



RWS INFORMATIE

De looptijd van drijvend plastic in de Waal

Gerwin Goelema

Datum	31-08-2021
Versie	1
Status	



Colofon

Uitgegeven door RWS ON
Auteur Gerwin Goelema
Informatie Margriet Schoor
Telefoon 0622788123
E-mail Margriet.schoor@rws.nl

Datum 31-08-2021
Versie 1
Status

Versiebeheer

Inhoud

Voorwoord 4

1 Inleiding 5

2 Methodiek 6

2.1 GPS trackers 6

2.2 Aanspoelafstanden 7

2.3 Drijfstijging waterpeil 7

2.4 Looptijd 8

3 Resultaten 10

3.1 Aanspoelafstanden 10

3.2 Drijfstijging waterpeil 11

3.3 Percentage drijvend plastic dat de Waal doorloopt 12

3.4 Looptijd 13

4 Discussie 15

5 Conclusies 15

6 Aanbevelingen 16

6.1 Aanbevelingen voor Rijkswaterstaat 16

6.2 Aanbevelingen voor verder onderzoek 16

7 Literatuur 17

Voorwoord

Dit rapport is een onderzoeksverslag dat onderdeel is van een stage binnen de master opleiding "Climate Studies" aan de Wageningen Universiteit. De stage is gedaan onder begeleiding van Margriet Schoor (RWS-ON). Ik wil Margriet bedanken voor haar hulp, feedback en vertrouwen gedurende alle fases van de stage. Een belangrijk onderdeel van de stage was het verzamelen van data met behulp van gps trackers in potjes in de Waal. Ik wil Frank Collas (Radboud Universiteit) bedanken voor het bedenken van de methodiek en aanleveren van het materieel. Ook wil ik Thom Verreijt (Werkstudent RWS) en Demi Klink (stagiair RWS) bedanken voor hun hulp tijdens het veldwerk.

1 Inleiding

Plastic in het milieu kan negatieve gevolgen hebben voor mens en dier en daarom heeft Nederland als doel om de hoeveelheid plastic in het milieu te monitoren en te verminderen (IenW, 2018). Rijkswaterstaat is hierin verantwoordelijk voor de monitoring en opruiming van het plastic afval op eigen terrein.

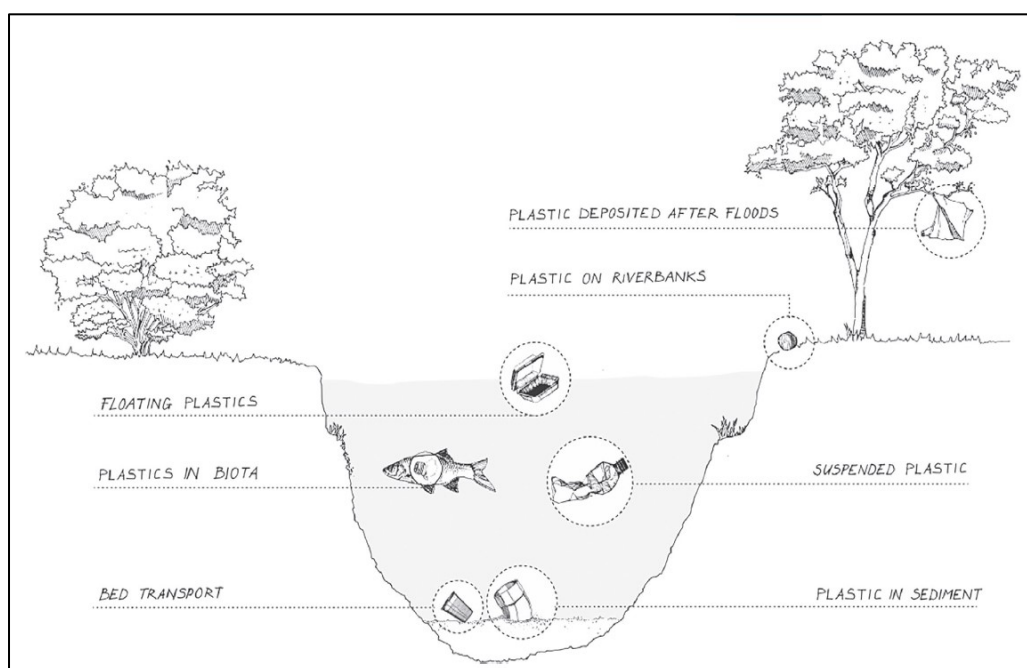
Door de rivier de Waal stromen naar schatting jaarlijks meer dan 350 miljoen stukken plastic (Oswald et al., 2020). Dit plastic bevindt zich op verschillende plekken in en langs de rivier (Figuur 1.1). Op dit moment is er weinig kennis over de herkomst, hoeveelheid en transport van dit plastic. Om tot goede monitorings- en opruimingsstrategieën te komen is het belangrijk om meer kennis en inzicht te verkrijgen in het gedrag van dit plastic.

Dit onderzoek is gedaan om meer inzicht te krijgen in het gedrag en verspreiding van plastic in de rivier de Waal en richt zich op het drijvende plastic. Het doel van dit onderzoek is om in kaart te brengen hoelang drijvend plastic erover doet om door de hele rivier de Waal de stromen. Hiervoor zijn de volgende drie onderzoeksvragen beantwoord:

Onderzoeksvraag 1: Hoe ver stroomt drijvend plastic in de verschillende stukken van de Waal van de plek waar het ter water gaat tot de plek waar het aanspoelt?

Onderzoeksvraag 2: Hoeveel moet het waterpeil in de Waal stijgen in vergelijking tot het waterpeil tijdens het aanspoelen van drijvend plastic, zodat het aangespoelde plastic weer meegenomen wordt in de stroming van de rivier?

Onderzoeksvraag 3: Wat is de looptijd van drijvend plastic om door hele rivier de Waal te stromen en hoe verschilt dit per seizoen?



Figuur 1.1: De plekken waar plastic zich bevindt in en langs een rivier (van Emmerik & Schwarz, 2020).

2 Methodiek

Om de looptijd van het drijvende plastic in de Waal in kaart te brengen is in dit onderzoek gebruik gemaakt van twee variabelen. Als eerste is onderzocht hoever drijvend plastic meegenomen wordt in de Waal voordat het weer aanspoelt. Daarnaast is onderzocht hoeveel het waterpeil in de Waal moet stijgen om het aangespoelde plastic weer verder te laten stromen. Beide variabelen zijn in kaart gebracht met behulp van gps trackers in plastic potjes. Door de twee variabelen te combineren is berekend wat de looptijd is van drijvend plastic om de hele Waal door te stromen. Hiervoor is een stochastisch model ontwikkeld dat de twee variabelen combineert met afvoerdata van de Waal.

2.1 GPS trackers

Om drijvend plastic na te bootsen en te volgen in en langs de rivier is gebruik gemaakt van plastic potjes met een gps tracker (Figuur 2.1). Voor de potjes is gebruik gemaakt van potjes die een hoogte hebben van 10 cm en een diameter van 6 cm. Hiermee valt het onder de categorie van macro plastic. De potjes zijn gevuld met een gps tracker, een geel informatie papier zichtbaar rondom het potje (voor eventuele vindsters), een papier met informatie over het onderzoek en verder opgevuld met papiersnippers. De deksel van het potje is waterdicht gemaakt met waterdichte tape en vervolgens afgewerkt met een extra laag gele tape. Hiermee zijn de potjes volledig geel gemaakt om ze extra opvallend te maken om ze beter terug te kunnen vinden in en langs de rivier. Het totale gewicht van een potje met gps tracker is 100 gram.

In dit onderzoek is gebruik gemaakt van twee verschillende compacte gps trackers: de "ODIN GPS-03" en de "My GPS Tracker Portbale 3.0". Dit zijn gps trackers met een herlaadbare batterij en die te volgen te zijn via een (web)applicatie.

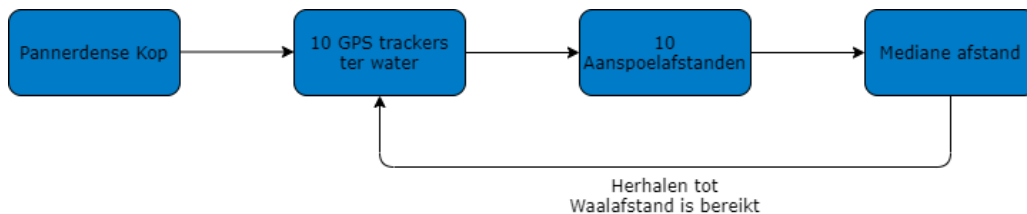


Figuur 2.1: De GPS trackers (links) en de afgewerkte potjes (rechts).

2.2 Aanspoelafstanden

Om in kaart te brengen hoever drijvend plastic in de verschillende stukken van Waal stroomt voordat het aanspoelt, is gebruik gemaakt van de gps trackers in de potjes. Hiermee is de volledige route dat drijvend plastic aflegt in de Waal, samen met de aanspoelplekken in kaart gebracht.

Dit is gedaan door 10 potjes met gps trackers vanaf verschillende plekken in het water te laten en in kaart te brengen waar ze aanspoelen. Dit eerste 10 gps trackers zijn aan het begin van de Waal, bij de Pannerdensch Kop in het water gelaten. Vervolgens is van deze 10 gps trackers de aanspoelplek en -afstand in kaart gebracht. Van deze aanspoelafstanden is de mediane afstand voor het eerste traject bepaald. Deze mediane afstand is vervolgens gebruikt als startpunt van het tweede traject en op deze plek zijn 10 nieuwe gps trackers te water gelaten. Dit proces van aanspoelen en te water laten is herhaald totdat de volledige lengte van de Waal was bereikt (Figuur 2.2). De volledige lengte van de Waal is 85.2 km en loopt van de Pannerdensch Kop tot Woudrichem. De gps trackers zijn op de plekken van de mediane aanspoelafstand op ongeveer een meter van de oever in het water gelegd. Dit is gedaan aan de kant van de rivier met aflandige wind. Als de gps trackers binnen 200 meter (een kribvak) weer aanspoelden, zijn ze nogmaals ter water gelaten tot ze verder zijn gestroomd.



Figuur 2.2: Flowdiagram met een schematische weergave van het proces om de aanspoelafstanden van drijvend plastic in de verschillende stukken van de Waal in kaart te brengen.

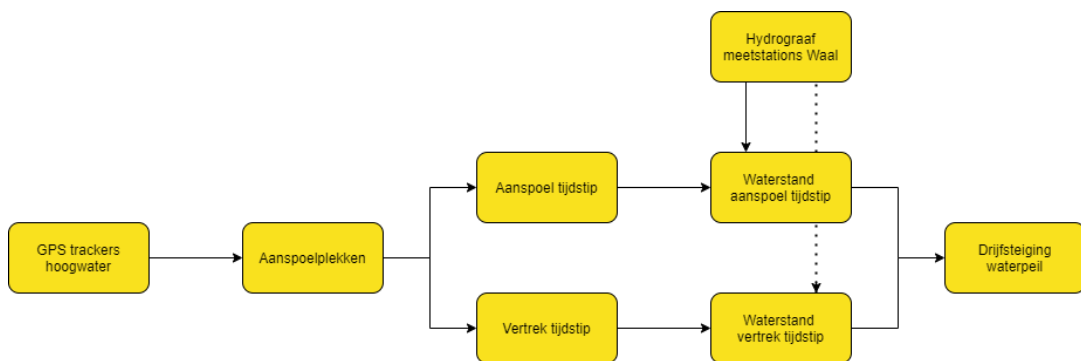
2.3 Drijf stijging waterpeil

De stijging van het waterpeil in de Waal die nodig is om aangespoeld plastic weer verder te laten stromen, is ook met de potjes met gps trackers in kaart gebracht. De gps trackers zijn eind januari 2021 in verschillende uiterwaarden langs de Waal op de oever gelegd. Er is gekozen voor dit moment vanwege de voorspelling van hoogwater in de eerste week van februari 2021. De gps trackers zijn neergelegd in de uiterwaarden te westen van twee bruggen: de Tacitusbrug en de Prins Willem Alexanderbrug. In totaal zijn er 28 gps trackers neergelegd: bij beide bruggen zeven op de noordoever en zeven op de zuidoever. De gps trackers zijn vanaf de brug op verschillende plekken met ongeveer 200 tussenruimte meter (een kribvak) in de toen aanwezige vloedmerk neergelegd. De gps trackers zijn ingesteld op een signaalfrequentie van elke twee uur.

Vervolgens is aan de hand van de gps data geanalyseerd wat de verplaatsing van de potjes met de gps trackers is geweest tijdens de hoogwater golf (Figuur 2.3). Dit is gedaan door eerst alle plekken waar de gps trackers zijn aangespoeld in kaart te brengen. Een aanspoelplek is gedefinieerd als een plek waar een gps trackers langer dan twee uur (signaalfrequentie gps trackers) is geweest. Vervolgens is voor deze aanspoelplekken bepaald wat het tijdstip van aanspoelen was en wat het tijdstip van

een eventuele vertrek/verder stromen was. Daarna is voor deze aanspoelplekken en aanspoel/vertrek tijdstippen de waterstand bepaald. Dit is gedaan aan de hand van waterstandsdata van de zes verschillende meetstations langs de Waal. De meetstation die zijn gebruikt zijn: De Pannerdensche Kop, Nijmegen, Dodewaard, Tiel, Zaltbommel en Vuren. Voor elke plek en tijdstip is de waterstand bepaald door het verschil tussen de waterstand op dat tijdstip bij de dichtstbijzijnde bovenstroomse en dichtstbijzijnde benedenstroomse meetstations lineair te interpoleren op de afstand.

Als laatste is voor alle plekken waar een gps tracker is aangespoeld en daarna weer is verder gestroomd berekend wat het verschil was van het waterpeil tussen het tijdstip van aanspoelen en het tijdstip van verder stromen. Dit verschil is gebruikt als de drijfstijging van het waterpeil.



Figuur 2.3: Flowdiagram met een schematische weergave van het proces om de drijfsteiging van het waterpeil in kaart te brengen.

2.4 Looptijd

De looptijd van drijvend plastic is berekend met een stochastisch model dat de route en de tijd van een stuk drijvend plastic in de Waal simuleert (Figuur 2.4). Dit model is ontwikkeld aan de hand van de verkregen data over de aanspoelafstanden en drijfsteijgingen uit de gps trackers. In het model wordt aangenomen dat drijvend plastic na een bepaalde afstand aanspoelt en dat het weer verder stroomt na een bepaalde stijging van de waterstand.

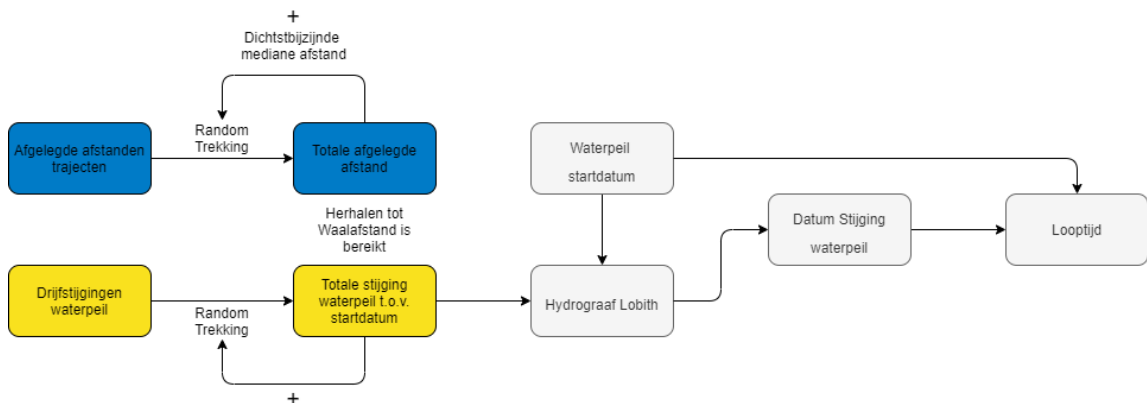
Het model simuleert als eerste de route van een stuk drijvend plastic. Dit is gedaan door een willekeurige aanspoelafstanden te kiezen voor elk traject van de Waal uit de data uit de gps trackers. In het model stroomt een stuk plastic de Waal binnen en spoelt vervolgens aan op een willekeurige afstand die gekozen is uit het eerste traject van de gps trackers (zie sectie 2.3). Vervolgens kiest het model een nieuwe willekeurig gekozen aanspoelafstand uit de data van het traject waarvan de mediane afstand het dichtst bij de gekozen aanspoelafstand uit het vorige traject ligt. Deze aanspoelafstand wordt bij de vorige opgeteld om zo de een cumulatieve aanspoelafstand te komen. Het model herhaalt dit proces totdat de cumulatieve aanspoelafstand gelijk of groter is dan de totale Waalafstand (85.2 km).

Naast de aanspoelplekken kiest het model ook voor elke aanspoelplek een drijfsteijging van het waterpeil dat nodig is om het plastic weer verder te laten stromen. Deze drijfsteijging wordt willekeurig gekozen uit alle drijfsteijgingen die verkregen zijn uit de

data van de gps trackers (zie sectie 2.4). De gekozen drijfstijging wordt vervolgens opgeteld bij de vorige drijfstijging om tot een cumulatieve drijfstijging te komen. Hierin wordt aangenomen dat een stuk plastic aanspoelt op de hoogte van de waterstand op het moment van aanspoelen. De cumulatieve drijfstijging is dan de stijging van de waterstand t.o.v. de waterstand op het moment dat het stuk plastic de Waal is binnengestroomd.

Vervolgens bepaalt het model voor alle simulaties die de hele Waalafstand bereikt hebben de datum wanneer dit gebeurt. Dit is gedaan door de waterstand data van het meetstation bij Lobith te gebruiken en te bepalen op welke datum de cumulatieve drijfstijging wordt bereikt die bepaald is voor het laatste traject van de simulatie. Het verschil in tijd tussen deze datum en de startdatum van de simulatie is gebruikt om de looptijd van het drijvend plastic in de Waal te bepalen.

Om het verschil in looptijd van drijvend plastic per seizoen te bepalen is het model voor verschillende startdatums gestart. Het model is doorlopen met 64 verschillende startdatums: 1 januari, 1 april, 1 juli en 1 oktober in de jaren 2005-2020. Hier is 1 januari gebruikt voor de winter, 1 april voor de lente, 1 juli voor de zomer en 1 oktober voor de herfst. Voor elke startdatum heeft het model 10.000 simulaties gedaan.



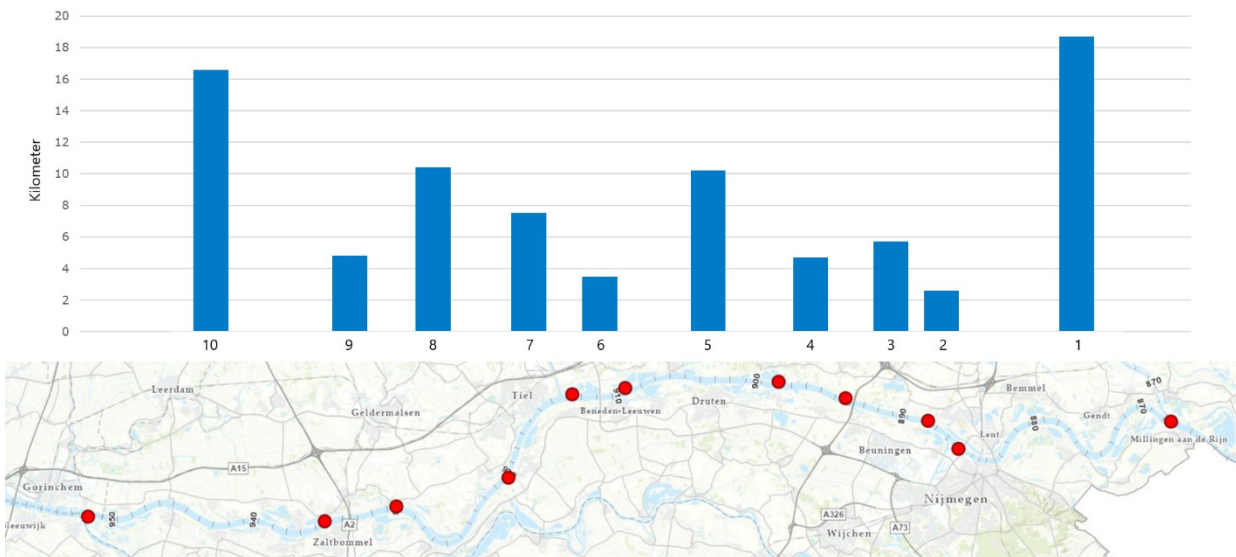
Figuur 2.4: Flowdiagram met een schematische weergave van het model om de looptijd van drijvend plastic in de Waal te berekenen.

3 Resultaten

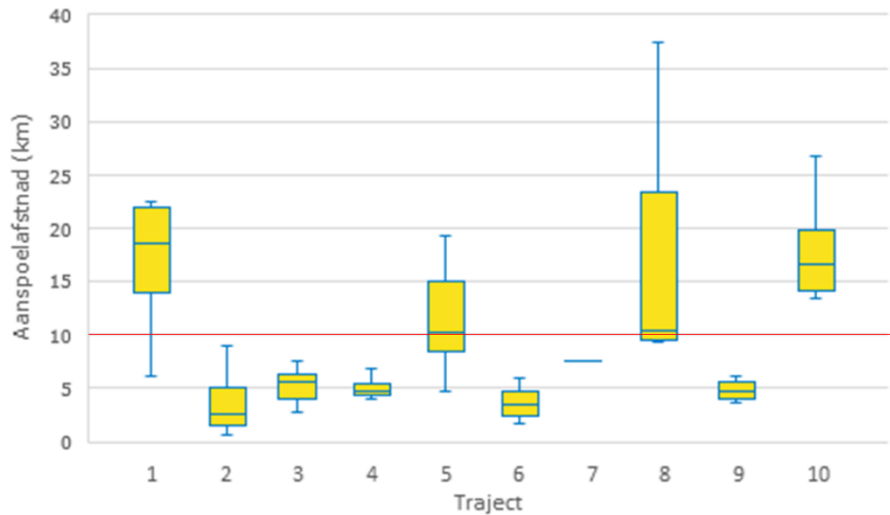
3.1 Aanspoelafstanden

De mediane aanspoelafstand van de verschillende trajecten in de Waal varieert tussen de 2 en 19 km (Figuur 3.1). In totaal zijn er tien trajecten nodig geweest om de hele Waalafstand te doorlopen. Het eerste en het laatste traject hebben een hogere mediane aanspoelafstand (16-19 km) dan de tussenliggende trajecten (2-10 km). Dit zou mogelijk verklaard kunnen worden door een andere morfologie van deze rivierstukken (bochtiger).

Gemiddeld spoelt drijvend plastic na tien km weer aan (Figuur 3.2). Wel kan er veel spreiding zitten in de aanspoelafstanden. Bij trajecten met een grotere mediane aanspoelafstand is ook de spreiding van de aanspoelafstanden groter (Figuur 3.2).



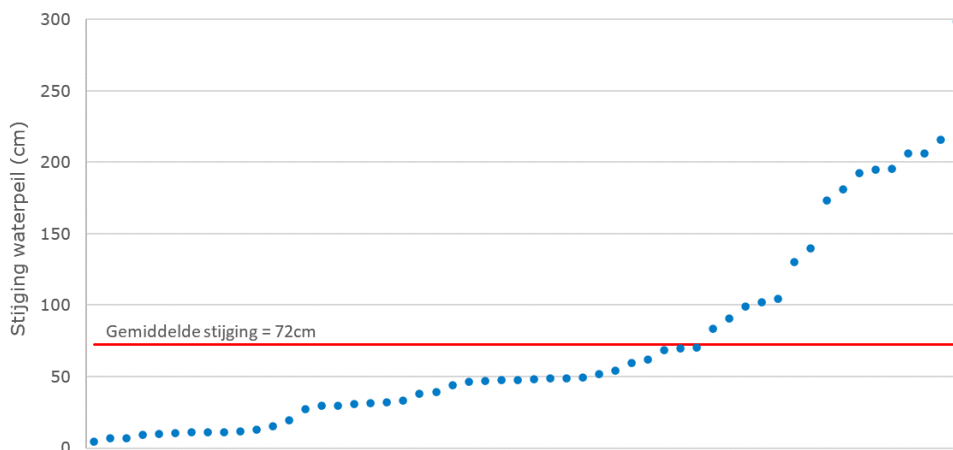
Figuur 3.1: De mediane aanspoelplekken en -afstanden van de potjes met gps trackers in de Waal (km). De rode punten zijn de mediane aanspoelplekken en de staafdiagram laat de mediane aanspoelafstanden zien van de bijbehorende trajecten. Zie sectie 2.2 voor meer informatie.



Figuur 3.2: De spreiding van de aanspoelafstanden van de potjes met gps trackers (km). De rode lijn is de gemiddelde aanspoelafstand.

3.2 Drijfstijging waterpeil

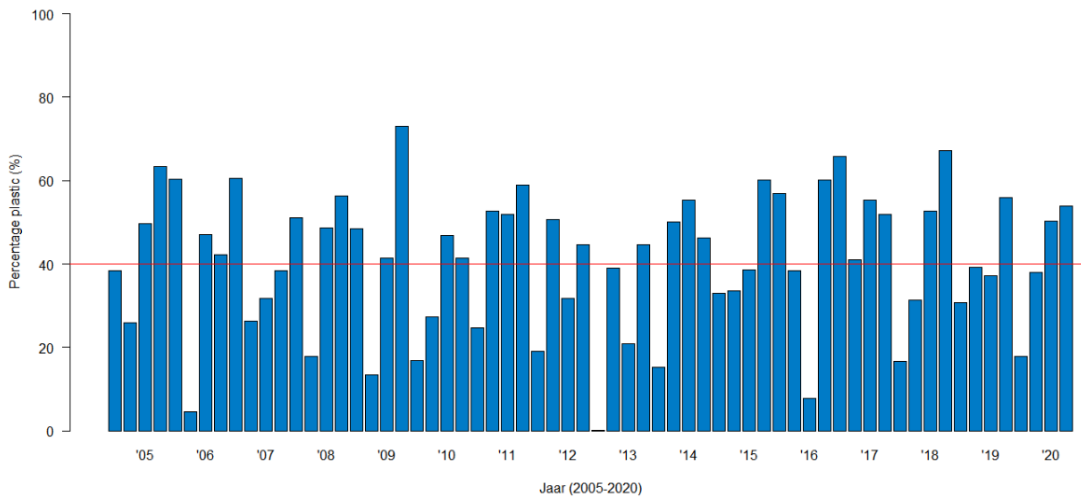
Gemiddeld moet het waterpeil met 72 cm stijgen om aangespoeld plastic weer verder te laten stromen (Figuur 3.3). Maar de drijfstijging varieert veel en ligt tussen de 4 en 300 cm. Driekwart van het plastic stroomt verder na een stijging van maximaal 100 cm. De grote variatie zou mogelijk kunnen worden verklaard door de verschillende omstandigheden van de verschillende aanspoelplekken zoals soort oever en vegetatie.



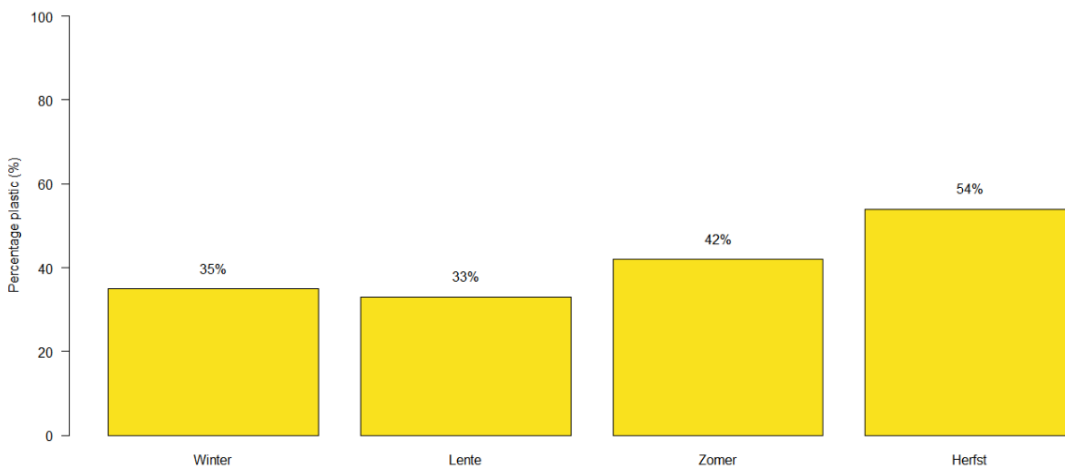
Figuur 3.3: Drijfstijging van het waterpeil om aangespoeld plastic weer verder te laten stromen (cm). De rode lijn is de gemiddelde stijging. Zie sectie 2.3 voor meer informatie.

3.3 Percentage drijvend plastic dat de Waal doorloopt

Gemiddeld doorloopt 40% van het drijvende plastic de hele Waal in de periode 2005-2020 (Figuur 3.4). De overige 60% blijft daarom liggen op oevers en in uitwaarden. Er zit tussen de verschillende maanden veel variatie in het percentage drijvend plastic dat de Waal doorstroomt. Dit varieert tussen de 1% en de 80% (Figuur 3.4). Ook tussen de seizoenen zit verschil. Drijvend plastic dat in de winter of in de lente de Waal binnen stroomt heeft een minder grote kans om de Waal door te stromen (35% en 33%), dan drijvend plastic dat in de zomer of in de herfst de Waal binnen stroomt (42% en 54%) (Figuur 3.5). Dit is te verklaren door het voorkomen van hoogwater, meestal in de winter of in de lente. Als drijvend plastic de Waal binnenstroomt tijdens of net voor een hoogwater golf zal het hoger in de uiterwaarden aanspoelen, waardoor de kans kleiner is dat het op een later moment weer verder kan stromen door een nieuwe hoogwater golf.



Figuur 3.4: Het percentage drijvend plastic dat de hele Waal doorstroomt per kwartaal (%). De rode lijn is het gemiddelde percentage over de hele periode 2005-2020.



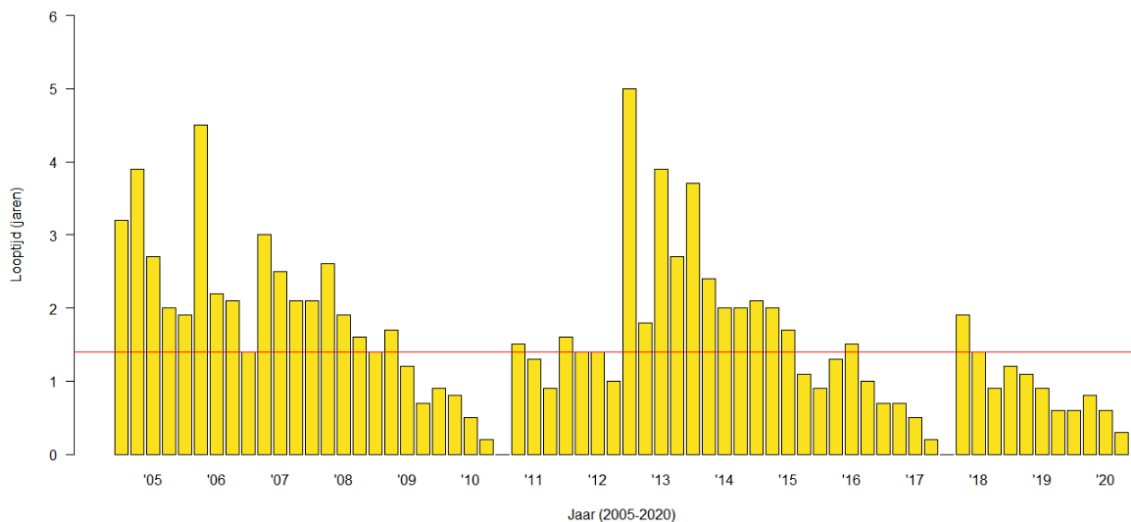
Figuur 3.5: Het percentage drijvend plastic dat de hele Waal doorstroomt per seizoen (%).

3.4 Looptijd

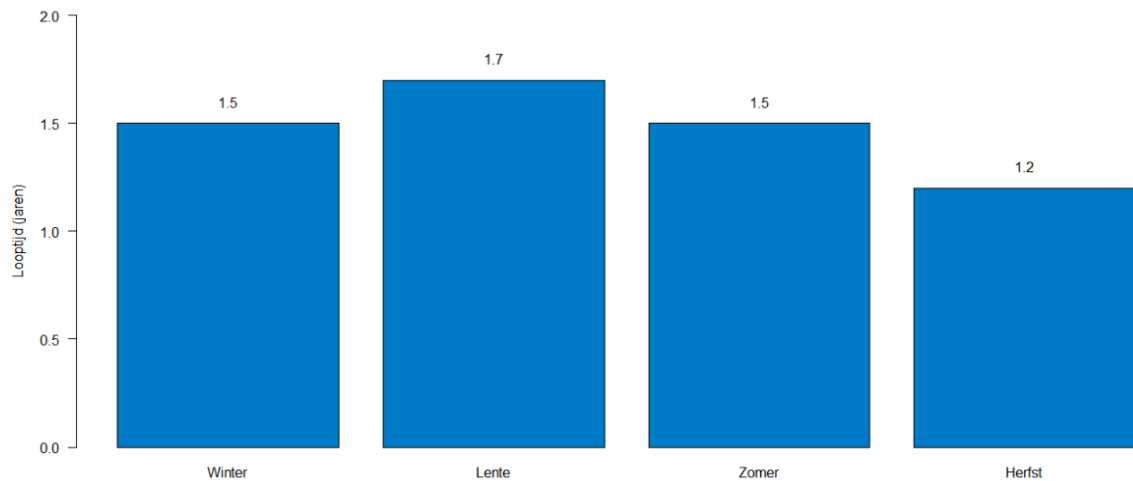
De gemiddelde looptijd van drijvend plastic dat de Waal doorstroomt over de periode 2005-2020 is 1 jaar en 5 maanden (1.4 jaar) (Figuur 3.6). Er zit tussen de verschillende maanden veel variatie in de looptijd van het drijvend plastic om de Waal door te stromen. Dit varieert tussen een aantal dagen en vijf jaar (Figuur 3.6). In figuur 3.6 is te zien dat deze variatie terugkomt in een golfbeweging. Dit is te verklaren door hoogwatergolven. Hoe korter voor een hoogwatergolf een stuk drijvend plastic de Waal binnen stroomt, hoe korter de looptijd is.

Tussen de seizoenen verschilt de gemiddelde looptijd ook van 1.2 jaar in de herfst tot 1.7 jaar in de lente (Figuur 3.7). Ook dit verschil is te verklaren door hoogwatergolven, omdat de meeste hoogwatergolven in de winter en lente plaatsvinden.

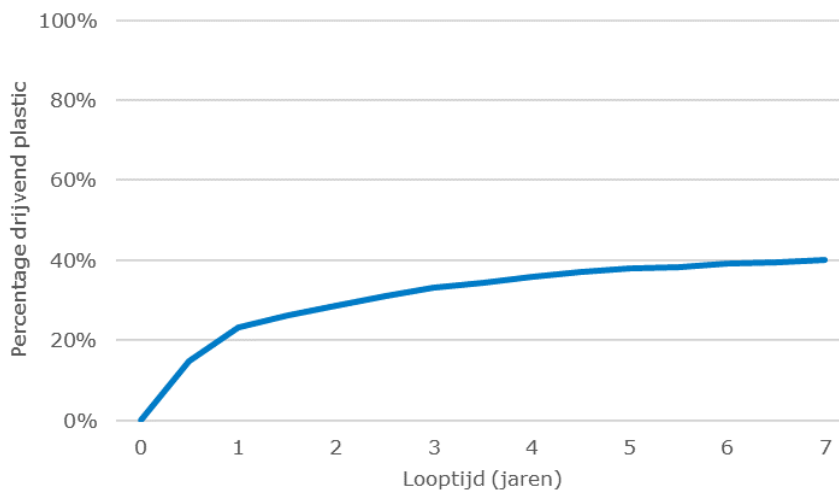
Een kwart voor al het drijvend plastic in de Waal doorstroomt de hele Waal in maximaal een jaar. Het overige drijvende plastic (15%) dat de hele Waal doorstroomt doet dit in maximaal zeven jaar (Figuur 3.8).



Figuur 3.6: De gemiddelde looptijd van drijvend plastic om de hele Waal door de stromen per kwartaal (jaren). De rode lijn is de gemiddelde looptijd over de hele periode 2005-2020. Zie sectie 2.4 voor meer informatie.



Figuur 3.7: De gemiddelde looptijd van drijvend plastic om de hele Waal door de stromen per seizoen (jaren). Zie sectie 2.4 voor meer informatie.



Figuur 3.8: Het percentage drijvend plastic dat de Waal doorstroomt heeft na een bepaalde tijd (%).

4 Discussie

Dit onderzoek laat zien dat drijvend plastic in de Waal snel aanspoelt en een grote kans heeft om te blijven liggen in de uiterwaarden van de rivier. Dit is vergelijkbaar met resultaten uit eerder onderzoek met gps trackers in de rivier de Seine (Tramoy et al., 2020). Ook in het onderzoek van Tramoy et al. (2020) zijn alle trackers aangespoeld en voor een bepaalde tijd op de oevers blijven liggen. Het onderzoek liet zien dat het transport van drijvend plastic chaotisch is en beïnvloed wordt door veel fysische aspecten.

In dit onderzoek is de invloed van fysische aspecten zoals wind, waterafvoer en golven (veroorzaakt door scheepsvaart) niet meegenomen. Als deze fysische aspecten anders zijn vergeleken met de onderzoeksperiode van deze studie zou dit de aanspoelafstanden en daarmee de looptijd van drijvend plastic kunnen beïnvloeden. Ook een andere vorm, gewicht en drijfvermogen van het plastic dan het potje wat gebruikt is in dit onderzoek kan hier effect op hebben. Om de effecten van deze fysische aspecten in kaart te brengen voor de rivier de Waal is daarom meer onderzoek nodig.

5 Conclusies

Dit onderzoek geeft inzicht in het gedrag en de looptijd van drijvend plastic in de Waal. De resultaten van dit onderzoek laten zien dat:

- Drijvend plastic in de Waal gemiddeld na 10 km weer aanspoelt
- Het waterpeil in de Waal gemiddeld 72 cm moet stijgen om aangespoeld plastic mee te nemen, maar hier zit veel variatie in.
- 60% van het drijvende plastic blijft hangen in de uiterwaarden en oevers van de Waal.
- 25% van het drijvende plastic in de Waal een looptijd heeft van maximaal 1 jaar
- 15% van het drijvende plastic in de Waal een looptijd heeft van 1 tot 7 jaar

6 Aanbevelingen

6.1 Aanbevelingen voor Rijkswaterstaat

- De resultaten van dit onderzoek laten zien dat het opruimen van plastic op de oevers en in de uiterwaarden aanzienlijk kan helpen om emissie van plastic naar zee te voorkomen. Omdat het drijvende plastic onderweg naar zee vaak aanspoelt kan het voor stromen van plastic voorkomen worden door het op te ruimen.
- Het opruimen van plastic afval langs de Waal kan het beste gedaan worden in de periode na hoogwater, zodat voorkomen wordt dat het weer opgenomen kan worden met een stijgend waterpeil
- Het monitoren van plastic in en rond de rivier kan het beste gedaan worden na een aantal dagen met een stabiele waterstand. Hiermee wordt de invloed van een variërende waterstand op de hoeveelheid plastic weggenomen.

6.2 Aanbevelingen voor verder onderzoek

- De invloed van windrichting, windkracht en afvoer op aanspoelafstanden in kaart brengen om het resultaat van het model nauwkeuriger te maken.
- De invloed van de grootte van plastic op de aanspoelafstanden in kaart brengen om te bepalen of de resultaten van dit onderzoek representatief zijn voor al het plastic.
- Het aandeel en gedrag van zwevend plastic t.o.v. drijvend plastic in kaart brengen om te bepalen welk deel van het totale hoeveelheid plastic de resultaten van dit onderzoek volgen.

7 Literatuur

Oswald, S. B., Schoor, M. M., & Buschman, F. (2020). Abundance and composition of macro- and mesoplastic in the Waal river, the Netherlands.

Tramoy, R., Gasperi, J., Colasse, L., Silvestre, M., Dubois, P., Noûs, C., & Tassin, B. (2020). Transfer dynamics of macroplastics in estuaries – New insights from the Seine estuary: Part 2. Short-term dynamics based on GPS-trackers. *Marine Pollution Bulletin*, 160(August), 111566.

van Emmerik, T., & Schwarz, A. (2020). Plastic debris in rivers. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 7(1), 1–24.

Waterstaat, M. van infrastructuur en. (2018). Gezamenlijke aanpak plastic zwerfafval Ministerie, (434), 1–5.