



Notitie

Droogte in de binnenvaart

Een verkenning van de effecten van laagwater op binnenvaartafhankelijke ketens

Olaf Jonkeren, Maurits Terwindt, Roselien Steur | Augustus 2026

Het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) maakt analyses van mobiliteit die doorwerken in het beleid. Als zelfstandig instituut binnen het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) maakt het KiM strategische verkenningen en beleidsanalyses.

De inhoud van de publicaties van het KiM behoeft niet het standpunt van de minister en de staatssecretaris van IenW weer te geven.

Link naar de publicatie: <https://doi.org/10.82230/KiM.ER2507>

Samenvatting

In periodes van laagwater kunnen binnenvaartschepen minder lading per reis meenemen. De kosten voor de afnemers van binnenvaartvervoersdiensten, de binnenvaartverladers, stijgen dan. Die verladers nemen dan maatregelen, zoals het inhuren van extra schepen, en van extra wegvervoer, en personeel overuren laten maken om de logistieke aanpassingen te regelen. In de lange periodes met extreem lage waterstanden op Nederlandse vaarwegen in 2018 en 2022 berekenden sommige binnenvaartafhankelijke verladers de extra kosten als gevolg van laagwater door naar bedrijven voorwaarts in de keten. Daarnaast schaalden sommige binnenvaartverladers in Nederland hun productie enigszins af vanwege een verminderde aanvoer van grondstoffen en goederen. We hebben echter een sterke indicatie dat dat effect niet doorwerkte in opvolgende ketenschakels. De vraag is of dat ook het geval is in een jaar met een extremere laagwater situatie dan in 2018 en 2022. Het is mogelijk dat 2026 zo'n jaar wordt.

Achtergrond

Het Ministerie van IenW werkt met verschillende beleidsprogramma's aan klimaatadaptatie in Nederland. Het klimaatadaptief maken van het Nederlandse vaarwegennet komt aan bod in een aantal van die programma's, zoals de Nationale Adaptatiestrategie 2026, het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie, en Ruimte voor de Rivier 2.0. Een belangrijke pijler in die programma's is onderzoek. Wat betreft de (toekomstige) bevaarbaarheid van het Nederlandse vaarwegennet zijn er verschillende onderzoeken uitgevoerd op het gebied van laagwater en bodemerosie. Beide fenomenen hebben een negatieve invloed op de bevaarbaarheid van de vaarwegen. De kennis uit die onderzoeken wordt gebruikt om het beleid in de verschillende programma's vorm te geven. Waar het tot nu toe aan ontbrak is kennis over cascade-effecten van periodes van laagwater op binnenvaartafhankelijke ketens in Nederland. Met het voorliggende onderzoek geven we daar invulling aan.

Onderzoeksmethoden

We maakten in dit onderzoek gebruik van literatuuronderzoek en interviews met bedrijven die onderdeel uitmaken van verschillende logistieke ketens waarin de binnenvaart een belangrijke ketenschakel is. De negen geïnterviewde bedrijven zijn actief in de sectoren (agro)food, bouw, chemie, en containerlogistiek. Deze vier sectoren zijn verantwoordelijk voor ongeveer 50% van de vervoersprestatie van de binnenvaart in Nederland. We bevroegen de bedrijven over hun ervaringen met de laagwater periodes in 2018 en 2022. Ten tijde van de interviews speelde de laagwatersituatie in 2026 nog niet. De ervaringen met de 2026 laagwatersituatie zijn daarom niet meegenomen in dit onderzoek. Wel zijn de bedrijven bevraagd over hun kijk op de toekomst, waarin extreme droogteperiodes naar verwachting vaker voorkomen.

Effecten en maatregelen

In periodes van laagwater nemen binnenvaartverladers en andere bedrijven in binnenvaartafhankelijke ketens verschillende maatregelen om hun productieprocessen gaande te houden. Die maatregelen leiden enerzijds tot extra kosten, maar anderzijds juist tot het beperken van potentieel grote verliezen door verstoringen in die productieprocessen.

Belangrijke maatregelen door binnenvaartvervoerders en verladers in Nederland zijn:

- Uitbreiden van de voorraadcapaciteit
- Modal shift naar andere modaliteiten
- Werken aan een betere waterstandvoorspelling en betere actuele waterstand informatie
- Aanpassen van de vaarroute (omvaren)
- Shift in de regio/herkomst van de grondstoffen, tijdens laagwater of structureel

- Structureel meer spoorvervoer
- Aanpassen van productieprocessen
- Uitstellen van binnenvaartvervoer
- Aangepaste binnenvaartschepen met minder diepgang gebruiken
- Sterker binden van binnenvaartvervoerders met chartercontracten
- (Meer) binnenvaartschepen op de spotmarkt inhuren

Afhankelijk van de contractafspraken met afnemers werken de hogere kosten als gevolg van deze maatregelen al dan niet door in productprijzen van bedrijven verder voorwaarts in de keten. Andere effecten van laagwater voor binnenvaartverladers zijn het beperkt afschalen van de productie, een daling van de leveringsbetrouwbaarheid en het betalen van extra wachtgeld aan binnenvaartschepen (vanwege langer wachten voor lossen en laden).

Belangrijke maatregelen door andere ketenschakels dan de binnenvaartverladers (leveranciers, klanten) zijn:

- Verschuiving in de herkomst van grondstoffen, tijdens laagwater of structureel (op jaarbasis), door leveranciers en klanten ((agro)food en bouwsector);
- Leveranciers verleggen de verantwoordelijkheid voor alternatief transport bij laagwater naar de binnenvaartverlader ((agro)food sector);
- Afnemers van de binnenvaartverladers passen de (productie)planning aan (bouwsector);
- Klanten investeren in minder laagwatergevoelige winlocaties van grondstoffen (bouwsector).

We vinden geen productie-effecten voor de andere ketenschakels. Bovenstaande lijstjes laten zien dat de effecten en maatregelen door binnenvaartverladers en bedrijven elders in de productieketen divers zijn. Veel effecten en maatregelen voor de binnenvaartverladers zijn niet van toepassing op bedrijven elders in de keten. De bedrijven die direct afhankelijk zijn van de binnenvaart vangen de negatieve effecten van laagwater, zoals deze zich voordeden in 2018 en 2022, grotendeels op voor de bedrijven die indirect afhankelijk zijn.

Toekomst

Binnenvaartverladers en vervoerders verwachten dat hun afhankelijkheid van de binnenvaart voor vervoer van goederen en grondstoffen in de toekomst blijft. In het door Deltares gemodelleerde klimaatscenario WHdry met zichtjaar 2050 waarin de kans op een extreem droog jaar zoals in 2018 zesmaal groter is dan nu (Deltares, 2019), zal het gebruik van de binnenvaart dan wel gepaard gaan met (toenemende) logistieke uitdagingen in periodes van laagwater. Binnenvaartverladers en vervoerders vertrouwen er echter op dat ze door het zelf nemen van allerlei maatregelen dergelijke extreme laagwater jaren aan kunnen. 2026 lijkt hard op weg ook zo'n jaar te worden, en mogelijk zelfs extremer dan 2018.

Relevantie voor beleid

In de jaren met extreem laagwater, 2018 en 2022, werkten de kosten van maatregelen genomen door binnenvaartverladers voorwaarts door in sommige binnenvaartafhankelijke ketens in Nederland. We hebben een sterke indicatie dat dat niet het geval is wat betreft de soms afgeschaalde productievolumes van binnenvaartverladers. De vraag is of dat laatste ook het geval is in een toekomstig jaar met een extremere laagwater situatie dan in 2018 en 2022 (zoals 2026 zou kunnen worden). Mogelijk ontstaat er dan wel een cascade van productieverliezen in binnenvaartafhankelijke ketens in Nederland. Toekomstige maatregelen aan de Nederlandse vaarwegen die voortkomen uit de verschillende klimaatadaptatie programma's zijn erop gericht om de bevaarbaarheid van de vaarwegen te verbeteren. Samen met maatregelen door binnenvaartvervoerders- en verladers, helpt dat om de (cascade)-effecten van laag water te beperken. Deze verkenning naar die effecten, en naar maatregelen die binnenvaartverladers daartegen nemen, stelt het ministerie van IenW in staat om haar rol bij het tegengaan van de effecten van droogte op binnenvaartafhankelijke ketens verder te bepalen.

Inhoud

Samenvatting	3
Inhoud	5
1 Inleiding	6
1.1 Aanleiding	6
1.2 Vraag en scope	7
1.3 Binnenvaartafhankelijke sectoren en hun ketens	11
1.4 Leeswijzer	15
2 Methoden	16
2.1 Literatuuronderzoek	16
2.2 Interviews	16
3 (Keten)effecten en maatregelen	19
3.1 Effecten en maatregelen generiek	19
3.2 Effecten en maatregelen per sector	23
4 Conclusie	31
4.1 Effecten en maatregelen	31
4.2 Toekomst	32
4.3 Relevantie voor beleid	33
Referenties	34
Bijlagen	36
A Studies over effecten en maatregelen van laagwater in de binnenvaart	36
B Vragenlijst	39
C Toelichting VLAM-experiment	42
Colofon	44

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De Nederlandse vaarwegen zijn dit jaar (zie Kader 1.3) en in het (recente) verleden meerdere malen geconfronteerd met (lange) periodes van laagwater, veroorzaakt door droogte. Dat heeft gevolgen voor het goederenvervoer per binnenvaart (zie Kader 1.1).

Kader 1.1 Laagwater en binnenvaart



© ANP

Lage waterstanden op de rivieren resulteren in beperkingen van de beladingsgraad van binnenvaartschepen. Zou de binnenvaartschipper zijn laadcapaciteit geheel gebruiken bij een lage waterstand, dan loopt het binnenvaartschip op een bepaald punt op de vaarroute vast op de bodem van de vaarweg. Met een lagere beladingsgraad kan een binnenvaartschip wel blijven varen, maar kan ze minder goederen meenemen voor de verlader (het bedrijf dat haar goederen of grondstoffen laat vervoeren per binnenvaart). Omdat dat geldt voor heel veel schepen, neemt de capaciteit van de gehele binnenvaartvloot af. Om dezelfde hoeveelheid goederen te laten vervoeren bij laagwater als bij normale waterstanden heeft een verlader daarom meer binnenvaarttransporten nodig. Tijdens laag water daalt de vlootcapaciteit waardoor de prijzen per vervoerde ton goederen stijgen. Met andere woorden: binnenvaartvervoer wordt duurder.

Naast het inschakelen van meer binnenvaartschepen nemen verladers ook andere maatregelen, zoals het overschakelen van binnenvaart naar het vervoer per vrachtauto. En binnenvaartvervoerders kunnen voor een andere vaarroute kiezen bijvoorbeeld. Dergelijke maatregelen kosten geld, maar zijn erop gericht om veel grotere economische verliezen, het stilvallen van productieprocessen, te voorkomen. De kosten die daarmee gepaard gaan zijn over het algemeen vele malen groter dan de kosten van de maatregelen.

Het Ministerie van IenW werkt met verschillende beleidsprogramma's aan klimaatadaptatie, onder andere van het Nederlandse vaarwegennet. Zo is er een 'nieuwe' Nationale Adaptatie Strategie (NAS, Min. IenW, 2026a). Deze NAS26 vervangt de vorige NAS, die dateert van 2016, en geeft richting, mogelijke routes en doelen om de ambitie van een klimaatbestendig Nederland te realiseren. Daarin is aandacht voor de effecten van droogte, in combinatie met bodemerosie¹, op de bevaarbaarheid van het vaarwegennet.

¹ Doordat de stroming de rivierbodem uitslijt ontstaan drempels in de vaarweg, bijvoorbeeld op het punt waar een kanaal aansluit op een rivier.

Een ander relevant programma is het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie. Dit programma schrijft voor dat Nederland in 2050 klimaatbestendig en waterrobuust is. Onderdeel van het Deltaplan is de tweede Uitvoeringsagenda Klimaatbestendige Netwerken (de eerste dateert van 2021 (Min. IenW, 2021)). Hiermee zet het Ministerie zich in om de netwerken van Rijkswaterstaat, waaronder het hoofdvaarwegennet (HVWN), klimaatbestendiger te maken. Het Deltaplan volgt een cyclisch proces; er wordt elke 6 jaar een nieuwe uitvoeringsagenda opgesteld.

Het programma Ruimte voor de rivier 2.0 richt zich wat betreft het onderwerp 'bevaarbaarheid' op oplossingen voor de eerder genoemde bodemerosie (Min. IenW, 2026b). Breder gezien gaat het in dit programma om een nieuwe inrichting van het rivierengebied, die klaar is voor de toekomst.

De programma's vinden plaats in een complexe context. Het klimaatbestendig maken van Nederland gebeurt immers ook in andere domeinen, zoals landbouw, natuur, en milieu. En ook in het buitenland wordt gewerkt aan de bevaarbaarheid van vaarwegen die Nederland binnenkomen bij de grens. Maatregelen in die andere domeinen, en in het buitenland, vormen soms een indirecte bedreiging voor de bevaarbaarheid van Nederlandse vaarwegen. Het doel is om ook in de toekomst vervoer over water te blijven faciliteren. Door veranderende omstandigheden zoals bijvoorbeeld meer periodes van (extreme) droogte zullen keuzes gemaakt en maatregelen moeten worden genomen om de Nederlandse vaarwegen bevaarbaar te houden.

Door de verschillende beleidsprogramma's is, en wordt onderzoek uitgevoerd naar de effecten van droogte (laagwater) en bodemerosie. Een witte vlek daarin is wat de effecten zijn op logistieke ketens waarin de binnenvaart een rol speelt. Werken de in Kader 1 beschreven effecten op kosten en productie misschien door naar andere delen van de binnenvaartafhankelijke keten? Het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, afdeling Binnenvaart en Vaarwegen, heeft het KiM gevraagd om onderzoek te doen naar deze mogelijke 'cascade' effecten in periodes van droogte.

1.2 Vraag en scope

1.2.1 Onderzoeksvraag

De onderzoeksvraag luidt als volgt:

Wat zijn de cascade-effecten van periodes van laagwater op binnenvaartafhankelijke ketens in Nederland?

Cascade-effecten laten zien of en zo ja hoe leverancier-afnemer-relaties in binnenvaartafhankelijke ketens verstoord raken tijdens laagwater. Ze kunnen zowel voorwaarts (naar afnemers/klanten), als achterwaarts (naar leveranciers) doorwerken. We bestuderen binnenvaartafhankelijke ketens in vier verschillende sectoren, die we verderop beschrijven.

1.2.2 Aanpak

Voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag gebruiken we twee onderzoeksmethoden: literatuuronderzoek en interviews.

In de literatuur zijn effecten van laagwater op de binnenvaart, en op binnenvaartverladers wel in kaart gebracht, en vaak gekwantificeerd. Onderzoek naar cascade-effecten is echter (zeer) schaars.

We nemen daarom interviews af bij bedrijven die onderdeel zijn van binnenvaartafhankelijke ketens. Op deze manier verkennen we of keteneffecten van laagwater in de binnenvaart aanwezig zijn, en in welke mate.

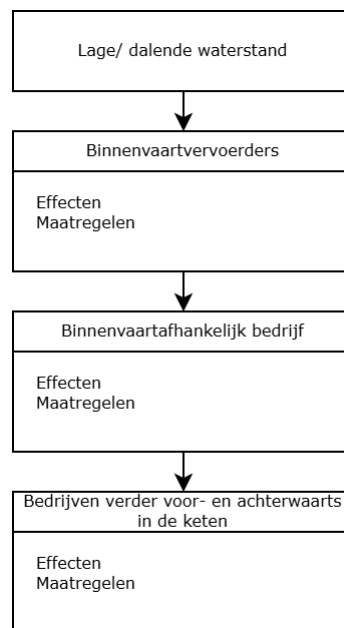
1.2.3 Conceptueel model

Het conceptueel model in figuur 1.1 toont een sterk versimpelde weergave van een binnenvaartafhankelijke keten. Een effect is iets dat een ketenpartij overkomt als gevolg van laagwater. Maatregelen zijn acties van ketenpartijen om de effecten te verminderen. Maatregelen

hebben op hun beurt ook weer effecten. Ze zijn dus onlosmakelijk met elkaar verbonden. Daarom nemen we in dit onderzoek naast effecten, ook maatregelen van private partijen (binnenvaartvervoerders- en verladers) mee. Een goed inzicht in de effecten voor, en maatregelen genomen door private partijen, helpt het ministerie van IenW om haar rol bij het zo goed als mogelijk bevaarbaar houden van de Nederlandse vaarwegen te bepalen, en op die manier de effecten van droogte op binnenvaartafhankelijke ketens te verminderen.

Het doel van dit onderzoek is om het (nog lege) conceptueel model te vullen, met effecten en maatregelen die we aantreffen in de literatuur en in de interviews. We doen dat in de Conclusie (hoofdstuk 4). Gezien de onderzoeksvraag zijn we vooral geïnteresseerd in het onderste blok van de figuur.

Figuur 1.1 Conceptueel model voor effecten en maatregelen bij laagwater



1.2.4 Scope

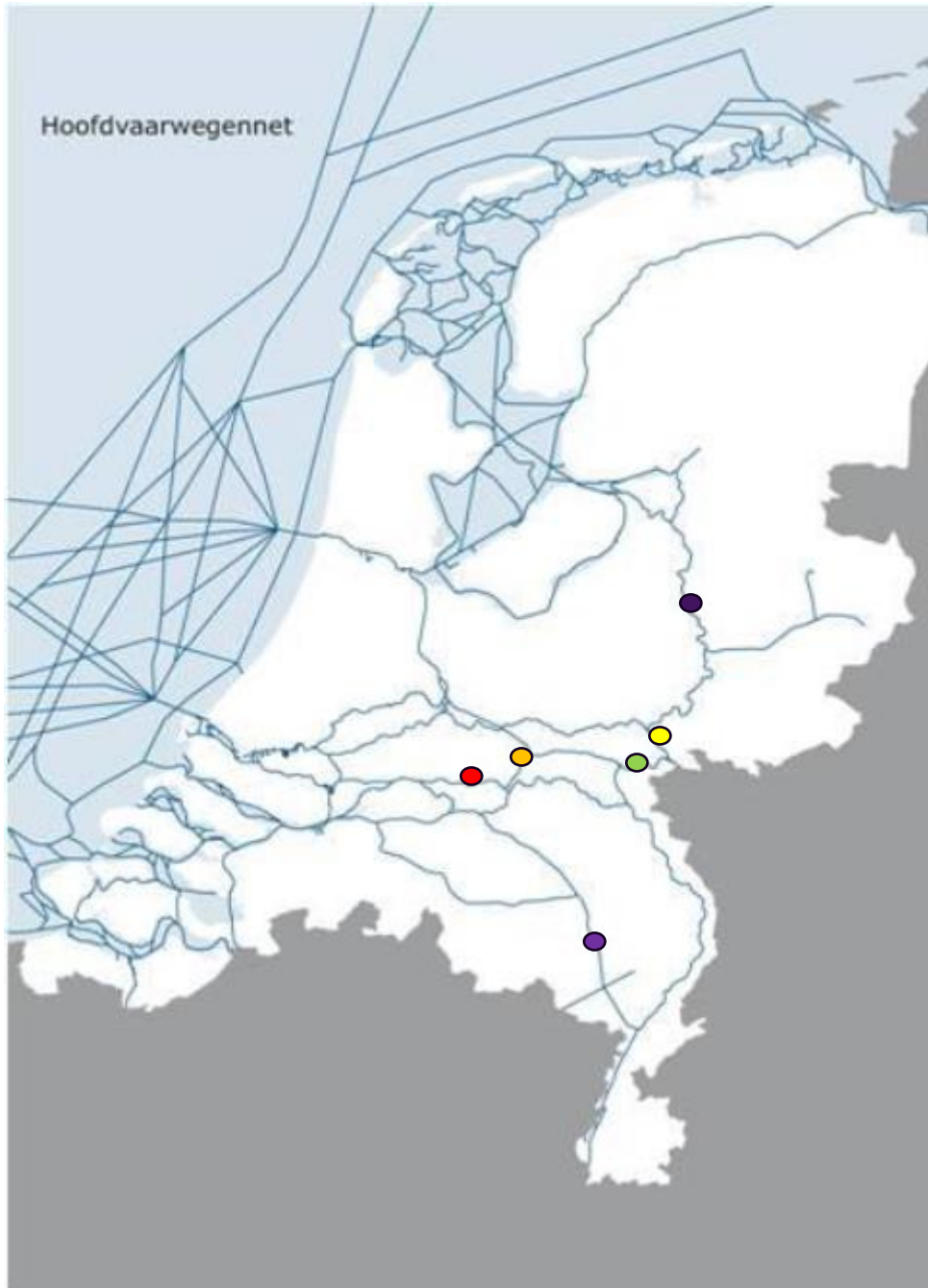
We bakenen dit onderzoek af op een aantal punten:

Type waterstandsproblematiek: we richten ons in dit onderzoek alleen op de gevolgen van laagwater in combinatie met bodemerrosie. Hoogwater laten we buiten beschouwing. Ten eerste omdat er per jaar meer dagen met laagwater zijn, dan met hoogwater; laagwater komt vaker voor. Ten tweede kan door hoge waterstanden de doorvaarthoogte bij bruggen afnemen. Dit raakt vooral containerschepen, en minder de bulkschepen die vaste bruggen moeten passeren. Laagwater raakt alle typen binnenvaartvervoer. De impact van laagwater op binnenvaartafhankelijke ketens is daarom naar verwachting groter dan die van hoogwater.

Ruimte: we onderzoeken ketens waarvan het binnenvaartvervoer deels² of geheel in Nederland plaatsvindt. Door deze afbakening worden ook laagwater bottlenecks meegenomen in vaarwegen in het buitenland die gevolgen hebben voor binnenvaartafhankelijke ketens in Nederland. Figuur 1.2 toont het Hoofdvaarwegennet in Nederland. Daarin staan in de interviews genoemde laagwater knelpunten in Nederland aangegeven: locaties in het netwerk waar zich als eerste diepgangbeperkingen voordoen voor de binnenvaart als de waterstand daalt. De in de literatuur genoemde grootste knelpunten (zie bijvoorbeeld Deltares, 2025) zitten daar ook tussen. Welk knelpunt relevant is voor een binnenvaartverlader, hangt sterk af van de vaarroute waarmee die verlader bereikt kan worden.

² Ketens met een herkomst in Duitsland en een bestemming in Nederland bijvoorbeeld, met een overzeese herkomst en een bestemming in Nederland of met zowel herkomst als bestemming in Nederland.

Figuur 1.2 Hoofdvaarwegennet Nederland



Bron: RWS

- | | |
|----------------------|---|
| IJssel: | ● |
| Waal, Zaltbommel: | ● |
| Waal, Tiel: | ● |
| Waal, Nijmegen: | ● |
| Pannerdensch kanaal: | ● |
| Zuid-Willemsvaart: | ● |

Buiten Nederland vormt de Boven-Rijn een belangrijk knelpunt voor binnenvaartvervoer van en naar Duitsland en Frankrijk, met name bij Kaub en Maxau.

Tijd: het onderzoek heeft betrekking op laagwater situaties uit het verleden, en in beperkte mate op de toekomst. In de interviews bevragen we de bedrijven over hun ervaringen met de laagwaterperiodes in 2018 en 2022, en hoe ze zich voorbereiden (met maatregelen) om

laagwaterperiodes in de toekomst beter het hoofd te kunnen bieden. Zie Kader 2 voor een duiding van de laagwaterperiodes in 2018 en 2022. De ervaringen met de laagwaterperiode in 2026 zijn niet meegenomen omdat de interviews begin 2026 al waren afgerond.

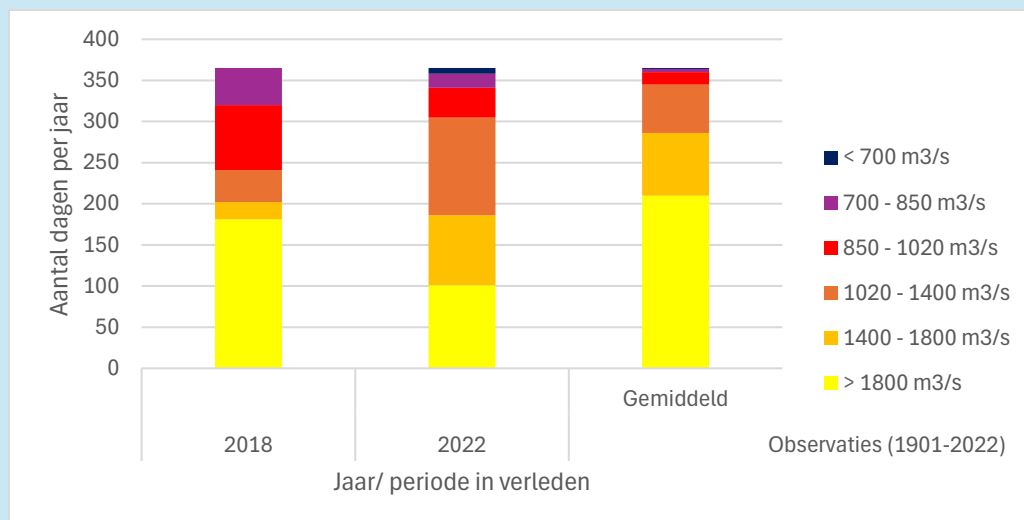
Type partij: we richten ons op effecten en maatregelen voor en door private partijen (binnenvaartvervoerders- en verladers). Maatregelen door het Rijk bespreken we alleen waar relevant.

Verschijningsvorm: we richten ons op goederen met de verschijningsvormen droge bulk, natte bulk, en containers.

Kader 1.2 Laagwater in 2018 en 2022

De meteorologische droogte van 2018, die leidde tot laagwater op de Rijn, was één van de warmste en droogste ooit in Noordwest-Europa. Deze situatie was het gevolg van aanhoudende hogedrukgebieden boven Oost-, Noord- en Centraal-Europa, die van april tot en met oktober het weerbeeld domineerden. In Nederland en het stroomgebied van de Rijn leidde dit tot een aanzienlijk neerslagtekort. De afvoer van de Rijn bij Lobith lag in 2018 tot begin juni nog op het mediane niveau voor de periode 1901-2022. De afvoer van de Rijn bleef nog zo lang op een normaal niveau, omdat smeltwater van de relatief grote hoeveelheid sneeuw, gevallen in de voorgaande winter, de Rijn voedde. Vanaf half juni nam de afvoer echter snel af tot onder de 1000 m³/s begin augustus. De laagste afvoer van 732 m³/s werd bereikt op 29 oktober. Begin december herstelde de afvoer en keerde deze terug op een normaal niveau (KNMI, 2025).

Figuur 1.3 Aantal dagen met bepaalde afvoer, Rijn bij Lobith



Bron: Deltares, 2019; KNMI, 2025

Kortom, 2018 was een jaar met een lange periode van lage waterstanden op de Rijn. Figuur 1.3 toont het aantal dagen met een bepaalde afvoer bij meetpunt Lobith in 2018, in 2022 en in een gemiddeld jaar in de periode 1901 – 2022. Leggen we de grens voor 'laagwater' bij 1400 m³/s, dan heeft 2022 meer laagwater dagen dan 2018, maar heeft 2018 meer dagen in de laagste afvoercategorieën. In 2022 was naast laagwater ook sprake van extra vraag naar kolentransport per binnenvaart naar Duitsland. Door de oorlog in Oekraïne verving Duitsland toen (duur) gas door kolen. Deze gebeurtenis versterkte de al scheve vraag-aanbod verhouding van binnenvaartcapaciteit door laagwater. De 2018- en 2022 situaties zijn een belangrijke input voor de interviews.

Kader 1.3 Laagwater in 2026

Ten tijde van de afronding van dit onderzoek (augustus 2026) kampte Nederland opnieuw met een periode van extreem laagwater. De effecten van de laagwaterperiode van 2026 op binnenvaartafhankelijke ketens zijn in dit onderzoek niet onderzocht; de interviews zijn uitgevoerd in de periode december 2025 - april 2026 en hebben betrekking op de laagwaterperiodes in 2018 en 2022. Ten tijde van de afronding van deze notitie was de omvang (de duur in combinatie met de mate) van het laagwater in 2026, en daarmee de impact op de ketens, nog niet duidelijk.

De afvoer van de Rijn bij Lobith daalde in juli 2026 tot onder de 700 m³/s, minder dan de helft van de voor juli gebruikelijke afvoer van ongeveer 2.000 m³/s (Rijkswaterstaat, 2026b; Omroep Gelderland, 2026). Ook op andere vaarwegen waren de gevolgen zichtbaar: al vanaf medio juli zijn er schutbeperkingen op de Maas en Brabantse kanalen, waardoor per sluis de wachttijd oploopt tot maximaal 2 uur. Ook stremde Rijkswaterstaat het Twentekanaal vanaf 25 juli volledig voor de scheepvaart (de sluizen bij Eefde), met daarbij een verbod om water uit het kanaal te onttrekken voor beregening (Rijkswaterstaat, 2026a).

Normaal gesproken staan de rivieren pas in het najaar het laagst, wanneer er weinig smeltwater is. Het is uitzonderlijk dat de afvoer al in de zomer zo laag is (Rijkswaterstaat, 2026b). Vergeleken met de volledige jaren 2018 en 2022 die in deze notitie centraal staan (Kader 1.2) telde 2026 tot en met 23 augustus vooralsnog minder laagwaterdagen (130 dagen met een daggemiddelde afvoer onder 1.400 m³/s, tegen 163 in heel 2018 en 177 in heel 2022). Dit komt doordat de laagwaterperiode in die jaren tot in het najaar doorliep; hoe lang de periode van 2026 duurt, is nog niet bekend. Wat de laagste afvoer betreft gaat 2026 echter nu al verder dan beide jaren: op 10 augustus 2026 werd bij Lobith met een etmaalgemiddelde van 614 m³/s het laagterecord uit 1947 (620 m³/s) verbroken, en in de reeks tot en met 23 augustus daalde het laagste daggemiddelde verder tot 565 m³/s (17 augustus) tegen 673 m³/s (29 oktober) in 2018 en 679 m³/s (18 augustus) in 2022.³

Tabel 1.1 Dagen met laagwater in 2018, 2022 en 2026 (Rijkswaterstaat, 2026c).

Indicator	2018 (heel jaar)	2022 (heel jaar)	2026 (t/m 23 aug)
Dagen < 1.400 m ³ /s	163	177	130
Dagen < 1.000 m ³ /s	127	58	56
Dagen < 800 m ³ /s	47	17	37
Langste aaneengesloten reeks < 1.400 m ³ /s (dagen)	160 (30-06-2018 t/m 06-12-2018)	93 (02-07-2022 t/m 02-10-2022)	96 (20-05-2026 t/m 23-08-2026)
Laagste daggemiddelde (m ³ /s)	673 (29-10-2018)	679 (18-08-2022)	565 (17-08-2026)

Qua laagste afvoer is 2026 daarmee uitzonderlijker dan 2018 en 2022; volgens Rijkswaterstaat en Deltares zakte de afvoer zelfs in die droge jaren niet zo ver. Na het dieptepunt van 17 augustus liep de afvoer door neerslag in het stroomgebied weer op, tot ongeveer 705 m³/s op 23 augustus, maar van een einde aan de droogte was op dat moment nog geen sprake: de afvoer bleef ruim onder normaal en het verdere verloop hangt af van de neerslag (Rijkswaterstaat, 2026b). De bevindingen in deze notitie met betrekking tot maatregelen tegen laagwater door verladers en vervoerders gelden daarom naar verwachting ook voor 2026. We zullen eind 2026 de geïnterviewde bedrijven nog benaderen om te vragen in hoeverre ze in 2026 anders zijn omgegaan met laagwater dan in 2018 en 2022.

³ De afvoercijfers in dit kader zijn daggemiddelden, berekend op basis van dezelfde debietreeks (Rijkswaterstaat, Q-f relatie 2018) voor alle drie de jaren, zodat ze onderling vergelijkbaar zijn. Deze reeks wijkt licht af van de in Kader 1.2 gebruikte reeks; daarom bedraagt daar de laagste afvoer in 2018 732 m³/s.

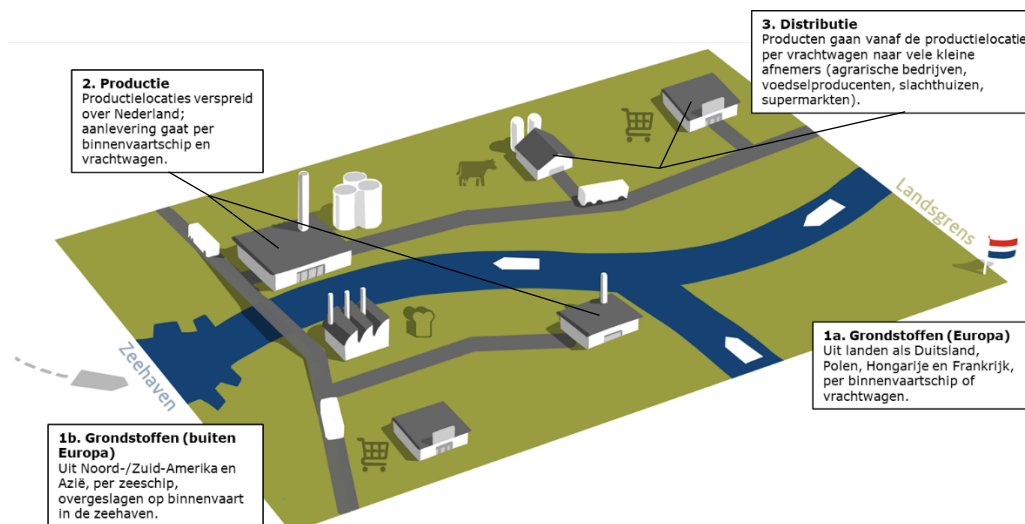
1.3 Binnenvaartafhankelijke sectoren en hun ketens

In dit onderzoek beschouwen we ketens in vier sectoren; (agro)food, bouw, chemie en containerlogistiek. Door naar meerdere sectoren te kijken, ontstaat een goede indicatie van de effecten van laagwater, en de maatregelen die daartegen genomen worden in binnenvaartafhankelijke ketens in Nederland. We beschrijven de ketens van elk van deze sectoren, op basis van informatie uit de interviews.

(Agro)foodsector

Bedrijven in de (agro)food-sector zijn mengvoeder- en voedingsbedrijven die voornamelijk granen, maïs, en restproducten zoals palmpitschilfers, als grondstof gebruiken. De productielocaties van deze bedrijven bevinden zich op verschillende plekken in Nederland. Locaties zijn doorgaans toegankelijk per binnenvaartschip en per vrachtauto. De herkomst van de grondstoffen is zeer divers. Een deel komt vanuit landen elders in Europa, voornamelijk per binnenvaartschip, maar ook per vrachtwagen. Het gaat dan met name om landen zoals Hongarije, Polen, Duitsland (uit de gebieden rondom de Moezel) en Noord-Frankrijk (zowel Moezel, als Bretagne). Vanuit Bretagne en Polen worden de grondstoffen met een combinatie van short-sea (naar zeehaven) en binnenvaart (zeehaven – productielocatie) aangevoerd. Een ander deel is afkomstig van buiten Europa, zoals uit Noord- en Zuid-Amerika en Indonesië, en komt dan per zeeschip aan, waarna het in de zeehaven wordt overgeslagen op een binnenvaartschip. Vanuit de productielocaties verloopt de distributie fijnmaziger: producten gaan naar vele en kleine afnemers zoals agrarische bedrijven en voedselproducenten in Nederland. Dat gaat vrijwel geheel per vrachtwagen. Ketenschakels die daar weer achter zitten zijn bijvoorbeeld slachthuizen en supermarkten.

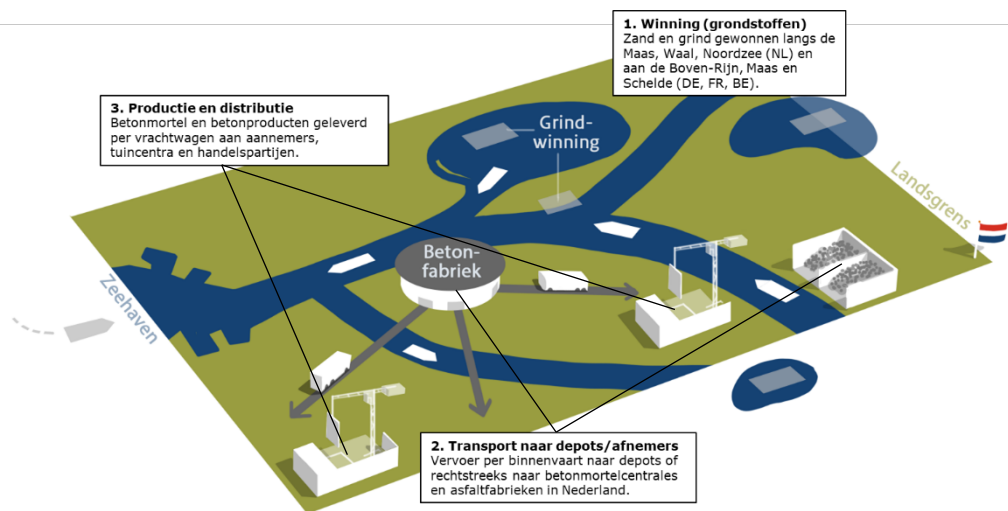
Figuur 1.4 Voorbeeldketen van de (agro)food-sector



Bouwsector

Bedrijven in de bouwsector winnen zand en grind op zowel land- als watergebonden locaties binnen en buiten Nederland. Daarnaast zijn deze bedrijven soms ook handelaren in deze bouwgrondstoffen (d.w.z.: naast eigen winning, kopen zij ook van concurrenten om dit door te verhandelen aan afnemers). Binnen Nederland liggen winlocaties langs de Maas, Waal en op de Noordzee. Buiten Nederland vindt winning plaats in Duitsland en Frankrijk aan de Boven-Rijn en in België (Maas en Schelde). Vanaf deze locaties wordt zand en grind voor het overgrote deel per binnenvaart vervoerd naar depots of rechtstreeks naar tientallen afnemers in Nederland. Die afnemers zijn hoofdzakelijk betonmortelcentrales en asfaltfabrieken, in eigen of extern bezit. Deze fabrieken leveren vervolgens betonmortel- en betonproducten aan grote partijen in de infrastructuur- en woningbouw (grote aannemers) en daarnaast ook aan relatief kleine afnemers zoals tuincentra en handelspartijen. Het transport tussen betonfabrieken en hun afnemers gaat vrijwel geheel per vrachtwagen. Bedrijven werken voor het binnenvaartvervoer veelal met een relatievloot. Dat is een vloot van binnenvaartschepen die onder een jaarcontract (ook wel chartercontract) varen tegen een vooraf vastgestelde prijs. Daarnaast maken sommige bedrijven gebruik van een bevrachter, en hebben sommige bedrijven een eigen vloot.

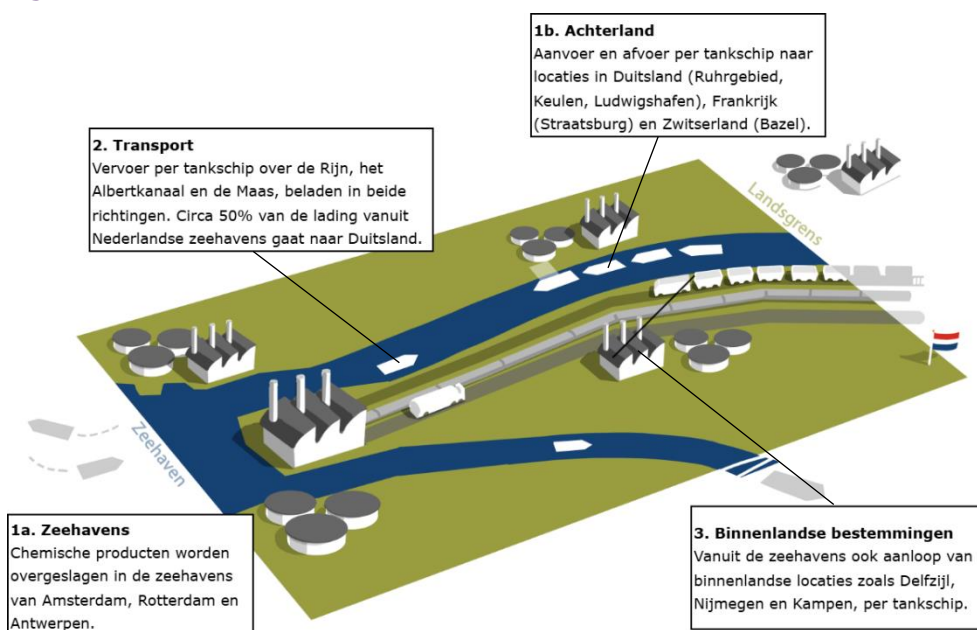
Figuur 1.5 Voorbeeldketen van de bouwsector



Chemiesector

In de chemiesector⁴ vervoeren bevrachters chemische producten tussen enerzijds de zeehavens van Amsterdam, Rotterdam, Antwerpen, en anderzijds locaties in voornamelijk Duitsland (zoals het Ruhrgebied, Keulen, Ludwigshafen), Frankrijk (Straatsburg), en Zwitserland (Bazel). De tankschepen varen beladen in beide richtingen, dus zowel van zeehavens naar het achterland als van het achterland naar zeehavens. Het doel is om zoveel mogelijk beladen te varen. Binnen Nederland worden ook de achterlandlocaties Delfzijl, Nijmegen, en Kampen aangedaan vanuit de zeehavens. Ook is er vervoer tussen zeehavens onderling, en soms ook tussen twee terminals binnen dezelfde zeehaven. Ongeveer 50% van de chemische lading die in Nederlandse zeehavens is geladen gaat naar Duitsland. De rest heeft een binnenlandse bestemming. Veelgebruikt vaarroutes zijn de Rijn, het Albertkanaal (in België), en in mindere mate de Maas.

Figuur 1.6 Voorbeeldketen van de chemiesector

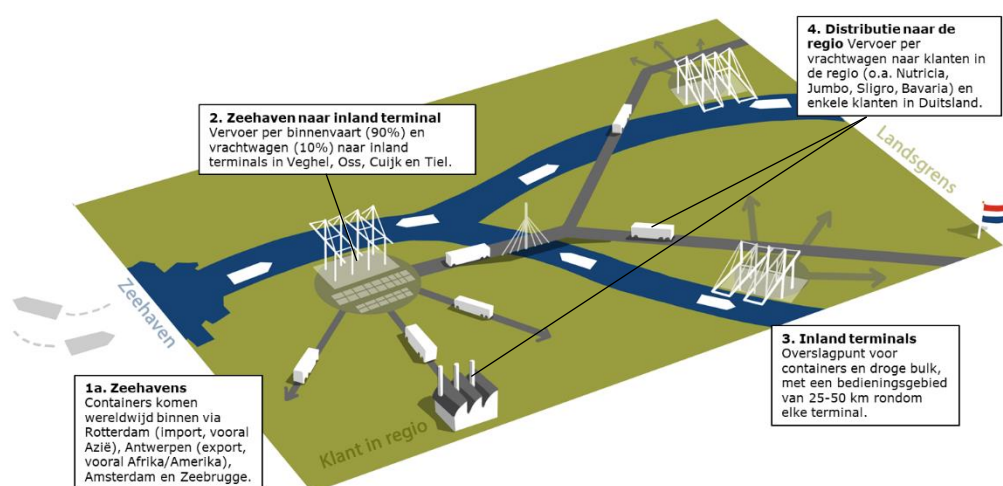


⁴ In tegenstelling tot de twee hierboven besproken sectoren, bleek het voor de sector chemie niet mogelijk om effecten en maatregelen in meerdere ketenschakels te bespreken. De voornaamste reden is dat de animo om mee te werken laag was onder binnenvaartverladers in de chemie. De twee partijen die we hebben geïnterviewd zijn vervoerders/bevrachters in de chemie. Een bevrachter koppelt tankschepen aan chemiebedrijven met ladingen. De producten die zij vervoeren (lichte en zware chemicaliën) hebben zeer veel toepassingen, en zijn daardoor terug te vinden in veel verschillende logistieke ketens. We hebben ons in de interviews daarom beperkt tot de ketenschakels die de geïnterviewde partijen bedienen (de bedrijven waar ze laden en lossen).

Containerlogistiek

De logistiek dienstverlener⁵ vervoert containers en droge bulk tussen (1) zeehavens (Rotterdam, Amsterdam, Antwerpen, Zeebrugge) en de 4 inland terminals van het bedrijf in Nederland (Veghel, Oss, Cuijk, Tiel), en (2) tussen die inland terminals en de regio. 'De regio' is het bedieningsgebied van 25-50 km rondom iedere inland terminal. Naast de klanten die zich in die gebieden bevinden bedienen de inland terminals ook enkele 'regio'-klanten in Duitsland. Het containervervoer tussen de zeehavens en de terminals gaat voor 90% per binnenvaart en voor 10% per truck (vooral van en naar Rotterdam). Het containervervoer tussen de inland terminal en de bedrijven in de regio gaat 100% per vrachtwagen. Van het spoor wordt geen gebruik gemaakt. Containers komen vanuit de hele wereld de zeehavens binnen, en vice versa. Export gaat vaak via Antwerpen (naar Afrika/Amerika) omdat dit voor meerdere rederijen de *last port of call* in Europa is, voordat ze naar een ander continent varen. De container op het zeeschip laden in Antwerpen geeft de klant dan wat meer tijd om de container aan te leveren. Import gaat vooral via Rotterdam (vanuit Azië). Klanten in de regio rondom inland terminals zijn o.a. een supermarktketen, een horecagroothandel, een bierbrouwer, en industriële bedrijven. Het bedrijf heeft 10 schepen vast in de huur, is mede-eigenaar van enkele schepen, en heeft ongeveer 60 eigen trucks.

Figuur 1.7 Voorbeeldketen voor containerlogistiek



1.4 Leeswijzer

In het volgende hoofdstuk bespreken we de onderzoeksmethoden. We leggen uit hoe we naar literatuur hebben gezocht en naar welke specifieke informatie in de gevonden studies we hebben gezocht. Ook gaan we in op de keuzes ten aanzien van de interviews. In hoofdstuk 3 gaan we in op de effecten van laagwater, en de maatregelen die verschillende ketenpartijen nemen om die effecten tegen te gaan. We sluiten af met een concluderend hoofdstuk, met daarin de belangrijkste bevindingen, en de relevantie van het onderzoek voor beleid.

⁵ Voor de containerlogistiek sector bespreken we de keten van één specifieke logistiek dienstverlener als voorbeeld. De keuze voor een logistiek dienstverlener in plaats van een containerverlader is een bewuste. Het is een partij die zich midden in de keten bevindt, en daardoor kennis heeft van wat er gebeurt zowel achterwaarts als voorwaarts in de keten.

2 Methoden

2.1 Literatuuronderzoek

Met het literatuuronderzoek verkennen we welke kennis over effecten van laagwater in binnenvaartafhankelijke ketens reeds beschikbaar is. Om relevante studies te vinden gebruikten we zoekmachines zoals Google, Google Scholar en Science Direct. Daarin hebben we gezocht met de zoektermen 'laagwater', 'binnenvaart', 'transport', 'effecten', 'maatregelen', 'Nederland', 'logistieke keten', en 'economie', zowel in het Nederlands als in het Engels. Vervolgens keken we naar de referentielijsten van de met de zoekmachines gevonden studies. Op die manier vonden we meer relevante studies, verder terug in de tijd. Ook hebben we gekeken naar de verwijzingen naar de met de zoekmachines gevonden studies. Daarmee vonden we juist meer relevante studies van een recentere datum.

De literatuur bestrijkt studies over de effecten van laagwater op de binnenvaart, op binnenvaartverladers, op binnenvaartafhankelijke ketens, en over maatregelen om die effecten te dempen. Bijlage A bevat een overzicht van de onderzoeken die in scope zijn. De studies hebben in meer of mindere mate een relatie met Nederland.

2.2 Interviews

2.2.1 Semigestructureerde interviews

Voor dit onderzoek maken we gebruik van semigestructureerde interviews.⁶ Dit betekent dat de vragen vooraf zijn opgesteld op basis van literatuur, maar dat de geïnterviewde partij bij de beantwoording van de vragen de ruimte krijgt om uit te weiden. Wel stuurt de interviewer het gesprek zodanig dat de vragen uit de vragenlijst allemaal worden beantwoord. Bijlage B bevat de voor dit onderzoek gebruikte vragenlijst. De vragenlijst gaat over de keten waar het bedrijf onderdeel van uitmaakt, de effecten van laagwater in 2018 en 2022, welke maatregelen zij en andere bedrijven in de keten daar tegen troffen, en hoe zij de toekomst zien op basis van toekomstige laagwater verwachtingen.

We kiezen voor interviews omdat deze onderzoeksmethode bij uitstek geschikt is voor het verkennen van onderwerpen die nog weinig zijn onderzocht (Jamshed, 2014). In dit onderzoek betreft dat onderwerp de keteneffecten door laagwater. Omdat in interviews kan worden doorgevraagd op een bepaald onderwerp is het goed mogelijk om veel diepgang aan te brengen in het onderzoek.

Een nadeel van interviews is dat de resultaten niet per se representatief zijn voor de populatie (Alsaawi, 2014). Met andere woorden, interviews kunnen geen totaalbeeld geven van de effecten van laagwater in binnenvaartafhankelijke ketens, voor heel Nederland. De interviewer probeert echter wel om een zo goed mogelijk beeld op te halen. Dit wordt benaderd door te streven naar 'verzadiging'. Dit houdt in dat de interviewer stopt met het afnemen van (extra) interviews op het moment dat hij merkt dat hij steeds meer dezelfde informatie ophaalt (Alsaawi, 2014).

2.2.2 Respondenten

De primaire doelgroep voor de interviews bestaat uit binnenvaartafhankelijke bedrijven die zijn gelegen in Nederland, en wiens klanten (en klanten daarvan) zich ook in Nederland bevinden. Deze partijen hebben een goed beeld van de afhankelijkheden in de keten waar ze deel van uitmaken, en hebben daarom ook kennis van of en hoe laagwater in de binnenvaart effect heeft op die keten.

⁶ De alternatieven zijn volledig gestructureerde of ongestructureerde interviews (Alsaawi, 2014; Alshenqeeti, 2014; Wilson, 2012).

In totaal hebben we negen interviews afgenomen. In de laatste paar interviews bemerkten we dat we weinig nieuwe inzichten ophaalden. Op dat moment was verzadiging bereikt.

Bij de keuze van de interviewpartijen werken we volgens het principe van 'maximum variation' (Alsaawi, 2014), zodat de samenstelling van de gesprekspartijen in de sample zo veel mogelijk recht doet aan de heterogeniteit van de populatie. Tabel 2.1 bevat een overzicht van de geïnterviewde partijen en hun kenmerken.

De interviews hebben we afgenomen 'op locatie'. Dit schiep bij sommige interviews de mogelijkheid om te zien wat er in de praktijk gebeurt bij het bedrijf. Het gaf extra context bij de in de interviews opgedane kennis, ten opzichte van online afnemen van interviews. De contacten voor interviews hebben we verkregen via de Topsector Logistiek, en het persoonlijke netwerk van de onderzoekers.

Tabel 2.2.1 Overzicht interviewpartijen

Bedrijf	Rol in keten	Sector	Verschijningsvorm goederen
ForFarmers	Binnenvaartverlader	Agrofood	Droge bulk
Agruniek Rijnvallei	Binnenvaartverlader	Agrofood	Droge bulk
Stolt-Nielsen Inland Tanker Service	Bevrachter/vervoerder	Chemie	Natte bulk
Van Berkel Logistics	Logistiek dienstverlener	Divers	Containers
Tankmatch	Bevrachter/vervoerder	Chemie	Natte bulk
Van Nieuwpoort	Binnenvaartverlader	Bouw	Droge bulk
Cargill	Binnenvaartverlader	Voedsel	Droge bulk
Dekker Groep	Binnenvaartverlader	Bouw	Droge bulk
H&B Grondstoffen	Binnenvaartverlader	Bouw	Droge bulk

Forfarmers kan worden getypeerd als een grote speler in de agrofoodmarkt. Ze heeft verschillende productielocaties in Nederland voor de productie van mengvoeders. Agruniek Rijnvallei is een middelgrote speler en heeft een 6-tal mengvoederfabrieken in Nederland. Cargill is een zeer groot bedrijf in de voedselindustrie, dat wereldwijd opereert en in Nederland meerdere productielocaties heeft.

Dekker is in Nederland een grote speler in bouwgrondstoffen. Het bedrijf is in de gehele keten vertegenwoordigd, van winning en landschapontwikkeling tot eigen logistiek met binnenvaartschepen. Ze hebben ook een aandeel in enkele betonfabrieken. Van Nieuwpoort is een integrale totaalleverancier in de bouwsector, en kan ook als groot kan worden getypeerd. Ze delven grondstoffen en vervoeren die met schepen en vrachtwagens direct naar bouwplaatsen, maar ook naar eigen bedrijven die de grondstoffen gebruiken om er betonmengsels of betonvloeren van te maken. H&B Grondstoffen fungeert als de handelstak in Nederland van haar moederbedrijven Holcim en Basalt Union. Die bedrijven winnen op grote schaal bouwgrondstoffen op locaties aan de Midden- en Boven-Rijn.

SNITS (Stolt-Nielsen Inland Tanker Service) is een rederij die (zware) chemie, bio componenten en minerale oliën vervoert tussen zeehavens en naar het achterland, met name het Ruhrgebied. Ze doen dat met eigen schepen en met meerdere schepen die onder contract staan en exclusief voor hen varen. Tankmatch is een bevrachter zonder eigen schepen. Ze heeft wel belangen in enkele schepen van een vloot van circa 70 stuks. Beiden matchen tankschepen aan ladingen voor chemie- en oliebedrijven en fungeren zo als verlengstuk van zeeschepen.

Van Berkel Logistics is een containerterminal-operator en logistiek dienstverlener met vier inland terminals (in Veghel, Oss, Cuijk, Tiel). Het bedrijf vervoert containers tussen zeehavens in de ARA-regio⁷ en de vier terminals, en verzorgt vanaf daar de regionale distributie per vrachtwagen.

⁷ Amsterdam – Rotterdam – Antwerpen

Alle geïnterviewden zijn in de gelegenheid gesteld om een conceptversie van deze onderzoeksnotitie te becommentariëren.

2.2.3 Analyse van de interview-data

De interviews zijn (op 1 na) niet opgenomen of getranscribeerd. Tijdens de interviews zijn aantekeningen gemaakt, die daarna zijn opgewerkt tot gedetailleerde interviewverslagen. Die verslagen bevatten de data voor de analyse.

Vervolgens maken we gebruik van 'thematisch analyseren' (ook wel 'kwalitatieve inhoudsanalyse') om kennis uit de interviewdata te halen. Deze benadering betreft het identificeren, organiseren en het verkrijgen van inzicht in gemeenschappelijke thema's in de interviews. Thematisch analyseren wordt vaker gebruikt in transport onderzoek (zie bijvoorbeeld Alyavina e.a., 2020; Ashmore e.a., 2020). De thema's in de vragenlijst ('keten', 'effecten', en 'maatregelen' bijvoorbeeld) waren logischerwijs bepalend voor de thema's die zijn gevonden in de interviewdata.

Voor het toewijzen (categoriseren) van de interviewdata uit de verslagen naar het juiste thema hebben we gebruik gemaakt van het AI-model van de Rijksoverheid: VLAM (Veilig Lokaal AI Model). Acht van de negen geïnterviewden hebben toestemming verleend voor het toepassen van VLAM op de door hen geleverde interviewdata.⁸ Een belangrijk kenmerk van dit AI-model is dat de ingegeven data niet op commerciële servers wordt opgeslagen, maar alleen tijdelijk op servers van de Rijksoverheid zelf. VLAM analyseert de tekst en rapporteert vervolgens wat hij vindt over de vooraf opgestelde thema's. Zie Bijlage C voor een meer gedetailleerde uitleg. Vervolgens hebben we de interviewverslagen zelf nagelopen om de AI-bevindingen te controleren: zijn voor ieder interview alle relevante thema's gevonden, en is de beschrijving bij ieder thema duidelijk en correct? VLAM helpt dus alleen bij het beter bruikbaar maken van de teksten voor de analyse. De daadwerkelijke analyse van de interviewdata hebben we zelf gedaan.

⁸ De data van het interview met de partij die aangaf dat bij voorkeur geen AI wordt gebruikt hebben we zelf gecategoriseerd.

3 (Keten)effecten en maatregelen

3.1 Effecten en maatregelen generiek

'Generiek' betekent dat we deze effecten en maatregelen breed tegenkomen in de literatuur en interviews.

3.1.1 Keteneffecten

De studies die het dichtste bij een antwoord op de onderzoeksvraag komen, en die dus betrekking hebben op keteneffecten, zijn Kara e.a. (2023), en Ademmer e.a. (2020). Zij onderzochten het effect van de waterstand in de Rijn op de vervoersprestatie van de binnenvaart en op de industriële productie. Het effect op de industriële productie omvat het effect op de productie van binnenvaartverladers (directe effect) en op de productie van bedrijven gelegen voorwaarts en achterwaarts in de keten ten opzichte van die verladers (indirecte effect). De onderzoeken splitsen die twee effecten echter niet op.

Ademmer e.a. (2020) en Kara e.a. (2023) lijken analytisch gezien sterk op elkaar. Kara e.a. (2023) kopiëren het econometrische model van Ademmer e.a. (2020) en passen het toe op Nederland. Kara e.a. (2023) schatten ten eerste het effect van de verandering van de waterstand in de Rijn (bij Kaub) op de verandering van de maandelijkse vervoersprestatie van binnenvaartvervoer in Nederland. Ze doen dat met twee aparte modellen: een voor grensoverschrijdend en een voor binnenlands binnenvaartvervoer. Ten tweede schatten ze het effect van de verandering van de waterstand in de Rijn (bij Kaub) op de verandering van de Nederlandse maandelijkse economische productie van de industrie en de bouw. De geschatte effecten in die modellen staan weergegeven in Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Effect van 1 extra dag laagwater per maand bij Kaub (gelegen in Duitsland)

Studie	Land van onderzoek	Op vervoersprestatie (tonkm) binnenvaart	Op productie
Ademmer e.a. (2020)	Duitsland	-0,90%	-0,034%
Kara e.a. (2023)	Nederland	Grensoverschrijdend: -0,50% Binnenlands: geen effect.	Geen effect

Met de geschatte coëfficiënt voor het effect op de productie berekenen Ademmer e.a. (2020) dat in 2018 het grootste effect zich voordeed in november van dat jaar. Als gevolg van laagwater lag het niveau van de industriële productie in Duitsland in november 2018 1,5% lager ten opzichte van het *counterfactual* niveau zonder laagwater. Aangezien het aandeel van de industriële productie in de totale toegevoegde waarde van Duitsland ongeveer 25% is, vertaalt zich dat naar een daling van het BNP van ongeveer 0,4% in die maand. Deze resultaten duiden voor Duitsland op een duidelijk effect van laagwater op het productieniveau van bedrijven. Het is waarschijnlijk dat dat niet alleen bedrijven betreft die direct afhankelijk zijn van vervoer per binnenvaart, maar ook bedrijven die indirect⁹ afhankelijk zijn. De aanwezigheid van keteneffecten met betrekking tot het productievolume is dan aannemelijk.

Kara e.a. (2023) vinden voor de industrie en bouwsector in Nederland geen effect op de productie. Er kan dan logischerwijs ook geen sprake zijn van een doorwerking in binnenvaart afhankelijke ketens. Als verklaring geven ze dat Nederlandse industriële bedrijven in grotere mate (dan in Duitsland) aan de kust of in zeehavens zijn gevestigd, en daardoor minder kwetsbaar zijn voor lage

⁹ Indirect: een bedrijf dat voor de aanvoer van goederen en grondstoffen zelf geen gebruik maakt van binnenvaartvervoer, maar haar goederen en grondstoffen ontvangt van, of levert aan een bedrijf dat wel afhankelijk is van vervoer per binnenvaart.

waterstanden in de Rijn. Daarnaast rapporteren ze dat het grootste deel van de Duitse bedrijven die productiebelemmeringen ondervinden van lage waterstanden, zich stroomopwaarts van het knelpunt Kaub (zie Figuur 3.1) bevindt. In het Nederlandse deel van de Rijn zijn de waterstanden aanzienlijk hoger.

Figuur 3.1 Locatie van het knelpunt Kaub



Bron: Ademmer e.a. (2020)

De interviews duiden op het bestaan van een kosteneffect van laagwater dat doorwerkt in meerdere schakels in binnenvaartafhankelijke ketens. In ieder geval in drie van de vier sectoren speelt dit effect in meer of mindere mate. De mate waarin dit keteneffect optreedt is afhankelijk van de contractafspraken tussen de binnenvaartverlader en haar klanten.

De hogere kosten ontstaan doordat het binnenvaart verladerende bedrijf op verschillende manieren extra kosten maakt in periodes van laagwater. Ten eerste betaalt ze meer voor het vervoer per binnenvaart (zie de uitleg in Kader 1.1), maar ook het uitwijken naar vervoer per vrachtwagen, en het maken van overuren door personeel resulteren in extra kosten die soms kunnen worden doorberekend naar de volgende ketenschakel.

3.1.2 Effecten op de binnenvaart en binnenvaartverladers

Erasmus UPT (2020) maakte een inschatting van de economische impact van de laagwaterperiode in 2018 op de Nederlandse en de Duitse economie. De methode is een combinatie van interviews (16 stuks), het bestuderen van jaarverslagen, landelijke en regionale statistieken, en nieuwsberichten en eerdere onderzoeken. De economische impact voor verladers in termen van productievermindering wordt geschat op €2,1 miljard voor Duitsland en €60 miljoen voor Nederland (Erasmus UPT, 2020, p.4). Hier gaat het alleen om het (directe) effect op binnenvaartverladers. Indirecte effecten ('achterwaartse inkoop' wordt genoemd als voorbeeld) zit er niet bij in. Erasmus UPT (2020) schrijft dat van twee bedrijven in Nederland bekend is dat er destijds productievermindering heeft plaatsgevonden. Op basis daarvan komen ze tot de schatting van €60 miljoen voor heel Nederland in 2018. Er staat echter niet uitgelegd hoe dat bedrag voor heel Nederland is afgeleid van de economische impact bij de twee bedrijven.

In kolom 2 van de tabel in Bijlage A zien we dat de meeste onderzoeken zich richten op de effecten voor verladers, in termen van extra transportkosten die ze kwijt zijn aan binnenvaartvervoer in

periodes van laagwater. Sommige onderzoeken kijken (daarnaast) naar de effecten voor de binnenvaart(schepen) zoals het vervoerde volume (in TEU of ton) en de beladingsgraad.

Kolom 3 beschrijft deze effecten kwantitatief en kwalitatief. Een vergelijking van de kwantitatieve effectschattingen tussen de verschillende onderzoeken maken we niet omdat ze erg ongelijksoortig zijn. Belangrijke aspecten waarop de onderzoeken verschillen zijn bijvoorbeeld ruimtelijke scope (Nederland of buitenland), de (toekomstige) periode of jaren waarop de effecten betrekking hebben, en de referentiesituatie (een jaar met gemiddeld laagwater of een jaar lang geen beperkingen). En ook de manier waarop de effecten zijn uitgedrukt (absoluut of relatief) verschilt soms. Uit kolom 3 blijkt dat de extra transportkosten die binnenvaartverladers betalen in jaren met veel dagen met (zeer) lage waterstanden in de honderden miljoenen euro's lopen. De beladingsgraad van binnenvaartschepen (percentage van het beschikbare tonnage) kan teruglopen tot 20%-40%.¹⁰ Effecten op jaarlijks getransporteerde volumes per binnenvaart bedragen 7%-20% (Bedoya-Maya e.a., 2024, van Meijeren en Groen, 2010). Kwalitatief geduide effecten van laagwater voor binnenvaartvervoerders zijn:

- Beladingsgraad schepen omlaag
- Transportkosten per ton omhoog
- Lokaal langzamer varen omwille van de veiligheid
- Minder tijd nodig voor laden/lossen (vanwege de lagere beladingsgraad bij laagwater). Daardoor meer binnenvaartreizen en grotere afstand per dag/week mogelijk.
- Langer wachten bij sluizen (door beperkt schutten)
- Niet kunnen varen
- Risico op vastlopen op de bodem neemt toe
- Tijdelijk hogere winsten

Kolom 5 beschrijft de ruimtelijke scope van ieder onderzoek. De effecten hebben in de meeste gevallen betrekking op binnenvaartvervoer dat (grotendeel)deels buiten Nederland plaatsvindt. Enkele studies zoomen in op specifiek Nederland (Erasmus UPT, 2020; Ecorys (2018; 2019), en RIZA (2005)).

De hogere transportkosten per binnenvaart voor verladers in periodes van laagwater in de literatuur, kwamen in praktisch alle interviews ook naar voren. Dat speelt in alle vier de sectoren. Een aanvulling vanuit de interviews is het maken van overuren door personeel, en de extra kosten die dat mee zich meebrengt.

3.1.3 Maatregelen

De meeste onderzoeken in Bijlage A noemen ook mogelijke maatregelen om de negatieve effecten van laagwater tegen te gaan (zie kolom 4). Het betreft niet alleen maatregelen door de markt, maar ook door het Rijk. Ze zijn heel verschillend van aard, met heel verschillende effecten. In enkele gevallen gaat dat verder dan benoemen, en worden de maatregelen besproken of wordt er zelfs aan gerekend in termen van kosten en baten (Jonkeren e.a., 2010). Onderstaande lijst biedt een samenvatting van sectoroverkoepelende maatregelen:

- Beter benutten van sluizen
- Uitbreiden van voorraadcapaciteit
- Modal shift naar andere modaliteiten
- Betere waterstandvoorspelling en betere actuele waterstand informatie
- Kanaliseren
- Baggeren
- Vaste lagen en drempels in de vaarweg aanpakken
- Aanpassen van de vaarroute (omvaren)
- Levering per binnenvaart vanuit andere regio/herkomst
- Structureel meer spoorvervoer
- Andere exploitatievorm (meer uren per dag varen)

¹⁰ Bij 'normaal' water' is de gemiddelde beladingsgraad geen 100%. In de literatuur worden daarvoor waarden van 84% (Jonkeren e.a. 2007), en 70%-90% (Deltares, 2020) genoemd.

- Aanpassen productieprocessen
- Verhogen efficiëntie (met bakken)
- Uitstellen van binnenvaartvervoer
- Binnenvaartschepen met minder diepgang gebruiken
- Bedrijf verhuizen
- Sterker binden van binnenvaartvervoerders (met chartercontracten)

De laatste maatregel is veel genoemd in de interviews. Deze typeren we daarom ook als sectoroverkoepelend. Door binnenvaartvervoerders sterker te binden blijft voor verladers binnenvaartcapaciteit behouden tijdens laagwater.

3.2 Effecten en maatregelen per sector

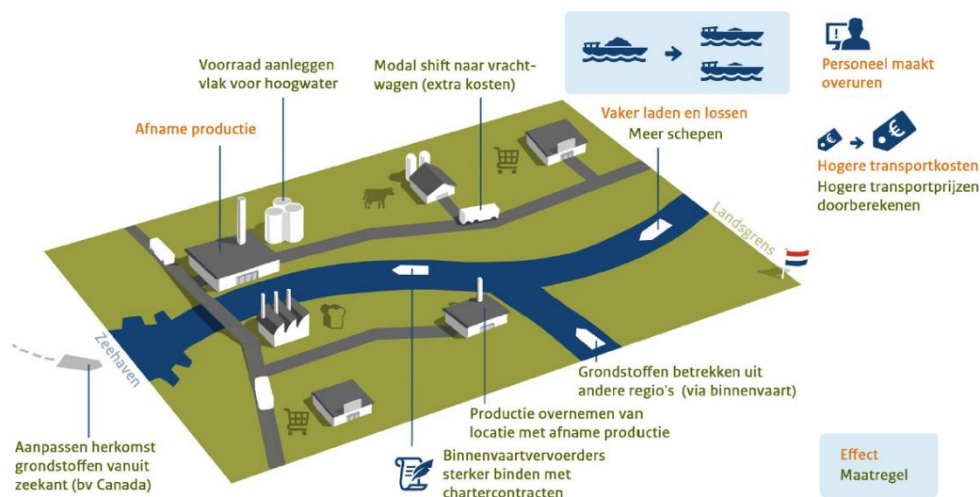
De (keten)effecten van laagwater in de binnenvaart zijn vrij homogeen binnen een sector, maar tussen sectoren vertonen ze juist meer heterogeniteit. Per sector bespreken we drie onderdelen: effecten, maatregelen, en visie op de toekomst. De sector specifieke ketens hebben we al besproken in de inleiding. Bij de effecten en maatregelen gaat het om de ervaringen van de geïnterviewde partijen met de laagwaterperiodes in de jaren 2018 en 2022 (zie Kader 1.2). De effecten en maatregelen zijn ook gevisualiseerd in de figuren 3.2 – 3.5.

3.2.1 (Agro)food sector

De vervoersprestatie van de binnenvaart voor het vervoer van agrarische producten in Nederland was ongeveer 2,8 mrd tonkm in 2023. Dit is ongeveer 7% van de totale vervoersprestatie van de binnenvaart in Nederland in dat jaar (van Dorsser, 2025).

Figuur 3.2 Effecten en maatregelen (agro)food

(Agro)food sector



Effecten

De effecten van laagwater voor binnenvaartverladers in de (agro)food bestonden in 2018 en 2022 vooral uit hogere kosten en operationele inefficiëntie. De binnenvaart werd duurder door een ongunstigere vraag-aanbodverhouding en laagwatertoeslagen. Daarbovenop kwamen nog kosten door het inzetten van extra wegvervoer. Tegelijkertijd daalde de aanvoer naar enkele productielocaties, wat leidde tot het afschalen van de productie op die locaties. De lagere beladingsgraad werd (deels) gecompenseerd door meer binnenvaartreizen. Daardoor werden binnenvaartschepen vaker geladen en gelost. Deze inefficiëntere logistiek kan beschouwd worden als een kosteneffect van laagwater. Daarnaast maakte het personeel van (agro)foodbedrijven meer uren vanwege de organisatie van de maatregelen die de laagwater situatie vergde. Eén productielocatie van een agrofoodbedrijf, gelegen aan een kleine vaarweg in Nederland, was tijdens de laagwaterperiodes in 2018 en 2022 niet bereikbaar per binnenvaart.

De effecten op andere bedrijven in de keten waren beperkt. De hogere transportkosten konden de (agro)food bedrijven niet altijd doorberekenen aan de agrarische bedrijven en voedingsproducenten, maar soms wel. De mate waarin dat mogelijk is, is afhankelijk van de contractafspraken. Kunnen ze worden doorberekend, dan is er sprake van een kosteneffect in de keten. Omdat de transportkosten slechts een klein deel van de totale productiekosten zijn in deze sector, is het effect van laagwater op die totale productiekosten beperkt. Dit geldt ook voor agrarische bedrijven over de grens die mengvoer afnemen van de in Nederland gevestigde bedrijven.

Maatregelen

De mengvoeder- en voedingsbedrijven troffen diverse ad-hocmaatregelen om met bovenstaande effecten om te gaan. Met 'ad hoc' bedoelen we maatregelen die worden getroffen zodra laagwater zich voordoet (en niet eerder). Daarnaast namen zij ook diverse structurele maatregelen; maatregelen die onderdeel van de bedrijfsvoering blijven, ook als er geen sprake is van laagwater.

Ad-hocmaatregelen die (agro)foodbedrijven zelf troffen, binnen Nederland:

- Productie op slecht bevoorraadbare locaties werd overgenomen door andere vestigingen van hetzelfde bedrijf of door een concurrent.
- Modal shift naar vrachtwagens voor de hele route (van leverancier naar bedrijf), of een deel van de route (met overslag van binnenvaart naar de weg).
- Voorraden grondstoffen maximaal aanvullen, voorafgaand aan een laagwaterperiode.
- Grondstoffen betrekken uit andere regio's of van andere productielocaties die minder laagwatergevoelig zijn, en nog wel per binnenvaart bereikbaar waren.

Buiten Nederland werden door de binnenvaartverladers geen ad-hocmaatregelen getroffen.

Structurele maatregelen door (agro)foodbedrijven waren:

- Eén bedrijf heeft time-charters afgesloten met binnenvaartvervoerders, zodat schepen aan het bedrijf gebonden zijn en tijdens laagwater niet voor een verlader kunnen gaan varen die een hogere prijs biedt. Hiermee is de transportzekerheid bij laagwater verhoogd, en blijven de transportkosten per binnenvaart tijdens laagwater beperkt. Tegelijkertijd wordt bij 'normaal' water wat meer betaald ten opzichte van de situatie zonder time-charters.
- De hogere transportprijzen door laagwater alvast incalculeren in de prijzen van de producten die je in de toekomst gaat verkopen. Dat wordt dus verwerkt door middel van een hogere prijs in verkoopcontracten.

Ook leveranciers van grondstoffen aan (agro)food binnenvaartverladers namen maatregelen. Een agrofood bedrijf meldde dat wanneer een vaarweg buiten Nederland (in Frankrijk of Duitsland) het knelpunt vormt, hun leverancier granen kan betrekken vanuit een andere herkomstregio (zoals Canada). Die granen worden dan per zeeschip naar de zeehaven en vervolgens per binnenvaart over uitsluitend Nederlandse vaarwegen aangevoerd. Dit is een voorbeeld van een ad-hocmaatregel door een andere ketenpartij waarbij de aanvoerroute minder gevoelig voor laagwater wordt gemaakt. Een ander (agro)food bedrijf meldde dat hun leverancier de contractclausules heeft aangepast (na de laagwaterperiode in 2018), waardoor zij niet langer verantwoordelijk zijn voor het regelen van alternatief transport bij laagwater. Het risico komt dan te liggen bij het afnemende (agro)food bedrijf. Dit is een voorbeeld van een structurele maatregel die is genomen door een schakel achterwaarts in de keten. Datzelfde bedrijf gaf aan dat hun leveranciers ook structureel (op jaarbasis) meer goederen zijn gaan afnemen van (overzeese) locaties.

Toekomst

De reactie van een agrofoodbedrijf op een klimaatscenario voor zichtjaar 2050 waarin de kans op een extreem droog jaar zoals in 2018 zesmaal groter is dan nu (Deltares, 2019) was dat dan niet meer wordt geïnvesteerd in een bedrijfslocatie die zeer gevoelig is voor laagwater. Verder verwachten de bedrijven vooralsnog door te gaan met het nemen van ad-hocmaatregelen in periodes van laagwater, omdat structurele maatregelen financieel niet haalbaar zijn. Eén bedrijf is optimistischer: het verwacht dat de laagwaterproblematiek voor specifieke locaties in Nederland zal afnemen dankzij de opening van het Canal Seine-Nord in, naar verwachting, 2033. Dit is een nieuwe vaarverbinding tussen het Seine-bekken en België en Nederland, die alternatieve vaarroutes zal bieden voor de aanvoer van grondstoffen. Meer 'extreme' maatregelen zoals productielocaties verhuizen of geheel stoppen met het bedrijf zijn niet aan de orde.

3.2.2 Bouwsector

De vervoersprestatie van de binnenvaart voor het vervoer van steen, zand, grind, klein, turf en bouwmaterialen in Nederland was ongeveer 7,1 mrd tonkm in 2023. Dit is ongeveer 17% van de totale vervoersprestatie van de binnenvaart in Nederland in dat jaar (van Dorsser, 2025).

Figuur 3.3 Effecten en maatregelen bouw

Bouwsector



Effecten

De effecten van laagwater in 2018 en 2022 op bedrijven die bouwgrondstoffen winnen waren binnen Nederland voornamelijk financieel van aard. De beladingsgraad van schepen daalde, wat leidde tot een scheve vraag-aanbodverhouding in de markt en het in rekening brengen van laagwatertoeslagen door binnenvaartvervoerders aan de verladers in de bouwsector. Dit resulteerde in hogere transportkosten per binnenvaart. In ieder geval één bedrijf meldde dat die extra kosten konden worden doorberekend aan de afnemers. Daarnaast steeg de werkdruk op kantoor, met meer regelwerk en hogere loonkosten tot gevolg. Op winlocaties van zand en grind trad efficiëntieverlies op doordat langsij de winningsinstallaties binnenvaartschepen vaker moeten afmeren. De effecten op het feitelijke vervoer van zand en grind naar klanten (de beton- en asfaltfabrieken) verschilden per bedrijf: één bedrijf in bouwgrondstoffen noemde een verminderde aanvoer naar klanten, terwijl anderen aangaven de aanvoer te hebben kunnen garanderen. In de laagwaterperiode in 2022 kwamen daar extra uitdagingen bij (ten opzichte van de laagwaterperiode in 2018). Door de oorlog in Oekraïne nam de vraag naar scheepscapaciteit voor kolentransport naar Duitsland toen sterk toe. Dat zette zowel de beschikbare capaciteit als de transportkosten extra onder druk omdat bouwgrondstoffen en kolen deels met dezelfde scheepstypes worden vervoerd.

Eén bedrijf ervoer ook effecten buiten Nederland door diepgangsbependingen op de Boven-Rijn die de aanvoer vanuit eigen groeves in Duitsland en Frankrijk bemoeilijkten. Dit leidde tot hogere inkoopkosten en een grotere afhankelijkheid van strategische voorraden, met name van het depot in IJzendoorn. Ook hier speelde de Oekraïne-oorlog in 2022 een verergerende rol. De overige bedrijven noemden geen effecten buiten Nederland.

Voor andere bedrijven in de bouwketen waren de effecten ook voornamelijk financieel van aard. Omdat zand en grind laagwaardige producten zijn, vormen de transportkosten een relatief groot deel van de totale productiekosten. Bij één bedrijf dat bouwgrondstoffen wint leidde dit tot het wegvallen van beton- en asfaltfabrieken als klant. Deze fabrieken produceerden mogelijk gedurende enkele weken tijdens laagwater ook een wat lager volume, maar dit effect bleef beperkt. Een ander bouwgrondstoffen bedrijf noemde een lager verkoopvolume van grind in Nederland door gestopte winning op eigen locaties aan de Boven-Rijn.

Maatregelen

Ad-hocmaatregelen die bedrijven in bouwgrondstoffen zelf troffen in de laagwaterperiodes in 2018 en 2022, binnen Nederland:

- Eigen of relatieschepen laten omvaren via alternatieve routes
- Meer binnenvaartschepen inhuren op de spotmarkt
- Uitwijken naar een alternatief product: zeegrind uit Noorwegen bijvoorbeeld. Dat wordt dan aangevoerd met zeeschepen naar zeehavens in Nederland of België, en vanaf daar per binnenvaartschip naar eigen opslaglocaties of naar de klant (beton- en asfaltfabrieken).
- Opschalen van personele inzet op kantoor voor planning en regelwerk.
- Doorberekenen van de extra transportkosten aan klanten.
- Vrijwel geen modal shift naar wegvervoer, vanwege de hoge kosten.

Buiten Nederland troffen de bedrijven zelf geen ad-hocmaatregelen.

Structurele maatregelen die de bedrijven binnen Nederland troffen:

- Eén bedrijf heeft een eigen depot aangelegd in Nederland als buffer; een ander bedrijf zag hier geen noodzaak toe. Tijdens laagwater kunnen beton- en asfaltfabrieken dan beleverd worden vanuit het depot in plaats vanuit de winlocaties aan de Boven-Rijn, met binnenvaartvervoer langs laagwater knelpunten zoals Kaub.
- Omschakeling van het gebruik van binnenvaartschepen in de spotmarkt naar het gebruik van binnenvaartschepen die varen onder chartercontracten. Dit om minder afhankelijk te zijn van de marktdynamiek tijdens laagwater.
- Meer inzet op aanvoer van zand en grind via zeehavens, om zo de afhankelijkheid van binnenvaartvervoer vanaf de Boven-Rijn te verminderen.

Afnemers, de beton- en asfaltfabrieken, en grote aannemers, troffen ook maatregelen. Ad hoc pasten ze hun planning aan. Ook gingen ze meer zand en grind betrekken vanuit land gebonden winlocaties in Nederland, en minder vanuit watergebonden locaties. Er is dan sprake van een locatieshift, met als gevolg dat er meer per truck wordt vervoerd en minder per binnenvaartschip. Ook schakelden ze over op grind van overzeese locaties. Een meer structurele maatregel is dat afnemers investeerden in winningslocaties langs de Maas of op overzeese locaties. Aanvoer vanaf die locaties is minder laagwater gevoelig dan vanaf locaties langs de Boven-Rijn.

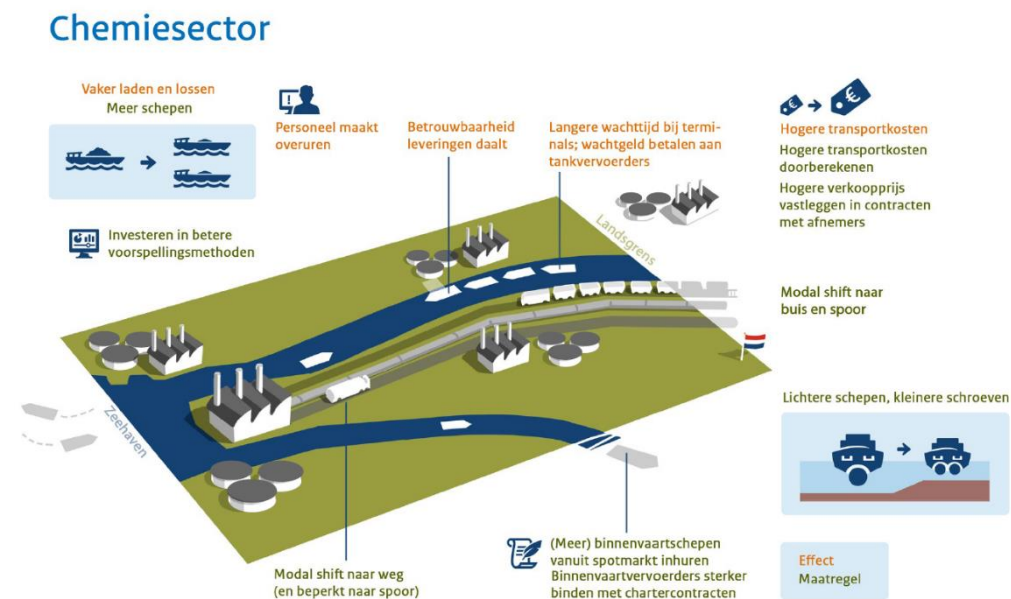
Toekomst

De bedrijven in bouwgrondstoffen verwachten dat de afhankelijkheid van de binnenvaart groot blijft in de 2050 situatie met een zesmaal hogere kans op een 2018-situatie dan nu, en stemmen hun toekomstplannen daar dan ook op af. Er wordt gekeken naar klimaatadaptieve schepen en naar winlocaties die zijn aangesloten op vaarwegen die minder laagwatergevoelig zijn, zoals de Maas. Ook worden gezamenlijke investeringen in depots met klanten (beton- en asfaltfabrieken) beoogd, om zo de leveringszekerheid tijdens laagwater in de toekomst te waarborgen. Droogte wordt als een structureel risico op de langere termijn gezien, omdat de Rijn steeds meer verschuift van een gletsjerrivier naar een regenrivier. Dat heeft onvoorspelbaardere waterstanden tot gevolg. Het al dan niet verkrijgen van vergunningen voor nieuwe winlocaties in Nederland (relatief ongevoelig voor laagwater) is een ander aandachtspunt. Als die uitblijven moet worden ingezet op meer import van bouwgrondstoffen vanuit het buitenland. De laagwater gevoeligheid is een belangrijk aspect bij de keuze van nieuwe winlocaties. Tenslotte neemt het belang van vaarroutes waarop de waterstand is gereguleerd toe in periodes van laag water. Er wordt dan meer lading vervoerd via deze routes. Het belang van het goed onderhouden van de infrastructuur op die routes wordt daarmee ook groter.

3.2.3 Chemiesector

De vervoersprestatie van de binnenvaart voor het vervoer van chemische producten en primaire kunststoffen in Nederland was ongeveer 5,9 mrd tonkm in 2023. Dit is ongeveer 14% van de totale vervoersprestatie van de binnenvaart in Nederland in dat jaar (van Dorsser, 2025).

Figuur 3.4 Effecten en maatregelen chemie



Effecten

We interviewden rederijen/bevrachters in de chemie, maar bij de bespreking van de effecten en maatregelen nemen we eerst het perspectief van het verladende chemische bedrijf aan. Op deze manier hanteren we hetzelfde perspectief als bij de andere sectoren.

De verladende chemische bedrijven gelegen in Nederland betaalden wachtgeld aan de tankvaart tijdens de laagwaterperiodes in 2018 en 2022. Dit is een compensatie voor het langer moeten wachten (op laden en lossen) van tankschepen bij terminals. Die langere wachttijd ontstaat doordat de lagere beladingsgraad per schip leidt tot meer scheepsaanlopen voor hetzelfde volume. Die schepen zijn tijdens laagwater weliswaar minder lang bezig met laden en lossen (vanwege de lagere beladingsgraad) maar door vaker af- en aanmeren ontstaan inefficiënties. Ook namen de transportkosten per ton toe doordat de binnenvaarttarieven stijgen (door een schevere vraag-aanbod verhouding en laagwater toeslagen), en door het deels shiften naar wegvervoer.

Chemische bedrijven gelegen buiten Nederland ervoeren ook nog andere effecten. Daar was bijvoorbeeld sprake van productievertragingen en -onderbrekingen door onvoldoende aanvoer en/of afvoer van chemische producten met de binnenvaart.

Effecten in Nederland voor de vervoerders/bevrachters zijn:

- Het betalen van laagwater toeslagen aan de tankschepen die ze bevrachten.
- Moeilijker plannen en daardoor overuren maken op kantoor. In periodes van laagwater kunnen bevrachters moeilijker inschatten hoeveel lading schepen precies kunnen meenemen en met hoeveel wachttijd ze te maken krijgen.
- Minder tonnage per reis (lagere beladingsgraad) meenemen. In 2018 en 2022 bleven binnen Nederland de gebruikte routes bevaarbaar. Naar Nijmegen werden wel minder reizen ondernomen.
- Daling van de betrouwbaarheid van de leveringen aan chemieconcerns.
- Structureel verlies van ladingstromen aan spoor: ladingstromen die tijdens laagwater tijdelijk naar het spoor verschuiven, keren daarna niet altijd terug naar de binnenvaart.

Effecten die daar nog bij komen buiten Nederland:

- Binnenvaartreizen naar Basel werden stopgezet vanwege het niet (rendabel) bevaarbaar meer zijn van de Rijn.
- Daarnaast een lagere aflever/vervoerscapaciteit richting Duitsland (bijvoorbeeld Ludwigshafen).

Maatregelen

Verladende chemische bedrijven treffen verschillende ad-hocmaatregelen:

- Extra schepen zoeken op de spotmarkt.
- Modal shift naar weg en spoor voor (kritieke) stromen van/naar Nederland.
- Het verhogen van de opslagcapaciteit in de zeehaven. Een binnenvaartverlader heeft tijdens de laagwater periode in 2018 een binnenvaartschip als 'floating storage' in Rotterdam laten neerleggen. Dit was nodig omdat de per zeeschip aangevoerde chemische producten niet snel genoeg konden worden afgevoerd naar de productiefaciliteit in het Duitse achterland. Daarvoor waren niet genoeg binnenvaartschepen tijdig beschikbaar.
- Doorberekenen van de extra kosten door laagwater in nieuwe contracten met afnemers. Ze doen dat echter alleen als ze zich daardoor niet uit de markt prijzen.

Structurele maatregelen door de verladende chemische bedrijven zijn:

- Het bouwen of uitbreiden van permanente voorraadfaciliteiten.
- Structurele modal shift naar spoor/pijpleidingen voor kritieke stromen
- Langetermijncontracten met binnenvaartbedrijven voor gegarandeerde capaciteit.

Deze structurele maatregelen werden vooral door chemieconcerns gelegen buiten Nederland getroffen.

De vervoerders/bevrachters in de tankvaart zetten tijdens laagwaterperiodes meer schepen in om een bepaalde minimale stroom goederen te garanderen. Tegelijkertijd leggen ze in contracten met klanten vast dat ze bij laagwater niet kunnen garanderen alle volumes te vervoeren. Deze maatregel heeft een meer structureel karakter. Dat geldt ook wanneer het gaat om vlootvernieuwing. Sinds enkele jaren zijn schepen die worden toegevoegd aan de tankvloot aangepast aan laagwater doordat ze meerdere kleinere schroeven hebben (in plaats van 1 grote) en lichter zijn gebouwd. Een bevrachter is mede-eigenaar van meerdere laagwaterbestendige schepen die voor hem varen. Door mee te investeren met de scheepseigenaren kunnen dergelijke schepen toch in de vaart komen. Het voordeel van twee kleine schroeven is dat ze minder diep steken en minder snel boven de waterlijn uitkomen; wanneer een grote schroef boven de waterlijn uitkomt, verliest het schip zijn bestuurbaarheid en daalt de efficiëntie van de voortstuwing. Deze vloottransitie gaat wel langzaam. De voor laagwater geoptimaliseerde schepen zijn vooral bedoeld voor de routes van en naar Duitsland. Tot slot investeren bevrachters ook in betere voorspellingsmethoden voor waterstanden.

Toekomst

De vervoerders/bevrachters verwachten dat de afhankelijkheid van de binnenvaart voor de chemiesector in Europa in de toekomst groot blijft. Goede waterstandsvoorspellingen zijn heel belangrijk. Een systeem als Covadem¹¹ wordt gezien als zeer waardevol om een optimale en veilige afluaddiepte te bepalen op het traject Rotterdam - Bazel. Er wordt niet gevreesd voor een existentiële bedreiging, maar wel voor vaker logistieke uitdagingen. Er bestaat twijfel over de effectiviteit van infrastructurele oplossingen zoals meer sluizen in de Rijn, omdat elke extra sluis ook een verlenging van de vaartijd met zich meebrengt. Men verwacht dat modal shift (naar spoor, weg, buisleidingen) aantrekkelijker wordt als de binnenvaart door vaker en extremer laagwater onbetrouwbaarder wordt. Nieuwe schepen die zijn toegerust op laagwater bieden voordelen maar investeerders zien vaak weinig rendement in dit soort schepen.

3.2.4 Containerlogistiek

Let op: Waar de bevindingen bij de vorige sectoren waren gebaseerd op 2 of 3 interviews, zijn die voor containerlogistiek gebaseerd op één interview. De terminals van de geïnterviewde partij zijn vanuit het perspectief van laagwater relatief gunstig gelegen in Nederland. Daarmee is de hier beschreven situatie minder representatief dan die voor de vorige sectoren. Het is waarschijnlijk dat

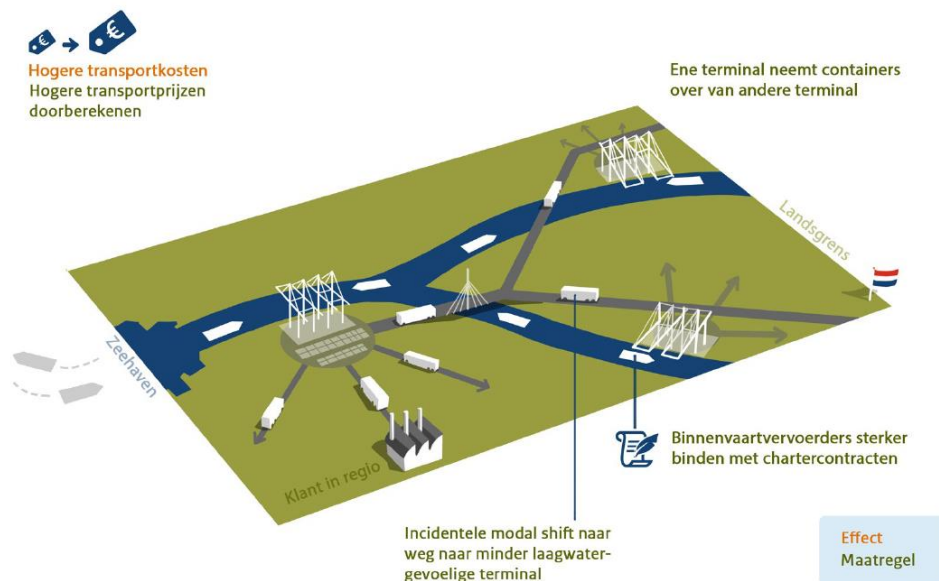
¹¹ <https://www.covadem.com/>

inland containerterminals aan het Twentekanaal bijvoorbeeld een grotere laagwater problematiek ervaren dan hier staat beschreven.

De vervoersprestatie van containers per binnenvaart in Nederland was ongeveer 5,3 mrd tonkm in 2023. Dit is ongeveer 13% van de totale vervoersprestatie van de binnenvaart in Nederland in dat jaar (van Dorsser, 2025).

Figuur 3.5 Effecten en maatregelen containers

Containers



Effecten

Het bedrijf ervoer tijdens de laagwaterperiodes van 2018 en 2022 geen directe operationele of volume-effecten. Met andere woorden, er werden niet minder containers vervoerd. Wel waren de transportprijzen in die periodes hoger, door een combinatie van een lagere vlootcapaciteit en een toegenomen vraag naar scheepscapaciteit. Dat kwam door zowel extra kolentransport naar Duitsland, als door graantransport uit Oekraïne via de binnenvaart. De logistiek dienstverlener had beperkt last van de extra transportkosten omdat het met time-chartercontracten werkt. De binnenvaartschepen varen dan voor een vaste prijs. Daardoor ontstonden alleen in de flexibele schil (de binnenvaartschepen die vanuit de spotmarkt worden ingehuurd) prijseffecten. Pas boven een bepaald kostenniveau werden die prijsstijgingen doorberekend aan klanten. De logistiek dienstverlener absorbeert de hogere vervoerskosten dus deels zelf. Buiten Nederland waren er geen effecten. Voor andere ketenschakels (de klanten) bleven de effecten beperkt tot een klein prijseffect.

Maatregelen

De voornaamste ad-hocmaatregel was het schuiven met containervolumes tussen haar vier inland terminals. De weerbaarheid zit in de geografische spreiding: de terminals liggen op vaarwegen met verschillende laagwatergevoeligheid. De terminal Veghel ondervindt nauwelijks hinder, de terminals Tiel en Oss iets meer. Binnenvaartschepen laden en lossen dan alleen op de nog goed bereikbare terminals. Vrachtauto's zorgen vervolgens voor het vervoer van en naar de per binnenvaart minder goed bereikbare terminals. Vanuit kostenoverwegingen werd structureel omschakelen naar wegvervoer niet overwogen. Als structurele maatregel zijn na de laagwaterperiodes uit het recente verleden de time-chartercontracten met binnenvaartvervoerders aangescherpt, om te voorkomen dat ze tijdens laagwaterperiodes op de spotmarkt gaan varen tegen hogere tarieven.

Toekomst

Het bedrijf maakt zich geen zorgen over de toenemende kans op laagwater richting 2050. De Maas is gekanaliseerd en Nederland beheert zijn waterpeil goed. De combinatie van een gespreide terminalstructuur en de ligging van de terminals aan voor laagwater vrij ongevoelige vaarwegen biedt naar eigen inschatting voldoende weerbaarheid.

4 Conclusie

In deze notitie verkenden we de effecten van periodes van laagwater op binnenvaartafhankelijke ketens in Nederland. In combinatie met bodemerrosie veroorzaakt laagwater knelpunten in het vaarwegsysteem wat betreft de maximale diepgang van binnenvaartschepen. Ze kunnen dan minder lading per reis meenemen, en soms niet meer varen op bepaalde routes. Bedrijven die binnenvaartdiensten afnemen (de binnenvaartverladers) nemen dan verschillende maatregelen, zoals het inhuren van extra binnenvaartschepen en extra wegvervoer, en personeel overuren laten maken om de logistiek aan te passen. De extra vervoerskosten van laagwater in de binnenvaart kunnen in een droog jaar zoals 2018 voor Nederland oplopen tot ongeveer €200 mln (Erasmus UPT, 2020; Ecorys, 2019). Een belangrijke bevinding van dit onderzoek is dat sommige binnenvaartverladers de kosten van de maatregelen doorberekenen naar partijen voorwaarts in de keten. Hiermee spreken we van een cascade van kosten in binnenvaartafhankelijke ketens in Nederland. We merken op dat dit alleen betekent dat de kosten (deels) worden doorgeschoven naar andere ketenpartijen. De omvang van de totale kosten blijft daarbij gelijk.

Daarnaast is bij sommige binnenvaartverladers sprake van een beperkt productie effect in periodes van laag water. Dat betekent dat ze hun productievolumes enigszins moeten afschalen door minder aanvoer van grondstoffen per binnenvaart in periodes van laagwater. We hebben echter een sterke indicatie dat dat effect niet doorwerkt in opvolgende ketenschakels in Nederland.

De conclusies ten aanzien van keteneffecten zijn gebaseerd op de ervaringen van binnenvaartvervoerders en verladers met de laagwater extremen van 2018 en 2022. Het jaar 2026 is hard op weg om ook een extreem droog jaar te worden (zie Kader 1.3). Ten tijde van de afronding van deze notitie was de omvang (de duur in combinatie met de mate) van het laagwater in 2026, en daarmee de impact op binnenvaartafhankelijke ketens, nog niet helemaal duidelijk. Eind 2026 gaan we de voor dit onderzoek geïnterviewde bedrijven nog benaderen om te vragen in hoeverre ze in 2026 anders zijn omgegaan met laagwater dan in 2018 en 2022.

We maakten in dit onderzoek gebruik van literatuuronderzoek en interviews. Interviews zijn zeer geschikt voor een onderzoek dat verkennend van aard is. We spraken met negen bedrijven in vier sectoren: (agro)food, bouw, chemie en containerlogistiek. De vervoersprestatie van de binnenvaart voor deze vier sectoren is ongeveer 50% van de totale vervoersprestatie van de binnenvaart in Nederland in 2023. De interviews hebben we afgenomen bij middelgrote tot grote, toonaangevende bedrijven. Naast de interviews vond de (weliswaar schaarse) literatuur ook geen keteneffecten van laagwater op de industriële productie en de bouw in Nederland. Met deze gecombineerde aanpak geeft dit onderzoek weliswaar geen compleet, maar wel een goed beeld van effecten en maatregelen van laagwater in binnenvaartafhankelijke ketens in Nederland.

4.1 Effecten en maatregelen

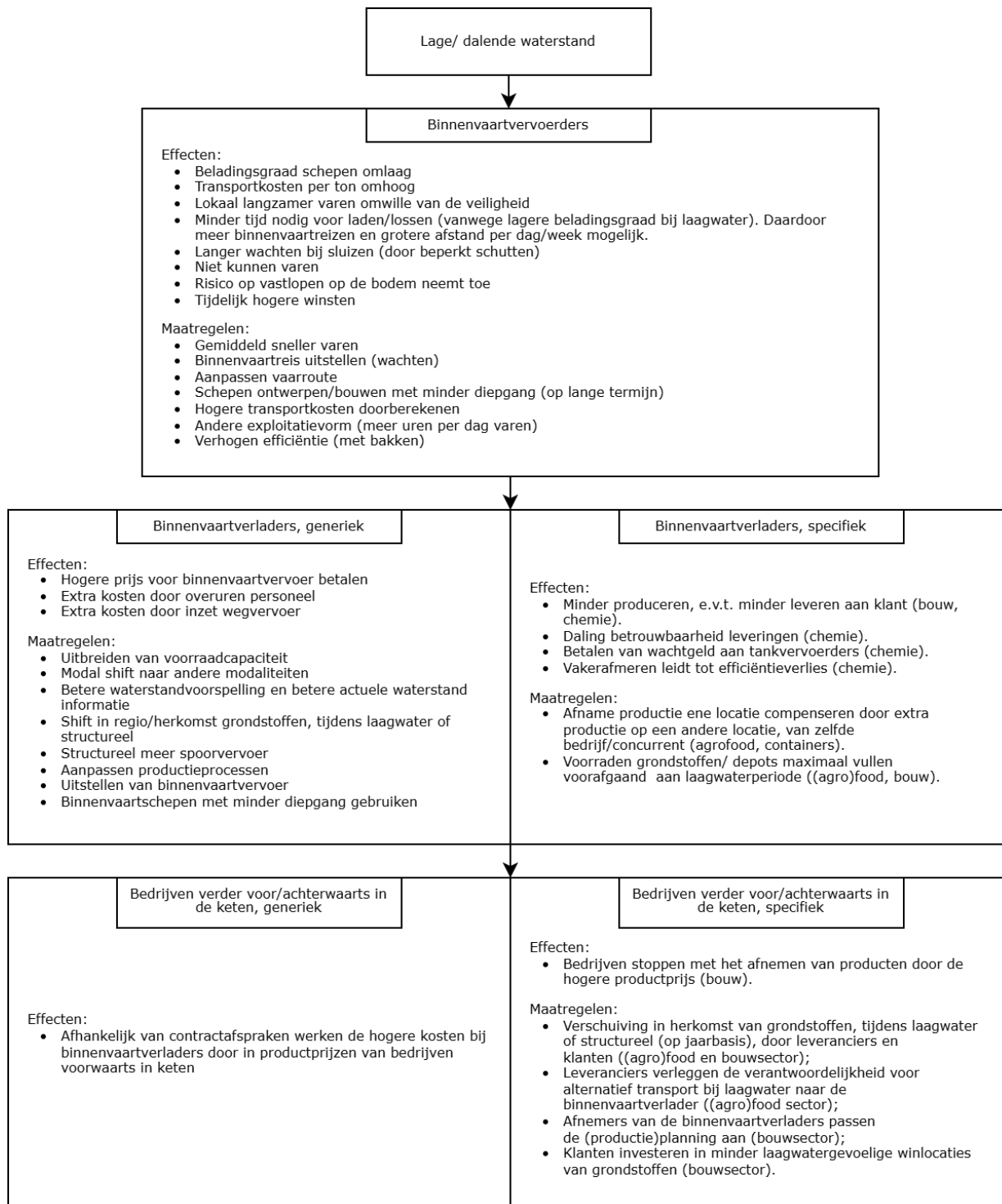
De (keten)effecten en maatregelen uit de literatuur en de interviews presenteren we in het in de inleiding getoonde (toen nog lege) conceptuele model (zie figuur 4.1). We maken voor de verladersschakels onderscheid tussen sectorgenerieke en sectorspecifieke effecten en maatregelen. Generieke effecten en maatregelen komen we breed tegen in alle sectoren. Maatregelen die we in slechts 1 of 2 sectoren aantreffen classificeren we als sectorspecifiek.

Figuur 4.1 laat zien dat de effecten en maatregelen zeer divers zijn. Veel effecten en maatregelen voor de partijen die direct afhankelijk zijn van de binnenvaart (de binnenvaartverladers) zijn niet van toepassing op de partijen die indirect afhankelijk zijn (bedrijven elders in de keten). De partijen die direct afhankelijk zijn van de binnenvaart vangen de negatieve effecten van laagwater grotendeels op voor de partijen die indirect afhankelijk zijn.

De hogere kosten door laagwater werken in meerdere sectoren voorwaarts in de keten door. Het effect 'minder leveren' aan klanten (lager productievolume) in de bouwsector wordt onder andere 'opgelost' doordat diezelfde klanten alternatieve locaties/leveranciers vinden voor dat lagere

afgezette volume. Datzelfde gebeurt in de sector agrofood, maar dan door de binnenvaartverladers en hun leveranciers.

Figuur 4.1 Effecten en maatregelen voor binnenvaartvervoerders en verladers bij laagwater in Nederland



4.2 Toekomst

Binnenvaartverladers en vervoerders verwachten dat de afhankelijkheid van de binnenvaart voor vervoer van goederen en grondstoffen in de toekomst blijft. In het KNMI klimaatscenario WHdry met zichtjaar 2050 waarin de kans op een extreem droog jaar zoals 2018 zesmaal groter is dan nu

(Deltares, 2019), zal het gebruik van de binnenvaart dan wel gepaard gaan met (toenemende) logistieke uitdagingen in periodes van laagwater. Ze vertrouwen er echter ook op dat ze door zelf allerlei maatregelen te nemen dergelijke periodes van laagwater aan kunnen. De vraag is of dat ook het geval is in een extremer laagwater scenario dan ervaren in 2018. Mogelijk wordt 2026 al zo'n jaar, zie Kader 1.3).

4.3 Relevantie voor beleid

Het Ministerie van IenW werkt met verschillende beleidsprogramma's aan klimaatadaptatie in Nederland. Ze doet dat samen met andere ministeries, en in verschillende domeinen. Voorbeelden van die domeinen zijn 'Landbouw, Natuur & milieu', 'Wonen en werken' en 'Water' (Min. IenW, 2026a). Relevante programma's voor de toekomstige bevaarbaarheid van het Nederlandse vaarwegennet zijn bijvoorbeeld de Nationale Adaptatiestrategie 2026, het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie, en Ruimte voor de Rivier 2.0. Een belangrijke pijler in de programma's is onderzoek. Zo zijn er wat betreft de (toekomstige) bevaarbaarheid van het Nederlandse vaarwegennet verschillende onderzoeken uitgevoerd. Een voorbeeld is het onderzoek naar oplossingen voor het probleem van bodemerrosie, in Ruimte voor de Rivier 2.0. En met 'stresstesten' heeft Rijkswaterstaat, als onderdeel van het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie, kwetsbaarheden in het hoofdvaarwegennet in kaart gebracht. Ze heeft daarin ook berekend wat de toekomstige extra vaarkosten zijn door laagwater in Nederland in verschillende klimaatscenario's in de toekomst. De kennis uit deze onderzoeken wordt gebruikt om het beleid in de verschillende programma's vorm te geven. Waar het tot nu toe aan ontbrak is kennis over cascade-effecten van periodes van laagwater op binnenvaartafhankelijke ketens in Nederland. Werken de extra vaarkosten (en kosten van andere maatregelen door verladers) misschien door naar ketenschakels verder voorwaarts? Of zijn binnenvaartverladers misschien genoodzaakt om hun productie af te schalen, door een verminderde aanvoer van grondstoffen en goederen per binnenvaart? En werkt dat dan door naar volgende ketenschakels? In deze notitie geven we antwoord op deze vragen.

Het gedetailleerde inzicht in de effecten en maatregelen in figuur 4.1 stelt het ministerie van IenW in staat om haar eigen rol verder te bepalen bij het tegengaan van de effecten van droogte op binnenvaartafhankelijke ketens. Daarbij ligt de focus op het verbeteren van de bevaarbaarheid van de Nederlandse vaarwegen. Die bevaarbaarheid kan tegelijkertijd echter mogelijk niet altijd en overal worden gegarandeerd.

Referenties

- Ademmer, M., Jannsen, N., Mosle, S. (2020) Extreme weather events and economic activity: The case of low water levels on the Rhine river, Kiel working paper, No. 2155, Kiel Institute for the World Economy (IfW), Kiel.
- Alsaawi, A. (2014) A Critical Review of Qualitative Interviews, *European Journal of Business and Social Sciences*, 3, 4, 149-156.
- Alshenqeeti, H. (2014) Interviewing as a Data Collection Method: A Critical Review, *English Linguistics Research*, 3, 1, doi:10.5430/elr.v3n1p39.
- Alyavina, E., Nikitas, A., Njoya, ET. (2020) Mobility as a service and sustainable behaviour: A thematic analysis study, *Transportation Research Part F*, 73, 362-381.
- Ashmore, DP., Thoreau, R., Kwami, C., Christie, N., Tyler, NA. (2020) Using thematic analysis to explore symbolism in transport choice across national cultures, *Transportation*, 47, 607-640.
- Christodoulou A., Demirel H. (2018) Impacts of climate change on transport, JRC technical report.
- Christodoulou A. e.a. (2020) Forecasting the impacts of climate change on inland waterways, *Transportation Research part D*.
- Bedoya-Maya F., Shobayo P., Beckers J., van Hassel E. (2024) The impact of critical water levels on container inland waterway transport, *Transportation Research part D*.
- Deltares (2019) KBN: Bedreiging klimaatverandering – Beschrijving karakteristieke droge jaren met stationaire afvoerniveaus, Memo 11203738-005-BGS-0002, 14 december 2019.
- Deltares (2020) Stresstest Droogte Rijntakken – Impact op de scheepvaart. Klimaatbestendige Netwerken Hoofdvaarwegennet. 14 december 2020.
- Deltares (2025) KBN-HVWN: Impact van KNMI'23 scenario's op de bevaarbaarheid van het hoofdvaarwegennet. Impact op de vaardiepte van de Rijntakken en toegankelijkheid sluis Weurt. 11210314-001-ZWS-0001, 10 februari 2025.
- Ecorys (2018) Kosten en effecten van droogte voor de scheepvaart, Rotterdam, april 2018.
- Ecorys (2019) Economische schade door droogte in 2018, Rotterdam, augustus 2019.
- Erasmus UPT (2020) Economische impact laagwater. Een analyse van effecten van laagwater op de binnenvaartsector en de Nederlandse en Duitse economie, eindrapport, april 2020.
- Jonkeren O., Rietveld P., van Ommeren J. (2007) Climate Change and Inland Waterway Transport, welfare effects of low water levels on the river Rhine, *Journal of Transport Economics and Policy*, 41, 3, 387-411.
- Jonkeren O. (2009) Adaptation to Climate change in inland waterway transport, dissertation.
- Jonkeren O., Rietveld P., van der Toorn A. (2010) Economic analysis of adaptation measures to climate change for inland waterway transport, December 2010, VU University, TU Delft.
- Jonkeren O., van Ommeren J., Rietveld P. (2012) Freight Prices, Fuel Prices, and Speed, *Journal of Transport Economics and Policy*, 46, 2, 175-188.
- Kara, A., van Reeken-van Wee, J., Swart, AJ. (2023) Rimpelingen – Onderzoek naar de invloed van lage Rijnwaterstanden op de Nederlandse economie, Macro Economy, ABN-AMRO, website bezocht 21-01-2025: <https://www.abnamro.com/research/nl/onze-research/rimpelingen-onderzoek-naar-de-invloed-van-lage-rijnwaterstanden-op-de>
- KNMI (2025) Een extreem rapport; Extreem weer in tijden van klimaatverandering, KNMI, De Bilt, KNMI-Publicatie 25-05.
- Min. IenW (2021) Uitvoeringsagenda Klimaatbestendige netwerken, Den Haag, November 2021.

- Min. IenW (2026a) Ontwerp – Nationale Klimaatadaptatiestrategie 2026, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, mei 2026.
- Min. IenW (2026b) Ruimte voor de rivier 2.0: stand van zaken, Kamerbrief 22-06-2026.
- Omroep Gelderland. (2026, 15 juli). *Historisch laagterecord voor Rijn verbroken*.
<https://www.gld.nl/nieuws/8498300/historisch-laagterecord-voor-rijn-verbroken>
- Rijkswaterstaat. (2026a, 25 juli). *Twentekanaal gestremd voor scheepvaart, ook onttrekkingsverbod op kanaal vanaf 25 juli 2026*.
<https://www.rijkswaterstaat.nl/nieuws/archief/2026/07/twentekanaal-gestremd-voor-scheepvaart-ook-onttrekkingsverbod-op-kanaal-vanaf-25-juli-2026>
- Rijkswaterstaat. (2026b). *Actuele situatie Rijn*. Waterberichtgeving Rijkswaterstaat. Geraadpleegd op 23 augustus 2026, van <https://waterberichtgeving.rws.nl/owb/waterveiligheid/actuelesituatie-rijn>
- Rijkswaterstaat. (2026c). *Waterinfo* [themakaart]. Rijkswaterstaat. Geraadpleegd op 23 augustus 2026, van <https://waterinfo.rws.nl/>
- RIZA e.a. (2005) Droogtestudie Nederland: aard, Ernst en omvang van watertekorten in Nederland, RIZA rapport 2005.016.
- RWS (2022) Klimaatbestendige Netwerken: Stresstest Hoofdvaarwegennet – Deelrapport Droogte, 14 april 2022.
- Van Dorsser (2025) Ontwikkeling van de transportprestatie en marktaandelen van de binnenvaart op de Rijn, Donau en in de Europese Unie, juni 2025, Bureau Voorlichting Binnenvaart, Expertise- en InnovatieCentrum Binnenvaart, Koninklijke Binnenvaart Nederland.
- Van Meijeren JC, Groen T. (2010) Impact of climate change on the competitive position of inland waterway transport, Knowledge for Climate, TNO – Mobility and Logistics.
- Wilson, V. (2012) Research Methods: Interviews, Evidence based Library and Information Practice, EBL 101, 7.2.

Bijlagen

A Studies over effecten en maatregelen van laagwater in de binnenvaart

Tabel A1 Studies over effecten en maatregelen van laagwater in de binnenvaart

Studie	Sector(en)	Effecten	Maatregelen	Ruimtelijke context
Bedoya Maya e.a. (2024)	Binnenvaart, Containervervoer (TEU)	Één dag laagwater per maand resulteert in 0,2% daling containervervoer binnenvaart per maand. 24 aaneengesloten dagen voor 5,9% daling in maand. Schatting van 7%-20% daling voor 2050.	Binnenvaartschepen met minder diepgang gebruiken. Beter benutten sluizen. Extra opslagcapaciteit. Tijdelijke contracten met andere modaliteiten (shift). Betere waterstandvoorspelling en betere actuele waterstand informatie.	Vervoer op traditionele Rijn: NL-D grens tot Zwitserland (ook met een herkomst of bestemming in NL).
Deltares (2020) en RWS (2022)	Binnenvaartverladers, extra transportkosten (€) Binnenvaart, beladingsgraad	Binnenvaartverladers: In huidig klimaat en huidige economie: €40 mln per jaar gemiddeld. Jaar met grote droogte (T10): €100 mln. Jaar met extreme droogte (T100): €300 mln. Matige klimaatverandering (scenario GL) 2050 en 2085 en huidige economie: vaarkosten ongeveer zelfde als huidig klimaat. Snelle klimaatverandering (scenario WHdry) 2050 en huidige economie: €90 mln gemiddeld, bij T10 €230 mln en bij T100 €560 mln. 2085: €130 mln gemiddeld, T10 €310, T100 €600. Bij hoge economische groei: 20%-30% hogere vaarkosten in 2050 dan bij huidige economie. Bij lage economische groei 10%-20% hoger. Binnenvaart: Beladingsgraad, 2018: van 70% (natte bulk), 90% (droge bulk), 30% (containers) bij normale waterstand naar respectievelijk 30%, 30%, en 15% op dagen met de laagste waterstanden dat jaar. Ook langer wachten bij sluizen (p.5) en niet kunnen varen (p.34) zijn effecten.	RWS (2022) bespreekt verschillende categorieën van maatregelen: Kanaliseren Opstuwing/vergroten verhang Vaste lagen en drempels aanpakken Afvoerregulatie Robuustheid vergroten Baggeren Aanpassingen aan vloot Logistieke maatregelen Informatievoorziening	Aannames/scope: Verladers kiezen er voor zo lang mogelijk per binnenvaart te vervoeren (ook als spoor en weg goedkoper worden). Betreft alle binnenvaartreizen met een relatie (alleen laden, alleen lossen, laden en lossen, doorvoer) met NL. Dus ook varen in buitenland. Geen capaciteitsbeperkingen vaarwegen. Waardering van €25 per ton niet vervoerde vracht (voor vervoer met alternatieve modaliteit).
Erasmus UPT (2020)	Binnenvaartverladers, extra transportkosten (€)	Voor Nederland in 2018: Binnenvaartverladers:	Maatregelen van Duitse min. van Transport en Industrie (zie p. 8 publicatie)	Nederland

	Binnenvaart, extra omzet minus extra kosten	€245 mln extra binnenvaart transportkosten voor verladers (t.o.v. 2017). Binnenvaart: €76 mln extra winst voor binnenvaart (t.o.v. 2017). 2017 wordt dan vermoedelijk beschouwd als een gemiddeld jaar. Risico op vastlopen op de bodem neemt toe (p.27).	Aanpassen vaarroutes Modal shift Levering per binnenvaart vanuit andere regio/herkomst Structureel meer spoorvervoer Uitbreiding opslagcapaciteit	
Ecorys (2019)	Binnenvaartverladers, extra transportkosten (€)	Voor Nederland in 2018: €65-220 mln extra t.o.v. een gemiddeld jaar qua waterstanden.	Aanpassen vaarroutes Verhogen efficiëntie (met bakken) Andere exploitatievorm (meer uren per dag) Modal shift Interen op voorraden en tijdelijke opslag Aanpassen productieprocessen	Alleen Nederlandse verladers
Ecorys (2018)	Binnenvaartverladers, extra transportkosten (€)	Voor Nederland in 2050: gemiddeld €58 mln extra t.o.v. vaarkosten huidig klimaat.	Aanpassen vaarroute Modal shift (tijdelijk of permanent) Levering per binnenvaart vanuit andere regio/herkomst (tijdelijk of permanent) Uitstellen van binnenvaartvervoer Aanpassingen aan vloot Extra opslagcapaciteit Bedrijf verhuizen	Alleen Nederlandse verladers
Christodoulou en Demirel 2018 en Christodoulou e.a. 2020	Binnenvaartverladers, extra transportkosten (€)	Voor Kaub-binnenvaartmarkt: €-35 mln (kosten) tot €232 mln (dus baten) 2071-2099 t.o.v. 1981-2010 periode. Voor Ruhrort-binnenvaartmarkt: €-89mln (kosten) tot €104 mln (dus baten) 2071-2099 t.o.v. 1981-2010 periode. Baten omdat in bepaalde klimaatscenario's in de verdere toekomst (2071-2099) minder dagen met laagwater wordt verwacht t.o.v. referentieperiode (1981-2010).	-	De Kaub-gerelateerde binnenvaartmarkt en de Ruhrort-gerelateerde binnenvaartmarkt.
Jonkeren e.a. (2007)	Binnenvaartverladers, extra transportkosten (€) Binnenvaart, beladingsgraad	Binnenvaartverladers: €81-146 mln welvaartsverlies door laagwater in 2003 t.o.v. heel jaar geen laagwater. €28 mln gemiddeld in de periode 1986-2004. Binnenvaart: Op dagen met de laagste waterstanden bij Kaub in 2003 gebruikt een schip van gemiddelde grootte nog 39% van haar beladingsgraad. Voor grote schepen is dat minder, voor kleine schepen wat meer. Minder tijd nodig voor laden en lossen, meer binnenvaartreizen (p.406)	-	Kaub-gerelateerde binnenvaartmarkt.

Jonkeren e.a. (2009)	Binnenvaartverladers, extra transportkosten (€) Binnenvaart, beladingsgraad	Binnenvaartverladers: €194-263 mln welvaartsverlies door laagwater in 2003 t.o.v. heel jaar geen laagwater. €410-479 mln welvaartsverlies door laagwater in 2003 t.o.v. heel jaar geen laagwater. Binnenvaart: Langzamer varen omwille van veiligheid (p.115).	Kanaliseren Baggeren Aanpassingen aan vloot Nieuwe logistieke concepten	Binnenvaartmarkt Rijn + Moezel Binnenvaartmarkt heel NW Europa
RIZA (2005)	Binnenvaartverladers, extra transportkosten (€)	Voor Nederland €111 mln extra transportkosten per binnenvaart in 2003 t.o.v. een gemiddeld jaar (met dus ook dagen met laagwater) in periode 1901 - 2000. Kosten in een gemiddeld jaar: €72 mln.	-	Op Nederlandse vaarwegen.
Van Meijeren en Groen (2010)	Binnenvaart, vervoerd volume (tonnen)	Effect laagwater in W+ klimaatscenario en GE economisch scenario op biva vervoer in 2050: 14% van jaarlijkse biva vervoer hierdoor getroffen: 7% niet meer mogelijk per binnenvaart, 7% vervoerd tegen hogere kosten.	Modal shift naar spoor en weg 8%: De 7% die niet meer mogelijk is. 1 procentpunt van de 7% tegen hogere kosten.	Binnenvaartvervoer van, naar door en binnen Nederland.
Jonkeren e.a. (2010)	n.v.t.	n.v.t.	KBA van adaptatiemaatregelen: 1 Vergroten aantal operationele uren binnenvaart. B – K = €7,4 mln per jaar 2 Kanaliseren Rijn/Waal Rotterdam – Ruhrgebied. B – K = €2,5 mrd totaal	Ruhrort afhankelijke binnenvaartmarkt
Jonkeren e.a. (2012)	Binnenvaart, vaarsnelheid	Prijselasticiteit van de vaarsnelheid is 0,17.		Noordwest Europa.

B Vragenlijst

B.1 Achtergrond

Bedrijf:

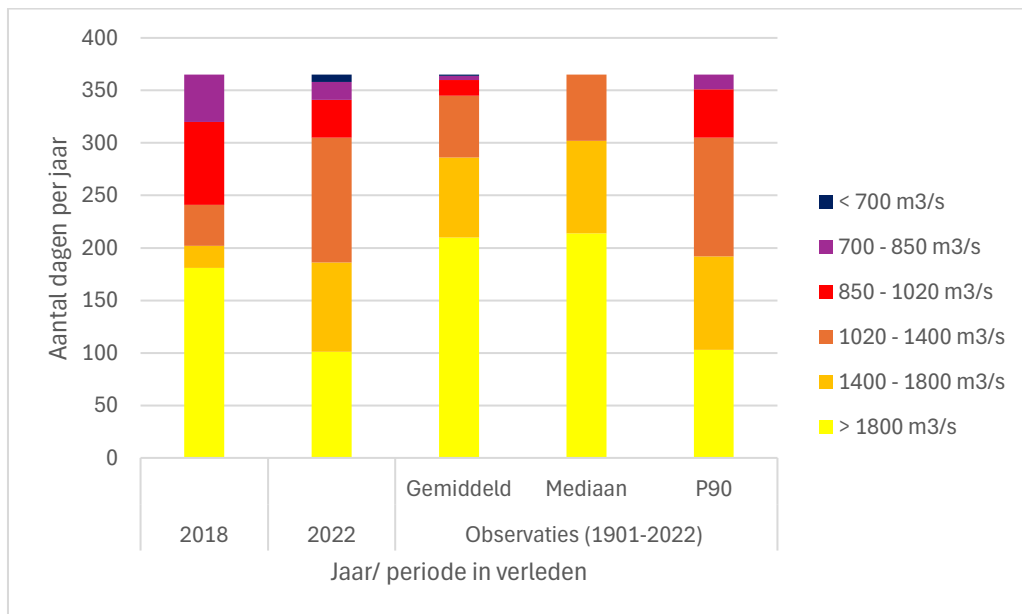
- Kunt u kort vertellen wat uw bedrijf doet/produceert?
- Waar in Nederland bevinden zich de bedrijfslocaties, waar aanvoer (en/of afvoer) van grondstoffen/goederen per binnenvaart plaatsvindt?
- Welke goederensoort(en) worden (door de binnenvaart) aan uw bedrijf geleverd? Welke goederensoorten worden afgevoerd (door de binnenvaart)?
- Wat is ongeveer de hoeveelheid (tonnen) op jaarbasis die de binnenvaart aanvoert (en afvoert)?
- Hoe is de aanvoer/afvoer ongeveer verdeeld over het jaar?

Keten: hoe ziet de logistieke keten waar uw bedrijf onderdeel van uitmaakt eruit (afhankelijkheden)?

- Waar komen de aangevoerde grondstoffen vandaan (locaties leveranciers)?
- Naar welke locaties (van uw bedrijf) gaan die grondstoffen?
- Naar welke klanten/bestemmingen gaan de producten van uw bedrijf?
- Met welke vervoermiddelen gebeurt dat?
- Waar in de route zitten de kwetsbaarheden t.a.v. laagwater?
- Voor onderzoekers: maak een schets/tekening/figuur van de keten. Daarin o.a.: locaties, goederensoort, vervoerstromen, modaliteit. Neem vel A3 papier mee.

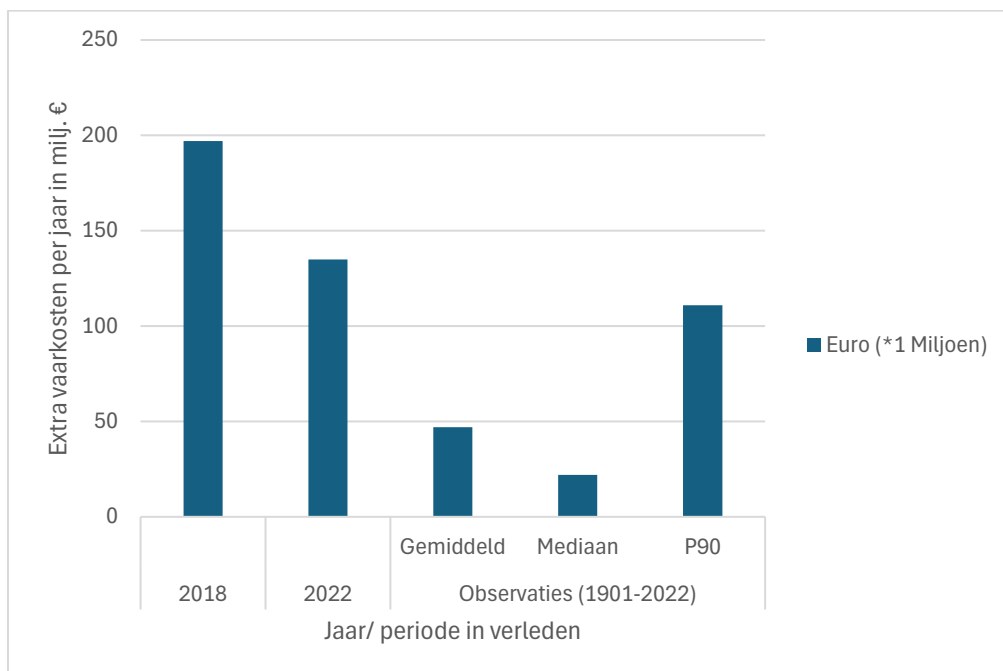
B.2 Situatie 2018 en 2022

Aantal dagen met bepaalde Rijnaafvoer, meetpunt Lobith



Bron: Deltares, 2019 (voor '2018' en 'gemiddeld'). Mail 17-11-2025 Job Dullaart, KNMI (voor '2022', 'mediaan' en 'P90').

Extra vaarkosten per jaar t.o.v. heel jaar > 1800 m³/s, Rijntakken, Nederland.



Bron: RWS (2022), Fig. 92 i.c.m. aantal dagen per afvoercategorie.

Vragen over ervaringen 2018/2022

Impact/effecten:

- Welke (potentiële) effecten van laagwater wilde uw bedrijf absoluut voorkomen tijdens de laagwater-events van 2018 en 2022? M.a.w.: welke potentiële effecten van laagwater waren opgetreden voor uw bedrijf in 2018 en 2022 indien er geen adaptatiemaatregelen zouden zijn genomen?
- En welke potentiële effecten van laagwater waren opgetreden in de keten in 2018 en 2022 indien er geen adaptatiemaatregelen zouden zijn genomen?
- Wat is er zo ernstig aan die effecten? Voor uw bedrijf zelf, voor andere partijen in de keten?
- Rest-impact: in welke mate is de potentiële impact verminderd door de structurele en ad-hoc genomen adaptatiemaatregelen? M.a.w.: wat was de rest-impact voor uw bedrijf, en voor de keten?

Adaptatiemaatregelen:

- Welke adaptatiemaatregelen heeft u genomen in 2018 en 2022 om die (ernstige) potentiële effecten te verminderen? Wat was structureel, en wat was ad-hoc?
- Welke adaptatiemaatregelen zijn er destijds elders in de keten genomen?
- Welke maatregelen werkten het beste? Welke werkten minder goed, en waarom?
- Hoe staan de kosten van de genomen maatregelen in verhouding tot de daarmee vermeden schade van laagwater (baten)? Vb: de kosten van de maatregelen zijn +- 10% (of klein/groot deel) van de kosten van vermeden schade.
- Heeft uw bedrijf n.a.v. de ervaringen 2018 en 2022 nog structurele adaptatiemaatregelen genomen om beter voorbereid te zijn op toekomstige laagwater periodes?
- Zijn elders in de keten n.a.v. de ervaringen 2018 en 2022 nog structurele adaptatiemaatregelen genomen om beter voorbereid te zijn op toekomstige laagwater periodes?

B.3 Toekomst

- Hoe ziet u de toekomst voor u t.a.v. gebruik binnenvaart? Weet u hoe andere ketenpartijen die toekomst zien? Interessant daarbij: Uit Deltares (2019) blijkt dat het "laagwater jaar 2018" in 2018 een herhaaltijd van 1x in 60 jaar had. Voor 2050 klimaatscenario WHdry is dat ingeschat op 1x in 10 jaar. Dus forse verhoging van de kans op extreem laagwater.
- Welke ernst van laagwater moet zich voordoen voor echt rigoureuze maatregelen (als die hierboven nog niet genoemd zijn). Denk aan:
 - Geen binnenvaart meer gebruiken in de keten
 - Naar een andere locatie verhuizen
 - Stoppen met het bedrijf
 -

Doel van deze vraag: hoeveel ernstiger dan in 2018 mag het nog zijn voordat gedacht gaat worden aan bovenstaande maatregelen?

C Toelichting VLAM-experiment

In deze bijlage leggen we uit hoe we VLAM, een door de Rijksoverheid gehost generatief taalmodel, hebben gebruikt en hoe we de output hebben geëvalueerd. We eindigen met een aantal observaties, voor toekomstig gebruik van VLAM bij interview-analyses. We hebben alle respondenten gevraagd of zij akkoord gingen met het gebruik van VLAM voor de verwerking van hun interview. Op 1 na gingen ze akkoord. Het verslag van dat ene interview hebben we handmatig verwerkt.

C.1 Over VLAM

VLAM is een generatief taalmodel dat wordt gehost door de Rijksoverheid in een Overheidsdatacenter, en is ontwikkeld binnen het project *vlam.ai* van SSC-ICT. Anders dan commerciële AI-chatbots draait VLAM lokaal in een Overheidsdatacenter en maakt het gebruik van Europese taalmodellen (Mistral), waardoor het een veilig en verantwoord alternatief vormt met oog voor privacy, veiligheid en digitale autonomie. De dienst ondersteunt taken als schrijven, samenvatten en vertalen, en wordt vanaf 2026 breder uitgerold binnen meerdere ministeries, waaronder het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. VLAM is toegankelijk via een chatomgeving (*vlam.chat*) en via een API. Voor dit onderzoek hebben wij VLAM, specifiek Mistral Medium 3, ingezet via de experimentele API.

Het gebruik van VLAM

De interviews zijn uitgewerkt tot verslagen en vervolgens geanalyseerd: tekstfragmenten zijn ingedeeld in thema's, zoals knelpunten in de keten, effecten van laagwater in 2018 en 2022, en toekomstvisies. In dit proces zijn we ondersteund door VLAM. We hebben een tabel opgesteld met in de kolommen de thema's, variërend van beknopte labels (bijv. "Sector") tot uitgebreide vragen (bijv. "Welke ad-hocmaatregelen tegen laagwater zijn buiten Nederland genomen, in 2018 en 2022?"). In de rijen staan de interviews. De thema's hebben we op voorhand zelf opgesteld. Ze zijn afgeleid uit de vragenlijst. Het AI-model is vervolgens gevraagd om voor ieder interview de thema's in te vullen. Dit proces is het categoriseren van de interviewdata. Het resultaat is een gevulde tabel, die wij per thema (kolom) en per sector hebben geanalyseerd op rode draden. VLAM is dus uitsluitend ingezet voor de categorisering van de data, niet voor de analyse van de data.

Experiment

Omdat VLAM nog niet eerder voor deze doeleinden is ingezet, is het belangrijk de output van het AI-model niet zonder meer voor waar aan te nemen. Daarom hebben we een experiment uitgevoerd waarin we de data uit twee interview-verslagen ook handmatig hebben gecategoriseerd met dezelfde kolommen/thema's, voordat we het resultaat van VLAM bekeken. Vervolgens hebben we de uitkomsten vergeleken met het categoriseringsresultaat van VLAM.

Bevindingen

Onze hoofdbevinding is dat VLAM en de menselijke onderzoeker elkaar aanvullen. VLAM doet een groot deel van de categorisering goed, maar een menselijke controle bleek wel nodig. VLAM beschouwde bijvoorbeeld in een enkel geval een structurele maatregel (de aanleg van een depot/voorraadfaciliteit) als een ad-hocmaatregel. In andere gevallen haalde VLAM echter ook informatie naar boven die de onderzoeker gemist had.

Een tweede bevinding betreft de daadwerkelijke output (de geschreven tekst) van VLAM. In de meeste gevallen kwam de output grotendeels overeen met die van de onderzoekers, maar was deze door VLAM niet altijd duidelijk verwoord. Zo was het de bedoeling dat de categorie "Verschijningsvorm lading" zou leiden tot een van de antwoorden 'droge bulk', 'natte bulk', of

'containers'. VLAM gaf hier echter een beschrijving van de lading. Dit komt omdat we het model deze driedeling niet hadden meegegeven. We raden aan dat de onderzoeker goed nadenkt over de instructies (prompt) en het gewenste antwoord-format (template) die hij de AI-tool meegeeft voor elk van de categorieën. We hebben nu gewerkt met korte instructies, maar voor verder onderzoek raden we aan om voor elke categorie een uitgebreid prompt te schrijven, opdat de output zo accuraat mogelijk is, zeker wanneer er met grote hoeveelheden data wordt gewerkt.

Een derde observatie betreft het aantal bewerkingstappen tussen het ruwe interview en de uiteindelijke categorisering. In onze aanpak doorloopt de informatie twee compressieslagen: van interview naar gespreksverslag, en van gespreksverslag naar tekst per thema. Bij elke slag blijft een kleinere, gerichtere set informatie over, maar gaat onvermijdelijk ook informatie verloren. Omdat het verslag door een onderzoeker wordt gemaakt, wordt bovendien al in de eerste slag (impliciet) een selectie en interpretatie toegepast, nog voordat VLAM het materiaal ziet. Voor toekomstig onderzoek is het daarom interessant te verkennen of het volledige interview (audio of transcript) in één stap direct gecategoriseerd kan worden, en of dat tot een vollediger of accurater resultaat leidt. Tenslotte lijkt de homogeniteit van de interviewverslagen van invloed te zijn. Bij de eerste 2 interviewverslagen was er nog geen sprake van een vaste structuur van het verslag. De verslagen met dezelfde structuur leverden een accuratere categorisering op. De aanbeveling is om vooraf goed na te denken over de opzet van het verslag, en deze identiek te laten zijn voor alle interviews.

Colofon

Augustus 2026

Auteurs: Olaf Jonkeren, Maurits Terwindt, Roselien Steur

Link naar de publicatie: <https://doi.org/10.82230/KiM.ER2507>

Projectnummer: ER2507

We bedanken de geïnterviewde bedrijven voor hun medewerking aan dit onderzoek. Daarnaast bedanken we de Topsector Logistiek voor het aandragen van die bedrijven.

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding:

Jonkeren, O., Terwindt, M.J.A., & Steur, R. (2026). *Droogte in de binnenvaart. Een verkenning van de effecten van laagwater op binnenvaartafhankelijke ketens*. Notitie. Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM).

Dit is een uitgave van het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM),
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

www.kimnet.nl | info@kimnet.nl | 070 456 1965

Bezuidenhoutseweg 20 | 2594 AV Den Haag

Postbus 20901 | 2500 EX Den Haag