloeden door aanpassing van verschillende coëfficiënten.

Met de *preferentiecoëfficiënten* kan de verdeling van de producten die worden geconsumeerd veranderd worden. De handelsbalans (de verhouding tussen import en export van goederen en diensten) van landen kan worden aangepast, door de verhouding tussen de finale vraag en het BBP te veranderen. Daarnaast is het mogelijk om met de technische coëfficiënten rekening te houden met veranderingen in het productieproces. Ten slotte kan met de handelscoëfficiënten het handelspatroon worden beïnvloed.

De uitvoer van de MRIO prognose module bestaat uit de handelsstromen tussen de verschillende zones uitgesplitst naar de verschillende productgroepen in monetaire waarde. De volgende stap is het omzetten van deze monetaire waarde naar het vervoerde gewicht met behulp van een waarde-gewicht verhouding. Met een ontwikkeling in de waarde-gewicht verhoudingen kan rekening worden gehouden met dematerialisatie.

Met behulp van een koppeltabel tussen de gehanteerde productgroepen in de MRIO-tabel en BasGoed goederengroepen worden productie consumptie matrices per BasGoed goederengroep afgeleid.

2.1.3 Logistieke wegvervoermodule

De LWM berekent een prognose van het aantal rondritten naar voertuigtype voor vrachtvervoer (hierna 'wegvervoer'). Voor wegvervoer wordt gesimuleerd hoe de prognose van het vervoerd gewicht voor wegvervoer via logistieke keuzeprocessen wordt vertaald naar rondritten waarin goederen in lossen zendingen, eventueel meerdere per rondrit, worden gedistribueerd. Daarbij wordt het vervoerd gewicht via strategische keuzes zoals zendinggrootte en distributiekanaal keuze, omgerekend naar individuele zendingen. Vervolgens worden de individuele zendingen toegekend aan rondritten om te komen tot de verkeersbewegingen op het netwerk en de daaraan gerelateerde emissies.

De eerste stap in het wegvervoer segment is de zendingen synthese: het omrekenen van de prognoses van het vervoerd gewicht voor wegvervoer naar individuele zendingen via de keuzes: distributiekanaal, sourcing, zendinggrootte en voertuigtype.

De distributiekanaal keuze houdt in dat wordt bepaald welk aandeel van alle goederen via distributiecentra wordt afgehandeld. Dit wordt gesimuleerd via goederensoort afhankelijke aandelen direct/indirect vervoer. Deze aandelen zijn in te stellen in de logistieke-scenariobestanden.

'Sourcing' houdt in de toekenning van de goederen aan verzenders en ontvangers. Eenvoudig gezegd: als de ontvanger is bepaald wordt op basis van een afstandvervalfunctie een leverancier gekozen. Verzenders en ontvangers kunnen productie- en consumptielocaties zijn, distributiecentra, of multimodale terminals. Voor de zendingen die van een productielocatie vertrekken of bij een consumptielocatie aankomen wordt dit gedaan op basis van de werkgelegenheid per bedrijfssector en de make/use kansen van deze bedrijfssectoren. Goederen die indirect worden vervoerd worden toegekend aan de zones met distributiecentra in de BasGoed regio. Ten slotte worden de goederenstromen omgezet in zendingen met een geprefereerd voertuigtype via een discreet keuzemodel.

De volgende stap is het simuleren van de planning van logistieke rondritten: de individuele zendingen worden daarbij toegekend aan rondritten. Om de rondrit compleet te maken wordt lege rit toegevoegd terug naar de locatie van vertrek. De logistieke planning wordt afgesloten met het toekennen van het vertrektijdstip van de rondrit. Dit vertrektijdstip wordt bepaald op basis van een waargenomen vertrektijdstipverdeling per goederensoort uit CBS-data. Deze verdeling is in te stellen in de scenariobestanden. Resultaat na deze stap zijn rondritten voor al het goederenvervoer over de weg dat in de voorgaande modules is berekend.

2.2 Uitgangspunten

Om de werking van BasGoed goed te begrijpen is het ook noodzakelijk om de data die in het model wordt gebruikt goed te begrijpen. In goederenvervoermodelering spelen twee type datasets een belangrijke rol, zie Figuur 1. Aan de ene kant heb je de transportdata die per modaliteit aangeeft hoeveel goederen er worden getransporteerd. Het CBS publiceert voor deze modaliteiten het vervoerde gewicht in tonnen en de vervoersprestatie in tonkilometers, binnen Nederland. Dezelfde databases als het CBS gebruikt worden ook gebruikt om bestanden te creëren die voor BasGoed beschrijven tussen welke zones welke goederen er worden getransporteerd. Wat in deze data wel ontbreekt is of en hoe deze verschillende modaliteiten in combinatie worden gebruikt om goederen van productie naar consumptielocatie te

vervoeren. De keten aan verplaatsingen is niet bekend. Daarnaast is er ook veel economische data beschikbaar zoals de toegevoegde waarde, export en import statistieken. Deze zijn vaak per sector of product beschikbaar en alleen voor grote gebieden. Deze statistieken worden gebruikt om Input Output tabellen te maken. Deze tabellen beschrijven het productieproces; welke input is er nodig om bepaalde output te maken. Voor regionaal economische analyses worden deze input output tabellen ook nog eens geregionaliseerd, dit levert een multi-regionale input output tabellen op. Deze tabellen geven de supply-chain van goederen weer en laten zien waar de productie en consumptie locatie is maar geven niet aan welke vervoersmiddelen zijn gebruikt om goederen tussen deze locaties te transporteren.

Economische data (Meestal uitgedrukt in economische waarde van de goederen en diensten)	Transportdata (Hoeveel goederen vervoerd)	Verkeersdata (Voertuigen op de infrastructuur)
• Toegevoegde waarde • Export- en import statistieken • I/O databases	• Wegvervoer enquête • Binnenvaartreizen • Spoorvervoer • Zeevaart overslag	• Tellingen RWS • Scheepsbewegingen IVS

Figuur 1 - Welke type data zijn er beschikbaar voor strategische goederenvervoermodellen

De impact van de ontwikkelingen in de supply chain, zoals schaarste van een grondstof en de bijbehorende vervoerbewegingen worden in kaart gebracht in hoofdstuk 4. De belangrijkste informatiebron voor deze analyse bestaat uit de economische data waarin de benodigde grondstoffen voor het maken van andere producten staat beschreven. Deze informatie is ook regionaal van aard. Binnen deze analyse verrijken we deze informatie met de transportdata.

De andere twee analyses zijn gebaseerd op transportdata, één use-case kijkt specifiek naar wegvervoer en één use-case naar laagwater bij de binnenvaart. Voor de binnenvaart kan de analyse direct uitgevoerd worden op de transportdata omdat al het binnenvaart transport volledig gemeten en beschikbaar is. Voor het wegvervoer kunnen we niet direct gemeten transport data gebruiken omdat deze niet voor al het wegvervoer bestaat. Daarom maken we gebruik van een model wat de wegvervoerbewegingen voorspelt; de Logistieke Wegvervoermodule in BasGoed.

3. Impact infrastructuur op wegvervoer

3.1 Inleiding

Nederland heeft een sterk ontwikkelde infrastructuur voor wegvervoer. Toch heeft deze infrastructuur ook kwetsbaarheden. Gehele wegen kunnen afgesloten worden door ongelukken of onderhoud. De transportsector kan veel hinder ervaren, zowel economisch als logistiek, als deze kwetsbaarheden zich uiten. Daarom is het van belang om voor essentiële infrastructuur/ bottlenecks in kaart te kunnen brengen wat voor vervoer gebruikt maakt van een bepaalde wegvakken (links). Hierbij kan geanalyseerd worden welke herkomst-bestemming combinaties impact kunnen ondervinden en wat de goederenmix over deze link is.

Om de mogelijkheden die BasGoed biedt te onderzoeken is er een analyse gemaakt van drie oeververbindingen op het hoofdwegenet:

- De Moerdijkbrug – A16
- De Merwedeburg – A27
- De Nijhoffbrug – A2

De onderstaande analyse is een voorbeeld van mogelijke resultaten die gerealiseerd kunnen worden. Er is een generieke methode ontwikkeld om voor alle links in het hoofdwegenet eenzelfde analyse uit te voeren. Daarnaast biedt de data de mogelijkheid voor verdere analyses.

3.2 Uitgangspunten

Deze analyse is uitgevoerd op basis van de Logistieke WegvervoerModule (LWM) van BasGoed, zie §2.1.3. Deze module berekent een prognose van het aantal rondritten naar voertuigtype voor vrachtvervoer (wegvervoer). Voor deze testcase is de module gedraaid voor 5 simulatiedagen en vervolgens gemiddeld naar 1 dag. Het berekenen van uitkomsten voor meerdere dagen is een standaard aanpak in deze module, dit om het effect van uitschieters door de randomloting in het model te verminderen.

Voor alle rondritten bepaalt het model een route. Daarbij wordt data verzameld van alle voertuigen die tijdens een rit over een specifieke link rijden, een zogenaamde selected-link analyse. Dit betekent dat er voor een specifieke link wordt aangegeven welke ritten over deze link heen gaan. Van deze ritten weten we onder andere de herkomst en de bestemming, de goederensoort die vervoerd wordt en de hoeveelheid [ton] die vervoerd wordt. Daarbij maakt het model onderscheid naar verschillende vrachtwagentypen en containervervoer. Aangezien het gewicht per trip wordt bijgehouden weten we ook of het een beladen of 'lege' trip is.

Het model rekent met zeer fijne zonering (>6000 zones in NL) maar voor de analyses zijn de vertrek en eindpunten van ritten geaggregeerd: binnen Nederland naar COROP gebieden (NUTS-3 niveau) en voor het buitenland provincies (NUTS-2 niveau). Verder zijn de goederen gecategoriseerd in 13 goederensoorten.

Er zijn twee model eigenschappen die van belang zijn bij de interpretatie van de resultaten:

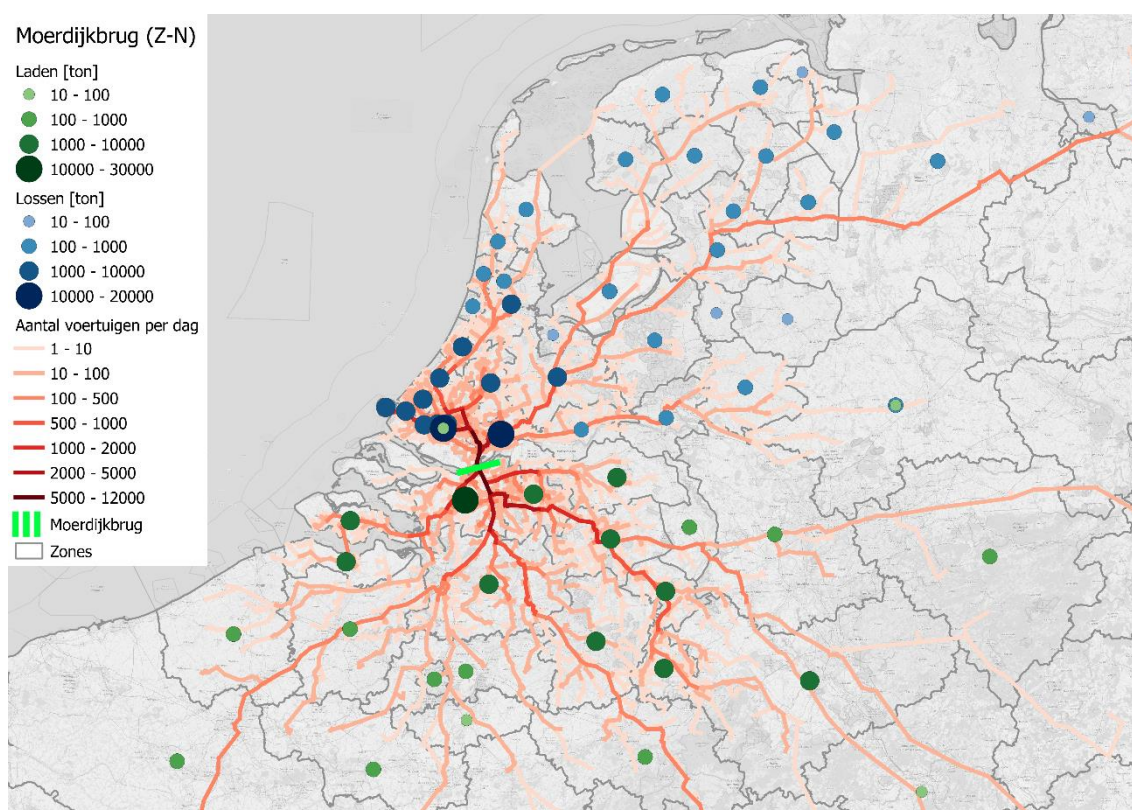
1. De LWM maakt gebruik van een alles-of-niets toedeling. Dit betekent dat het model altijd de route met de laagste gegeneraliseerde kosten (een variabele o.b.v. afstand, tijd en heffingen) kiest. In realiteit is de routekeuze meer een distributie. Het kan voorkomen dat route A enkele seconden sneller is dan route B. In de realiteit treedt er dan een spreiding over beide routes op. In dit model is dat dus niet het geval.
2. Transport voor/van het Verenigd Koninkrijk, Ierland en IJsland is gekoppeld aan 1 van de 5 havenbekkens in de haven van Rotterdam. Een verdeling over de verschillende havenbekkens in de haven zou tot een iets andere routekeuze kunnen leiden.

3.3 Resultaten

De volgende subparagrafen bevatten een selectie van de gemaakte visualisaties voor de drie geselecteerde links. In de figuren is de herkomst [laden] aangegeven in groen en de bestemming [lossen] in blauw.

3.3.1 Moerdijkbrug

De Moerdijkbrug overspant het Hollands Diep en is de langste rivierbrug van Nederland. In 2023 maakten ongeveer 145.000 voertuigen dagelijks gebruik van de brug. In Figuur 2 zijn de grootste herkomsten en bestemmingen van vrachtverkeer van zuid naar noord (?) over deze brug te zien. Daarnaast is de spreiding van het passerend vrachtverkeer over het wegennet te zien. Het is duidelijk zichtbaar dat de brug een belangrijke verbinding vormt tussen de havens van Rotterdam en Antwerpen. Bijna de helft van het vrachtverkeer dat de Moerdijkbrug in noordelijke richting passeert heeft een bestemming in Zuidwest-Holland en buigt af richting de A15. De herkomst van deze ritten is voor een groot deel de regio Antwerpen, Noord-Brabant en Zuid-Limburg. Vrachtverkeer dat de Moerdijkbrug gebruikt bedient heel Nederland.

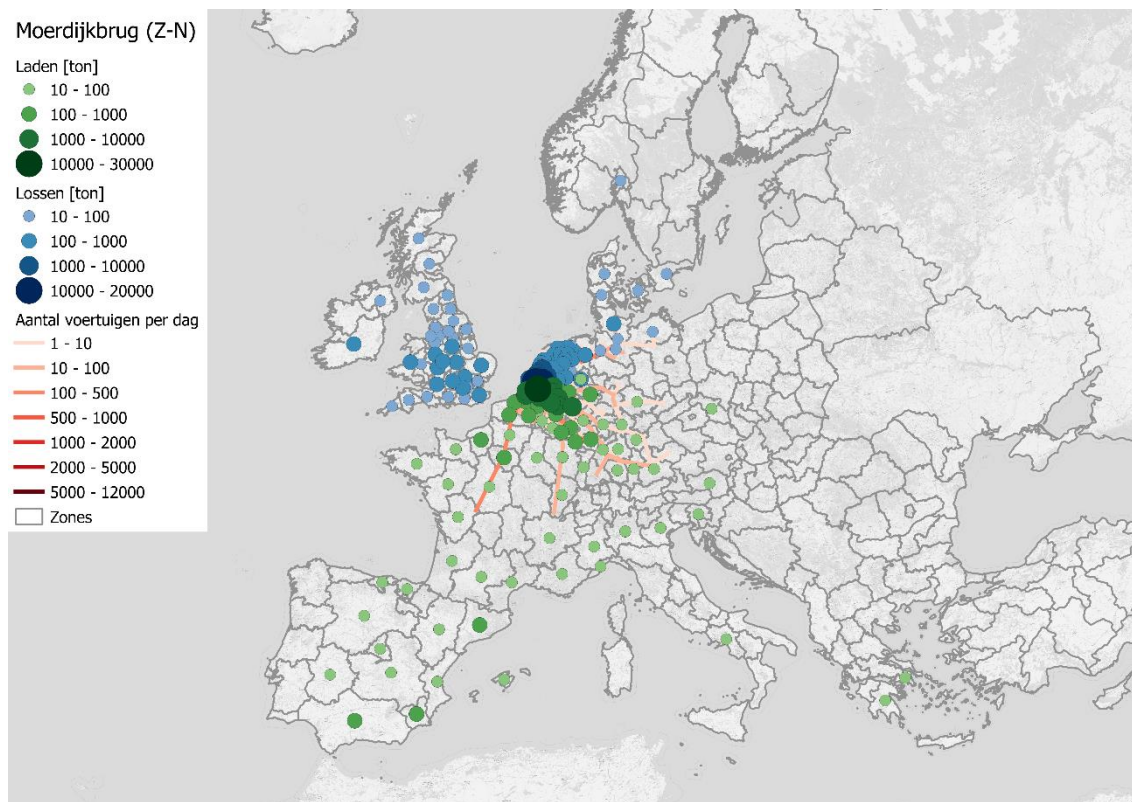


Figuur 2 - Vrachtvoertuigen per dag over de Moerdijkbrug van zuid naar noord Bron: BasGoed.

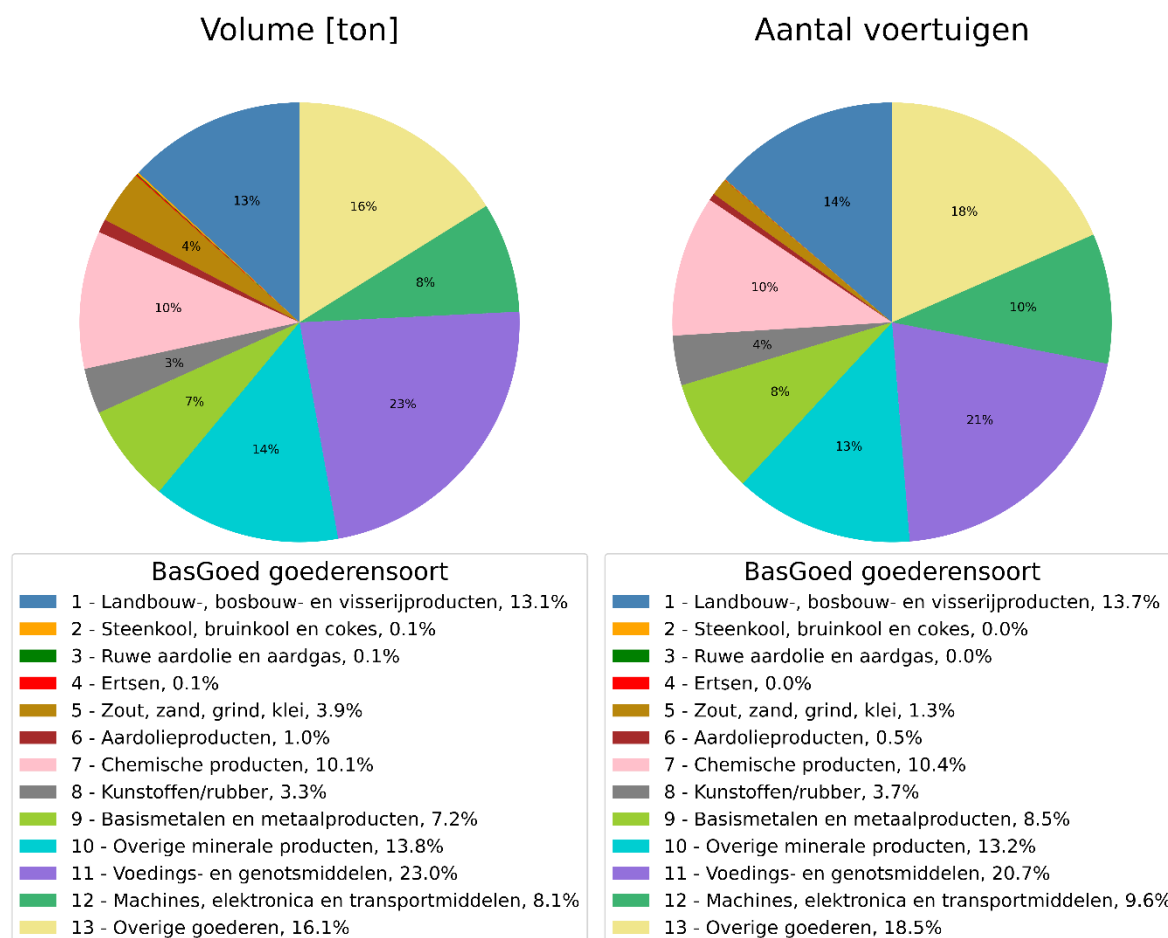
In Figuur 3 is dezelfde plot te zien op Europese schaal. Daarin is duidelijk zichtbaar dat er met name vracht uit Zuid-West en Centraal Europa over de Moerdijkbrug wordt vervoerd. Een deel van het vervoer dat niet voor Nederland bestemd is gaat naar Noord-Duitsland en Denemarken. Het grootste deel gaat via de haven van Rotterdam naar het Verenigd Koninkrijk en Ierland. In vergelijking met Merwedeburg en Nijhoffbrug ligt de spreiding van de herkomsten en bestemmingen van het goederenvervoer ook meer verspreid door Nederland en Europa. Daarmee heeft de Moerdijkbrug dus ook een groter belang in interregionale vervoerspatronen.

De verdeling over verschillende goederensoorten in zowel het gewicht en aantal voertuigen is weergegeven in Figuur 4. Voedings- en genotsmiddelen [11] vormt de grootste goederensoort met een aandeel dat ongeveer gelijk is aan het landelijke aandeel. Ten opzichte van het landelijk gemiddelde voor wegvoer, zie Tabel 6 in Appendix A, is meer vervoer van kunststoffen/rubber [8], basismetalen en metaalproducten [9] en overige minerale producten [10]. Daartegenover is er significant minder vervoer van zout, zand, grind en klei [6] en aardolieproducten [6].

Het is ook mogelijk de samenstelling van goederensoorten per herkomst- of bestemmingsregio te onderzoeken, of dezelfde analyse maar dan in andere rijrichting uit te voeren. Daarnaast kan ook verdere validatie/toetsing uitgevoerd worden, bijvoorbeeld door vergelijking van gesimuleerde samenstelling van de goederenmix met andere bronnen. Daarbij wordt wel opgemerkt dat de beschikbaarheid van deze bronnen beperkt is, omdat niet alleen de intensiteiten van vrachtvoertuigen nodig zijn, maar ook de lading die vervoerd wordt..



Figuur 3 - Vrachtoertuigen per dag over de Moerdijkbrug van zuid naar noord op Europese schaal. Bron: BasGoed.

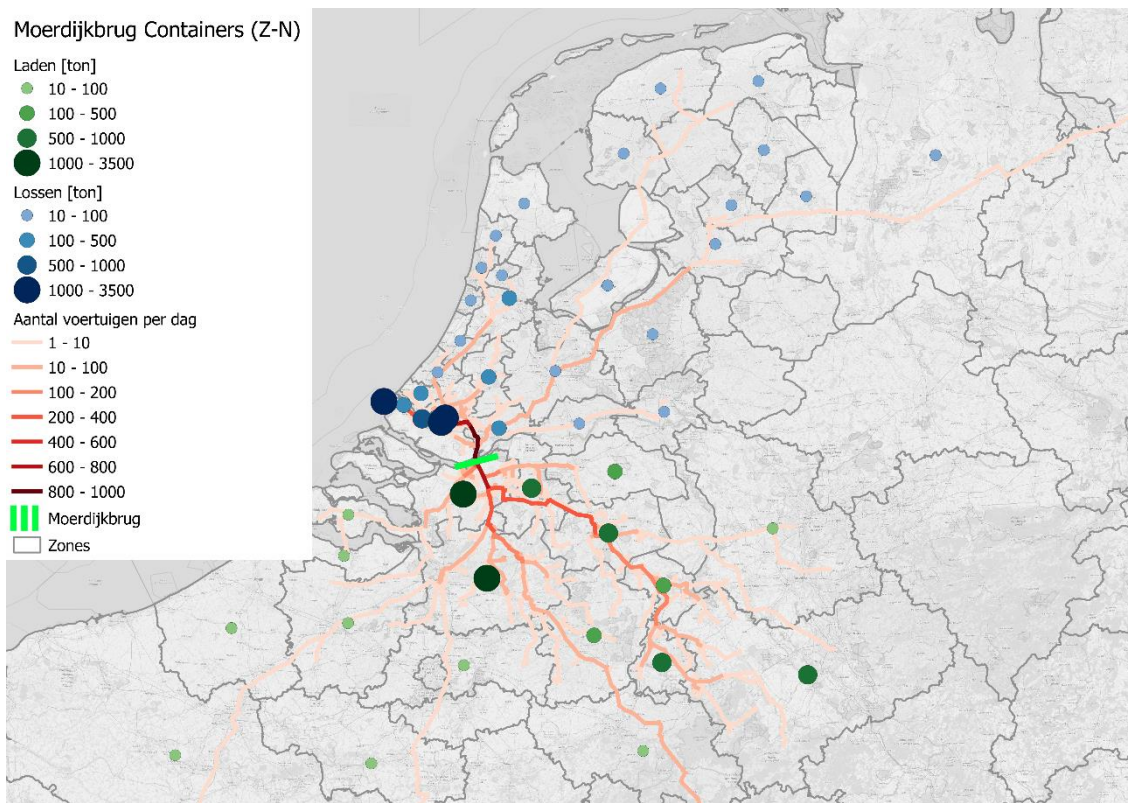


Figuur 4 - Samenstelling van het vrachtverkeer van zuid naar noord over de Moerdijkbrug in volume en aantal voertuigen. Bron: BasGoed.

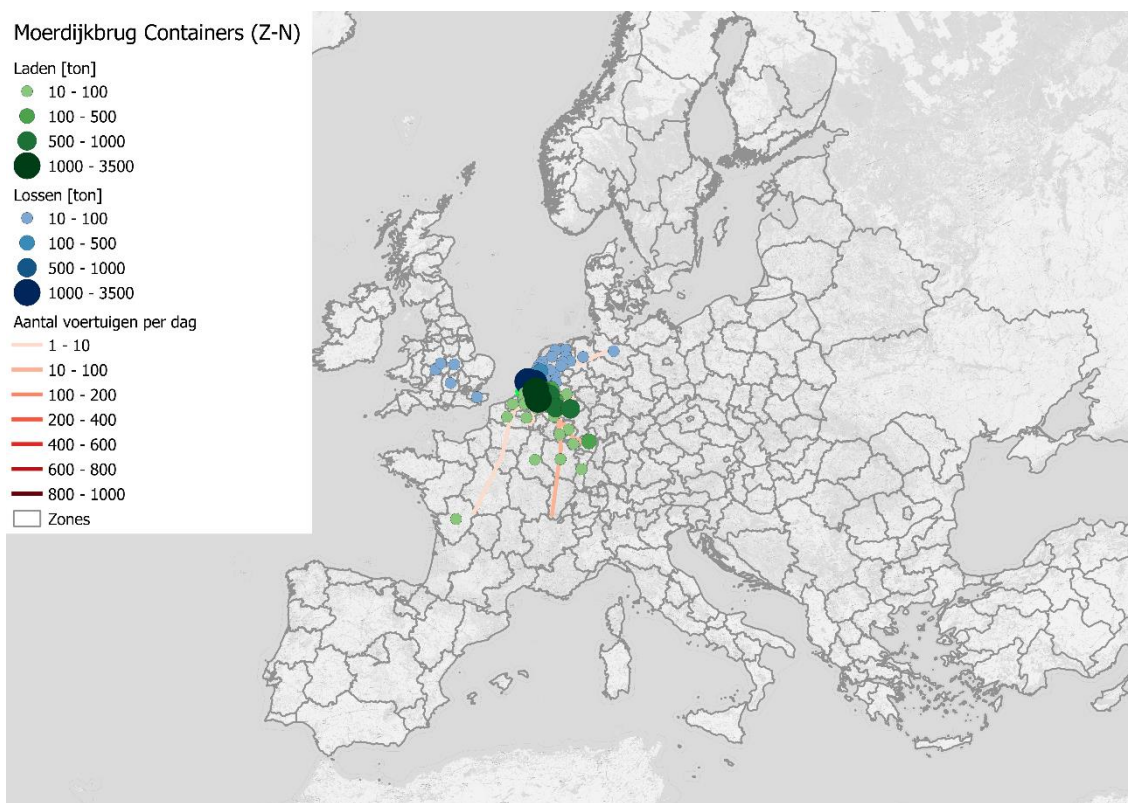
Containervervoer

In Figuur 5 en Figuur 6 zijn plots te zien van het containervervoer dat over Moerdijkbrug rijdt van zuid naar noord. Hier is extra duidelijk de sterke verbinding tussen de havens van Rotterdam en Antwerpen zichtbaar. De grootste herkomstzones zijn Noord-Brabant, Zuid-Limburg en de regio Köln. Daarnaast blijven de voertuigen vooral op de hoofdwegen en is er minder containervervoer wat gebruik maakt van het onderliggend wegennet. Het containervervoer lijkt ook voornamelijk op kortere afstanden plaats te vinden: in Figuur 6 is te zien dat alle herkomsten en bestemmingen binnen 200 km liggen.

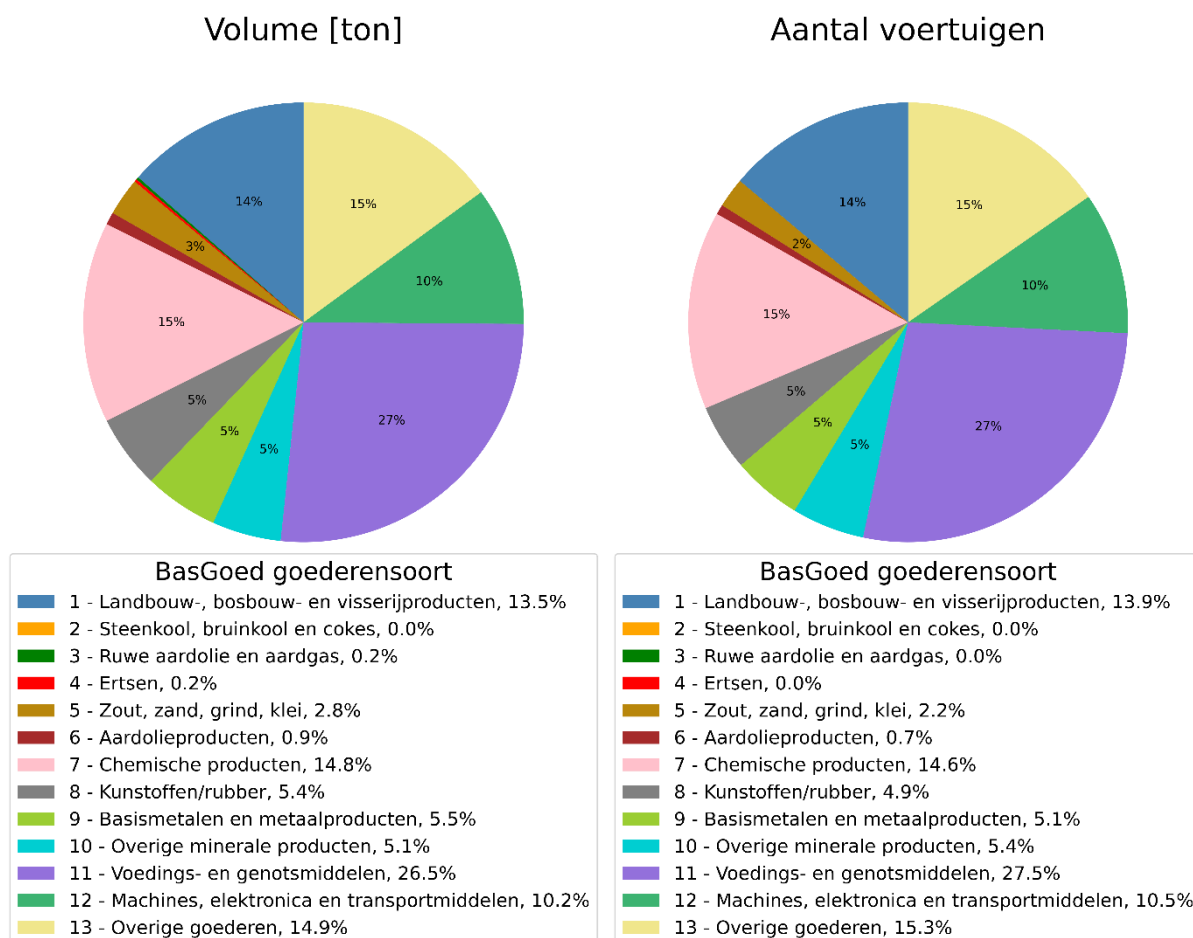
De samenstelling van containervervoer is iets anders dan voor al het vrachtvervoer. In Figuur 7 is te zien dat het aandeel voedings- en genotsmiddelen [11] en chemische producten [7] fors groter is in containervervoer. Terwijl het vervoer van overige minerale producten [10] kleiner is.



Figuur 5 - Containervervoer over de Moerdijkbrug van zuid naar noord in Nederland



Figuur 6 - Containervervoer over de Moerdijkbrug van zuid naar noord in Europa. Bron: BasGoed.



Figuur 7 - Samenstelling van het containervervoer van zuid naar noord over de Moerdijkbrug in volume en aantal voertuigen. Bron: BasGoed.*

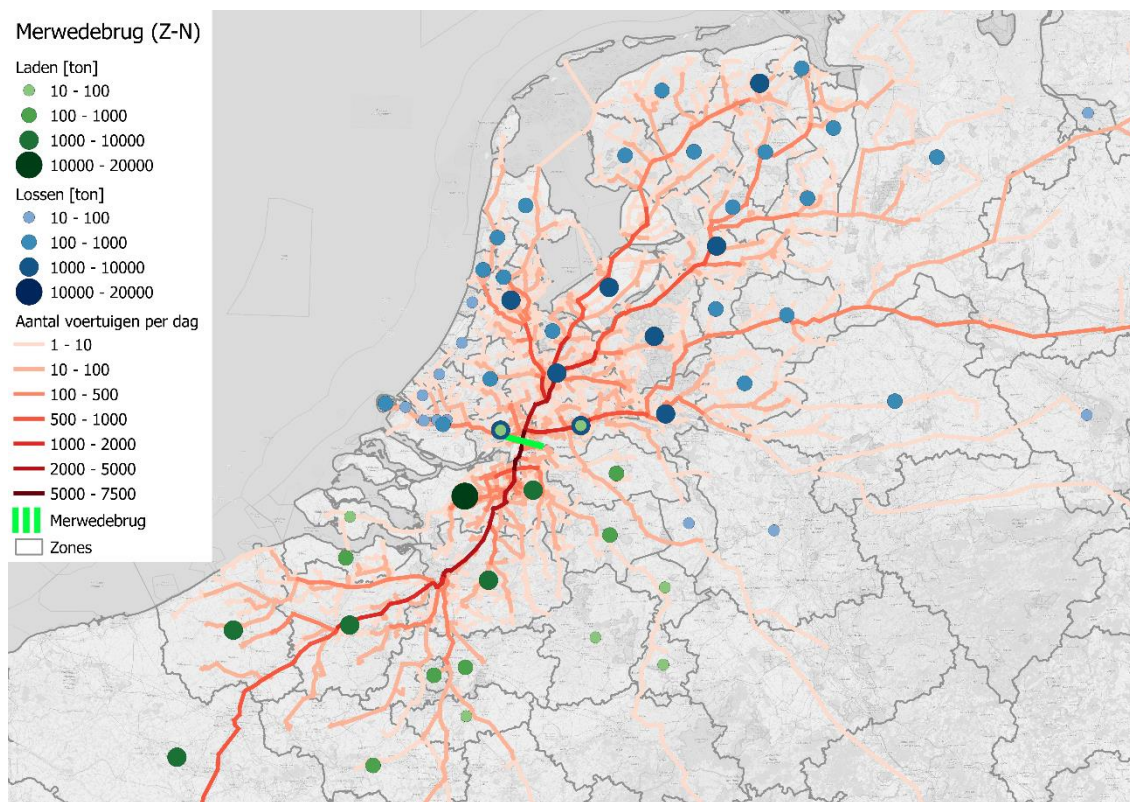
3.3.2 Merwedebrug

De Merwedebrug overspant de Merwede en dagelijks maakten er in 2023 ongeveer 94.000 voertuigen gebruik van deze overgang. Dit is een forse overbelasting ten opzichte van de ontwerpcapaciteit, onder andere hierom zijn er plannen om de brug te vervangen.

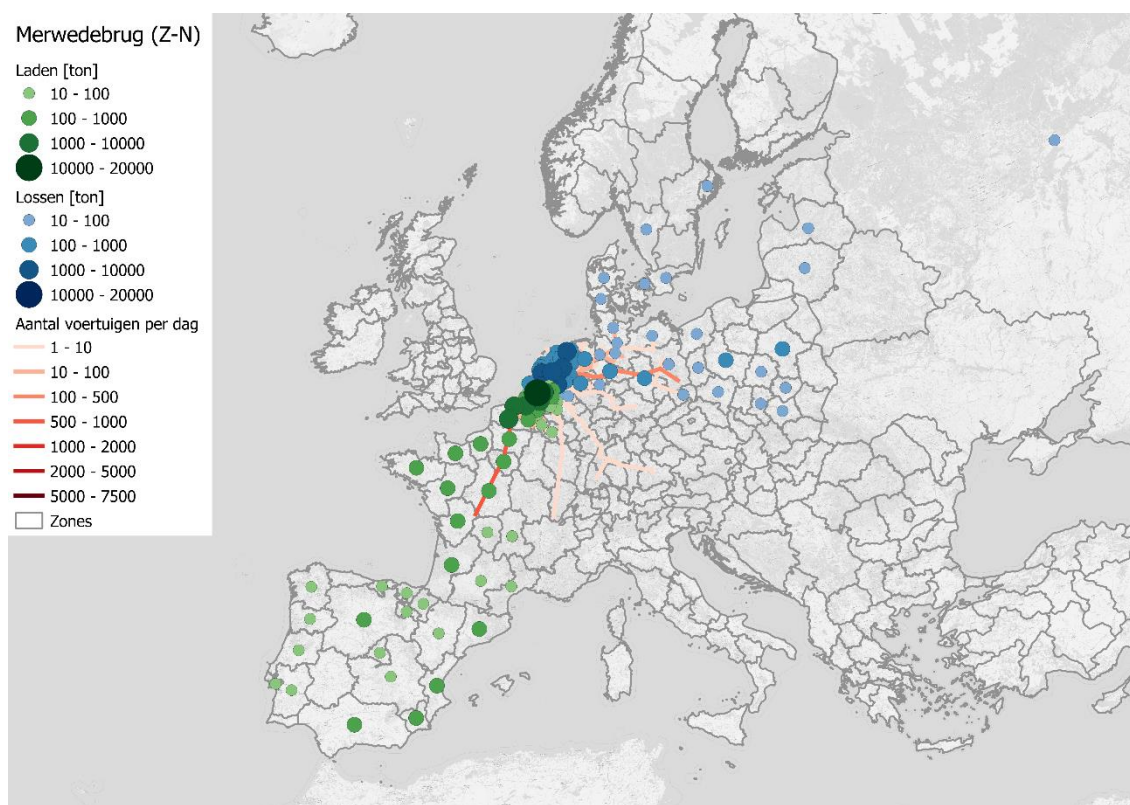
In Figuur 8 is duidelijk te zien dat het vrachtverkeer geconcentreerd blijft op één traject, in dit geval de A27. De regio Antwerpen is wederom de grootste herkomst, maar ook uit de rest van West-België komen grote volumes vracht. In plaats van de Rotterdamse haven gaat veel transport over deze brug naar centraal Nederland en Noord-Nederland.

Op de weergave van Europa in Figuur 9 is te zien dat de Merwedebrug een belangrijke connectie tussen West-Frankrijk, Portugal en Spanje biedt met Noord-Duitsland, Denemarken en Polen. Waar er via de Moerdijkbrug dus een groot aandeel vervoer van oost naar west plaatsvindt, gaat het vrachtvervoer over de Merwedebrug hoofdzakelijk van zuid naar noord.

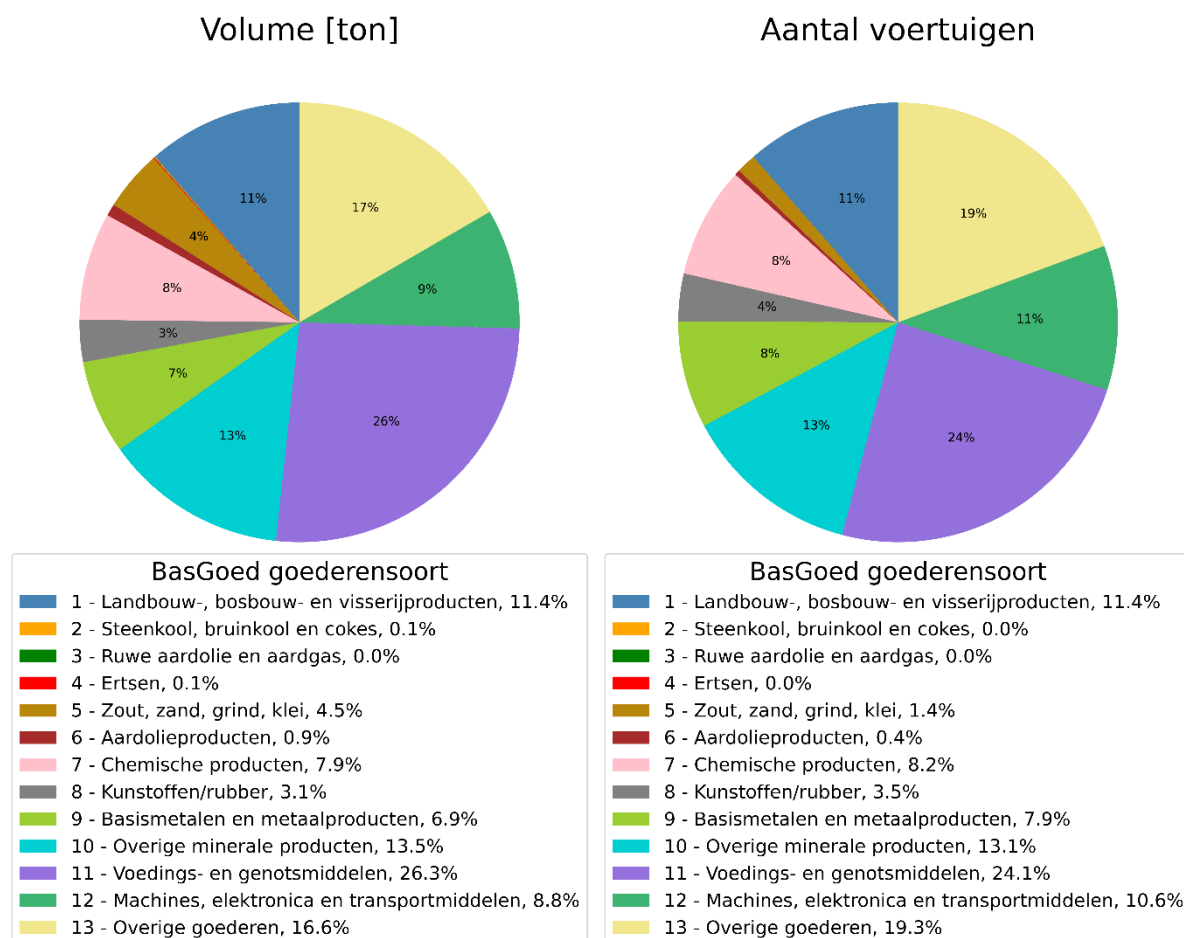
De taartdiagrammen in Figuur 10 geven wederom de verdeling over de goederensoorten van vrachtverkeer. Voedings- en genotsmiddelen [11] is wederom de grootste goederenstroom. In dit geval zelfs meer dan 10% groter dan het landelijk aandeel. Vooral basismetalen en metaalproducten [9], machines, elektronica en transport [12] en overige minerale producten [11] hebben een relatief groot aandeel. Daartegenover is er substantieel minder vervoer van zout, zand, grind en klei [6], steenkool, bruinkool en cokes [2] en aardolieproducten [6].



Figuur 8 - Vrachtoertuigen per dag over de Merwedebrug van zuid naar noord in Nederland. Bron: BasGoed.



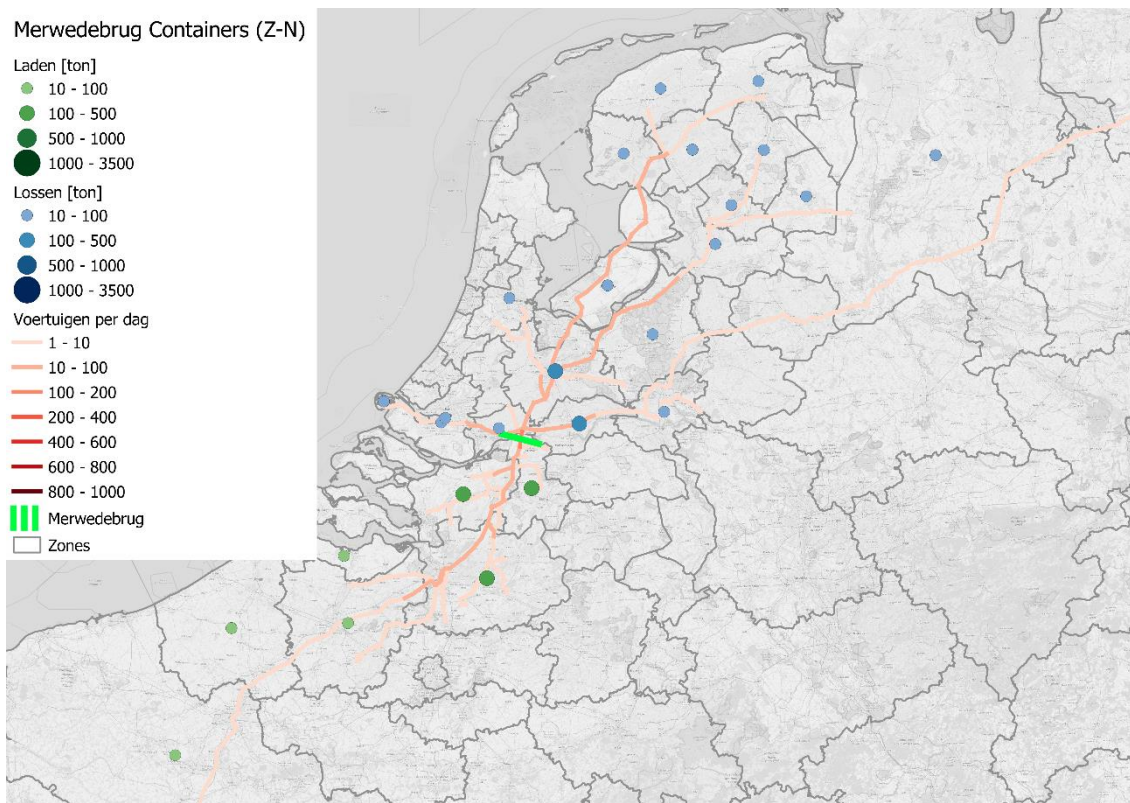
Figuur 9 - Vrachtoertuigen per dag over de Merwedebrug van zuid naar noord in Europa. Bron: BasGoed.



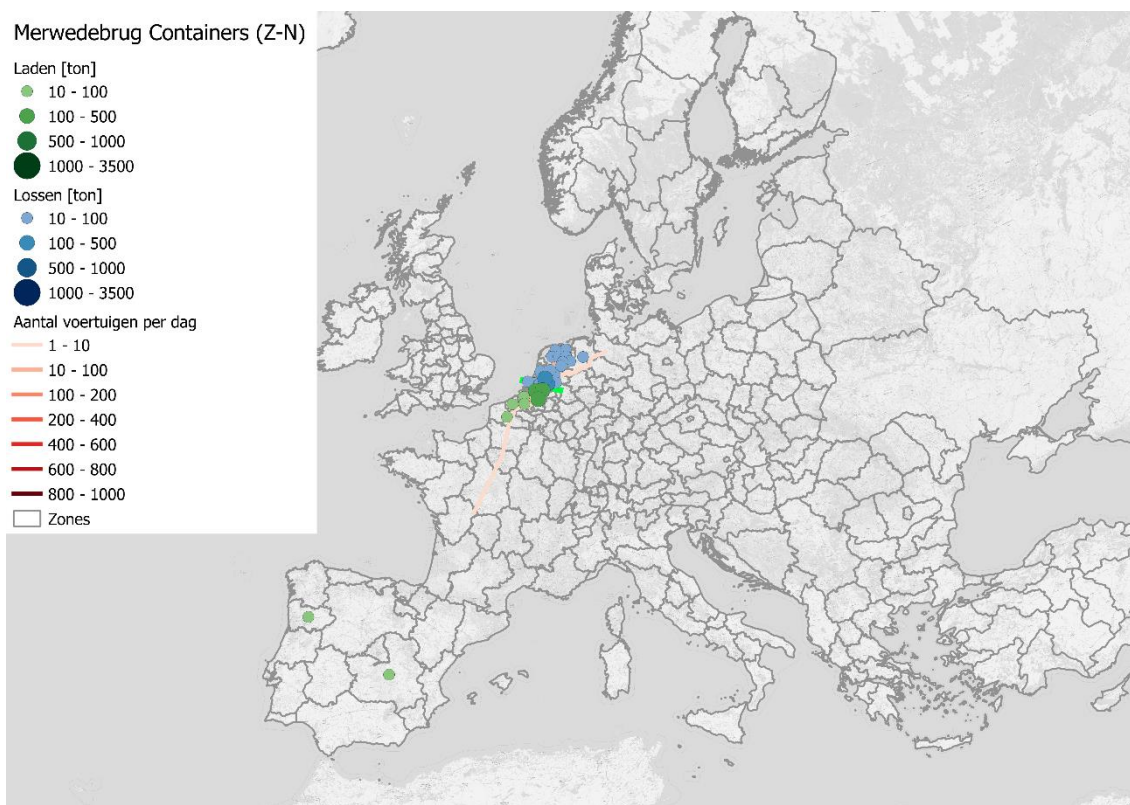
Figuur 10 - Samenstelling van het vrachtverkeer van zuid naar noord over de Merwedebrug in volume en aantal voertuigen Bron: BasGoed.

Containervervoer

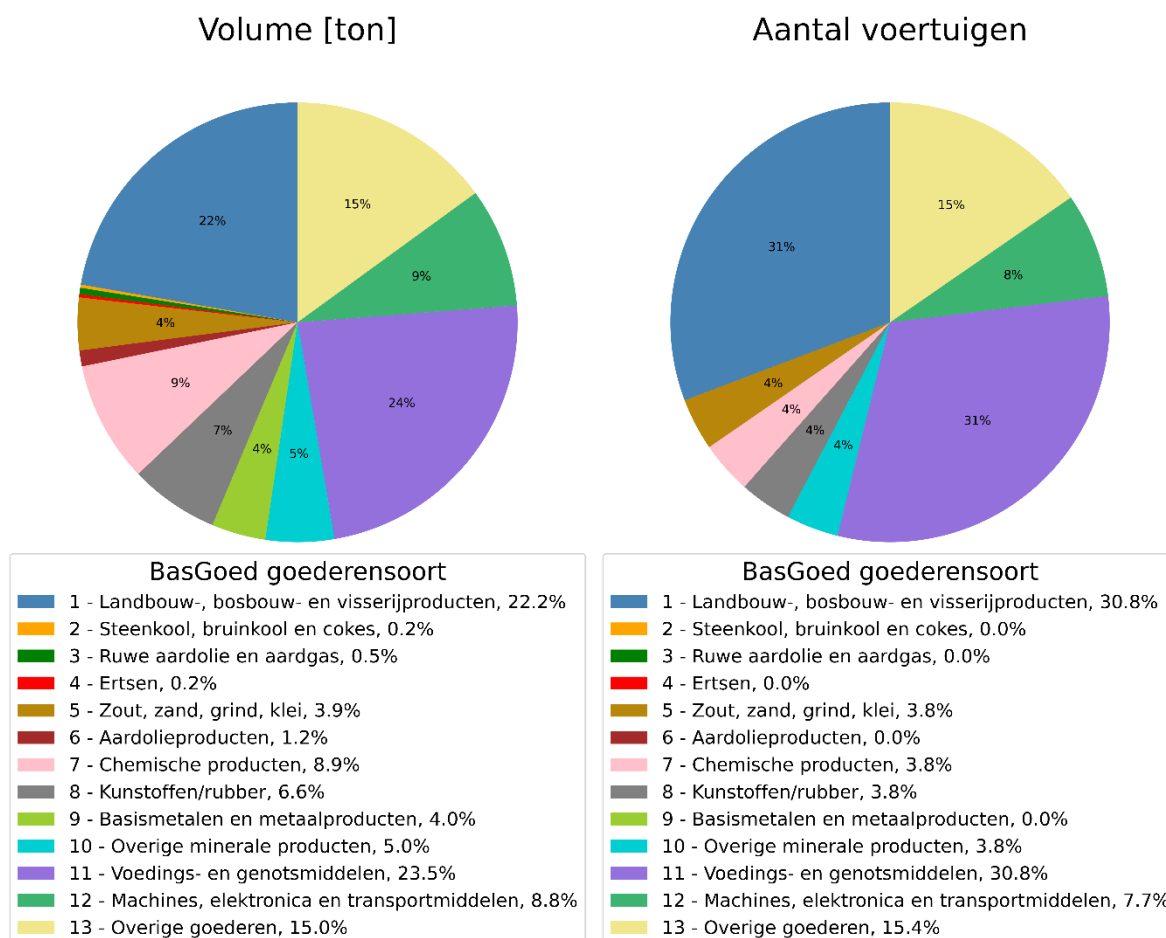
In vergelijking met de andere bruggen in deze analyse is er weinig containervervoer over de Merwedebrug. De herkomsten en bestemmingen liggen hoofdzakelijk in Nederland en België, zie Figuur 11 en Figuur 12. De samenstelling van het containervervoer is aanzienlijk anders dan van het totale vrachtverkeer over de Merwedebrug. Een kwart van het volume betreft voedings- en genotsmiddelen [11] en dit is meer dan 30% van het aantal voertuigen. Daarnaast is landbouw, bosbouw en visserijproducten [1] bijna net zo groot en dus meer dan tweemaal zo groot als bij het totale vrachtverkeer. Daartegenover zijn basismetalen en metaalproducten [9] en overige minerale producten [10] minder voorkomende goederensoorten in het containervervoer.



Figuur 11 - Containervervoer over de Merwedebrug van zuid naar noord in Nederland. Bron: BasGoed.



Figuur 12 - Containervervoer over de Merwedebrug van zuid naar noord in Europa. Bron: BasGoed.



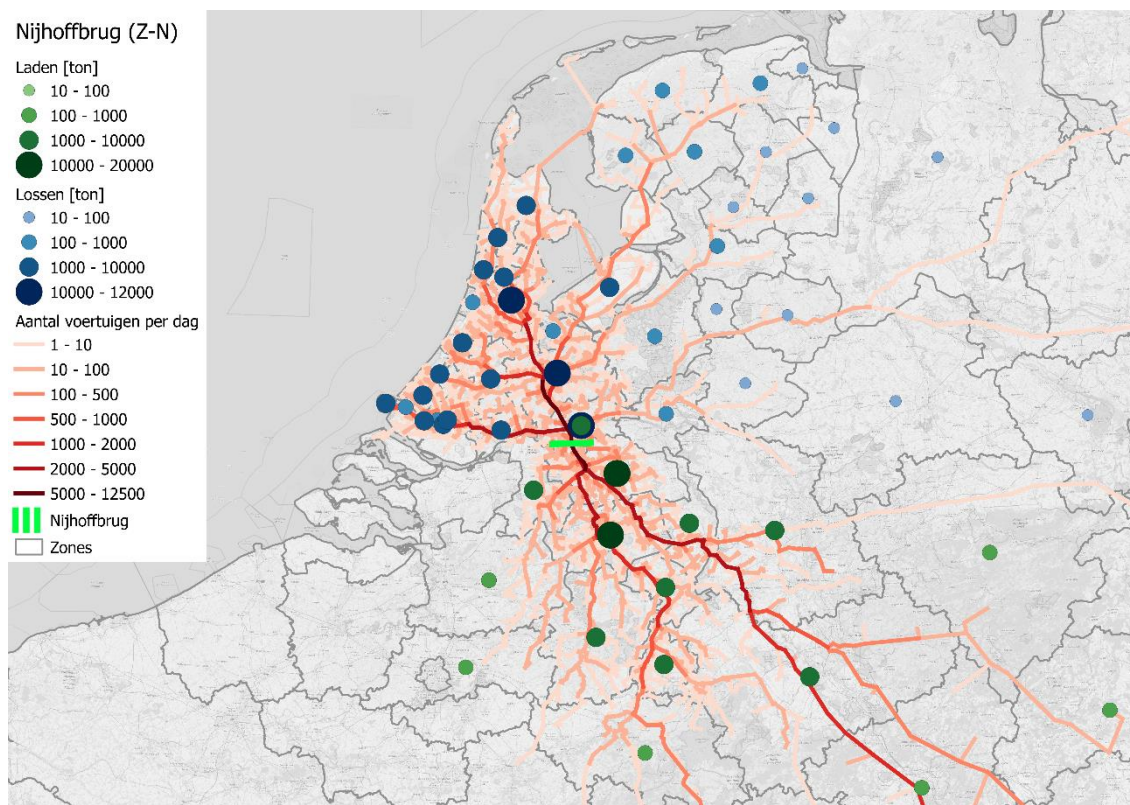
Figuur 13 - Samenstelling van het containervervoer van zuid naar noord over de Merwedeburg in volume en aantal voertuigen. Bron: BasGoed.

3.3.3 Nijhoffbrug

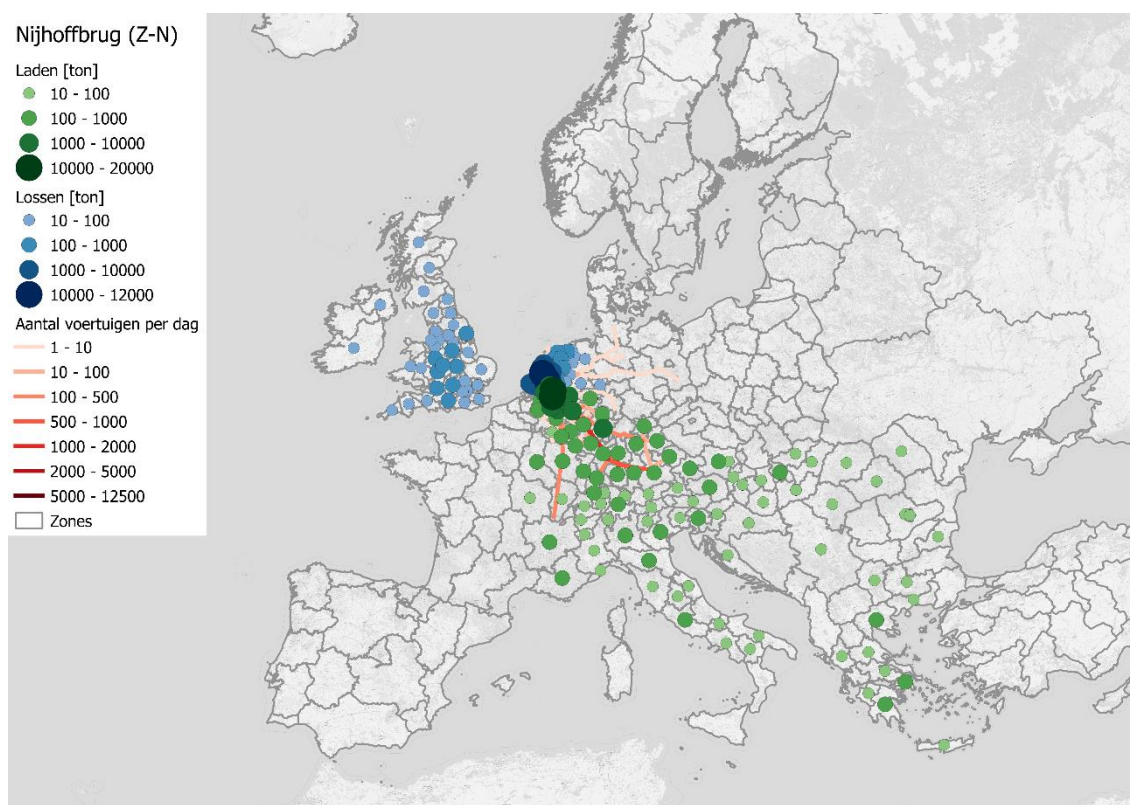
De Martinus Nijhoffbrug is een tuibrug over de Waal gelegen in de A2 met een intensiteit van ongeveer 137.000 voertuigen per dag. In Figuur 14 is te zien dat vrachtverkeer met name een bestemming heeft in Midden-West-Nederland, waarbij Amsterdam en Utrecht de grootste bestemmingen vormen. De brug is een belangrijke verbinding voor Zuidoost Nederland. Met ongeveer 12500 vrachtvoertuigen per dag is het de brug met de hoogste intensiteit van de drie bruggen in deze analyse. De verspreiding van het vrachtverkeer is vergelijkbaar met die van de Moerdijkbrug, waarbij het verkeer over de Nijhoffbrug voornamelijk naar de provincies Utrecht, Zuid-Holland en Noord-Holland gaat en minder naar Oost-Nederland.

Op de kaart van Europa in Figuur 15 is zichtbaar dat vracht voornamelijk uit Centraal- en Zuidoost-Europa komt. De Nijhoffbrug bedient dus andere deel van Europa dan de Moerdijk- en Merwedeburg. Bestemmingen zijn in de eerste plaats Nederland, het Verenigd Koninkrijk en Ierland, waarmee dit een belangrijke link is voor transport via de haven van Rotterdam. De Nijhoffburg speelt dus een minder grote rol in vervoer naar Noord-Europa.

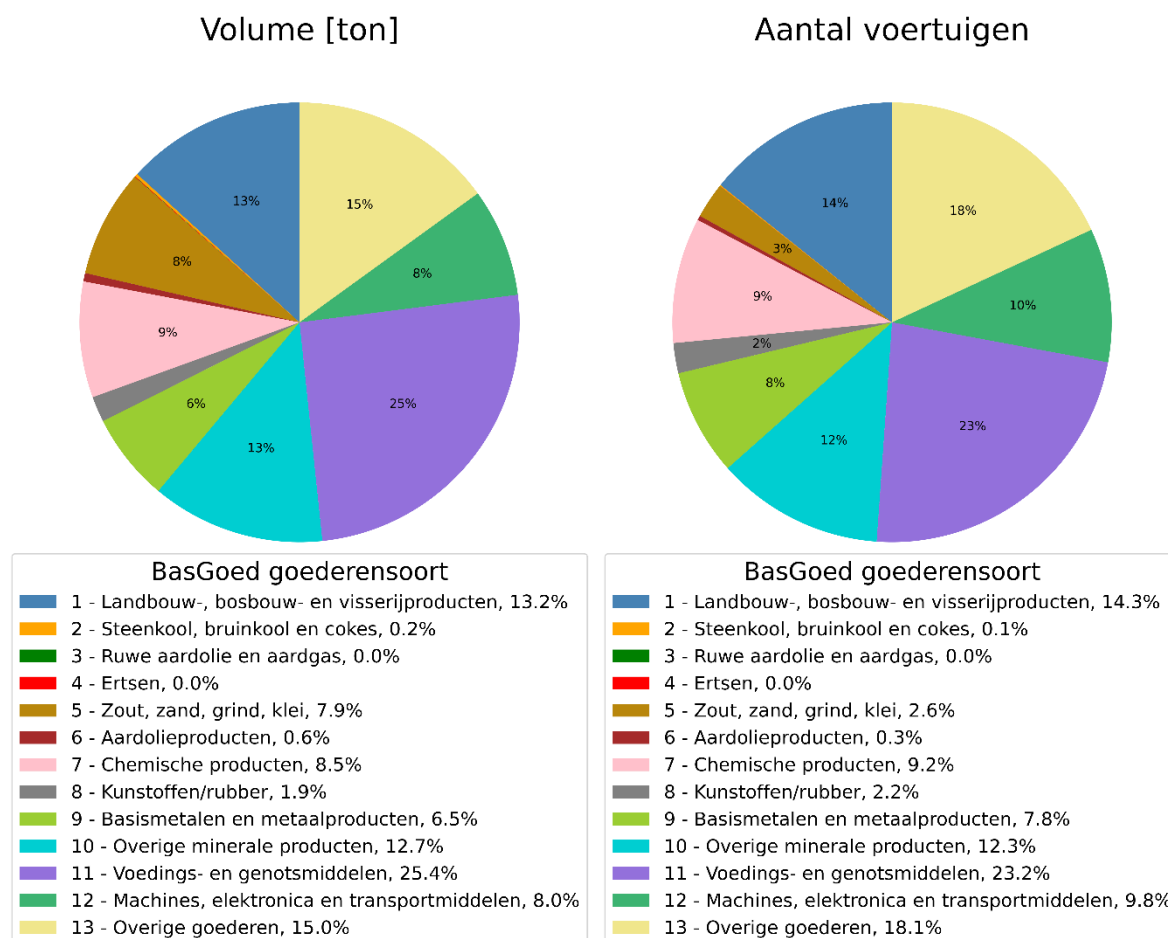
Ook op de Nijhoffbrug vormen de voedings- en genotsmiddelen [11] de grootste goederenstroom. In vergelijking met de andere bruggen zijn de aandelen van steenkool, bruinkool en cokes [2], landbouw-, bosbouw- en visserijproducten [1] en zout, zand, grind, klei [5] groot. Het aandeel van kunststoffen/rubber [8] is ongeveer de helft van het aandeel op de Moerdijk- en Merwedeburg.



Figuur 14 - Vrachtvoertuigen per dag over de Nijhoffbrug van zuid naar noord in Nederland. Bron: BasGoed.



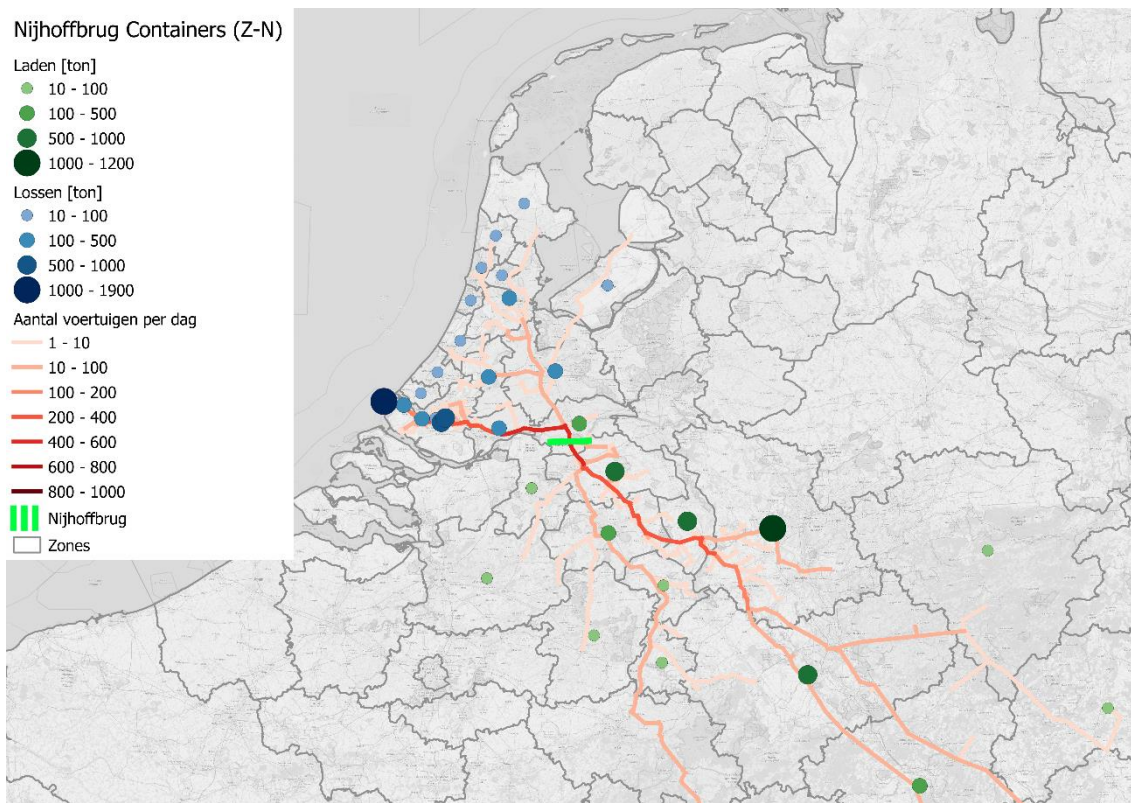
Figuur 15 - Vrachtvoertuigen per dag over de Nijhoffbrug van zuid naar noord in Europa. Bron: BasGoed.



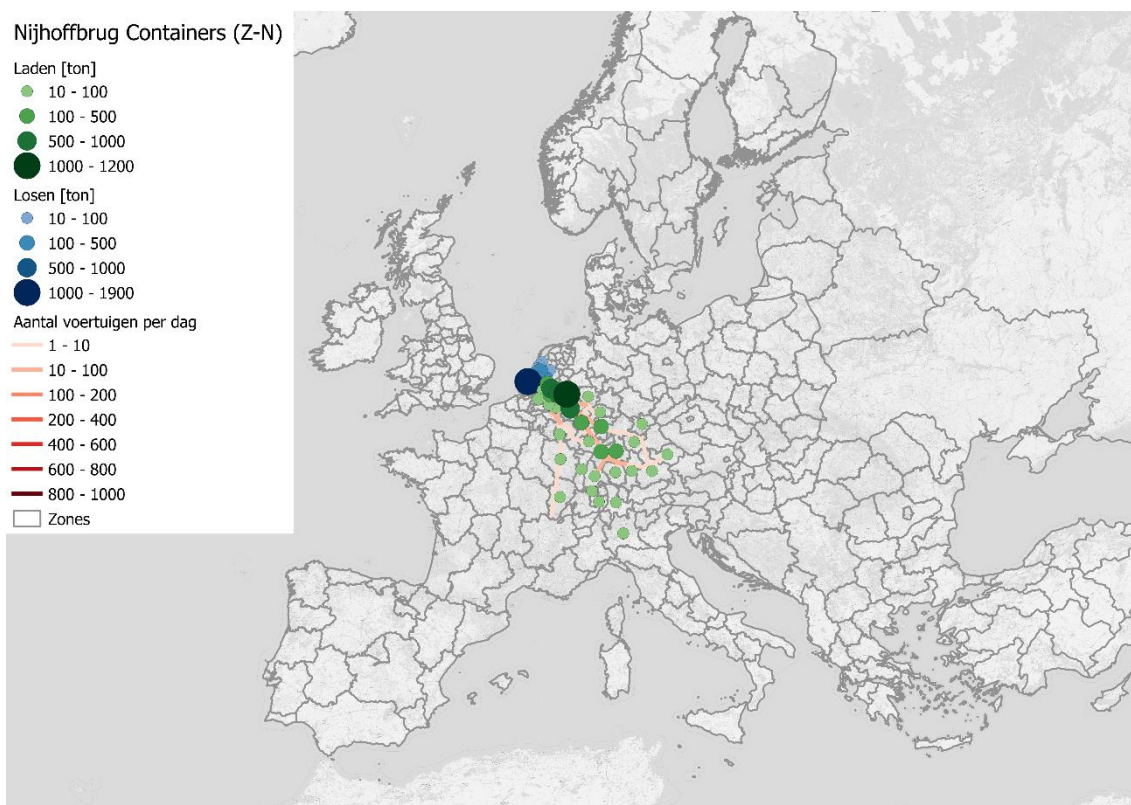
Figuur 16 - Samenstelling van het vrachtverkeer van zuid naar noord over de Nijhoffbrug in volume en aantal voertuigen. Bron: BasGoed.

Containervervoer

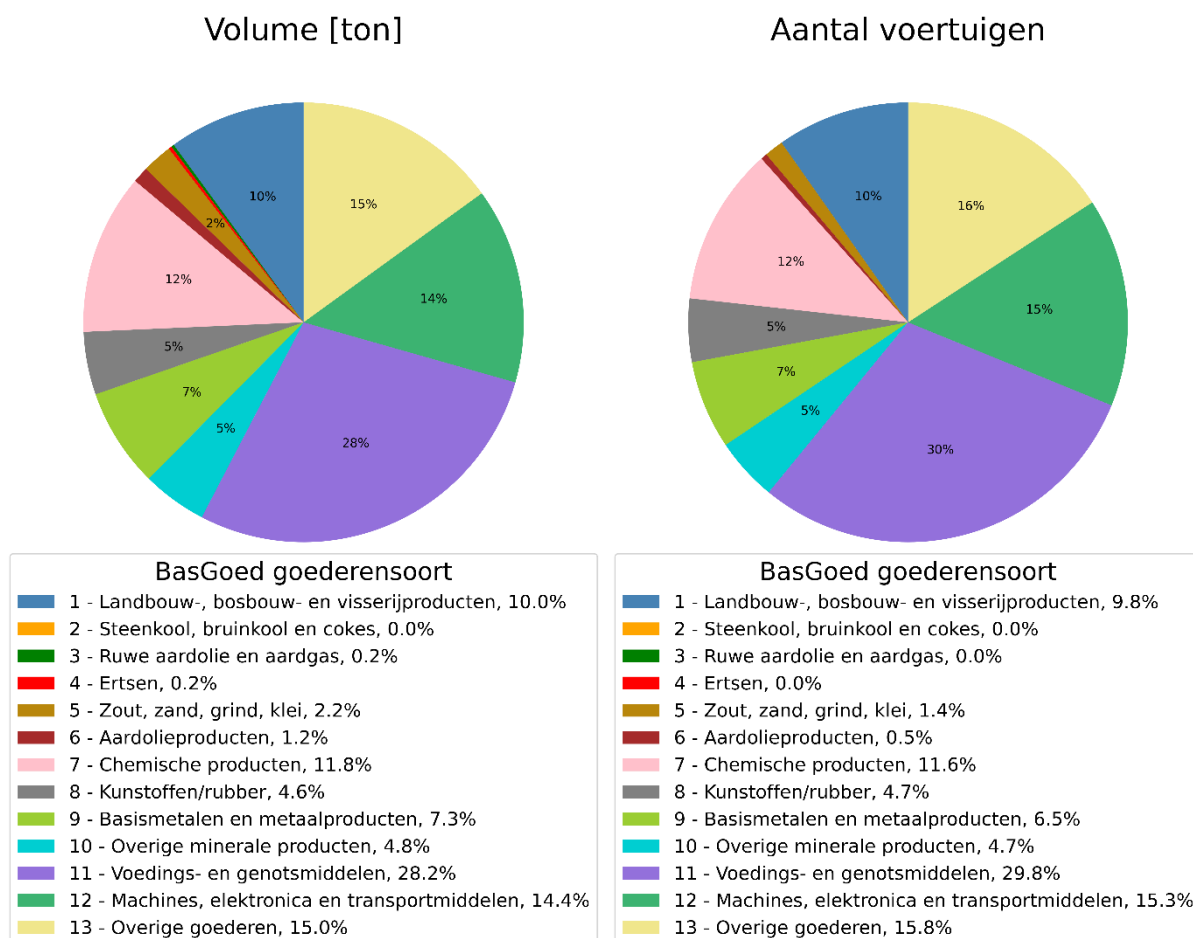
Het containervervoer via de Nijhoffbrug is sterk gefocust op de Rotterdamse haven, zie Figuur 17 en Figuur 18. Grote herkomsten zijn Noordrijn-Westfalen en Oost-Brabant. Ten opzichte van de andere twee bruggen is meer lange afstand containervervoer zichtbaar, met veel herkomsten in Centraal-Europa. De samenstelling van het containervervoer is te zien in Figuur 19. Wederom is voedings- en genotsmiddelen [11] de grootste goederensoort, waarbij deze goederensoort nog sterker aanwezig is dan bij het totale vrachtverkeer. Opvallend is het aandeel van machines, elektronica en transportmiddelen [12], dat tweemaal zo hoog als het landelijk gemiddelde voor vrachtverkeer. Ook het aandeel chemische producten [7] is fors groter.



Figuur 17 - Containervervoer over de Nijhoffbrug van zuid naar noord in Nederland. Bron: BasGoed.



Figuur 18 - Containervervoer over de Nijhoffbrug van zuid naar noord in Europa. Bron: BasGoed.



Figuur 19 - Samenstelling van het containervervoer van zuid naar noord over de Nijhoffbrug in volume en aantal voertuigen. Bron: BasGoed.

3.4 Algemene conclusies bij de analyses

De analyses laten het zien dat het model analyses mogelijk maakt van de samenstelling en herkomsten en bestemmingen van het vrachtverkeer over of door knelpunten in het wegennet. Het detailniveau van het model maakt het mogelijk om dieper in te gaan op de segmenten die afhankelijk zijn van een knelpunt: de combinatie van goederensoorten en herkomst of bestemming maakt het mogelijk om een betere inschatting te hebben welke sectoren het meeste hinder ondervinden en in welke mate.

De verschillende use-cases die werden onderzocht laten duidelijk een verschillend beeld zien van het bedieningsgebied, of corridor die bediend wordt.

De analyses kijken nu naar het eerste effect: welke goederenstromen maken gebruik van de infrastructuur? Een vervolgvraag is wat een afsluiting betekent: chauffeurs gaan dan omrijden, wat een waterbedeffect geeft op de omgeving. De verkeersafwikkeling op het hoofdwegennet zal veranderen. Dit is in deze eerste analyse nog niet bepaald.

4. Impact productiestructuren

4.1 Inleiding

Het tijdelijk stilvallen van transportstromen, door bijvoorbeeld een vervoersverbod op producten (veetransport) heeft impact op productieprocessen in specifieke regio's. We hebben verschillende use-cases uitgewerkt waarbij de impact van het wegvallen van één productgroep op het productieproces van een ander product kan worden gekwantificeerd in regionale transportstromen.

We hebben 3 verschillende productieprocessen geanalyseerd voor verschillende Nederlandse COROP (NUTS-3) regio's. De hebben een aantal regio's onderzocht die georiënteerd zijn op logistiek of productie: West Noord-Brabant, Noordoost Noord-Brabant en Noord-Limburg. We hebben voor deze regio's gekozen omdat deze regio's de logistieke sector ook sterk is vertegenwoordigd.

- Consumptie landbouwproducten voor productie van voedingsmiddelen.
- Consumptie aardolieproducten voor productie van chemische producten.
- Consumptie basismetalen voor productie van machines en apparaten.

Daarnaast hebben we voor de bouwsector in West Noord-Brabant de regionale verdeling van de totale consumptie en productie geanalyseerd en gevisualiseerd. De hierboven beschreven statistieken zijn slechts enkele voorbeelden van de mogelijke resultaten die we uit de data kunnen onttrekken. We hebben een generieke methodiek opgezet waarbij we resultaten voor alle mogelijke productieprocessen en regio's kunnen halen die in de gebruikte databronnen voorkomen.

Een verschil met eerdere analyses is dat gegevens op het niveau van handel worden gebruikt en niet transport of modaliteit. Maar omdat in BasGoed de handels en transportdata consistent bij elkaar zijn gebracht is het mogelijk de handelsdata achteraf met de transport data op te splitsen. Dit maakt het mogelijk om naast de samenhang van handelspatronen ook de samenhang met transport is te analyseren.

4.2 Uitgangspunten

Voor de analyse van productieprocessen wordt gebruik gemaakt van een multi regionale input-output (MRIO) tabel die in de MRIO-Economiemodule van BasGoed toegepast wordt. In deze tabellen worden de relaties tussen verschillende productgroepen weergegeven. Je kunt voor elk product de herkomst en bestemming terugvinden en de functie. Zo kan het product gebruikt worden voor de productie van andere producten (intermediaire vraag) of voor consumptie voor eindgebruikers (finale vraag). De MRIO-data in BasGoed, is gebaseerd op regionale handelsdata voor Europa van het Joint Research Centre (JRC)¹, en wereldwijde input output tabellen van de World Input-Output Database². De samengestelde database bevat data op provincie (NUTS-2) niveau binnen Europa en landen (NUTS-1 niveau) daarbuiten. Om aan te sluiten bij de zonering van BasGoed is deze dataset verder verfijnd met een regionale opsplitsing naar COROP regio's (NUTS-3 niveau) binnen Nederland. Hierbij is gebruik gemaakt van gedetailleerde transportstatistieken en van gedetailleerde handelsstatistieken van het CBS. Daarnaast is meer detail voor delfstoffen toegevoegd aan de dataset. Een belangrijke bron voor deze opsplitsing zijn aanbod- en gebruik-tabellen van Nederland waarin meer onderscheid naar delfstoffen aanwezig is.

Voor de analyse van de aan- en afvoerende transporten van de regio's zijn de handelsstromen van buiten Europa toegekend aan de Nederlandse zeehavens, zodat deze stromen in de analyse als een transportstroom van en naar de Rotterdamse haven wordt meegenomen. De stromen kunnen niet direct worden opgesplitst naar andere zeehavens.

¹ <https://data.jrc.ec.europa.eu/dataset/432cf8a7-fd5e-4816-a70c-633a7380c77c#dataaccess>

² <https://www.rug.nl/ggdc/valuechain/wiod/wiod-2016-release>

Voor de analyse van impacts op productiestructuren zijn de MRIO-tabellen geaggregeerd naar de benodigde dimensies. Na aggregatie zijn de relaties gefilterd voor één specifieke case en zijn de meest relevante relaties geselecteerd voor visualisatie.

De bijbehorende modal split is afgeleid op basis van de transportstatistieken die door het CBS zijn opgesteld. Deze statistieken geven voor 13 goederengroepen in BasGoed de gekozen modaliteit per relatie weer. Wij hebben een koppeling gemaakt tussen de goederengroepen in de transportdata en de productgroepen in de MRIO-data en de modal split berekend op de handelsrelaties.

4.3 Resultaten

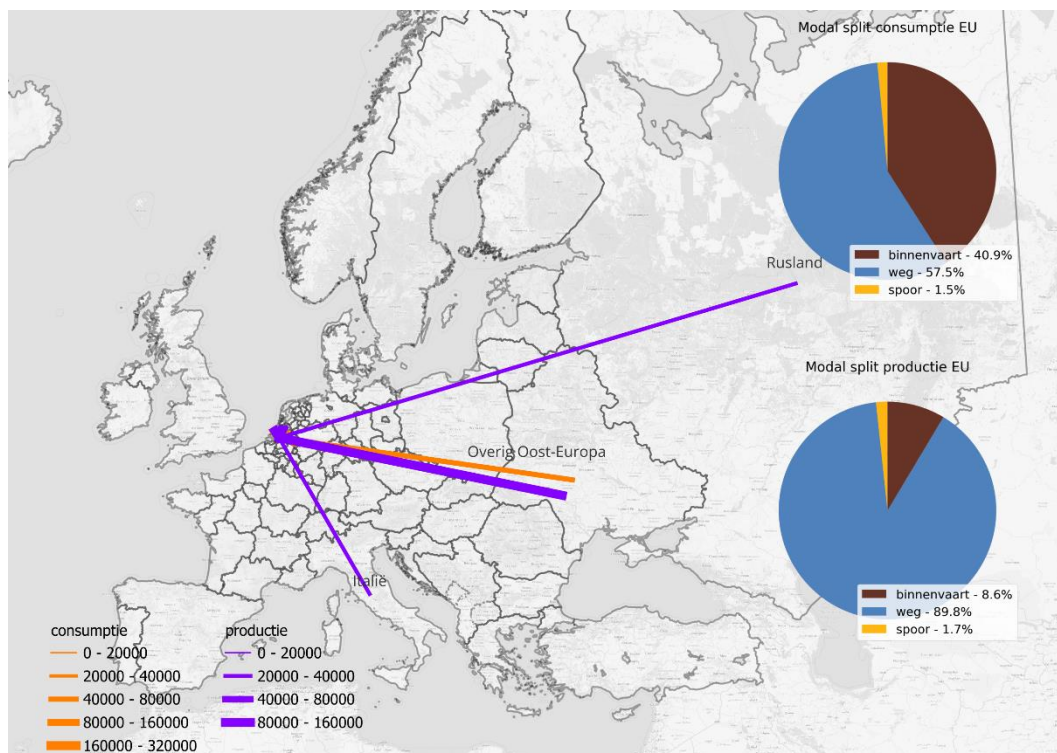
De volgende subparagrafen bevatten een selectie van de gemaakte visualisaties van de geanalyseerde productiestructuren. In de figuren zijn de consumptiestromen met oranje lijnen weergegeven. Oranje is dus een inkomende goederenstroom. De productiestromen hebben juist een paarse weergave. Paars is dus een uitgaande goederenstroom. De dikte van de lijnen hangt af van de het totale volume van deze herkomst-bestemmingsrelatie. De exacte classificatie is terug te vinden in de legenda van elk figuur. Voor elke zone zijn de tien grootste consumptie- en productiestromen weergegeven. Voor deze beperking hebben we gekozen om de figuren overzichtelijk te houden. Hierbij hebben we alleen interzonale stromen meegenomen en laten we dus nooit intrazonale relaties zien.

4.3.1 Consumptie landbouwproducten voor productie van voedingsmiddelen

Figuur 20 geeft de consumptie van landbouwproducten voor de productie van voedingsmiddelen in West Noord-Brabant weer, uitgezoomd op internationale relaties. De aanvoer en afvoer via de Nederlandse zeehavens is hierin niet meegenomen (dat wordt gevisualiseerd als transport van/naar de zeehavens). Deze figuur laat zien dat de grootste aanvoer van landbouwproducten naar West Noord-Brabant afkomstig is vanuit Overig Oost-Europa (onder andere Oekraïne, Wit-Rusland en Moldavië), Spanje en de Duitse regio Beieren. Hierbij moet worden opgemerkt dat transport van/naar Oost-Europa is afgeleid op basis van een vaste fractie van rest van de wereld³. Daarnaast wordt ook een groot gedeelte van de geproduceerde voedingsmiddelen uit West Noord-Brabant weer naar Overig Oost-Europa getransporteerd.

De figuur geeft ook de modal split voor landzijdige modaliteiten (binnenvaart, weg en spoor) voor de consumptie en productiestromen tussen Europese landen en West Noord-Brabant weer. Hierin zijn relaties binnen Nederland niet meegenomen. Voor de aanvoer van landbouwproducten geldt dat 40.9% via binnenvaart naar West Noord-Brabant wordt getransporteerd. Het aandeel voor weg is 57.5% en voor spoor 1.5%. Voor de afvoer van voedingsmiddelen vanuit West Noord-Brabant geldt dat het aandeel binnenvaart substantieel kleiner is: slechts 8.6%. Het aandeel weg is veruit het grootst met 89.9%. Met name op langere transport afstanden en bulkgoederen geldt dat binnenvaart vanuit kostenefficiëntie en beschikbaarheid een beter alternatief is: het is dus logisch dat het aandeel binnenvaart op de aanvoer relaties groter is dan in de afvoer.

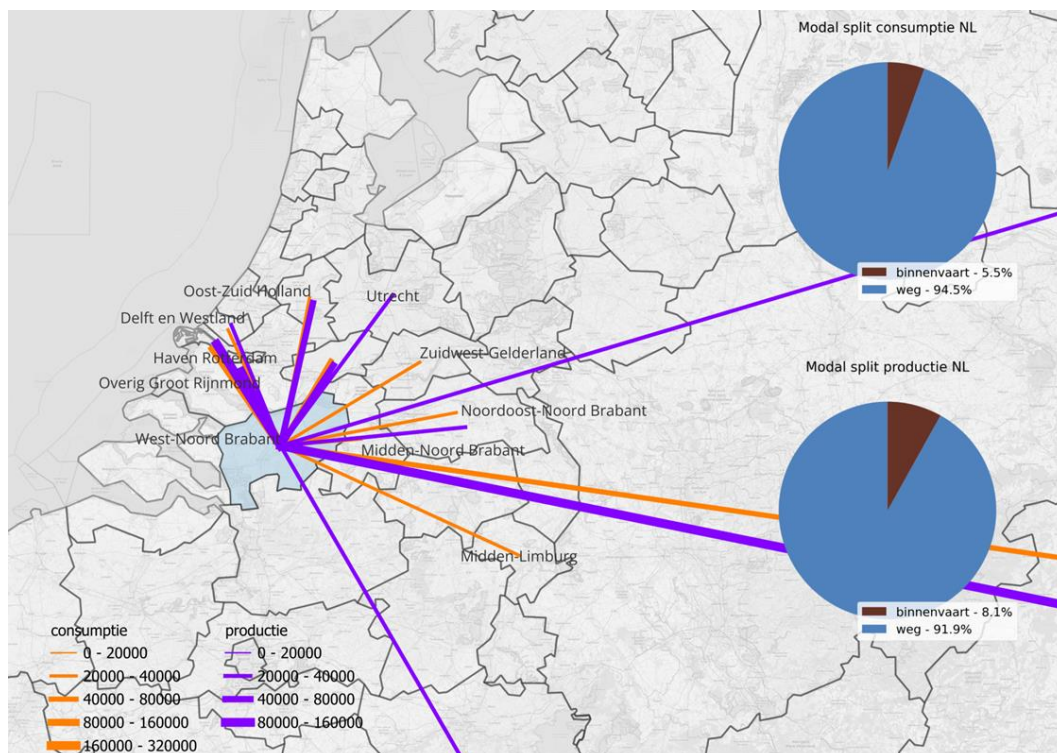
³ Oost-Europa is geen aparte regio in de brongegevens maar valt onder de categorie 'rest van de wereld'. Deze categorie is voor de extra regio's in de MRIO database opgedeeld in vaste aandelen per regio.



Figuur 20 - Consumptie landbouwproducten voor productie van voedingsmiddelen in West Noord-Brabant, uitgezoomd op het buitenland

Figuur 21 geeft de aanvoer van landbouwproducten voor de productie van voedingsmiddelen in West Noord-Brabant weer, ingezoomd op binnenlandse relaties, inclusief de aan- en afvoer naar de zeehavens. De grootste stromen van landbouwproducten zijn afkomstig vanuit de Rotterdamse haven (import van buiten Europa), Zuid-Holland en nabijgelegen regio's in Noord-Brabant en Gelderland. De afvoer van voedingsmiddelen vertoont gelijke patronen: er wordt vooral veel getransporteerd naar de Rotterdamse haven (exportrelaties buiten Europa) en nabijgelegen zones in Noord-Brabant, Zuid-Holland en Utrecht.

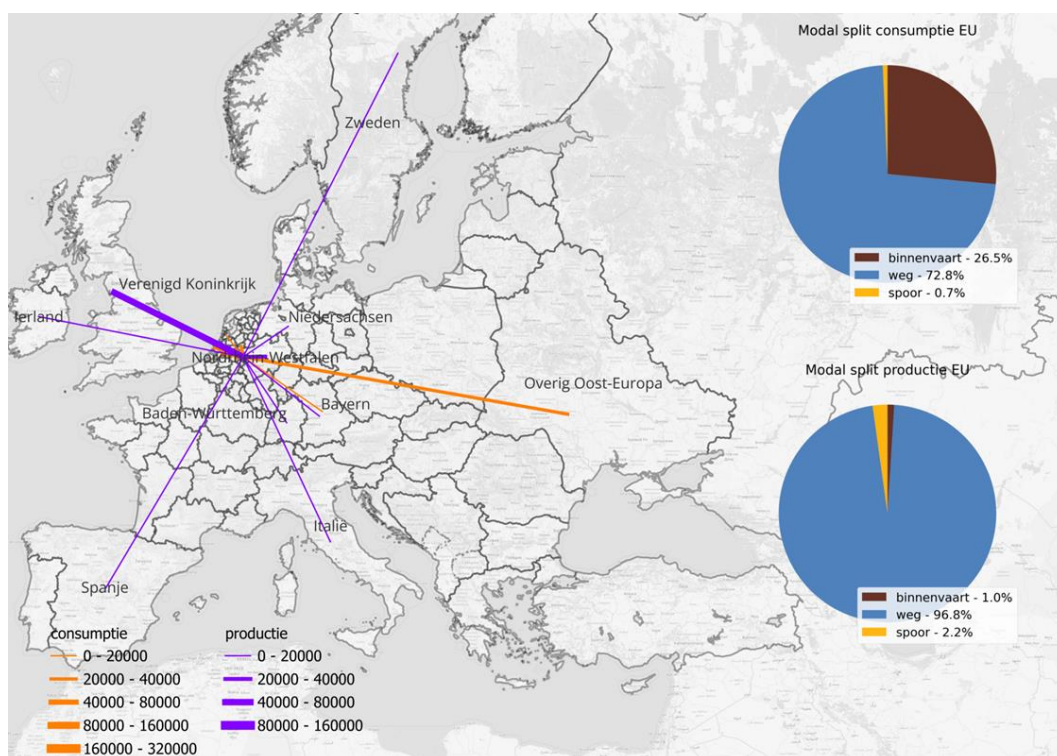
De modal split is voor binnenlandse relaties significant anders: er wordt geen gebruik gemaakt van het spoor en alles wordt over de weg of via de binnenvaart getransporteerd. Het aandeel voor de aanvoer van landbouwproducten over de weg is ruim 94.5%. Het aandeel van de weg voor de afvoer van voedingsmiddelen is 91.9%. Het aandeel binnenvaart is groter bij de afvoer van voedingsmiddelen dan bij de aanvoer van landbouwproducten.



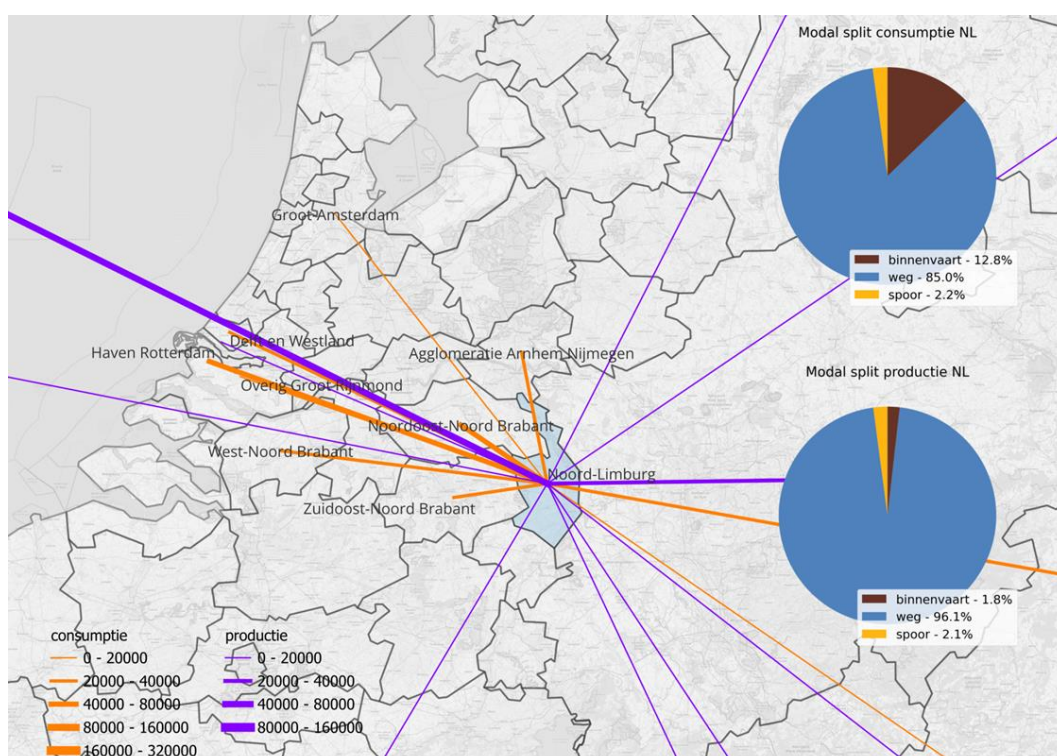
Figuur 21 - Consumptie landbouwproducten voor productie van voedingsmiddelen in West Noord-Brabant, ingezoomd op Nederland

Vergelijkbare visualisaties kunnen ook gemaakt worden voor een andere Nederlandse NUTS-3 regio. Figuur 22 en Figuur 23 geven de visualisaties weer voor de regio Noord-Limburg. De figuren laten zien dat het regionale beeld voor deze regio veel verschilt van West Noord-Brabant, met name de afvoer van landbouwproducten.

De aanvoer van landbouwproducten naar Noord-Limburg vindt vooral plaats uit Overig Oost-Europa en Beieren en binnenlands uit nabijgelegen regio's in Noord-Brabant, Zuid-Holland en Gelderland. Dit is vergelijkbaar met de aanvoer naar West Noord-Brabant. Echter vindt er vanuit Noord-Limburg veel export plaats naar Europese landen zoals het Verenigd Koninkrijk, Ierland, Zweden, Spanje en Italië, en daarnaast export naar andere continenten via de Rotterdamse haven.



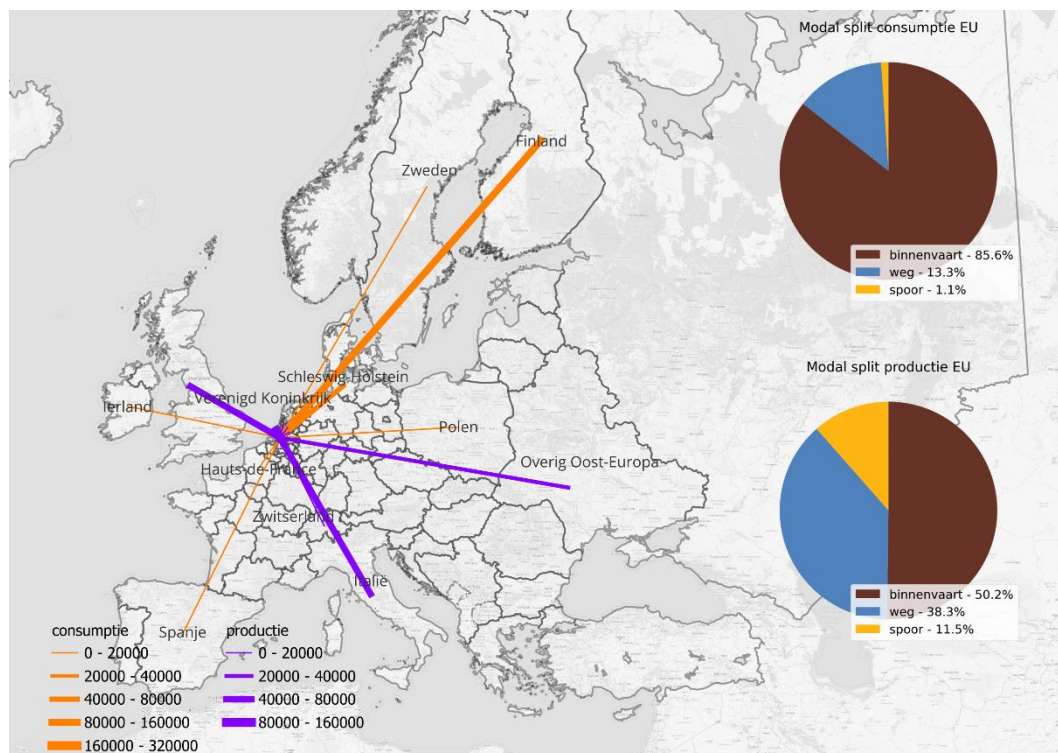
Figuur 22 - Consumptie landbouwproducten voor productie van voedingsmiddelen in Noord-Limburg, uitgezoomd op het buitenland



Figuur 23 - Consumptie landbouwproducten voor productie van voedingsmiddelen in Noord-Limburg, ingezoomd op Nederland

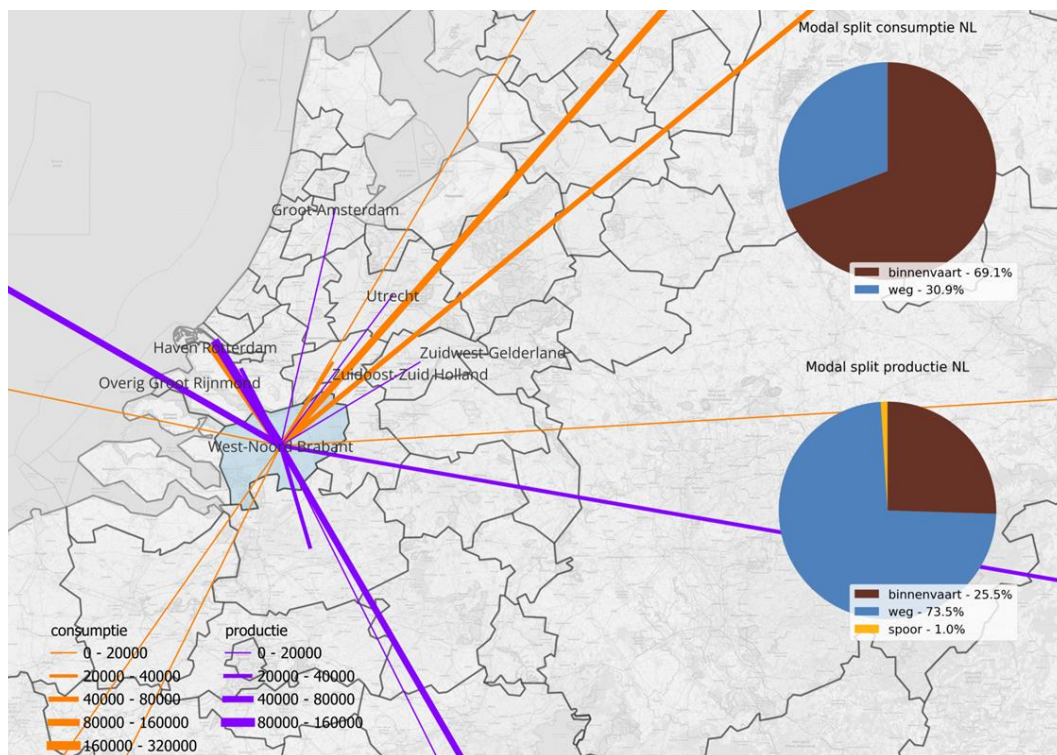
4.3.2 Consumptie geraffineerde aardolieproducten voor productie van chemische producten

Figuur 24 geeft de aanvoer van geraffineerde aardolieproducten voor productie van chemische producten in West Noord-Brabant weer, uitgezoomd op het buitenland. De grootste buitenlandse aanvoerstromen zijn afkomstig vanuit Finland, Polen, Spanje en Ierland. De continentale afvoer van chemische producten naar het buitenland gaat vooral naar Italië, Verenigd Koninkrijk en Overig Oost-Europa. Voor deze internationale transportstromen is het aandeel binnenvaart het grootst voor zowel de aanvoer als de afvoer in West Noord-Brabant. Het aandeel binnenvaart voor consumptie is ruim 85.6% en voor productie 50.2%.



Figuur 24 - Consumptie geraffineerde aardolieproducten voor productie van chemische producten in West Noord-Brabant, uitgezoomd op het buitenland

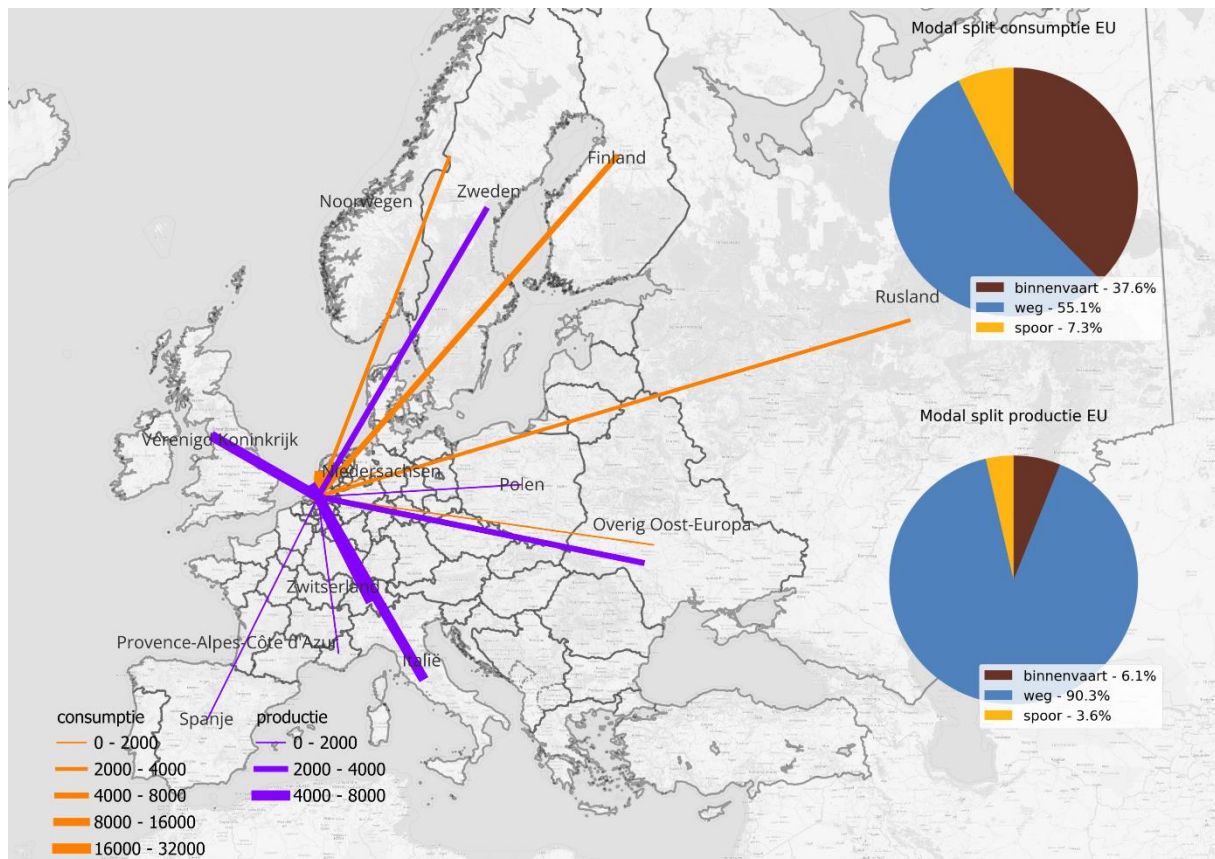
Figuur 25 geeft de aanvoer van geraffineerde aardolieproducten voor de productie van chemische producten in West Noord-Brabant weer, ingezoomd op Nederlandse relaties. De grootste stromen van geraffineerde aardolieproducten zijn afkomstig vanuit de Rotterdamse haven (importrelaties buiten Europa), Zuid-Holland en nabijgelegen regio's in Noord-Brabant en Gelderland. De productie van chemische producten wordt vooral getransporteerd naar de Rotterdamse haven (exportrelaties buiten Europa), Zuid-Holland, Utrecht en Noordoost Noord-Brabant. De modal split voor aanvoer van geraffineerde aardolieproducten en afvoer van chemische producten is sterk verschillend voor deze productie structuur. Het aandeel binnenvaart is het grootst voor de aanvoer met ruim 69.1%. Voor de afvoer van geproduceerde chemische producten is het aandeel binnenvaart slechts 25.5% en is het aandeel wegvervoer met 73.5% het grootst.



Figuur 25 - Consumptie geraffineerde aardolieproducten voor productie van chemische producten in West Noord-Brabant, ingezoomd op Nederland

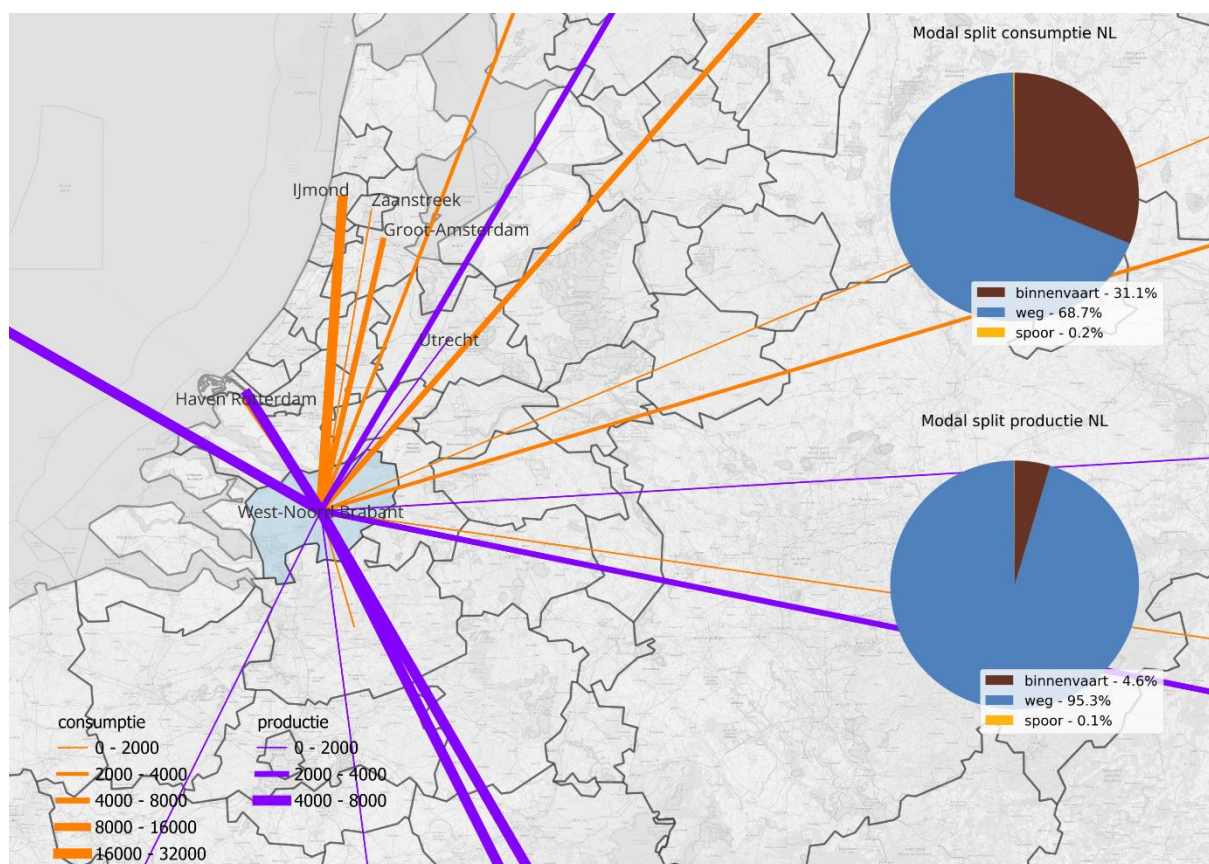
4.3.3 Consumptie basismetalen voor productie van machines en apparaten

Figuur 26 geeft de consumptie van basismetalen voor de productie van machines en apparaten in West Noord-Brabant weer, uitgezoomd op het buitenland. De grootste buitenlandse consumptiestromen zijn afkomstig vanuit Rusland, Noorwegen en Finland. De grootste buitenlandse productiestromen zijn Italië, Verenigd Koninkrijk, Zweden en Overig Oost-Europa. Voor zowel de consumptie als productie is het aandeel wegvervoer het grootst. Voor de consumptie is dit percentage gelijk aan 55.1% en voor productie zelfs 90.3%.



Figuur 26 - Consumptie basismetalen voor productie van machines en apparaten in West Noord-Brabant, uitgezoomd op het buitenland

Figuur 27 geeft de consumptie van basismetalen voor de productie van machines en apparaten in West Noord-Brabant weer, ingezoomd op Nederlandse relaties. De grootste nationale stromen van basismetalen zijn afkomstig vanuit de Rotterdamse haven (importrelaties van buiten Europa) en Noord-Holland. De productie van machines en apparaten wordt met name getransporteerd naar de Rotterdamse haven (exportrelaties buiten Europa) en Utrecht. Binnen Nederland is de verdeling voor consumptie over landzijdige modaliteiten 31.1% binnenvaart, 68.7% weg en 0.2% spoor. Voor de productie is deze verdeling binnenvaart 4.6%, weg 95.3% en spoor 0.1%.



Figuur 27 - Consumptie basismetalen voor productie van machines en apparaten in West Noord-Brabant, ingezoomd op Nederland

4.3.4 Consumptie en productie van de bouwmaterialen sector

In deze use case onderzoeken we de productiestructuur van een sector in plaats van een productgroep. Om deze analyse te kunnen uitvoeren moet de MRIO tabel, die alleen de relaties op productgroep niveau beschrijft, gekoppeld worden aan de sectoren. Hiervoor maken we gebruik van de aanbod-gebruik tabellen (AGT)⁴ van Nederland voor het jaar 2018. De tabellen bevat per economische sector gebruik/consumptie en aanbod/productie van alle productgroepen. In de analyse focussen we op de bouwmaterialen sector: dit is sector 18 in de AGT van het CBS.

Tabel 1 geeft het gebruik per productgroep, dus consumptie, van de bouwmaterialenindustrie en de som van de sectoren in miljoenen tonnen weer. Het totale gebruik van tastbare producten in de bouwsector komt in 2018 uit op 13.83 miljoen ton. CPA_08 - Mijnbouw en winning (andere mijnproducten, zand, grind en klei) en CPA_C23 - Overige niet-metalen minerale producten zijn de grootste productgroepen met respectievelijk 9.47 en 3.09 miljoen ton. Deze bevinding sluit aan bij de werkzaamheden die de bouwsector uitvoert: in tonnen zijn grond, zand, beton en cement de belangrijkste bouwmaterialen.

Tabel 1 - Gebruik tabel, in miljoen ton [bron: CBS].

CPA_code	CPA_label	Bouwmaterialenindustrie	Totaal
CPA_A01	Producten van landbouw, jacht en aanverwante diensten	0.00	28.78
CPA_A02	Producten van bosbouw, houtkap en aanverwante diensten	0.00	0.58
CPA_A03	Vis en andere visserijproducten, aquacultuurproducten, ondersteunende diensten voor de visserij	0.00	0.14
CPA_05	Mijnbouw en winning (steenkool)	0.00	18.36

⁴ De gebruikte tabellen zijn gebaseerd op tabellen van het CBS en door het PBL verrijkt met meer differentiatie van productgroepen. [Aanbod- en gebruiktabellen en input-outputtabellen | CBS](#)

CPA_code	CPA_label	Bouwmaterialenindustrie	Totaal
CPA_06	Mijnbouw en winning (aardolie en aardgas)	0.51	98.40
CPA_07	Mijnbouw en winning (metaalertsen)	0.00	3.93
CPA_08	Mijnbouw en winning (andere mijnproducten, zand, grind en klei)	9.47	64.25
CPA_C10-C12	Voedingsmiddelen, dranken en tabaksproducten	0.00	14.59
CPA_C13-C15	Textiel, kleding en lederproducten	0.00	0.25
CPA_C16	Hout en houtproducten en kurkproducten, uitgezonderd meubels, artikelen van stro en vlechtwerk	0.13	19.30
CPA_C17	Papier en papierproducten	0.06	9.65
CPA_C19	Geraffineerde aardolieproducten	0.20	44.24
CPA_C20	Chemische producten	0.18	38.78
CPA_C21	Basis farmaceutische producten en farmaceutische preparaten	0.00	0.15
CPA_C22	Rubber- en kunststofproducten	0.10	2.78
CPA_C23	Overige niet-metalen minerale producten	3.09	26.41
CPA_C24	Basismetalen	0.09	12.07
CPA_C25	Fabricage van metalen producten, uitgezonderd machines en apparatuur	0.01	5.88
CPA_C26	Computers, elektronische en optische producten	0.00	0.37
CPA_C27	Elektrische apparatuur	0.00	1.12
CPA_C28	Machines en apparaten nec	0.00	2.11
CPA_C29	Motorvoertuigen, aanhangwagens en opleggers	0.00	1.46
CPA_C30	Overige transportmiddelen	0.00	0.06
CPA_C31_C32	Meubels en overige vervaardigde goederen	0.00	0.16
	Totaal	13.83	393.84

Tabel 2 geeft juist het aanbod per productgroep, dus de productie, van de bouwmaterialenindustrie en de som van de sectoren in miljoenen tonnen weer. Het totale aanbod van tastbare producten in de bouwmaterialenindustrie komt uit op 14.63 miljoen ton. De productie bestaat vrijwel volledig uit productgroep CPA_C23 Overige niet-metalen minerale producten, gegeven de productie van 14.59 miljoen ton voor deze groep.

Tabel 2 - Aanbod tabel

CPA_code	CPA_label	Bouwmaterialenindustrie	Totaal
CPA_A01	Producten van landbouw, jacht en aanverwante diensten	0.00	29.12
CPA_A02	Producten van bosbouw, houtkap en aanverwante diensten	0.00	0.63
CPA_A03	Vis en andere visserijproducten, aquacultuurproducten, ondersteunende diensten voor de visserij	0.00	0.10
CPA_05	Mijnbouw en winning (steenkool)	0.00	0.00
CPA_06	Mijnbouw en winning (aardolie en aardgas)	0.00	23.09
CPA_07	Mijnbouw en winning (metaalertsen)	0.00	0.00

CPA_code	CPA_label	Bouwmaterialenindustrie	Totaal
CPA_08	Mijnbouw en winning (andere mijnproducten, zand, grind en klei)	0.00	75.67
CPA_C10-C12	Voedingsmiddelen, dranken en tabaksproducten	0.00	27.72
CPA_C13-C15	Textiel, kleding en lederproducten	0.00	0.27
CPA_C16	Hout en houtproducten en kurkproducten, uitgezonderd meubels, artikelen van stro en vlechtwerk	0.01	8.93
CPA_C17	Papier en papierproducten	0.00	8.61
CPA_C19	Geraffineerde aardolieproducten	0.00	68.83
CPA_C20	Chemische producten	0.03	52.15
CPA_C21	Basis farmaceutische producten en farmaceutische preparaten	0.00	0.13
CPA_C22	Rubber- en kunststofproducten	0.00	2.28
CPA_C23	Overige niet-metalen minerale producten	14.59	16.11
CPA_C24	Basismetalen	0.00	8.64
CPA_C25	Fabricage van metalen producten, uitgezonderd machines en apparatuur	0.01	5.25
CPA_C26	Computers, elektronische en optische producten	0.00	0.50
CPA_C27	Elektrische apparatuur	0.00	0.60
CPA_C28	Machines en apparaten nec	0.00	4.34
CPA_C29	Motorvoertuigen, aanhangwagens en opleggers	0.00	2.10
CPA_C30	Overige transportmiddelen	0.00	0.38
CPA_C31_C32	Meubels en overige vervaardigde goederen	0.00	0.31
	Totaal	14.63	335.75

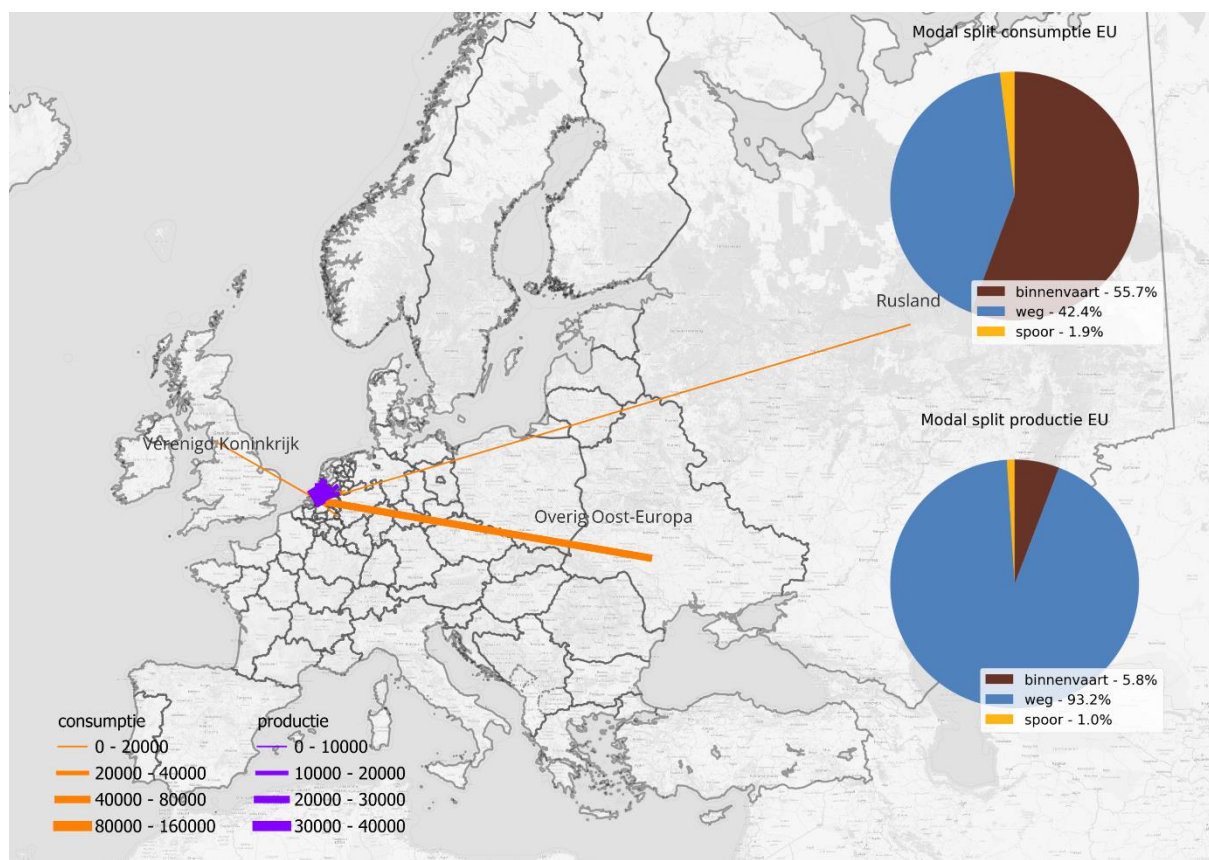
Deze nationale aanbod en gebruik tabellen zijn gebruikt om een inschatting te maken voor regionale productie- en consumptiestromen van deze sector. Voor alle producten hebben we bepaald welk aandeel wordt gebruikt in de bouwsector. Dit is zowel voor de consumptie als productie apart uitgevoerd. Deze fracties hebben we toegepast op de totale intermediaire consumptiestromen naar één specifieke zone om de totale consumptie van de bouwsector af te leiden. Voor de productie passen we een vergelijkbare methodiek toe, waarbij we zowel de finale als intermediaire productie meenemen.

De modal split voor landzijdige modaliteiten is met een vergelijkbare methodiek afgeleid. We nemen aan dat de modal split afhangt van het transport van producten. Dit houdt in dat de modal split van de bouwsector en een andere sector gelijk zijn bij transport van dezelfde producten. Voor één specifieke zone wordt de totale consumptie en productie van goederen per modaliteit bepaald. Vervolgens worden fracties voor de bouwsector toegepast om de modal split gerelateerd aan deze sector te berekenen.

In deze aanpak nemen we aan dat de fracties voor de nationale stromen kunnen worden toegepast op regionale transsportstromen. Dit is een sterke aanname en deze aanname valt niet te valideren, gegeven de huidige beschikbare data. Deze aanname is echter noodzakelijk voor het kwantificeren van stromen van een sector in een regio. In de MRIO-tabellen zijn enkel productiestromen tussen productgroepen gedefinieerd. Uit deze tabellen kunnen we dus niet de bijbehorende sectoren afleiden.

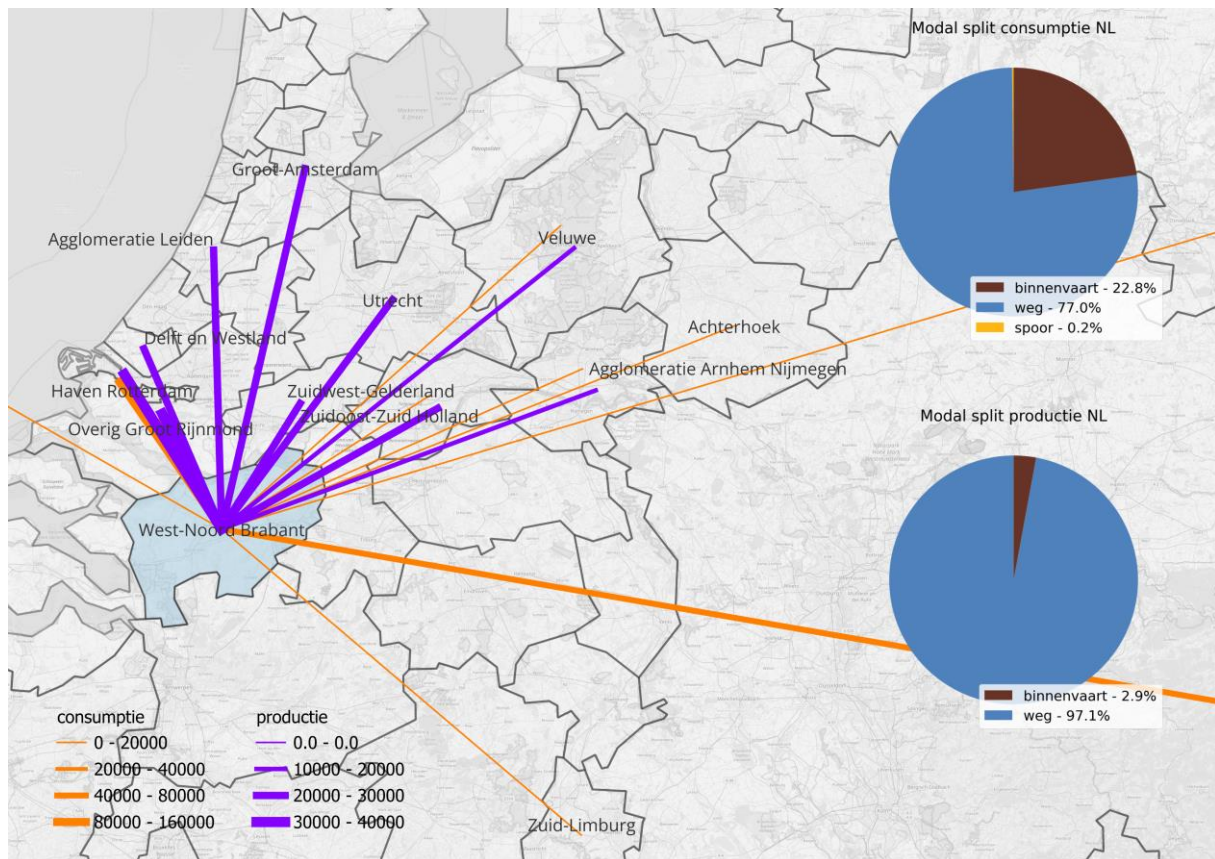
Figuur 28 geeft de totale consumptie en productie in West Noord-Brabant gerelateerd aan de sector bouwmaterialenindustrie weer, uitgezoomd op het buitenland. De consumptie bestaat enkel uit intermediaire consumptie. De productie bestaat zowel uit intermediaire en finale productie. De grootste buitenlandse consumptiestromen zijn afkomstig vanuit Overig Oost-Europa, Verenigd Koninkrijk en Rusland. Voor de consumptie is het aandeel binnenvaart het grootst met 55.7%, gevolgd door weg met

42.4%. De verdeling voor de productie verschilt sterk van die voor consumptie, gegeven een klein aandeel van 5.8% voor binnenvaart en 93.2% voor weg.



Figuur 28 - Totale consumptie en productie in West Noord-Brabant gerelateerd aan de sector bouwmaterialenindustrie, uitgezoomd op het buitenland

Figuur 29 geeft de totale consumptie en productie in West Noord-Brabant gerelateerd aan de sector bouwmaterialenindustrie weer, ingezoomd op Nederlandse relaties. De grootste nationale stromen zijn afkomstig vanuit de Rotterdamse haven (importrelaties van buiten Europa) en Gelderland. Vrijwel alle grote productiestromen worden getransporteerd naar Nederlandse zones in Gelderland, Zuid-Holland, Noord-Holland en Utrecht. Binnen Nederland is de verdeling voor consumptie over landzijdige modaliteiten gelijk aan 22.8% binnenvaart, 77.0% weg en 0.2% spoor. Voor de productie is deze verdeling binnenvaart 2.9% en weg 97.1%.



Figuur 29 - Totale consumptie en productie in West Noord-Brabant gerelateerd aan de sector bouwmaterialenindustrie, ingezoomd op Nederland

4.4 Belangrijkste conclusies uit de analyses

De analyses laten zien dat de productiestructuren regionaal sterk verschillen: zowel in de geografische verdeling van aan- en afvoer relaties als de gebruikte modaliteiten. De informatie in het strategische goederenmodel kan gebruikt worden om deze verschillen inzichtelijk te maken. De analyses zijn wel beperkt tot het niveau van de CPA productcategorieën uit de MRIO tabel in BasGoed. Ook wordt opgemerkt dat de provinciale handelsdata geregionaliseerd zijn op basis van transport statistiek: de MRIO-tabel uit BasGoed is daarmee de meest nauwkeurige inschatting van de werkelijkheid.

De patronen laten een plausibel beeld zien. Wegvervoer is voor de meeste onderzochte use-cases de belangrijkste vervoerwijze. Voor de aanvoer van grondstoffen voor de productieprocessen wordt relatief vaker binnenvaart ingezet. Dit is een plausibel resultaat omdat het in deze productgroepen vaker om bulkachtige goederen met grotere volumes gaat.

De MRIO tabel in BasGoed is gedefinieerd op productgroep relaties: dus van een productgroep wordt beschreven welke producten, uit welke aanvoer regio's gebruikt wordt. Er kan niet direct een uitsnede gemaakt worden van een industrie sector. Hiervoor is in de laatste use-case wel een uitwerking gemaakt om toch een uitspraak op sector niveau te doen. Voor deze inschatting zijn extra data en veronderstellingen gebruikt om de MRIO tabel te verrijken: de uitkomsten achten wij daarom minder nauwkeurig dan die voor productgroepen.

5. Impact laagwater op productielocaties

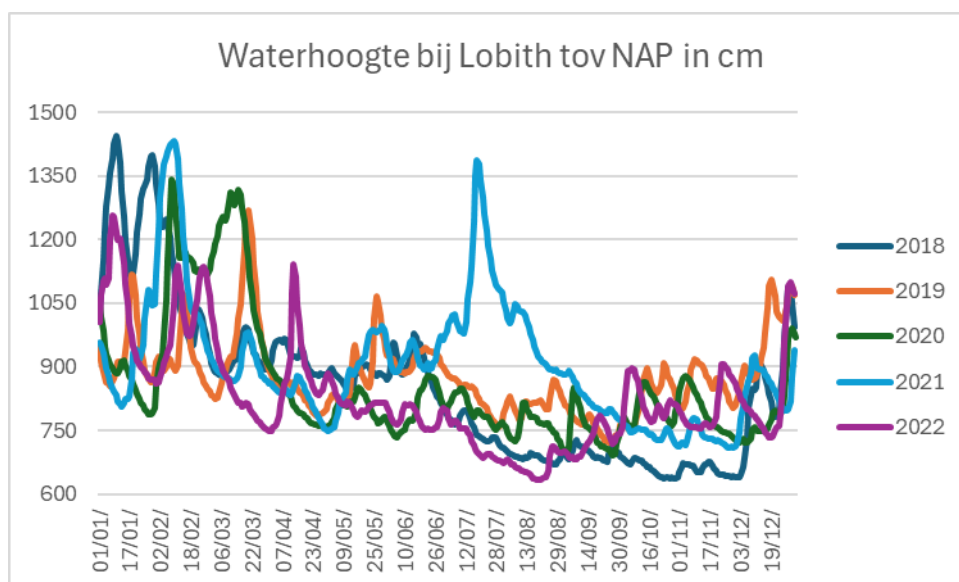
5.1 Inleiding

De waterstand in rivieren fluctueert in de tijd. Er zijn tijden met gemiddeld iets hogere waterstanden en tijden met lage waterstanden. In tijden van lage waterstanden in de Rijn wordt de binnenvaart over de Rijn hierdoor geraakt. Bij laag water wordt de 'normale' operatie van de binnenvaart verstoord. Binnenvaartschepen kunnen minder lading meenemen vanwege de lagere waterstand of kunnen in uitzonderlijke gevallen helemaal niet varen, of er kan vaker gevaren worden met kleinere schepen. Met de verandering van het klimaat verandert ook de hoeveelheid water die door de rivieren stroomt. De verwachting is dat de periodes van veel water en van extreme droogte in de toekomst vaker voorkomen dan nu het geval is.

Daarom is het goed om meer zicht te krijgen op wat de effecten op vervoer en de supply-chain zijn in het geval van extreem laag water. Welke impact heeft het laagwater op de capaciteit van het vervoer per binnenvaart? Welke goederenstromen ondervinden hier hinder van? Hoe groot is dan het knelpunt dat ontstaat? Het antwoord op deze vragen geeft zicht op de vraag in hoeverre de supply-chain verstoord wordt bij laag water. Daarmee wordt onderzocht of het vervoersysteem robuust is voor laagwater. Voor de uitvoering van deze use-case kijken we naar de laagwater periode van 2018: dat jaar kende een lange laagwaterperiode.

5.2 Uitgangspunten

Eerst kijken we voor de afgelopen jaren in welke periode er sprake was van laagwater in de Rijn. In onderstaande grafiek wordt het waterpeil bij Lobith afgebeeld. In de grafiek is goed te zien dat de ergste en langste laagwater periode van de afgelopen jaren in 2018 plaats vond. Voor de verdere analyse van laagwaterperiodes moeten we eerst een definitie voor laagwater bepalen. Op basis van de grafiek labelen we alle waterstanden bij Lobith onder 750 cm NAP als laagwater. Dat betekent dat er in 2018 een lange periode van laagwater was van 17 juli tot en met 6 december.



Figuur 30 - Waterstand Lobith in NAP

Voor 2018 hebben we de volgende bewerkingen uitgevoerd. We kijken naar:

- Binnenvaartreizen op de Rijn en IJssel;
- We kijken naar beladen reizen en laten lege binnenvaart reizen buiten beschouwing;

- We kijken niet naar de kleinere scheepsklassen die geen hinder hebben van laagwater: de klassen M0 t/m M5, B01 t/m B04, C11 en C1b.

5.3 Resultaten

In de analyses kijken we eerst naar de impact van laagwaterperioden op de scheepslading en vervolgens naar de aard van de lading: de goederensoorten die vervoer worden en de herkomsten en bestemmingen.

5.3.1 Impact op scheepslading

Om de impact van laagwater op de capaciteit van de binnenvaart op de rivier te bekijken maken we twee vergelijkingen van de scheepslading:

- We vergelijken eerst de laagwater periode van 2018 met de droogwater periode van 2018. We delen het jaar op in twee delen: de laagwater periode en de periode zonder laagwater.
- Daarna vergelijken we de laagwater periode van 2018 met dezelfde dagen in andere jaren, om eventuele seizoensinvloeden uit de vorige analyse uit te sluiten. Bij deze vergelijking doen we de volgende aannames:
 - We nemen alleen de periodes met normale waterstanden mee in de jaren waarmee we vergelijken, alleen dagen met een waterpeil van boven de 750 cm NAP bij Lobith worden meegenomen.
 - Net als voor 2018 vergelijken we alleen beladen reizen en negeren we de scheepsklassen M0 t/m M5 B01 t/m B04, C11 en C1b.

Vergelijking laagwaterperiode van 2018 met normaal water periode in 2018

De 2018 laagwaterperiode is vergeleken met de periode met normale waterstanden in Tabel 3. Hierin zie je dat:

- De gemiddelde belading van de reizen in de laagwaterperiode is beduidend lager: maar 35% van het maximale laadvermogen is gevuld ten opzicht van 65% bij normale periodes.
- Dit wordt enerzijds opgevangen door meer trips te gaan maken: 175 per dag in plaats van 126
- Dat zorgt er niet voor dat er evenveel goederen vervoerd worden: in de laagwater periode wordt 222 kton per dag vervoerd tegenover 319 kton in normale omstandigheden.

Tabel 3 – Vergelijking binnenvaart laagwater met normale waterstanden in 2018.

waterstand	aantal reizen per dag	tonnage per dag	gemiddelde belading
laagwater	175	222,390	0.3498
geen_laagwater	126	318,538	0.6510

We kunnen de afname van de beladingsgraad per scheeptype berekenen, dit is gedaan in Tabel 4. Uit deze tabel is af te leiden dat de afname van de beladingsgraad bij containers geringer is dan bij de andere verschijningsvormen. De verklaring hiervoor is dat containerschepen gemiddeld een minder zware lading hebben dan bulkschepen en dus een minder diepgang.

Tabel 4 - De afname van de gemiddelde beladingsgraad in laagwater periode per scheepstype en verschijningsvorm.

Scheepstype	Verschil gemiddelde belading		
	Natte bulk	Droge bulk	Containers
1 M0 Overige Motorvrachtschepen (B <= 5m of L <= 38m)		-0.33	-0.13
2 M1 Spits	-0.34		
3 M2 Kempenaar			-0.20
4 M3 Hagenaar	-0.27		
7 M6 Rijn-Herne schip (L <= 86m)		-0.32	-0.13
8 M7 Verlengde Rijn-Herne schip (L > 86m)	-0.15		
9 M8 Groot Rijnschip		-0.37	-0.13
10 BO1 Duwstel 5.20	-0.47		
15 BII-1 1 bakduwstel Europa II		-0.29	
21 C1l 2 Spitsen lang		-0.27	
22 C1b 2 Spitsen breed (L<=80m)		-0.43	
24 C2b Klasse IV + 1 Europa I bak breed (L <= 136m)		-0.50	
31 M12 Rijnmax Schip	-0.22		

Vergelijking met andere jaren

De laagwaterperiode in 2018 wordt vergeleken met de jaren 2014 t/m 2019 (voor deze jaren hadden we ook uitgebreide datasets beschikbaar). Voor deze jaren maken we de volgende selectie:

- Ook hier selecteren we de Rijn- en IJsselvaart.
- We gebruiken de laagwaterperiode van 2018, dat is de periode van 17 juli tot en met 6 december.
- We vergelijken de laagwater periode van 2018 met dezelfde dagen in 2014 t/m 2019 waarin er geen laagwater was. In drie jaren te weten 2015, 2016 en 2019 is er in een deel van deze periode ook laagwater (Lobith haven lager dan 750 cm NAP). Deze dagen nemen we niet mee bij de vergelijking.
- Net als in 2018 nemen we scheepsklassen M0 t/m M5 B01 t/m B04, C1l en C1b niet mee.

De resultaten van deze vergelijking zijn weergegeven in Tabel 5.

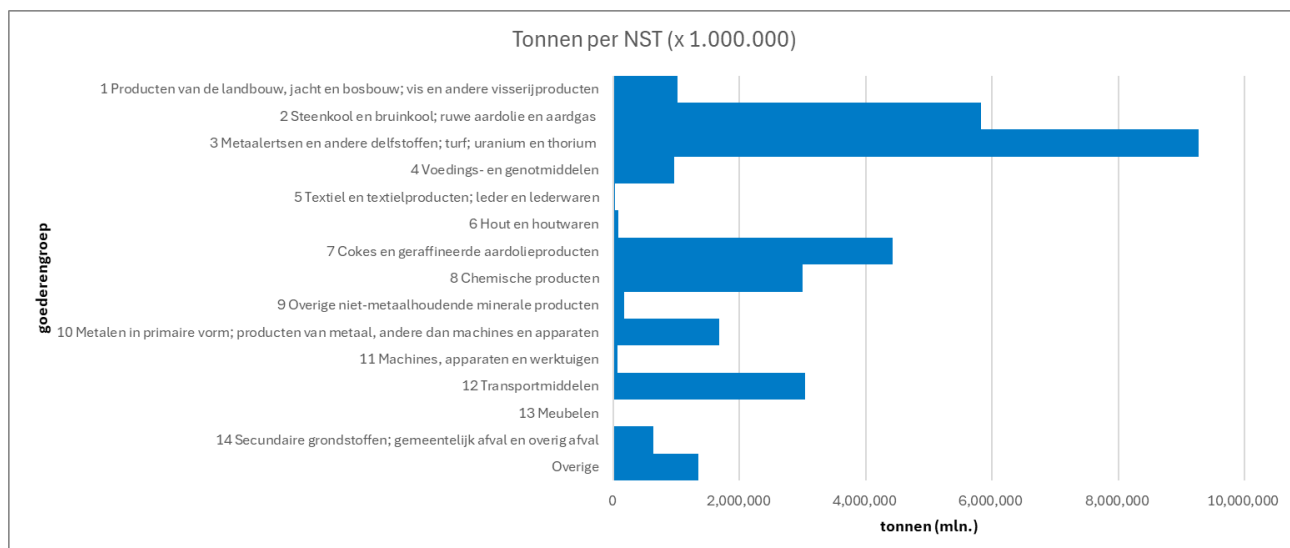
Tabel 5 - Vergelijking Laagwaterperiode met andere jaren

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
aantal reizen per dag	125	148	130	132	175	124
tonnage per dag	308,593	292,404	300,794	309,426	222,390	277,888
gemiddelde belading	0.649	0.526	0.593	0.607	0.350	0.624

Uit deze analyse zijn dezelfde conclusies te trekken als bij de vergelijking met de normale waterstanden in 2018. In een laagwater periode zien we lagere belading, meer beladen reizen en minder vervoerd gewicht per dag. De eventuele seizoensinvloeden zijn dus kleiner dan de invloed die laagwater heeft op de binnenvaart operaties.

5.3.2 Uitsplitsing naar goederensoorten

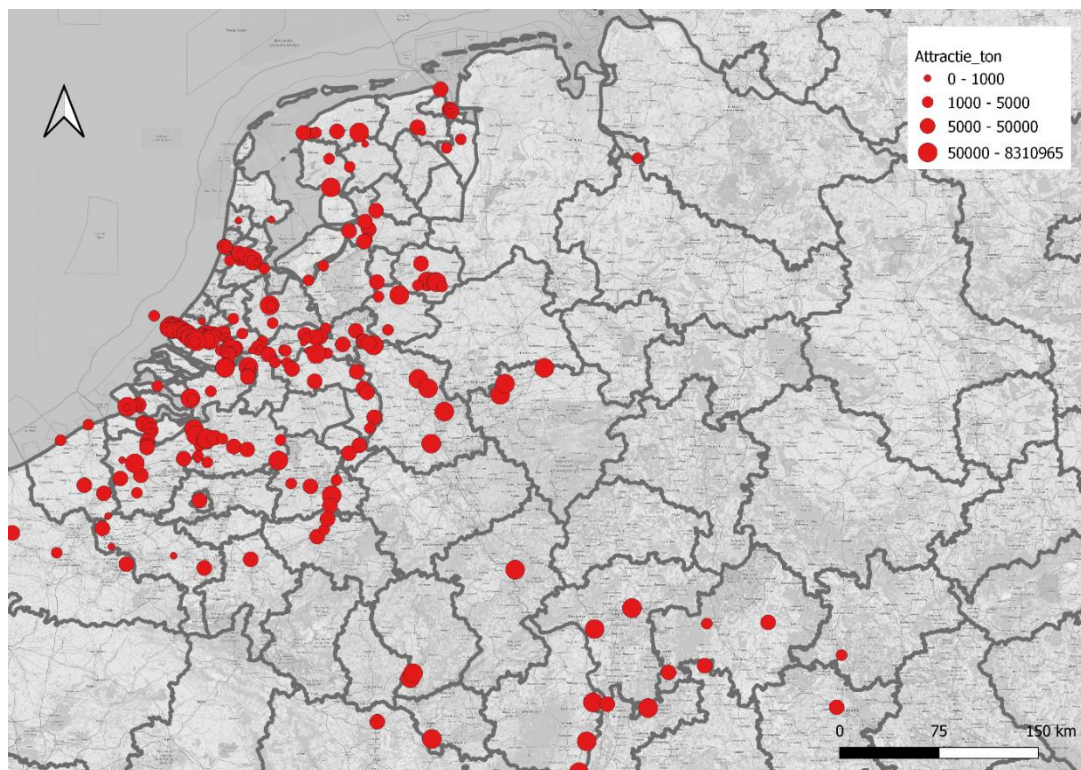
Voor de boten die last hebben van het lage water in de IJssel en de Rijn is in **Error! Reference source not found.** afgebeeld wat de samenstelling is van de goederen die vervoerd worden. Het meest geraakt worden de bulkgoederen: vooral het vervoer van metaalerts en delfstoffen (goederengroep 3) en daarnaast ook veel steenkool, aardolie en aardgas (goederengroep 2), gevolgd door cokes en aardolieproducten (goederengroep 7).



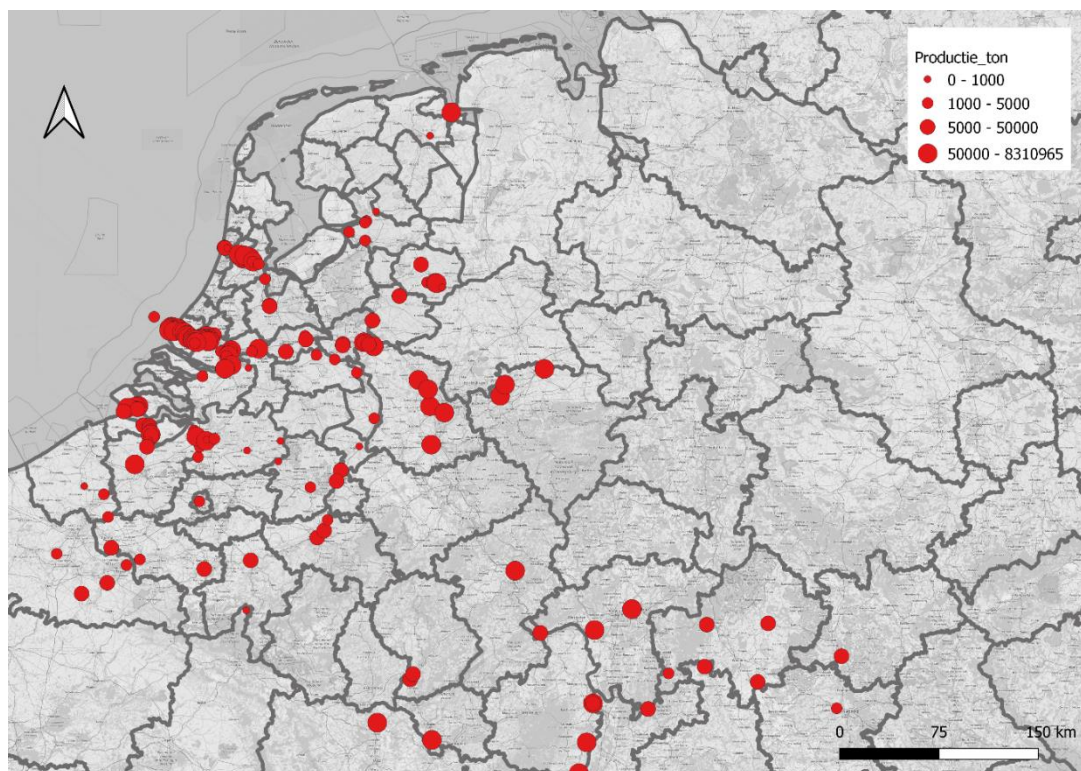
Figuur 31 - goederengroep verdeling van de goederen die in 2018 over Rijn en IJssel worden vervoerd in de laagwaterperiode en last hebben van de laagwaterperiode.

5.3.3 Uitsplitsing naar herkomsten en bestemmingen

In Figuur 32 en Figuur 33 geven we aan wat de herkomst en bestemming is van de binnenvaart reizen die last hebben van het laagwater in 2018. In deze figuren zijn dezelfde selectiecriteria gebruikt als in de eerdere tabellen. Op de kaart staan de herkomsten en bestemmingen van de goederen in het binnenvaart netwerk: dit zijn de knooppunten in het BIVAS netwerk. Dat is dus de locatie van laden of lossen van het binnenvaartschip.

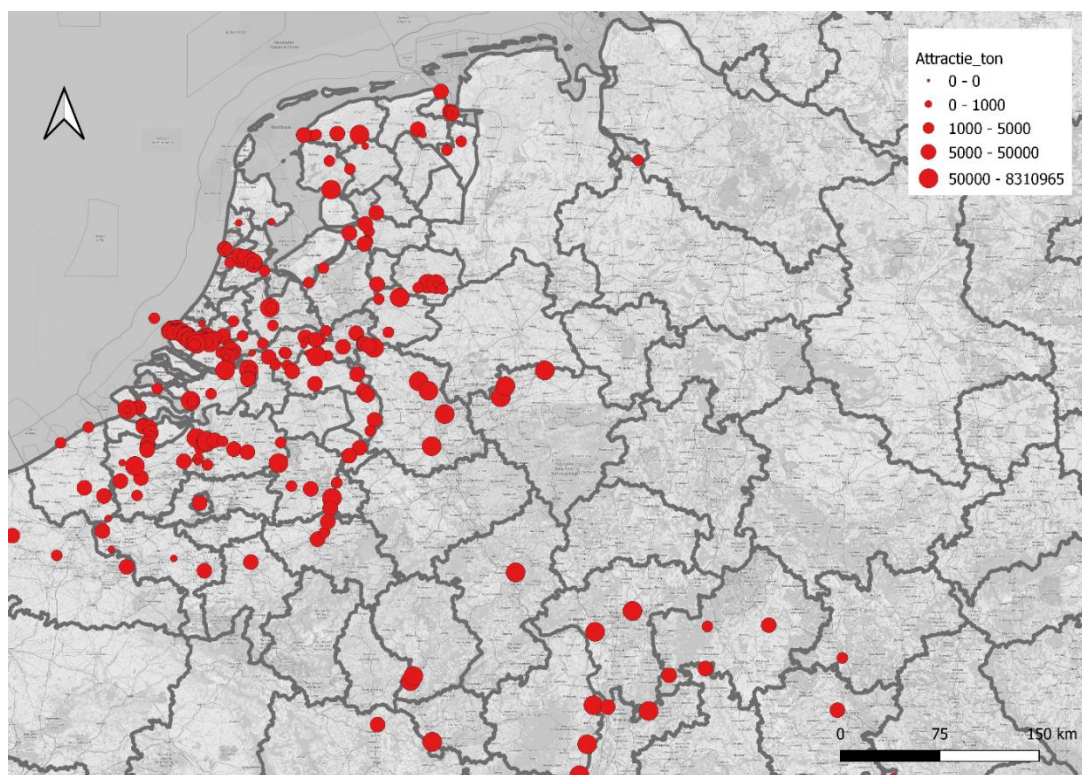


Figuur 32 - Bestemming (attractie) van de goederen die last van Laagwater hebben in 2018.

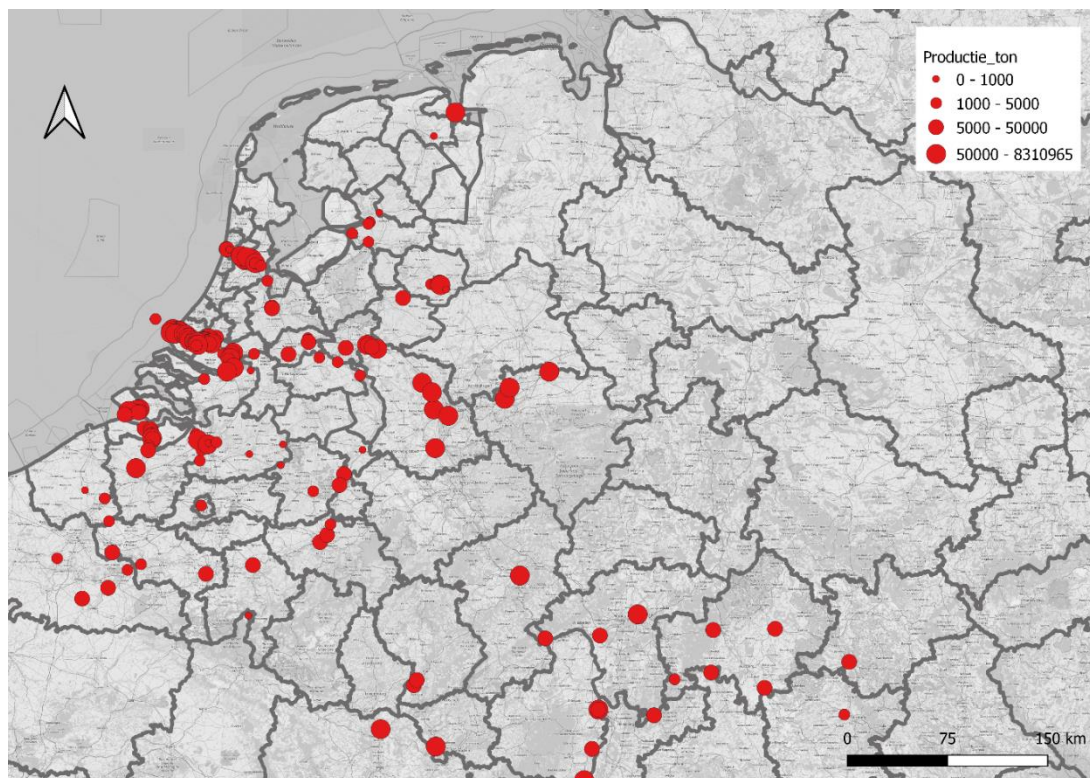


Figuur 33 - Herkomst, (Productie) van de goederen die last van Laagwater hebben in 2018.

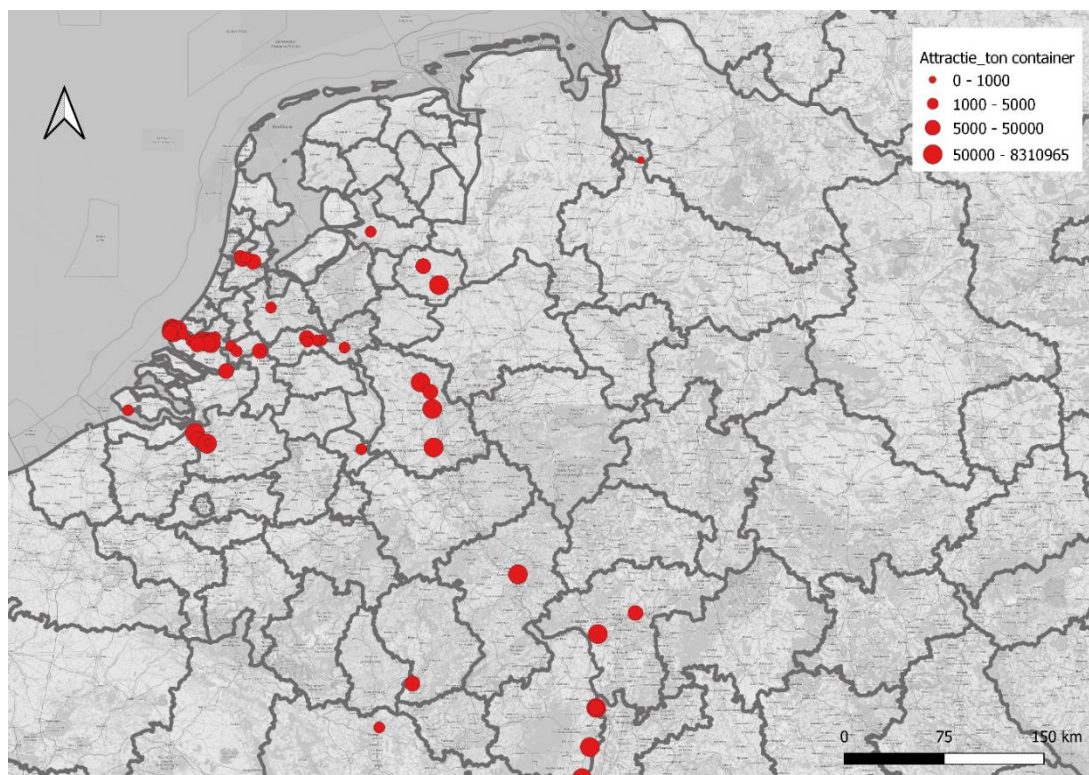
In de volgende figuren is het totale vervoer opgesplitst in aparte kaartbeelden voor het containervervoer en het niet-containervervoer. In Figuur 34 en Figuur 35 zijn kaartbeelden voor het niet-containervervoer weergegeven. In Figuur 36 en Figuur 37 zijn kaartbeelden voor het containervervoer weergegeven. Het is duidelijk zichtbaar dat containerstromen veel meer vanuit de havengebieden, met name Rotterdam, worden aan- en afgevoerd.



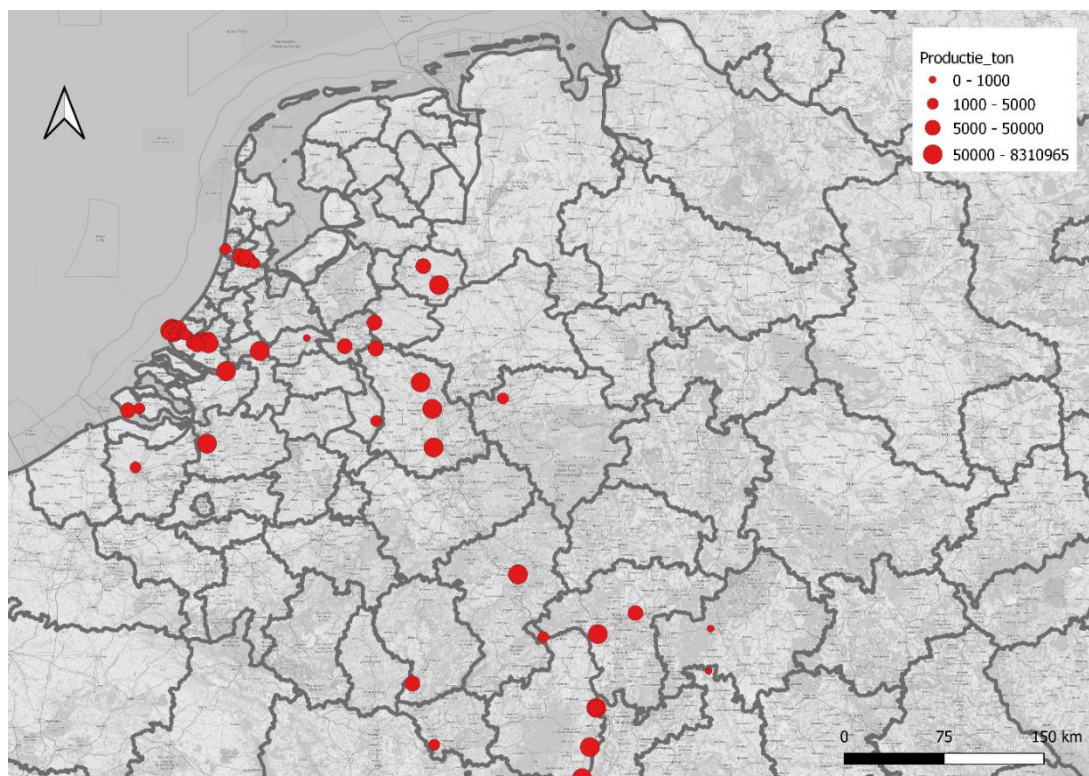
Figuur 34 - Bestemming (Attractie) van goederen die niet in containers worden vervoerd en die last hebben van Laagwater in 2018



Figuur 35 - Herkomst (Productie) van goederen die niet in containers worden vervoerd en die last hebben van Laagwater in 2018.



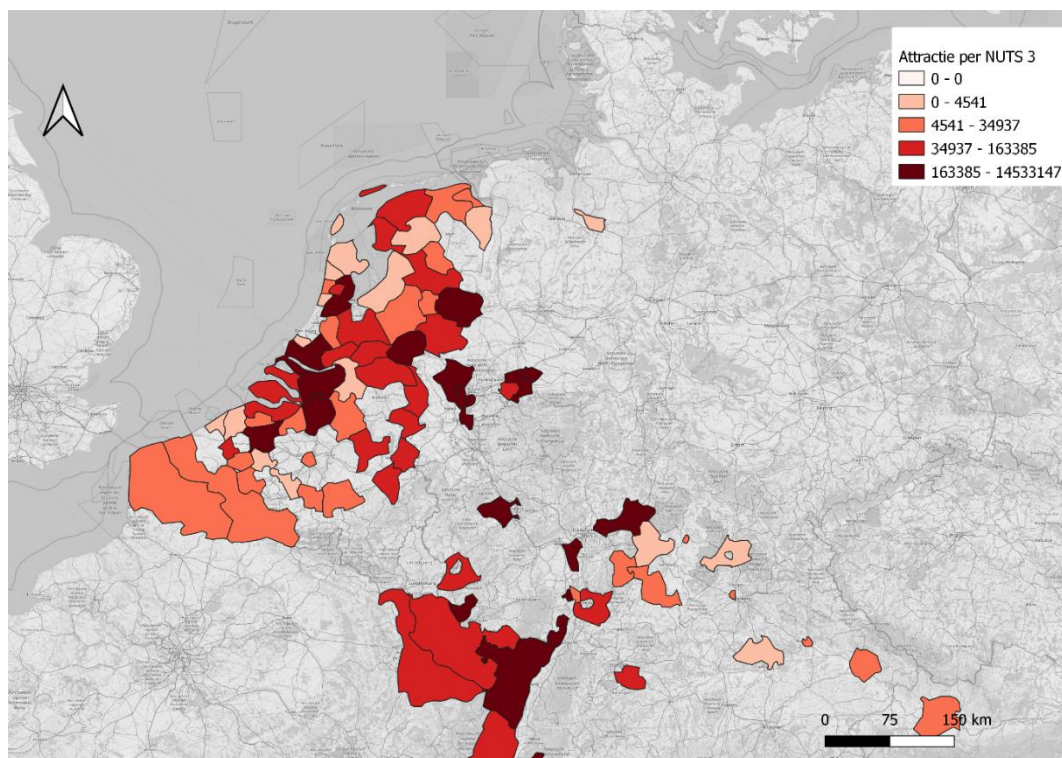
Figuur 36 - Bestemming (Attractie) van goederen die in containers worden vervoerd en die last hebben van Laagwater in 2018.



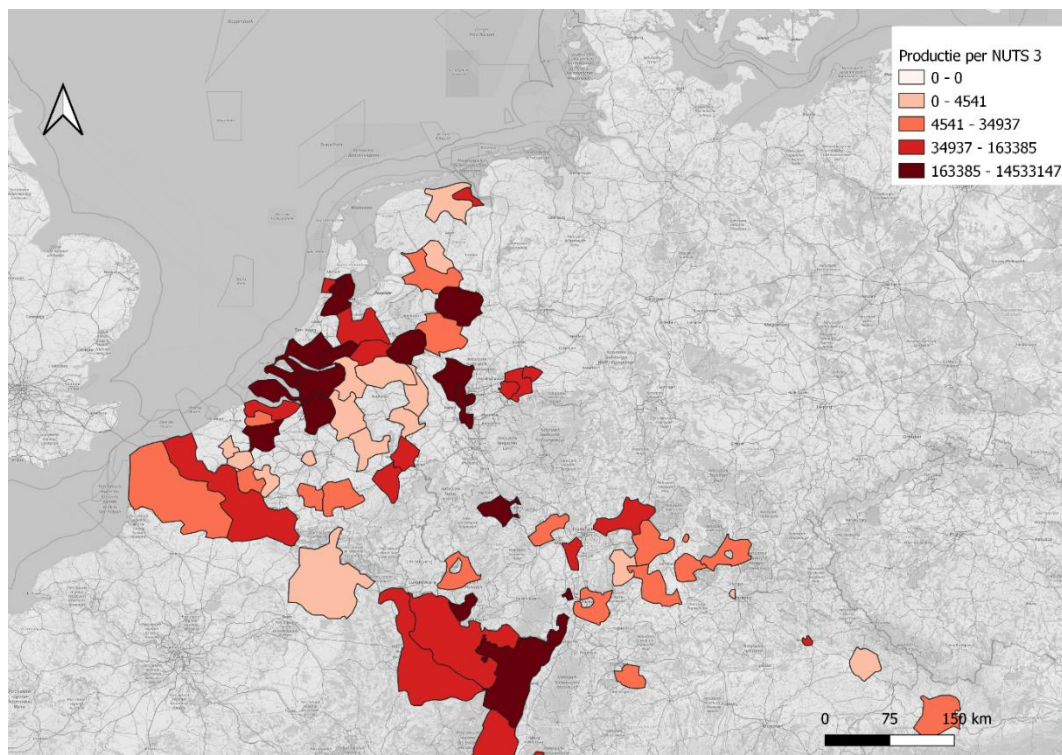
Figuur 37 - Herkomst (Productie) locatie van goederen die in containers worden vervoerd en die last hebben van Laagwater in 2018.

5.3.4 Aggregatie naar NUTS 3 zones

In de voorgaande kaartbeelden gebruikte we de meest gedetailleerde info die beschikbaar is (BIVAS knopen) om de locatie af te beelden. In de paragraaf laten we de herkomst en bestemming locatie van goederen per BasGoed zone zien: dat is binnen Nederland de COROP regio's (NUTS-3 zones) en buiten Nederland provincies (NUTS-2 zones). In Figuur 38 zijn de bestemmingszones van het binnenvaart vervoer weergegeven die in 2018 last hadden van laagwater. In Figuur 39 is eenzelfde kaartbeeld opgenomen maar dan voor de herkomstzones.



Figuur 38 - Attractielocatie van goederen naar NUTS-3 zonering die last hebben van Laagwater in 2018



Figuur 39 - Productielocatie van goederen naar NUTS-3 zonering die last hebben van Laagwater in 2018.

5.4 Belangrijke observaties uit analyse

De belangrijkste bevindingen van deze analyse worden besproken aan de hand van de drie onderzoeksvragen die we aan het begin van dit hoofdstuk stelden:

Welke impact heeft het laagwater op de beladingsgraad van het vervoer?

Door lage waterstanden bij Lobith kunnen binnenvaartschepen minder goederen meenemen. De gemiddelde belading van de schepen neemt af. In periodes van laagwater zien we dat er meer reizen worden gemaakt. Een deel van de lagere belading per schip wordt gecompenseerd door meer scheepsreizen te maken. Alleen zit er een maximum aan het aantal extra reizen dat gemaakt kan worden, het aantal binnenvaartschepen en aantal schippers is beperkt. Voor de laagwater periode in 2018 zien we duidelijk dat er minder goederen worden vervoerd dan in andere vergelijkbare periodes zonder laagwater.

Welke goederenstromen ondervinden hinder van een periode van laagwater?

De analyses laten zien dat met name het vervoer van bulkgoederen wordt beïnvloedt zoals het vervoer van metaalerts en delfstoffen (goederengroep 3), steenkool, aardolie en aardgas (goederengroep 2), en cokes en aardolieproducten (goederengroep 7). Omdat de binnenvaart over de Rijn en IJssel veel regio's in Nederland bedient wordt het vervoer van en naar bestemmingen in heel Nederland beïnvloed. Voor containervervoer geldt dat vooral de stromen van en naar Rotterdam hinder ondervinden.

Hoe groot is het knelpunt dat ontstaat?

De afname van het binnenvaartvervoer in de laagwater periode bedraagt circa 90 kton vervoer per dag. Als niet alle goederen met de binnenvaart kunnen worden vervoerd is de vraag of er genoeg restcapaciteit bij andere modaliteiten beschikbaar is om de niet vervoerde goederen te vervoeren. In ProRail, 2019⁵ wordt de groei van het spoorvervoer van 2017 naar 2018 verklaard door de laagwater periode in 2018. In de laagwater periode rijden er volgens ProRail 10 goederentreinen per dag meer dan gebruikelijk. Deze 10 extra treinen per dag kunnen alleen niet de circa 90 kton binnenvaart vervoer per dag opvangen. Deze extra treinen kunnen slechts circa 10% van het vervoer overnemen. Blijft over dat een groot deel van het vervoer, ca. 90%, naar het wegvervoer zou kunnen verschuiven of niet vervoerd wordt. Er zijn helaas geen gedetailleerde statistieken voor het wegvervoer om deze hypothese voor de laagwaterperiode goed te kunnen testen.

⁵ ProRail, 2019, Ontwikkeling spoorgoederenverkeer in Nederland, [link](#)

6. Conclusies en discussie

Het doel van deze studie is inzicht te krijgen in de vraag: in welke mate strategische goederenvervoermodellen geschikt zijn om impactrelaties van goederenstromen weer te geven. We bepreken allereerst de belangrijkste conclusies uit de gepresenteerde use cases. Vervolgens gaan we in op de geldigheid van de resultaten. En ten slotte bespreken we aanbevelingen voor verder onderzoek.

6.1 Wat kan er al wel?

De onderzochte use cases laten goed zien wat er al wel kan met de bestaande strategische instrumenten voor goederenvervoer.

De analyses van de impact van weginfrastructuur op wegvervoer laat zien dat gedetailleerder analyses van de samenstelling en herkomsten en bestemmingen van het vrachtverkeer over of door specifieke knelpunten in het wegennet mogelijk zijn. Er zijn een aantal belangrijke oeververbindingen in het hoofdwegennet onderzocht in verschillende use-cases. Deze laten duidelijk een verschillend beeld zien van het bedieningsgebied, of corridor die bediend wordt. Het detailniveau van het model maakt het mogelijk om dieper in te gaan op de segmenten die afhankelijk zijn van een knelpunt: de combinatie van goederensoorten en herkomst of bestemming maakt het mogelijk om een betere inschatting te maken welke sectoren de meeste hinder ondervinden en in welke mate.

De analyse van productiestructuren maakt inzichtelijk aan de hand van een analyse van de MRIO tabel uit BasGoed hoe de aanvoer en afvoer stromen van het productieproces van een productgroep verlopen. Zowel de herkomsten en bestemmingen van grondstoffen voor de productie kan geanalyseerd worden als de belangrijkste vervoerwijzen die gebruikt worden voor het transport.

De binnenvaartreizen uit BasGoed zijn geanalyseerd voor een lange laagwaterperiode in 2018. Hieruit blijkt dat de gemiddelde belading van de scheepsklassen met grotere diepgang sterk was gedaald. Voor een gedeelte is deze afname in capaciteit gecompenseerd door meer scheepsreizen. Per saldo was er sprake van een afname van 90 kton per dag aan binnenvaart vervoer. Uit analyse van de lading en herkomsten en bestemmingen van de binnenvaart reizen is ook in kaart gebracht welke goederensoorten het meeste hinder ondervinden in een laagwaterperiode, en welke herkomsten en bestemmingen deze goederen hebben. Met name het vervoer van bulkgoederen wordt beïnvloed zoals het vervoer van metaalerts en delfstoffen (goederengroep 3), steenkool, aardolie en aardgas (goederengroep 2), en cokes en aardolieproducten (goederengroep 7). Omdat de binnenvaart over de Rijn en IJssel veel regio's in Nederland bedient wordt het vervoer van en naar bestemmingen in heel Nederland beïnvloed. Voor containervervoer geldt dat vooral de stromen van en naar Rotterdam hinder ondervinden.

6.2 Wat kan er nog niet?

Bij de uitwerking van de use cases in deze verkennende studie is ook duidelijker geworden welke analyses (nog) niet mogelijk zijn met het model BasGoed. Deze bespreken we hier.

De analyses van de knelpunten van het hoofdwegennet kunnen de samenstelling en herkomsten en bestemmingen van het vrachtvervoer laten zien, maar nog niet de reactie bij eventuele afsluiting. Afsluiting heeft ook een waterbed effect: chauffeurs gaan omrijden. Welke alternatieve routes zijn er? In deze analyse is geïnventariseerd welke segmenten van het wegvervoer de afsluiting passeren. De nieuwe congestiepatronen kunnen eenvoudig bepaald worden aan de hand van een toedeling met corresponderende wegafsluiting. Vervolgens kan eenzelfde 'selected-link' analyse uitgevoerd worden, om voor de betreffende ritten te inventariseren wat de meest waarschijnlijke omrijroutes zijn, en wat dit betekent voor de transporttijden en afstanden.

De analyses van productiestructuren kunnen worden uitgevoerd maar zijn niet mogelijk voor gedetailleerde productgroepen. De productgroepen in de MRIO tabel zijn relatief brede CPA productgroepen. Daarnaast beschrijft de MRIO tabel de productie en consumptie stromen van goederen en niet de consumptie of productie per industriector. Er is een verkenning uitgevoerd om de BasGoed MRIO tabel te verrijken met informatie uit nationale aanbod-gebruik tabellen, maar hierbij zijn zoveel aannames nodig dat wij deze uitkomsten minder nauwkeurig achten.

Bij de laagwateranalyse is het nog niet mogelijk om de shift van een gedeelte van het vervoer naar wegvervoer te kwantificeren. Voor wegvervoer zijn de benodigde tijdreeksen met voldoende dichtheid niet beschikbaar om dergelijke tijdelijke ladingstromen te meten. Mogelijk dat de uitgebreide toepassing van geautomatiseerde dataverzameling van ritdagboeken hier aan bij kan dragen⁶.

6.3 Validiteit

Ten slotte gaan we in op de geldigheid van de gepresenteerde resultaten. BasGoed is het strategisch goederenvervoermodel van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Belangrijke kracht van het model is dat alle relevante databronnen op het gebied van goederenvervoer bij elkaar zijn gebracht: handelsdata, transportdata en verkeerstellingen. De uitkomsten zijn consistent met CBS basisstatistieken handel en transport. Op geaggregeerd niveau zijn de data daarom goed betrouwbaar. Daarnaast houdt het model rekening met lange termijn ontwikkelingen: zoals bevolking, BBP, inkomen, economische ontwikkelingen, bereikbaarheid. Deze zijn consistent met WLO scenario's en vaststaand beleid.

Op basis van de beschikbare metingen worden met behulp van modellering en simulatie zo goed mogelijke vervoerspatronen gesimuleerd. Hoe gedetailleerder de analyses hoe groter de kans op afwijkingen tussen de gesimuleerde patronen en werkelijke patronen.

De BasGoed uitkomsten voor Wegvervoer zijn synthetisch: dat wil zeggen de data is gesimuleerd. Bij de modellering van deze data is de meest uitgebreide statistiek voor het wegvervoer gebruikt die beschikbaar is bij het CBS (wegvervoer microdata). Bij specifieke beleidsanalyses, zoals afsluiting van knooppunten of zero-emissie zones, is het goed om de validiteit van de uitkomsten verder te onderzoeken met aanvullende data. Het model is gebaseerd op de beschikbare transportdata bij het CBS. Echter de resultaten kunnen verder worden gevalideerd en gekalibreerd door deze te vergelijken met verkeerstellingen of andere bronnen. De huidige uitkomsten zijn niet op specifieke locaties gecorrigeerd op basis van verkeerstellingen.

Productiestromen uit de MRIO -data zijn voor een groot deel modelmatige verrijkte data. Voor deze verrijking is gebruik gemaakt van alle relevante data over de productiestructuren van landen, en is er gebruik gemaakt van gedetailleerde transportdata. Hierdoor is de huidige MRIO tabel in BasGoed het meest nauwkeurige bestand dat op basis van beschikbare bronnen kan worden afgeleid.

6.4 Aanbevelingen

In deze studie zijn de gebruiksmogelijkheden verkend van het bestaande strategische rekenmodel voor goederenvervoer en logistiek, BasGoed. Dit heeft veel inzichten opgeleverd over wat er wel en nog niet kan met het model. Op basis hiervan zijn een aantal aanbevelingen te doen over wat er meer zou kunnen om de analyses te verdiepen of te verbeteren.

De analyse van de impact van weginfrastructuur op goederenvervoer kan worden verdiept door met onderzoek naar het effect van een afsluiting op de verkeersafwikkeling op netwerkniveau. Allereerst wordt aanbevolen de gebruikte toedeling te verbeteren door rekening houden met spreiding van de gekozen routes over een aantal snelste routes. Dit lijkt een realistischer aanname omdat in werkelijkheid chauffeurs niet allemaal dezelfde route rijden (in technische termen het toepassen van een multi-routing in algoritme). Daarnaast kan het effect van routekeuze onderzocht worden door in een analyse een terugkoppeling te maken naar het LMS, het landelijk verkeersmodel, voor het bepalen van nieuwe verkeersafwikkeling bij afsluiting. Daarmee kan ook berekend worden welke herkomsten en bestemmingen meer last gaan krijgen van congestie en in welke mate de transporttijden, en -afstanden toe zullen nemen.

De analyse van productiestructuren en de link met transport kan worden toegepast voor andere sectoren en zones. De methode is ook geschikt om deze te combineren met what-if scenario's: dus wat gebeurt er als een aanvoer stroom komt stil te liggen, of wordt verstoord. BasGoed kan gebruikt worden om in die gevallen de verschuiving van handelspatronen te berekenen op basis van de aanvoer en

⁶ De Topsector Logistiek is bij diverse initiatieven betrokken om de dataverzameling van wegtransport te automatiseren om te komen tot grotere dataverzamelingen voor het wegvervoer. De datastandaard OTM speelt hier een belangrijke rol in en het is voorzien dat deze dataverzameling een grote verbetering zal zijn voor de dataverzameling voor BasGoed en VESDI.

transportmogelijkheden van en naar andere regio's. Dit biedt de mogelijkheid om verschuivingen in de productiestructuren te gekwantificeerd en te visualiseren.

De analyse van de laagwater case zou uitgebreid kunnen worden met een toedeling van de scheepsvaartbewegingen in het binnenvaartmodel BIVAS. Hiermee kunnen de intensiteiten op de vaarwegen worden gevisualiseerd. Een andere mogelijkheid is het uitvoeren van 'What if' studies en de modal shift te laten berekenen in BasGoed. Dit zou kunnen door de stremmingen in de laagwatercase te vertalen naar de capaciteit van het binnenvaartnetwerk in BasGoed. Voor deze vertaling zou het toedelingsmodel BIVAS voor de binnenvaart gebruikt kunnen worden.

Daarnaast kan meer bereikt worden als de kwaliteit van de basisdata verbeterd wordt. Eén van de data initiatieven waar de Topsector Logistiek bij betrokken is, met onder meer het CBS en Rijkswaterstaat, is het koppelen verschillende databronnen om informatie van de gehele (multimodale)transportketen te vormen. Om deze koppeling goed te kunnen maken is het van belang dat in de verschillende databronnen sleutel informatie goed geregistreerd worden, zoals de zendingsnummers. Ketendata kan vervolgens gebruikt worden om een groter deel van de logistieke keten te analyseren. Een tweede groot initiatief wat loopt om de basisdata te verbeteren is de automatisering van de dataverzameling van wegtransport. De datastandaard OTM speelt hier een belangrijke rol in en het is voorzien dat deze dataverzameling een grote verbetering zal zijn voor de dataverzameling voor BasGoed en VESDI. Met een groter databestand zal het mogelijk zijn om de modellen met meer basisdata te onderbouwen en met grotere betrouwbaarheid representatieve patronen te simuleren voor wegvervoer.

**Impactrelaties
goederenstromen
Appendices**

Appendix A: Samenstelling goederensoorten wegvervoer BasGoed 2018

In Tabel 6 is de samenstelling van het vrachtvervoer dat over de weg wordt vervoerd te zien op landelijke niveau en over de drie bruggen. Het gaat hierbij om de samenstelling van BasGoed in het basisjaar 2018.

Tabel 6 – Samenstelling goederensoorten wegvervoer BasGoed met basisjaar 2018

	Goederengroep	Landelijk	Moerdijkbrug	Merwedebrug	Nijhoffbrug
1	Landbouw-, bosbouw- en visserij	11.87%	13.07%	11.42%	13.22%
2	Steenkool, bruinkool en cokes	0.13%	0.13%	0.06%	0.21%
3	Ruwe aardolie en aardgas	0.02%	0.05%	0.02%	0.02%
4	Ertsen	0.06%	0.09%	0.06%	0.04%
5	Zout, zand, grind, klei	12.84%	3.92%	4.46%	7.92%
6	Aardolieproducten	1.26%	0.99%	0.88%	0.62%
7	Chemische producten	8.97%	10.15%	7.91%	8.52%
8	Kunststoffen/rubber	2.78%	3.34%	3.10%	1.88%
9	Basismetalen en metaalproducten	5.21%	7.23%	6.90%	6.49%
10	Overige minerale producten	11.26%	13.83%	13.48%	12.74%
11	Voedings- en genotsmiddelen	23.27%	22.97%	26.28%	25.35%
12	Machines, elektronica en transport	7.11%	8.10%	8.82%	7.97%
13	Overige goederen en afval	15.22%	16.12%	16.62%	15.02%

Appendix B:

CPA productgroepen

Grote Marktstraat 47
2511 BH Den Haag
Nederland

info@significance.nl
+31 70 312 1530