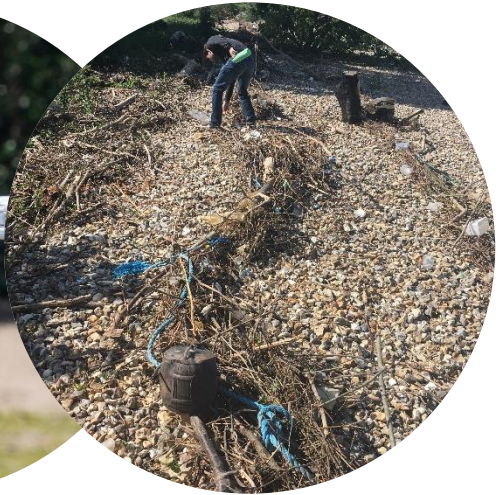


# Routekaart Zwerfafvalmonitoring Nederlandse rivieren

Tim van Emmerik, Paul Vriend

Hydrologie & Kwantitatief Waterbeheer, Wageningen University



# Routekaart Zwerfafvalmonitoring Nederlandse rivieren

## Colofon

**Tim van Emmerik**, Assistant Professor Hydrologic Sensing, Hydrologie en Kwantitatief Waterbeheer, Wageningen University & Research (tim.vanemmerik@wur.nl)

**Paul Vriend**, Onderzoeker, Hydrologie en Kwantitatief Waterbeheer, Wageningen University & Research (paul.vriend@wur.nl)

**Versie:** Januari 2021

Dit rapport is geschreven in opdracht van Rijkswaterstaat.

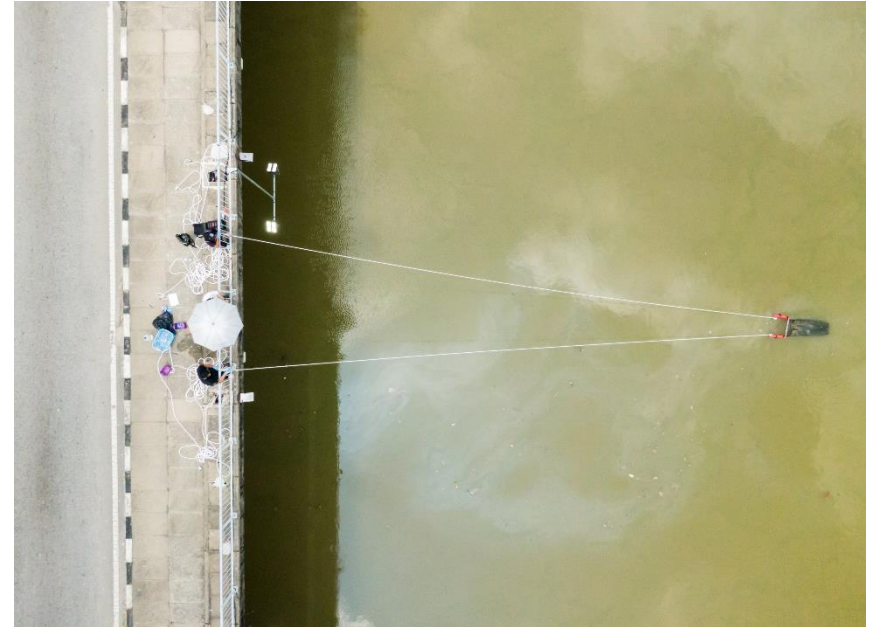
Dit werk valt onder een [Creative Commons Naamsvermelding 4.0 Internationaal-licentie](#).

© 2021 T.H.M. van Emmerik en P. Vriend

## Referentie:

van Emmerik, T. & P. Vriend (2021). *Routekaart Zwerfafvalmonitoring Nederlandse rivieren*. Wageningen University, Report. 57 pp., <https://doi.org/10.18174/537439/>

Wageningen University report  
ISBN: 978-94-6395-660-4  
<https://http://doi.org/10.18174/537440/>

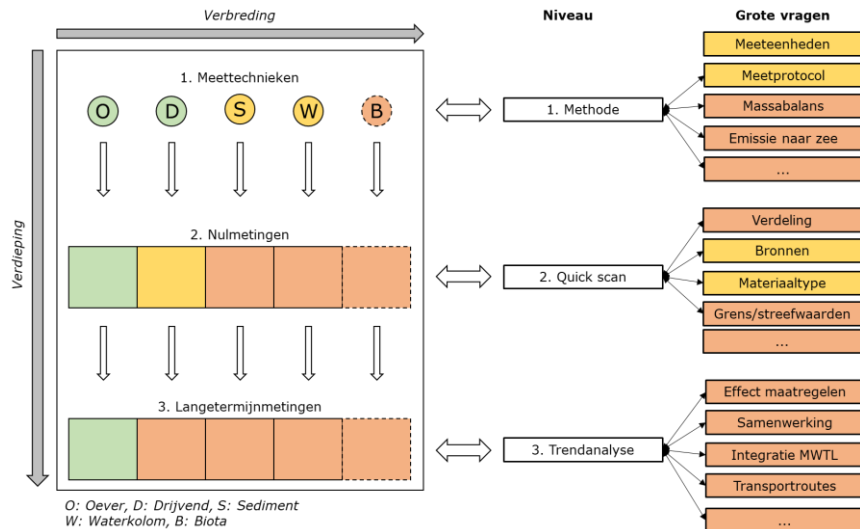


# Samenvatting

Zwerfafval in rivieren heeft een **negatieve impact** op mens en milieu. Een langetermijn monitoringstrategie zal bijdragen aan (1) beleid, (2) kennisontwikkeling, (3) operationele doelen en (4) evalueren van oplossingen. De **Routekaart** maakt de samenhang tussen doelen, openstaande vragen en projecten inzichtelijk, en helpt om concrete **projecten te formuleren**, prioriteren en evalueren. De Routekaart bestaat uit drie niveau's: (1) meettechnieken, (2) nulmetingen, en (3) langetermijnmetingen. Deze **fundamentele ontwikkelingen** voeden op hun beurt de **antwoorden op de grote vragen**.

**Projectvoorstellen** kunnen middels de Routekaart **geprioriteerd** worden, om een **optimale volgorde** van uitvoering te bepalen. De Routekaart kan **aangepast** worden naar aanleiding van nieuwe inzichten vanuit de grote vragen, nieuwe observaties, en technische ontwikkelingen. Door middel van een **Dashboard** kan direct inzichtelijk worden gemaakt hoe afgeronde projecten beschikbare **methoden, kennis en kunde** vergroten. De projecten gebundeld in zes clusters: Nieuwe Meettechnieken, Meetprotocollen, Nationale Nulmeting, Langetermijnmonitoring, Samenwerking & Integratie, en Richtlijnen & Oplossingen. Specifieke projecten kunnen worden toegevoegd of verwijderd. De zes clusters zijn geplaatst op een tijdlijn als suggestie welke projecten prioriteit moeten krijgen op korte, middellange en lange termijn. De Routekaart is **geen lineaire oplossing**, maar biedt een **flexibel raamwerk**. Na **nieuwe inzichten** kan opnieuw de cyclus van doel-vragen-routes-projecten-clustering-planning doorlopen worden. Ontwikkeling en optimalisatie van een **nationale zwerfafvalmonitoringstrategie** is een **iteratief proces**.

## De Routekaart Zwerfafvalmonitoring Nederlandse rivieren



### Over de Routekaart

De Routekaart maakt inzichtelijk hoe openstaande vragen en doelen in verband staan met het niveau van monitoring. Dit kan vervolgens gebruikt worden om projecten en acties te formuleren. Zo wordt duidelijk dat voor het kunnen doen van trendanalyses, langetermijnmetingen noodzakelijk zijn. Als deze nog niet beschikbaar zijn, zullen deze eerst gepland moeten worden. Hiervoor zijn echter eerst geschikte meettechnieken en nulmetingen nodig. In de Routekaart zijn verschillende riviercompartimenten opgenomen, omdat de huidige stand van zaken en benodigde stappen hier tussen kunnen verschillen.

# Inhoud

1. Aanleiding
2. Basisinformatie
3. Ontwikkelingen
4. Richting geven – Doelen voor monitoring
5. Routekaart
6. Stappen naar de toekomst



# 1. Aanleiding

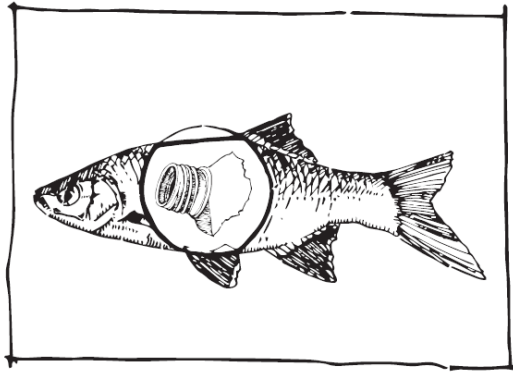
**Zwerfafval** in en rondom rivieren heeft een **negatieve impact** op mens en milieu. Stukken afval, zoals plastics, worden teruggevonden in de ingewanden van vogels, vissen, en andere aquatische diersoorten. Het zijn vooral de grotere stukken zwerfafval die **schade** aan scheepvaart en water gerelateerde infrastructuur (verstoppingen in sluisen, pompen) veroorzaken. Voor plastics alleen worden de mondiale economische verliezen op **miljarden euro's per jaar** geschat.

Voor het **optimaliseren** van maatregelen ter preventie, mitigatie en verwijdering van zwerfafval in Nederlandse rivieren is het van **cruciaal belang om over structurele data**, informatie en inzichten te beschikken. Tot op heden is dit echter zeer beperkt, zeker in de Nederlandse riviersystemen.

Met de **Routekaart Zwerfafvalmonitoring** in Nederlandse rivieren proberen we richting te geven aan de **toekomstige ontwikkeling** van een geschikte **monitoringstrategie**.



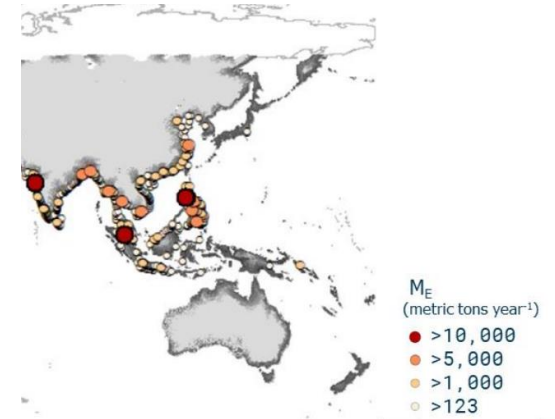
# Voorbeelden van negatieve impact



**Letsel** aan flora en fauna, zoals inname voor vogels, vissen en zoogdieren. Dit kan zelfs **dodelijke gevolgen** hebben. Ook kan afval leiden tot schade en afsterving van mangrovebossen<sup>14</sup>. Stormvogels die zijn gevonden op Nederlandse stranden hebben bijvoorbeeld gemiddeld 24 stukken plastic in hun maag<sup>12</sup>.



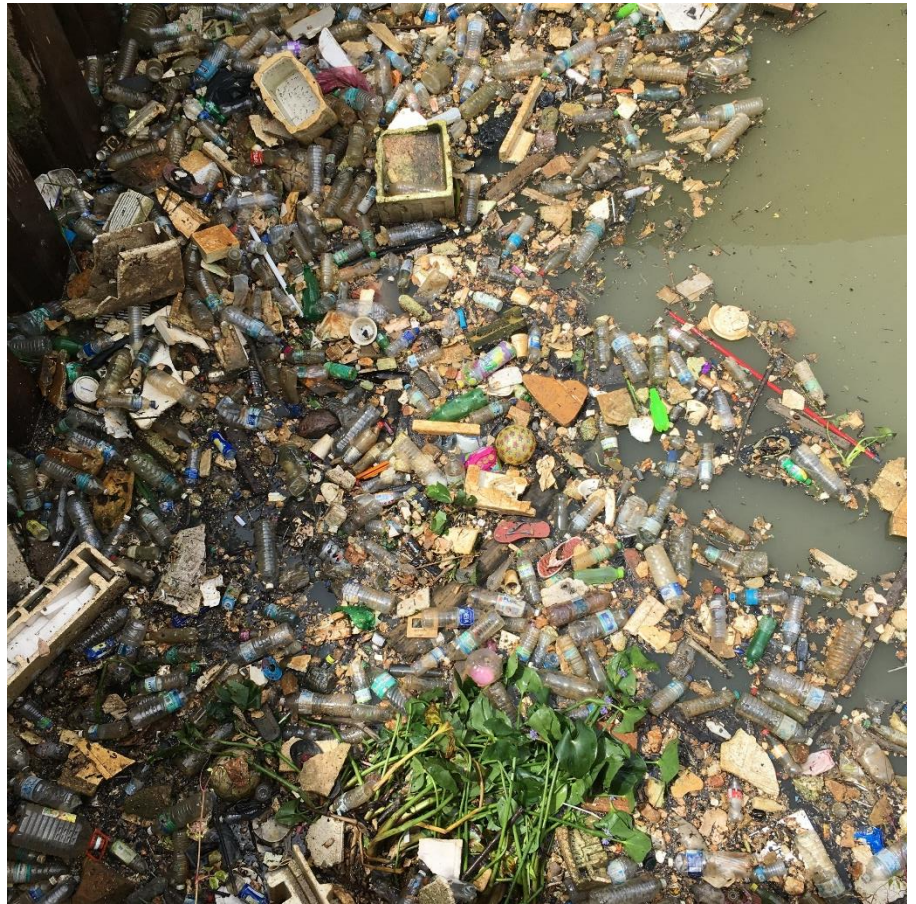
(Plastic) afval veroorzaakt ook **economische schade**. Plastics kunnen afwatersystemen verstopen. In vergelijking met organisch afval, resulteert plastic in een snellere en hogere stijging van het waterniveau als gevolg van verstopping. In stedelijke gebieden leidt dit tot extra overstromingsrisico. Zwerfafval is ook in verband gebracht met schade aan schepen, en zelfs scheepsongevallen<sup>3,5,8</sup>.



Een deel van het zwerfafval dat in de rivieren terecht komt stroomt naar zee. Er wordt aangenomen dat het grootste deel van de plasticsoep op de oceanen via rivieren wordt getransporteerd. Tot slot zijn macroplastics, een groot deel van het zwerfafval, de grootste bron van microplastics op land, in rivieren en op zee. Het verminderen van zwerfafval zal dus direct leiden tot minder microplastics in het milieu<sup>7,15</sup>.

## 2. Basisinformatie

We beginnen met achtergrondinformatie en **definities** van zwerfafval in rivieren. Zwerfafval komt voor in allerlei soorten en maten, en we presenteren een kort overzicht van typisch zwerfafval in rivieren. Daarna laten we zien in welke **riviercompartimenten** zwerfafval voorkomt, en hoe we deze noemen. Tot slot presenteren we een aantal **kentallen** op basis van gepubliceerd werk over zwerfafval in Nederlandse en Europese rivieren.



# Zwerfafval - Definities

Zwerfafval kan worden geclassificeerd in materiaaltypes en grootteklassen. Hiervoor wordt gebruikt gemaakt van verschillende classificatiesystemen. Onder **zwerfafval** verstaan we in dit rapport:

- (1) alle antropogene voorwerpen en fragmenten,
- (2) groter dan 0.5 mm.



Nano  
<0.1 µm



Micro  
0.1 µm – 0.5 mm



Meso  
0.5 mm – 5 cm



Macro  
> 5 mm



Textiel



Rubber



Plastic



Metaal



Papier



Glas



Bron: van Emmerik & Schwarz (2020)

Bron: NOAA Marine Debris Programme



# Zwerfafval - Definities

Zwerfafval komt voor in alle compartimenten van rivieren. In de Routekaart onderscheiden we:

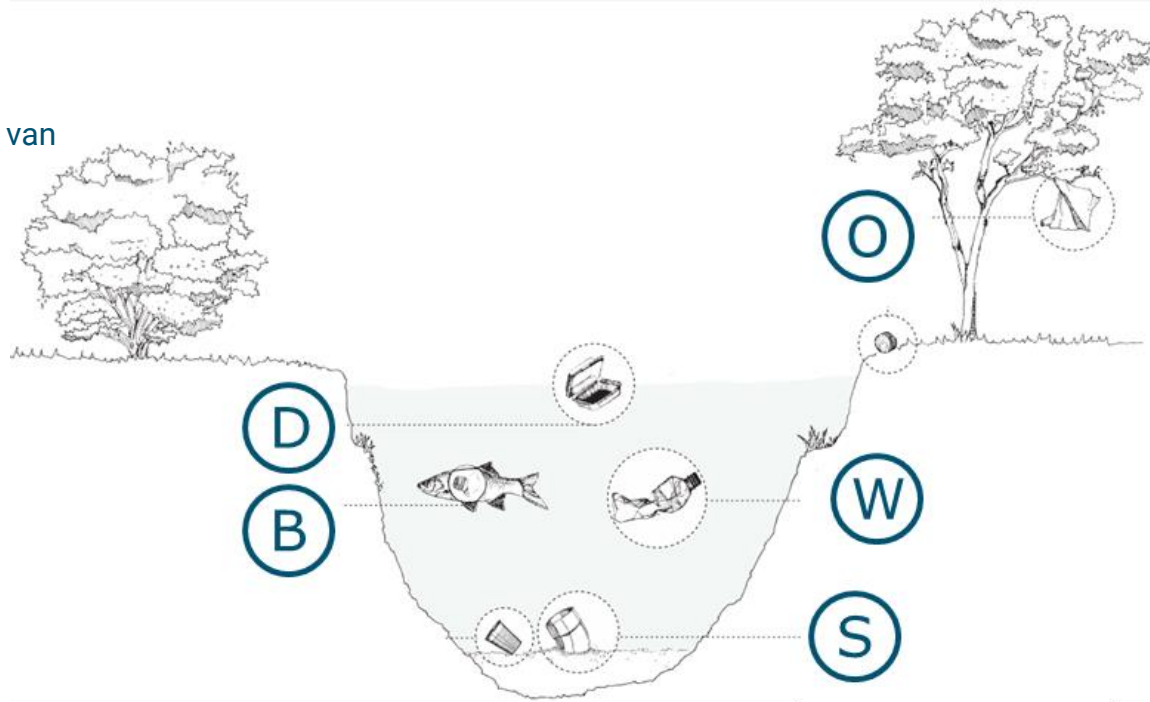
(O) – Afval op rivieroever

(D) – Drijvend afval

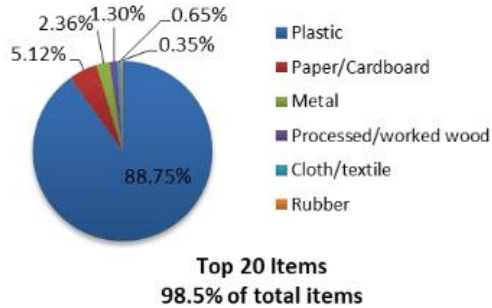
(S) – Afval in het sediment

(W) – Afval in de waterkolom

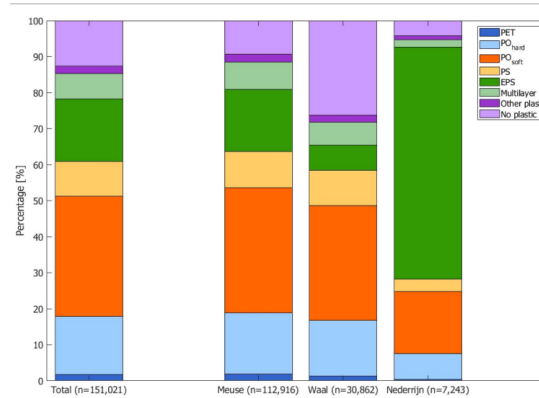
(B) – Afval in biota



# Kentallen zwerfafval in Nederlandse rivieren



Plastics is het meest voorkomende materiaal (89%) van drijvend zwerfafval in rivieren in de Noordwestelijke Atlantische regio<sup>4</sup>.



Van het gevonden zwerfafval op de oevers van de Waal, Maas en Nederrijn is 88% plastic<sup>11</sup>.



Schattingen van emissie van (plastic) zwerfafval van de Rijn naar de Noordzee variëren behoorlijk:

- (1) 1.3-9.7 kg/dag – 0.5-3.5 ton/jaar<sup>16</sup>
- (2) 16-160 kg/dag – 5.8-58 ton/jaar<sup>11</sup>
- (3) 1,900-6,300 kg/dag – 694-2,300 ton/jaar<sup>7</sup>

De laagste en hoogste schatting verschillen meer dan 10 drie ordegroottes.

# 3. Recente ontwikkelingen

In de afgelopen jaren zijn er veel ontwikkelingen geweest op het gebied van zwerfafvalmonitoring in watersystemen. In rivieren, kustgebieden, steden, en riviermonden. Veel projecten zijn gebaseerd op citizen science, zoals Schone Rivieren, Scouts4Science en Plastic Spotter. Andere projecten monitoren middels afvangsystemen (Clear Rivers, Noria), of via ad-hoc monitoringsprojecten (WUR, The Ocean Cleanup).



Bron: de Vries & van't Hoff (2020)

# Ontwikkelingen binnenland



**Monitoring Schone Rivieren.** Rivieroeveren van de Rijn en Maas worden sinds 2017 tweemaal jaars gemeten door vrijwilligers van Stichting de Noordzee (SDN). Het project en haar resultaten dient als inspiratie voor toekomstige monitoring van andere compartimenten.

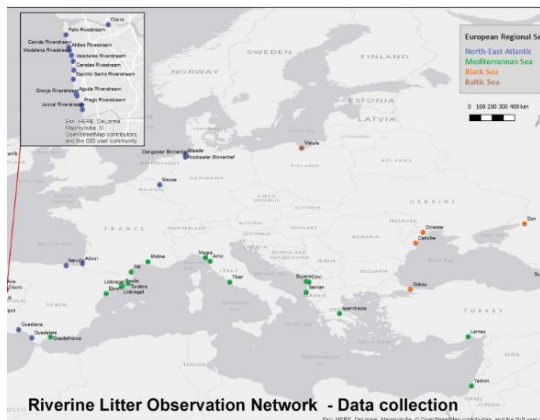


Een groeiend aantal **citizen science-projecten** focust op het verzamelen van data over zwerfafval in Nederlandse watersystemen, van steden ([Plastic Spotter](#)), riviermonden ([Clear Rivers](#)) en hele rivieren (Schone Rivieren).

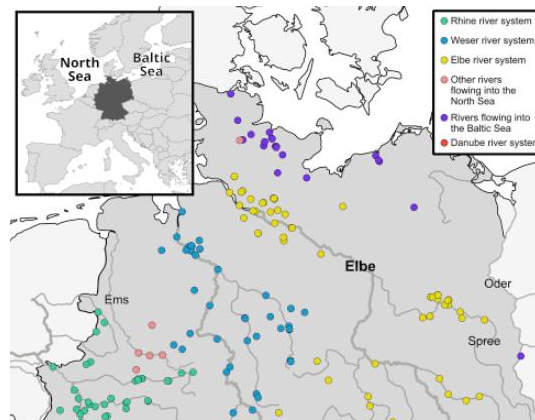


Het nieuwe **LIVES-project** focust op het verminderen van zwerfafval in de Maas met 50%, middels grensoverschrijdende samenwerking tussen verscheidene stakeholders (universiteiten, overheden).

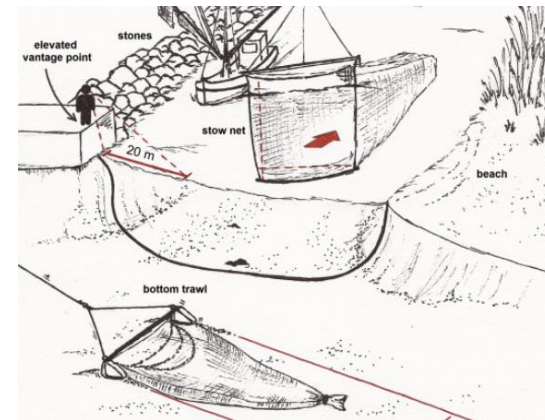
# Ontwikkelingen buitenland



Het Europese [RIMMEL-project](#)<sup>4</sup> heeft tussen 2016 en 2017 meer dan 50 rivieren gemonitord verspreid over heel Europa. Metingen waren gefocust op drijvend zwerfafval.



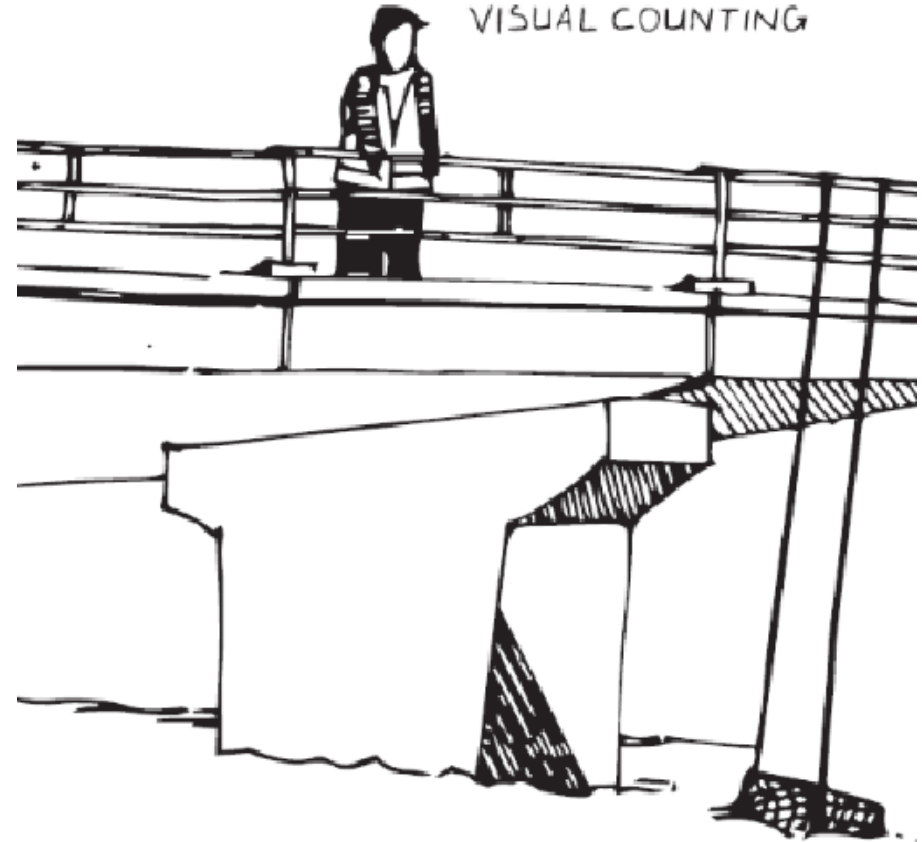
In de grote Duitse rivieren is tussen 2016 en 2017 een [nationale nulmeting](#) van zwerfafval op rivieroever uitgevoerd. De metingen zijn gedaan door schoolkinderen als onderdeel van een onderwijsmodule op basisscholen<sup>6</sup>.



Voor de Ems, Weser en Elbe (Duitsland) is een eerste methode ontwikkeld om de [massabalans](#) op te stellen. In de drie rivieren is zwerfafval op oevers, drijvend, in de waterkolom en in het sediment gemeten<sup>10</sup>.

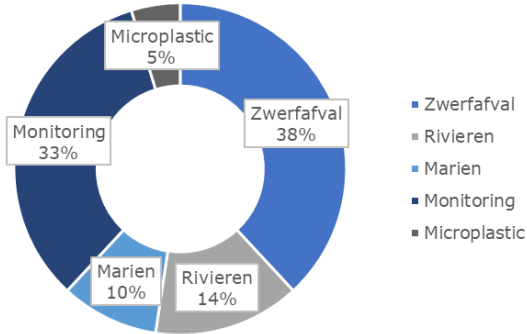
# 4. Richting de toekomst

Voor het vormgeven van de **Routekaart** hebben we in September een **rondvraag** uitgestuurd naar RWS-experts. Hier hebben we input gekregen over de **redenen** om zwerfafval te monitoren, welke **indicatoren** daarvoor kunnen worden gebruikt, en welke **doelen** gesteld kunnen worden op **korte** (1-3 jaar), **middellange** (3-5 jaar) en **lange termijn** (5 jaar). Dit hebben we als input gebruikt voor het opstellen van de Routekaart en voor het **definiëren** en **prioriteren** van specifieke **projecten**.



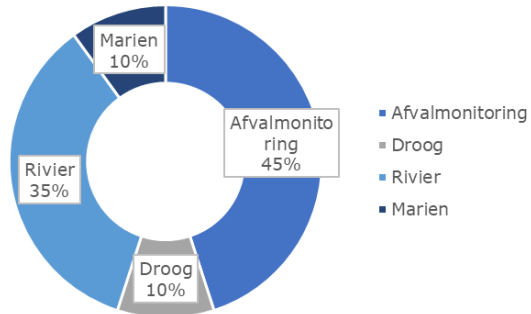
# Wie heeft input gegeven?

## Expertise



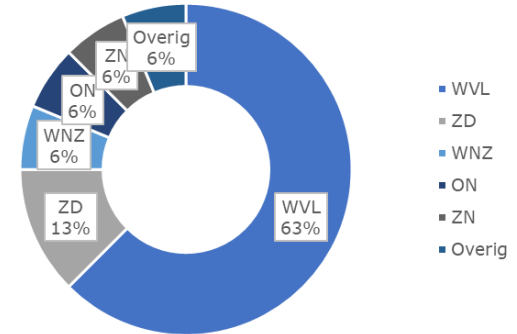
Er is veel inbreng gekomen van experts (n=16) met expertise zwerfafval en monitoring.

## Werkzaamheden



De meeste input is gekomen vanuit de domeinen afvalmonitoring en rivieren.

## Afdeling

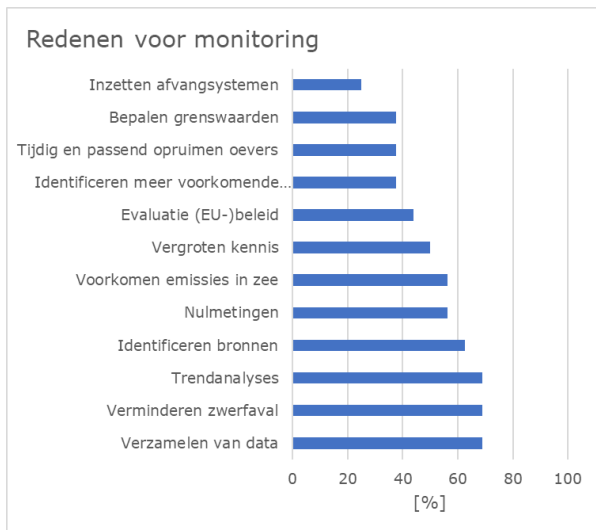


De meeste experts zijn werkzaam bij WVL, maar bijna een-derde heeft input geleverd vanuit andere afdelingen.

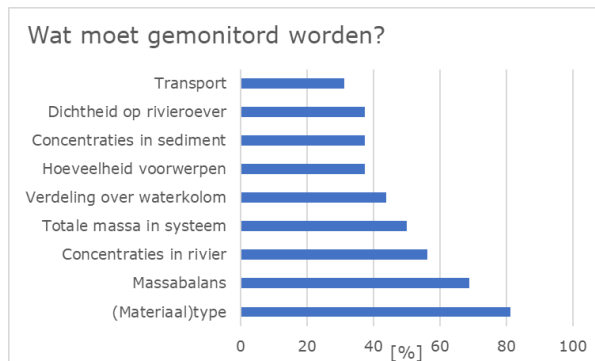
Afkortingen:

WVL – Water, Verkeer en Leefomgeving; ZD – Zee en delta; WNZ – West-Nederland-Zuid; ON – Oost-Nederland; ZN – Zuid-Nederland

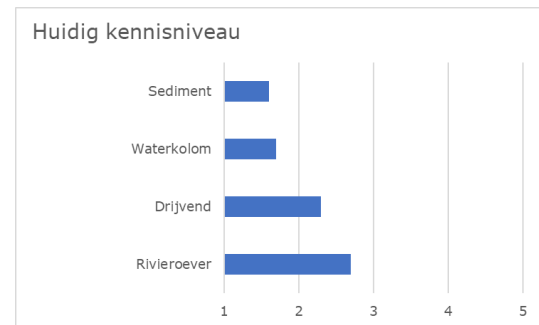
# Wat hebben we geleerd?



De meest genoemde redenen zijn het verzamelen van data, verminderen zwerfafval en uitvoeren van trendanalyses. Het inzetten van afvangsystemen is een van de minder genoemde redenen.



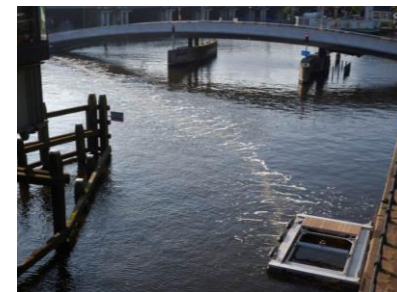
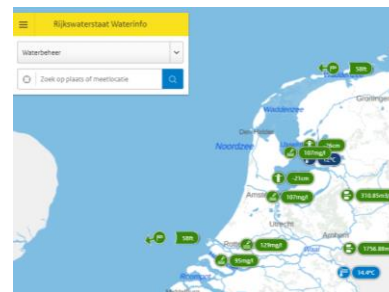
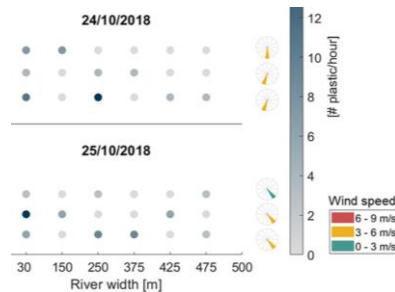
Volgens het expertpanel moeten vooral variabelen gemeten worden gerelateerd aan (materiaal)type en de massabalans. De specifieke variabelen (concentraties, dichtheid) zijn minder genoemd.



Het huidige kennisniveau wordt het hoogst ingeschat voor rivieroeveren en drijvend zwerfafval. Sediment en waterkolom worden het laagst ingeschat. Dit is in lijn met de literatuur en de projecten die al worden uitgevoerd in en buiten Nederland.



# Vier redenen om te monitoren



## Beleid

- Richtlijnen Europese Unie en Nederlandse overheid, zoals Kaderrichtlijn Water (KRW) en Kaderrichtlijn Marien (KRM).
- Beleid naar aanleiding van de [Kamerbrief gezamenlijke aanpak plastic zwerfafval](#).
- Afstemming buurregio's.
- Aanpak specifieke voorwerpen.

## Kennisontwikkeling

- Beter begrijpen bronnen, routes, materiaaltypes.
- Verdeling zwerfafval over riviercompartimenten.
- Response van zwerfafval na hoogwatergolf of storm.

## Operationeel

- Onderdeel van RWS-taak.
- Integratie met het programma Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands ([MWTL](#)).

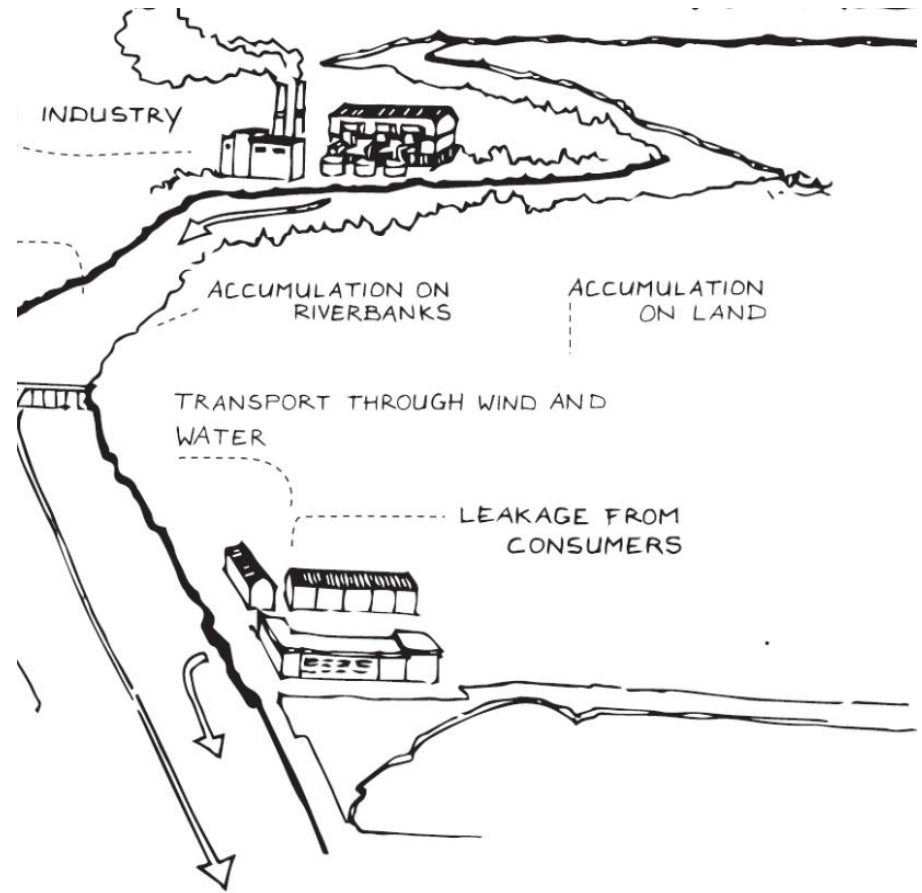
## Oplossing

- Ontwerpen maatregelen.
- Optimaliseren bestaande infrastructuur.
- Evalueren van alle soort maatregelen, van beleid tot verwijdering



# 5. Routekaart

De **Routekaart** bestaat uit **drie onderdelen**. Ten eerste een lijst met **grote vragen** die moeten worden beantwoord voor de verschillende doeleinden (beleid, kennis, operationeel, oplossingen). Ten tweede hebben we **structuur** aangebracht in de vragen, door **drie niveaus** van vragen te definiëren. Dit bij elkaar vormt de Routekaart, die aangeeft voor welke vragen, wat voor type projecten nodig zijn. De huidige stand van zaken kan volgens een simpele **kleurcode** worden aangegeven in het **Dashboard** (groen = voltooid, oranje = gestart, rood = niet gestart). Tot slot presenteren we een lijst met **concrete projecten** die invulling geven aan de doelen die op korte, middellange en lange termijn gesteld zijn. Projecten worden vervolgens ondergebracht in een van de zes projectclusters (hoofdstuk 6), die als geheel gepland en uitgevoerd kunnen worden.



# De grote vragen

1

Hoe kan zwerfafval in elk riviercompartment gemeten worden?

2

Hoe bepalen we de massabalans van zwerfafval voor de Nederlandse rivieren?

3

Wat is de emissie vanuit de Nederlandse rivieren naar zee?

4

Hoe bepalen we zwerfafval hotspots in tijd en ruimte?

5

Wat zijn de bronnen van zwerfafval in Nederlandse rivieren?

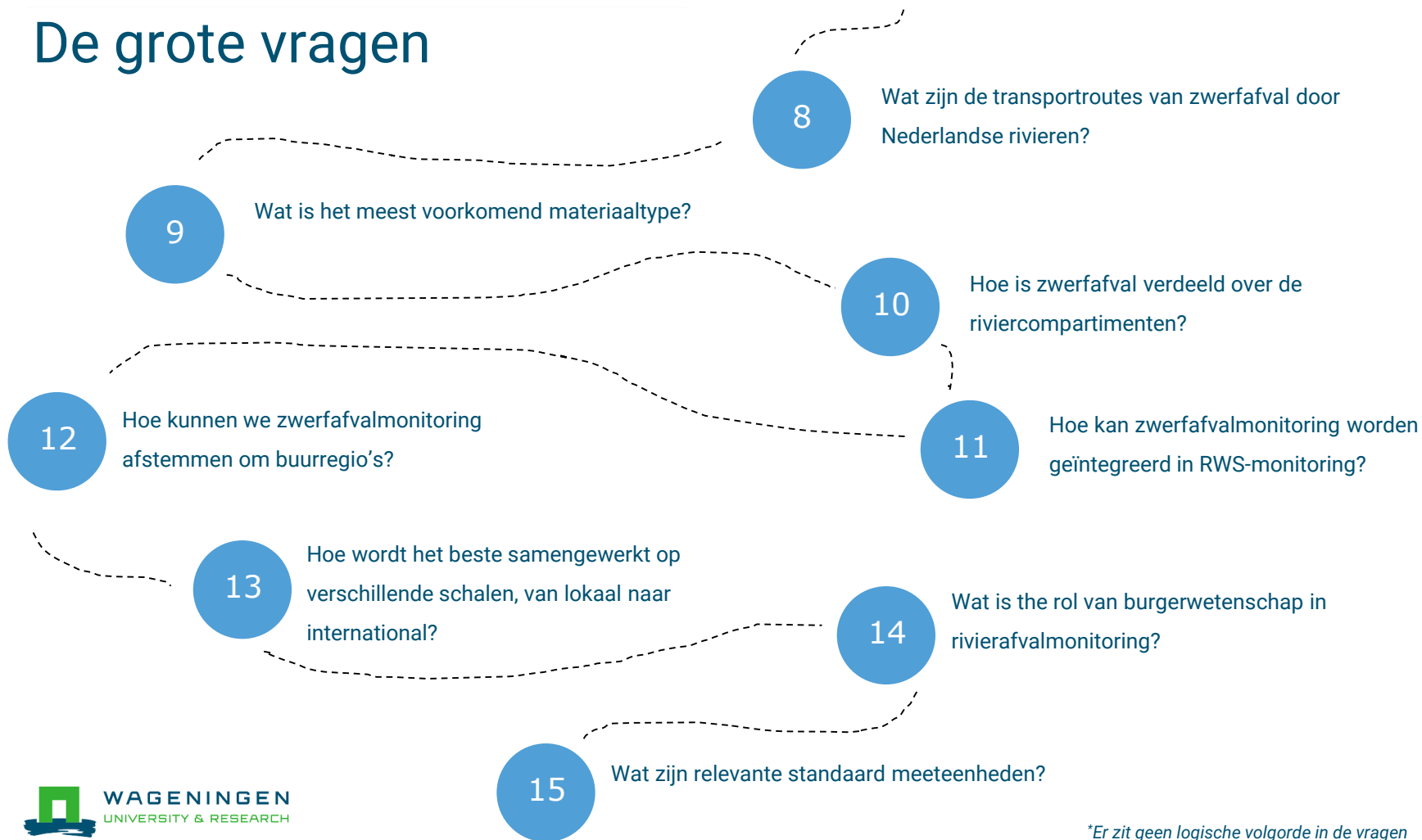
6

Hoe meten we de impact van maatregelen?

7

Hoe bepalen we relevante grens- en streefwaarden?

# De grote vragen



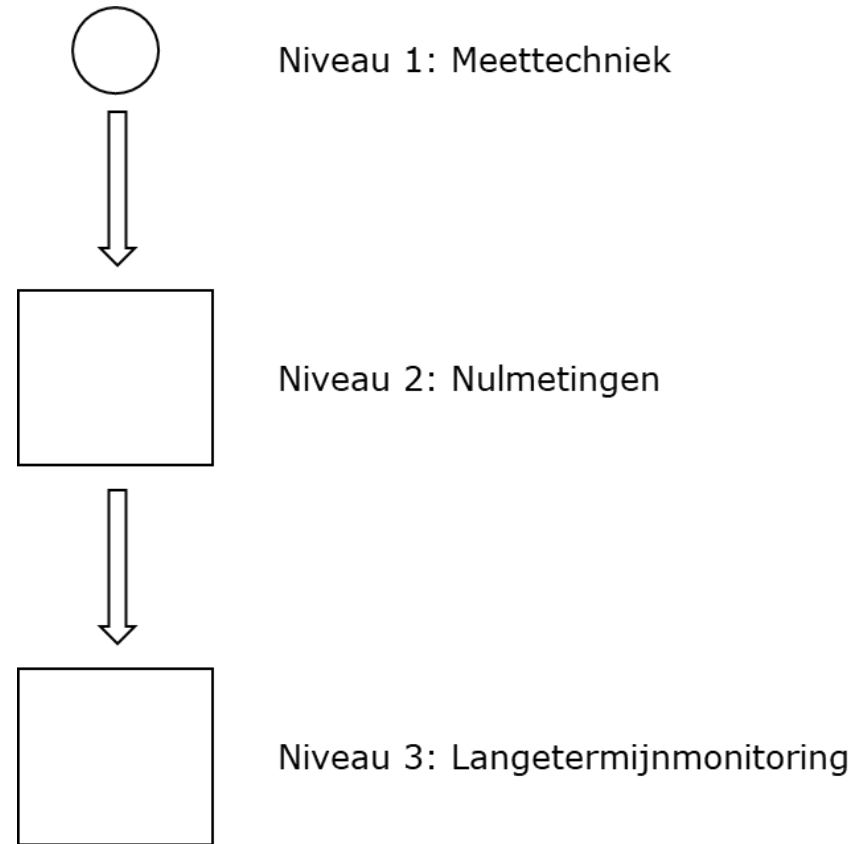
# Structuur in de vragen

Alle vragen zijn gerelateerd aan data. En data kan alleen verzameld worden als er geschikte meettechnieken zijn. De routekaart bestaat daarom uit drie niveaus:

**(1) Meettechniek:** Het ontwikkelen of toepassen van nieuwe technieken, meetprotocollen, en methodologieën.

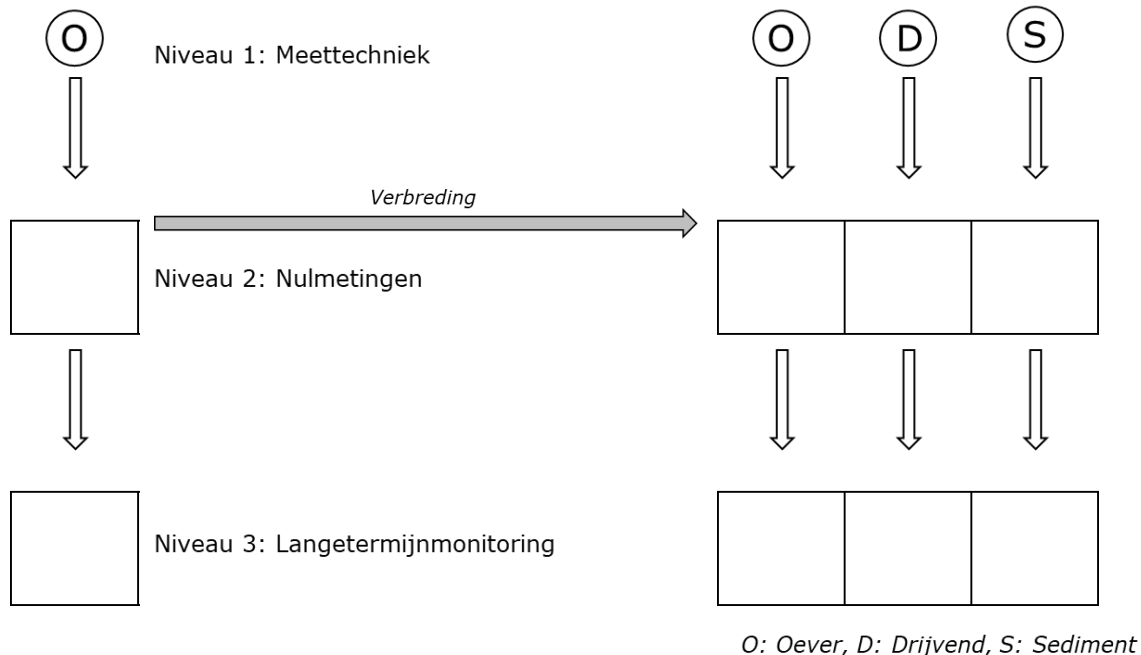
**(2) Nulmetingen:** Eerste observaties om inzicht te krijgen in de ordegrootte, samenstelling, hotspots en bronnen.

**(3) Langetermijnmonitoring:** Structurele dataverzameling die nodig is voor trendanalyses, integratie met buurregio's en andere monitoringsprogramma's, en het meten van effecten.



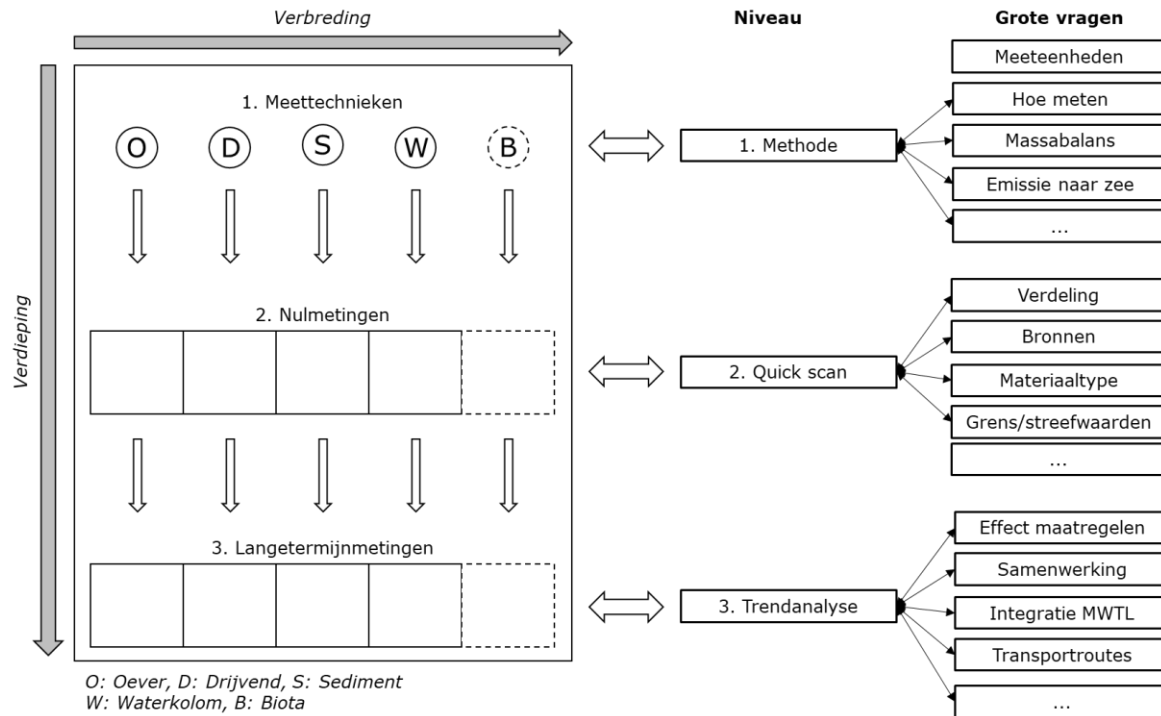
# Routekaart Zwerfafvalmonitoring

In de **Routekaart** zijn twee uitbreidingsmogelijkheden: **verdieping** en **verbreding**. **Verdieping** is het bereiken van een nieuw niveau, bijvoorbeeld van nulmetingen naar langetermijnmonitoring. **Verbreding** is het uitbreiden van de strategie met nieuwe riviercompartimenten. Bijvoorbeeld door de oevermetingen (O) uit te breiden met metingen van drijvend (D) afval en afval in sediment (S).



# Routekaart Zwerfafvalmonitoring

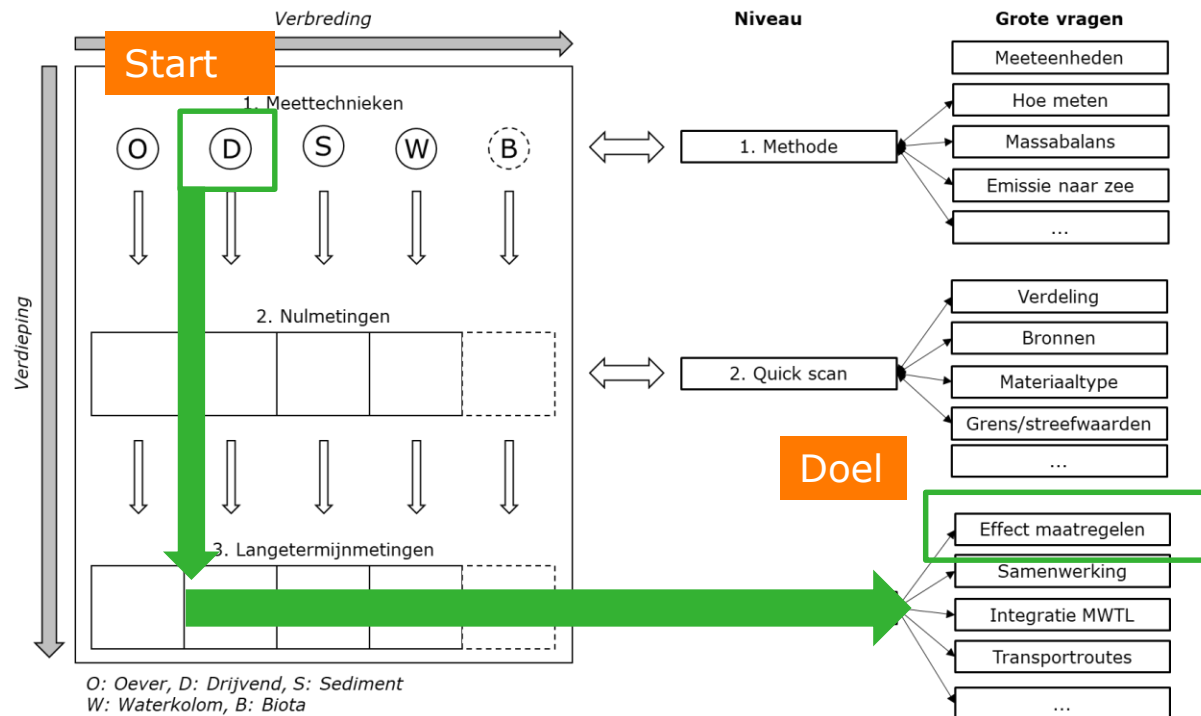
Tot slot koppelt de Routekaart elk niveau aan de vragen die op dat niveau beantwoord kunnen worden. Op niveau 1 gaat dit over vragen over hoe afval gemeten moet worden of hoe transport bepaald moet worden. Op niveau 2 zijn dit vragen over verdeling tussen compartimenten en bronnen. Op niveau 3 zijn dit vragen met betrekking tot trendanalyses en het effect van maatregelen.





# Routekaart Zwerfafvalmonitoring

De Routekaart kan gebruikt worden om inzichtelijk te maken wat de weg is naar het bereiken van een doel. In het voorbeeld is het doel "Effect maatregelen aantonen" voor drijvend afval. Deze vraag kan alleen met data op niveau 3 beantwoord worden; langetermijnmetingen. Op dit moment is er nog geen methode of data van nulmetingen beschikbaar. **Deze stappen** zullen dus eerst gezet moeten worden, en vormen samen de gehele **route van start naar doel**.



# Routekaart als dashboard

Tot slot kan de Routekaart ook gebruikt worden als Dashboard om weer te geven wat de huidige stand van zaken is omtrent monitoring. In het voorbeeld is een vrije interpretatie weergegeven van de huidige staat van zwerfafvalmonitoring in Nederland. Het is direct duidelijk dat vragen op niveau 2 en 3 nog niet beantwoord zijn of kunnen worden, vooral omdat er nog weinig meettechnieken en –protocollen beschikbaar zijn voor Nederlandse rivieren. Het Dashboard laat zo zien in welke volgorde projecten gepland moeten worden om de beoogde vragen te beantwoorden.

Werkt in Nederland



Telmetingen drijvend en oever

Getest in Nederland

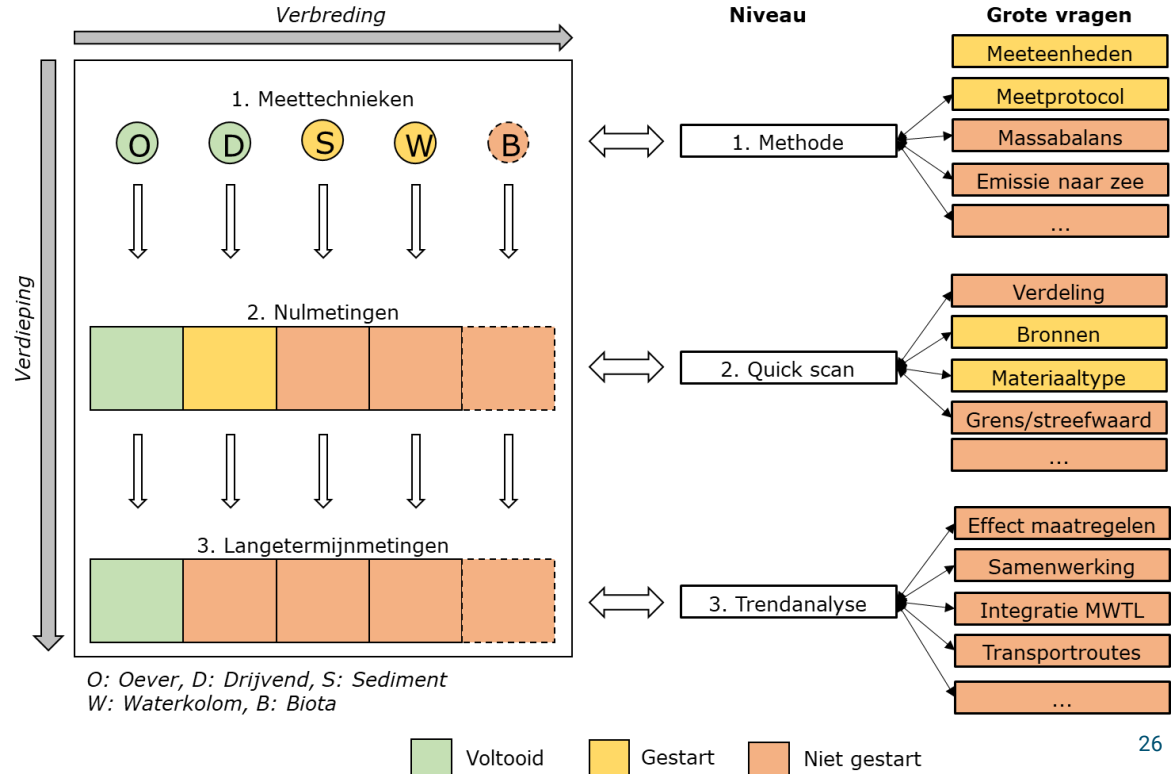


Drones en sonar

Niet getest in Nederland

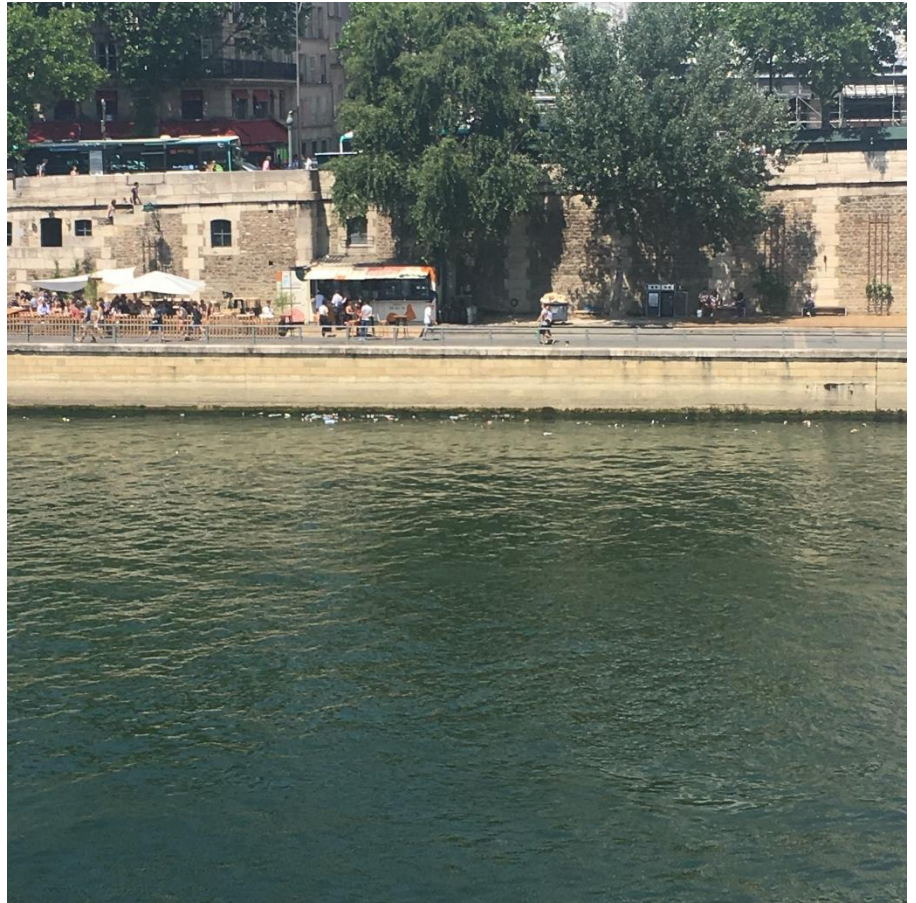


Satellieten en camera's



## 6. De eerste stappen

Op basis van Routekaart en Dashboard kan worden bepaald wat voor projecten relevant zijn. Prioritering kan vervolgens worden aangebracht door elk voorstel te scoren op (1) urgentie, (2) belangrijkheid, (3) tijd/kosten en (4) verwachte impact.



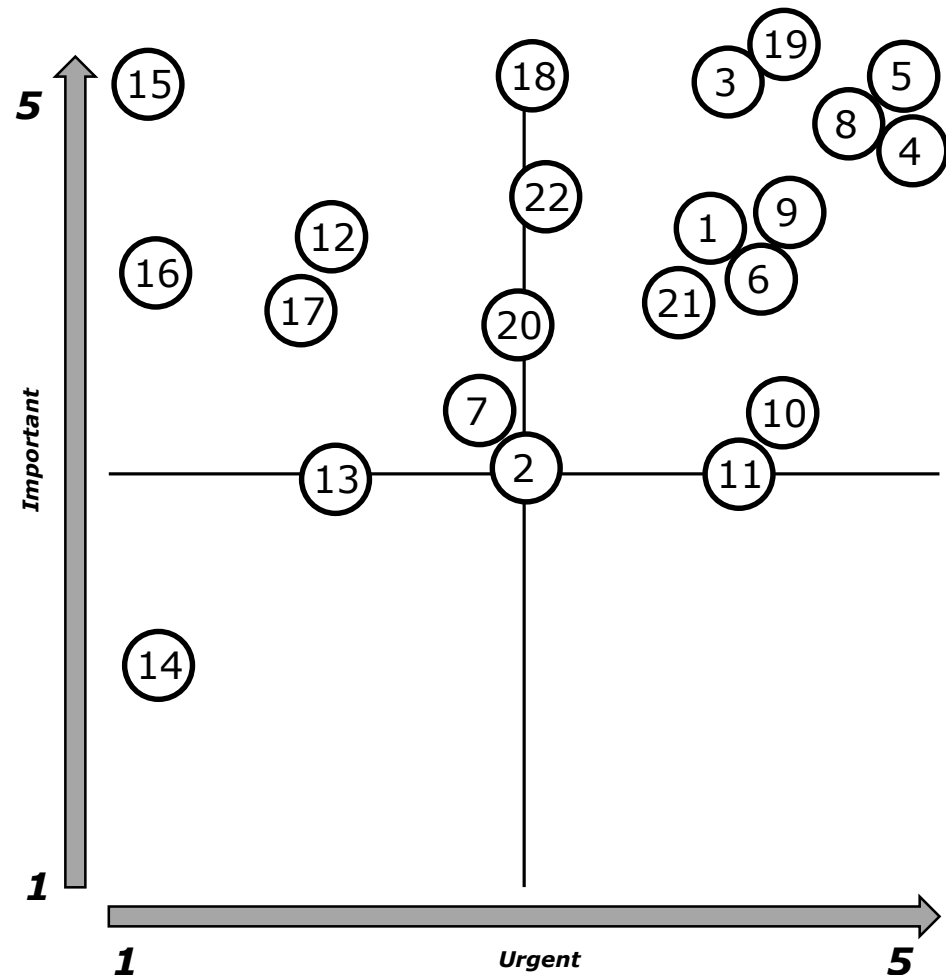
# Projectvoorstellen

g	Projectvoorstel	Compartiment	Niveau	Bouwt voort op	Cluster	Grote vragen				Urgent	Belangrijk	Tijd/geld	Impact
						Beleid	Operationeel	Kennis	Oplossing				
	1 Meettechniek waterkolom	W	1		1		x	x		4	4	3	4
	2 Meettechniek sediment	S	1		1		x	x		3	3	4	3
	3 Optimalisatie meettechniek rivieroever	O	1		1		x	x		4	5	2	3
	4 Optimalisatie meettechniek drijvend	D	1		1		x	x		5	5	1	4
	5 Nulmeting drijvend afval	D	2	4	3	x	x	x		5	5	2	5
	6 Nulmeting waterkolom	W	2	1	3	x	x	x		4	4	4	4
	7 Nulmeting sediment	S	2	2	3	x	x	x		3	3	5	3
	8 Bepalen standaard meeteenheden	D,O,W,S	1	1, 2, 3, 4	6	x	x			5	5	1	4
	9 Ontwikkelen methode massabalans	D,O,W,S	1		2		x	x		4	4	2	4
	10 Ontwikkelen methode emissie naar zee	D,O,W,S	1	9	2		x	x		3	4	3	4
	11 Bepalen meest voorkomende materiaaltpe	D,O,W,S	2	5, 6, 7	3	x	x	x		4	3	4	4
	12 Langetermijnmonitoring drijvend afval	D	3	5, 6, 7	4	x	x			2	4	5	5
	13 Langetermijnmonitoring drijvend waterkolom	W	3	5, 6, 7	4	x	x			2	3	5	3
	14 Langetermijnmonitoring drijvend sediment	S	3	5, 6, 7	4	x	x			1	2	5	2
	15 Integrale langetermijnmonitoring	D,O,W,S	3	12, 13, 14	5	x	x			1	5	5	5
	16 Harmonisatie met buurregio's	D,O,W,S	3	15	5	x	x			1	4	4	4
	17 Trendanalyses zwerfafval	D,O,W,S	3	12, 13, 14, 15	6	x		x		2	4	5	4
	18 Aantoonbaar effect maatregelen	D,O,W,S	3	17	6	x		x		3	5	5	5
	19 Vaststellen grens-/streefwaarden	D,O,W,S	2	5, 6, 7	6	x	x			4	5	2	5
	20 Opstellen massabalans	D,O,W,S	2	5, 6, 7, 9	3	x		x		3	4	4	4
	21 Bepalen emissies naar zee	D,O,W,S	2	5, 6, 7, 10, 20	3	x		x		4	4	4	4
	22 Bepalen bronnen zwerfafval	D,O,W,S	2	5, 6, 7	3	x		x		3	4	3	4
	23 Onderzoek rol van citizen science in monitoring	D,O,W,S	1		5	x	x			3	4	3	3
	24 Ontwikkelen strategieën stabronnen voor monitoring	D,O,W,S	1		1	x	x			3	4	3	3

O: Oever, D: Drijvend, S: Sediment  
W: Waterkolom, B: Biota

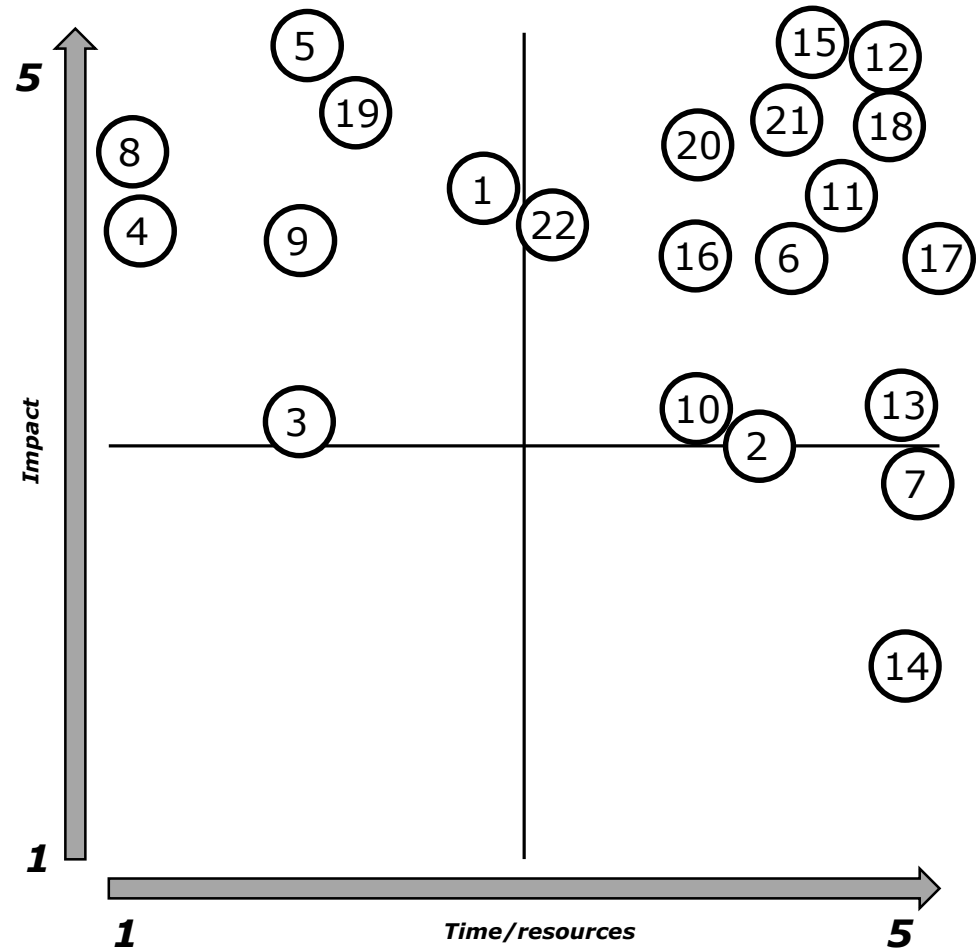
# Prioriteren projecten

De Routekaart gebruikt een simpele methode om concrete **projectvoorstellen te prioriteren**. Dit wordt gedaan op basis van twee combinaties van scores. Ten eerste wordt elk project een score toebedeeld op de assen (1) belangrijk en (2) urgent. Op de as belangrijk wordt aangegeven hoe groot het belang is dat dit project wordt uitgevoerd. De as urgent geeft aan hoe snel het zou moeten worden uitgevoerd. Let op: de projecten zijn beoordeeld op basis van kennis en ervaring van de auteurs. De gebruikers van de Routekaart kunnen dit **naar eigen inzicht aanpassen**. Mogelijk heeft dit invloed op de prioritering en planning van projecten.



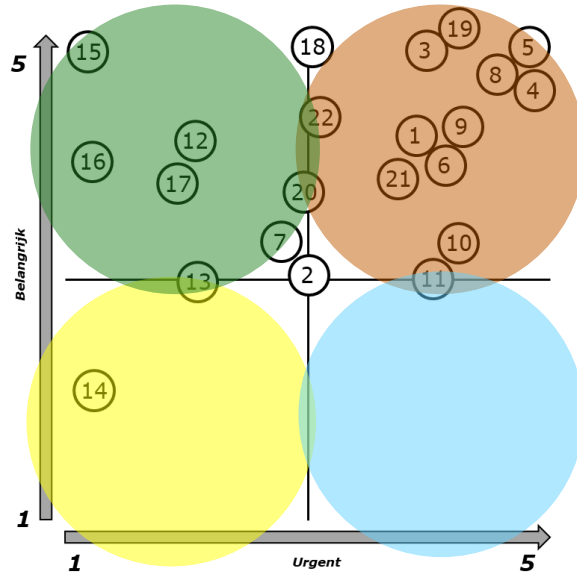
# Prioriteren projecten

Ten tweede wordt elk project gescoord op de assen (1) tijd/kosten en (2) impact. Tijd/kosten geeft aan hoeveel middelen nodig zijn om het project uit te voeren. De impact geeft weer op het behalen van de gestelde doelen (en een combinatie daarvan).  
Let op: de projecten zijn beoordeeld op basis van kennis en ervaring van de auteurs. De gebruikers van de Routekaart kunnen dit **naar eigen inzicht aanpassen**. Mogelijk heeft dit invloed op de prioritering en planning van projecten.

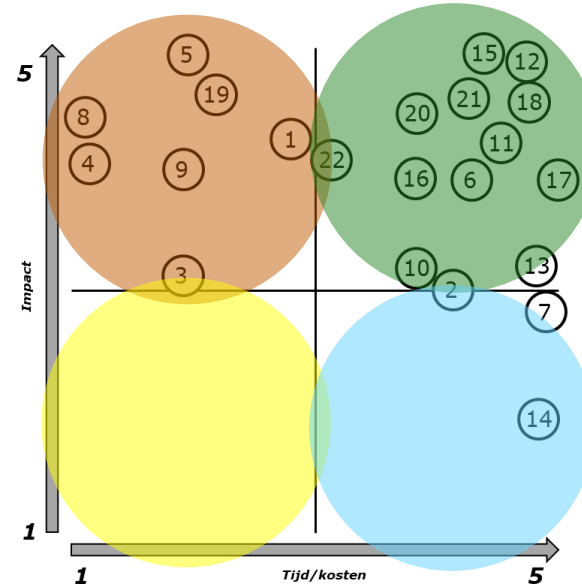


# Prioriteren projecten

Het score van de projecten geeft inzicht in de prioriteit die projecten moeten krijgen. Projecten die belangrijk en urgent zijn, met lage kosten en hoge impact moeten op de korte termijn worden uitgevoerd. Projecten die belangrijk en minder urgent zijn, en hoge impact hebben, maar hogere kosten hebben, kunnen het beste voor de lange termijn gepland worden. Projecten die in andere kwadranten vallen hebben weinig prioriteit. **We lichten een aantal projecten toe die hoge prioriteit hebben.**



Belangrijk vs Urgent



Tijd/kosten vs Impact

## Prioriteit



# Project 1: Nulmeting drijvend afval

- **Hoe:** Telmetingen van bruggen op 10 locaties, verdeeld over Rijn, Waal, Maas en IJssel.
- **Wanneer:** Looptijd 1 jaar, metingen 2-4 keer per jaar per locatie, 30-120 minuten per meting.
- **Wie:** In-house (RWS) of delegeren (SDN, WUR).
- **Vervolgprojecten** na dit project:
  - Massabalans, emissies (drijvend)
  - Langetermijnmonitoring
  - Vaststellen grens-/streefwaarden
- **Referentieprojecten:**
  - [RIMMEL](#) (53 Europese rivieren)
  - [Schone Rivieren](#) (oevermetingen)

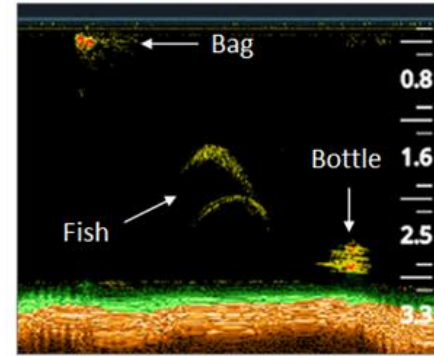




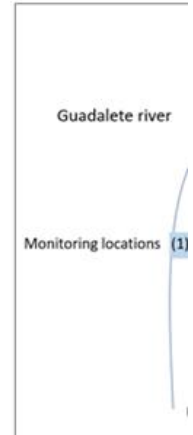
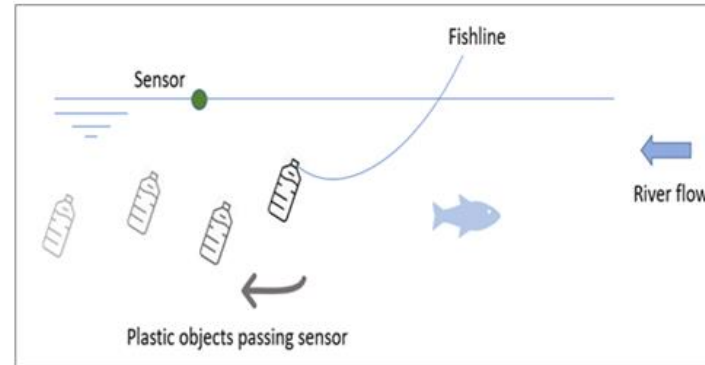
# Project 2: Meettechniek waterkolom

- **Hoe:** Nieuwe ontwikkelingen Sonar/ADCP veelbelovend. Drie stappen
  - Fundamentele experimenten in lab
  - Gecontroleerd experiment in sluis Borgharen
  - Testmetingen in natuurlijke omgeving (Nederrijn of Rijnmond)
- **Wanneer:** 1-jarig pilotproject om methode te testen
- **Wie:** Intern (RWS) of delegeren (WUR, TAUW)
- **Vervolgprojecten** na dit project
  - Nulmetingen waterkolom
  - Massabalans, emissie (waterkolom)
- **Referentieprojecten**
  - [Broere \(2020\)](#), TU Delft & WUR

## B. Sonar reflection



## D. Experimental setups (1) and (2)



# Project 3: Optimalisatie meettechniek rivieroever

- **Hoe:** Verbeteren huidige Rivier-OSPAR-methode. Uitbreiden met metingen massa voorwerpen. Optimalisatie i.s.m. Schone Rivieren
- **Wanneer:** Projectduur 3-6 maanden
- **Wie:** Intern (RWS) of delegeren (SDN + Extern adviseur)
- **Vervolgprojecten** na dit project
  - Nulmetingen rivieroever
  - Massabalans, emissie (rivieroever)
- **Referentieprojecten**
  - [Van Emmerik et al. \(2020\), Evaluatie Rivier-OSPAR-methode](#) (WUR)



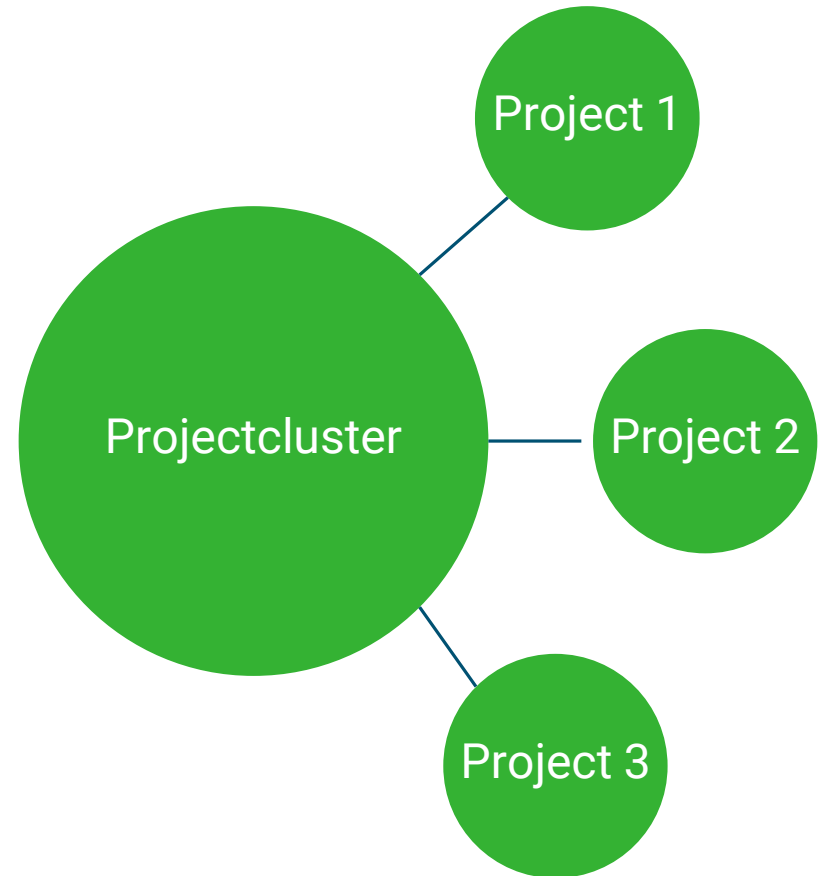
Bron: Stichting de Noordzee (2020)



# Route naar de toekomst: Projectclusters

Om het plannen en uitvoeren van individuele projecten overzichtelijker te maken, zijn alle projecten ondergebracht in clusters. De clusters delen gemeenschappelijke doelen en een aanpak, maar bieden flexibiliteit in de exacte breedte en diepte van de uit te voeren projecten. Afhankelijk van nieuwe inzichten en beschikbare middelen, kunnen specifieke projecten worden toegevoegd aan het cluster of juist worden verwijderd. De routekaart bestaat uit zes clusters:

- 1: Nieuwe Meettechnieken
- 2: Meetprotocollen
- 3: Nationale Nulmeting
- 4: Langetermijnmonitoring
- 5: Samenwerking & Integratie
- 6: Richtlijnen & Oplossingen



# Route naar de toekomst: Projectclusters

## 1. Nieuwe Meettechnieken

**Doel:**  
(Door)ontwikkelen van (high-tech) meettechnieken voor zwerfafval in verschillende riviercompartimenten.

**Projecten in cluster:**  
o.a. (1) Meettechniek waterkolom, (2) meettechniek sediment, (3) optimalisatie meettechniek rivieroever.

## 2. Monitoring-protocollen

**Doel:**  
Opstellen protocollen voor kwantitatieve monitoring door middel van meten, modeleren en statistiek.

**Projecten in cluster:**  
o.a. (9) Ontwikkelen methode massabalans, (10) ontwikkelen methode emissie naar zee, (11) bepalen meest voorkomende materiaaltipe

## 3. Nationale Nulmeting

**Doel:**  
Nulmeting in riviercompartimenten voor eerste kwantificatie zwerfafval.

**Projecten in cluster:**  
o.a. (5) Nulmeting drijvend afval, (6) nulmeting waterkolom, (7) nulmeting sediment.

# Route naar de toekomst: Projectclusters

## 4. Langetermijnmonitoring

**Doel:**  
Opzetten slimme langetermijnmonitoringstrategie.

**Projecten in cluster:**  
o.a. (9, 10) Combinatie meten/modellen/statistiek voor betrouwbare monitoring, (12, 13, 14) Langetermijnmonitoring.

## 5. Samenwerking & Integratie

**Doel:**  
Integreren monitoringsactiviteiten binnen Nederland en met buurregio's, op verschillende schalen (lokaal tot internationaal).

**Projecten in cluster:**  
o.a. (15) Integratie zwerfafvalmonitoring in rivieren met MWTL, (16) samenwerking lokaal tot nationaal, internationale afstemming.

## 6. Richtlijnen & Oplossingen

**Doel:**  
Kwantitatief kunnen bepalen wat de staat van elke Nederlandse rivier, en de effectiviteit van maatregelen is.

**Projecten in cluster:**  
o.a. (19) Vaststellen grens-/streefwaarden, (18) aantoonbaar effect maatregelen.

# Wanneer wat doen?

Het clusteren van projecten zorgt ervoor dat we eenvoudiger de grote lijnen van de volgende stappen kunnen uitzetten. Op de korte termijn, cluster 1 en 2 zullen de hoogste prioriteit hebben. Monitoring kan pas van start gaan zodra er geschikte methoden en protocollen ontwikkeld zijn. Op de middellange termijn kan de focus overgaan naar het uitvoeren van nationale nulmetingen van alle riviercompartimenten. Zodra dat gedaan is voor een compartiment kan begonnen worden met het plannen van langetermijnmonitoring. Ook moet tegen die tijd een begin gemaakt worden met clusters 5 en 6. Voor de lange termijn zullen vooral clusters 4-6 relevant blijven voor het uitvoeren van trendanalyses en het evalueren van de effectiviteit van maatregelen.

1. Nieuwe  
Meettechnieken

2. Monitoring-  
protocollen

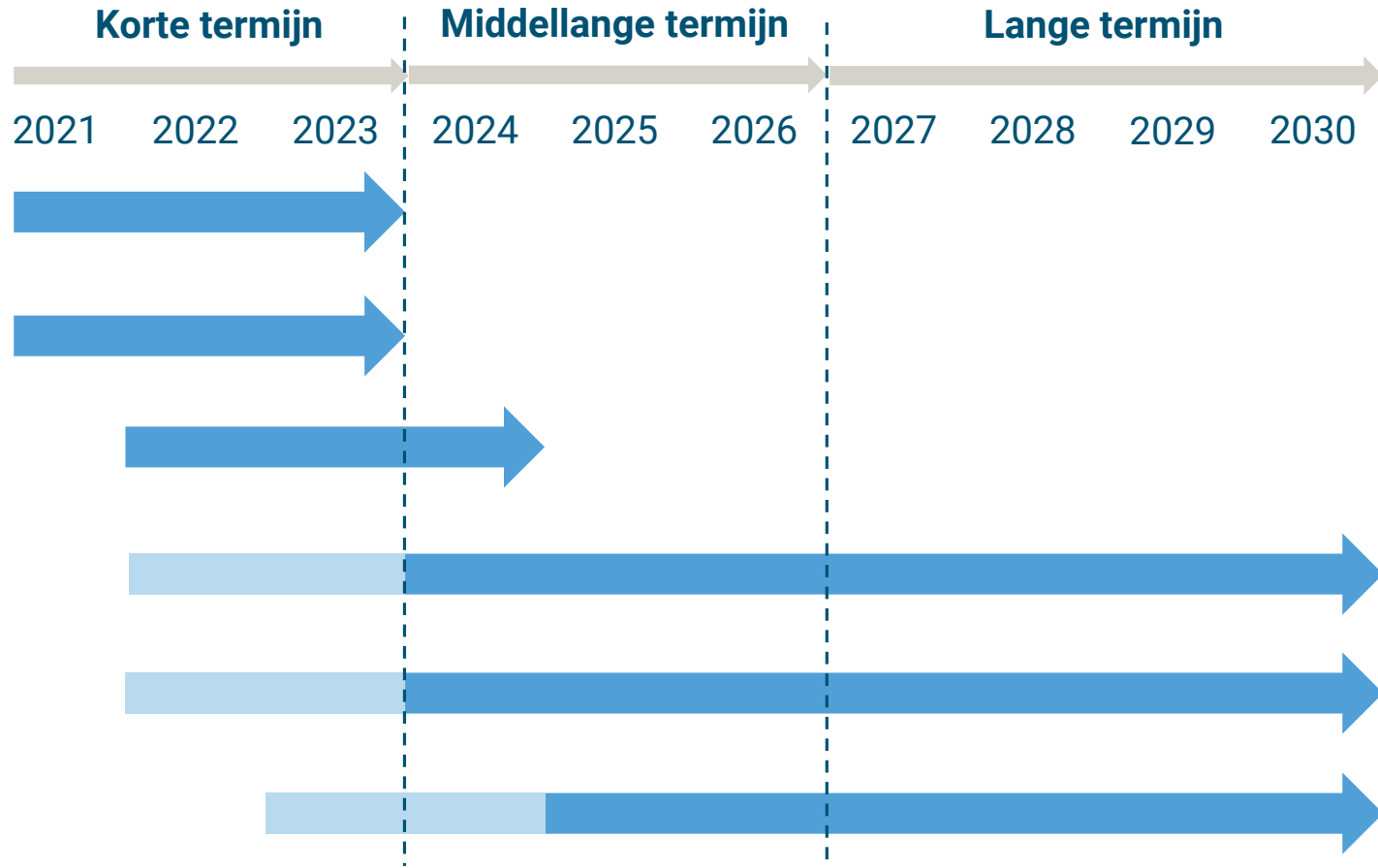
3. Nationale  
Nulmeting

4. Langetermijn-  
monitoring

5. Samenwerking  
& Integratie

6. Richtlijnen  
& Oplossingen

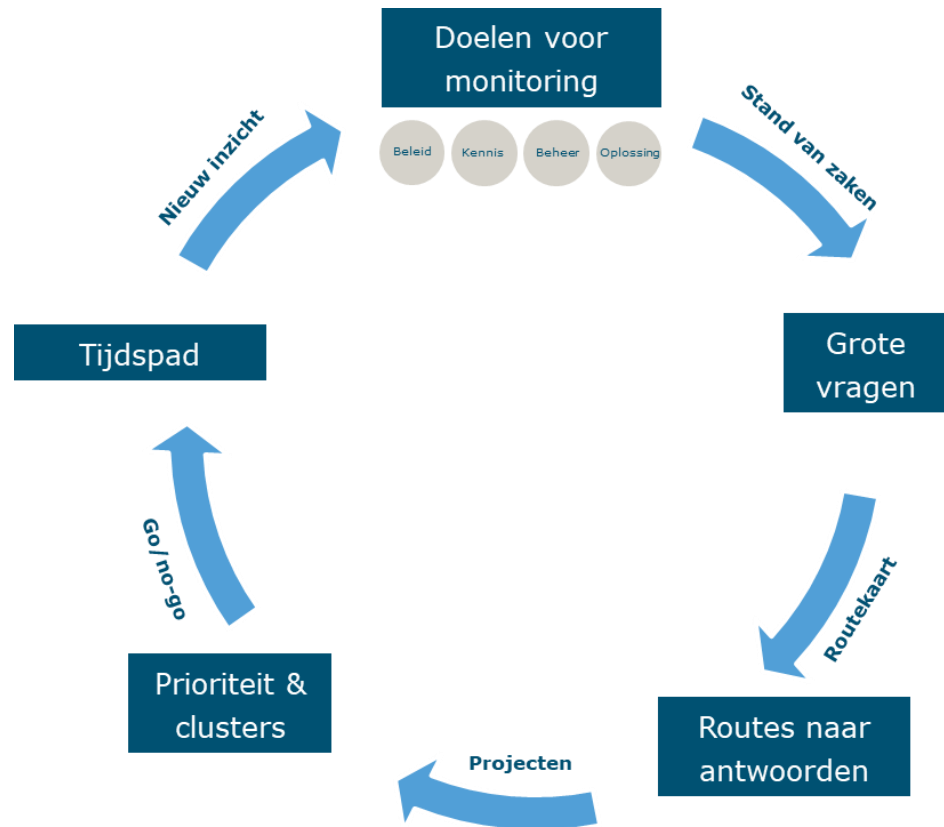
# Tijdslijn





# De Routekaart als flexibel raamwerk

**De Routekaart is geen lineaire oplossing.** Integendeel, het biedt een **flexibel raamwerk** waar plaats is voor nieuwe inzichten, doelen, prioriteiten en data. Zwerfafvalmonitoring vraagt om een **iteratieve aanpak**, en het belangrijkste is dat er een begin wordt gemaakt met de start van projecten die **nu hoge prioriteit** hebben. Wanneer nieuwe inzichten of antwoorden op vragen zijn verkregen, kan worden test of monitoringsdoelen zijn gehaald en of ze nog actueel zijn. Vervolgens kan een **nieuwe cyclus** worden gestart van doelen naar open vragen. Wederom kan de Routekaart worden gebruikt om routes van stand van zaken naar doel uit te stippen. Op basis van op dat moment geldende context en middelen, kan de projectlijst opnieuw worden geprioriteerd, geclusterd en gepland. Hierna volgt de **volgende iteratie**.

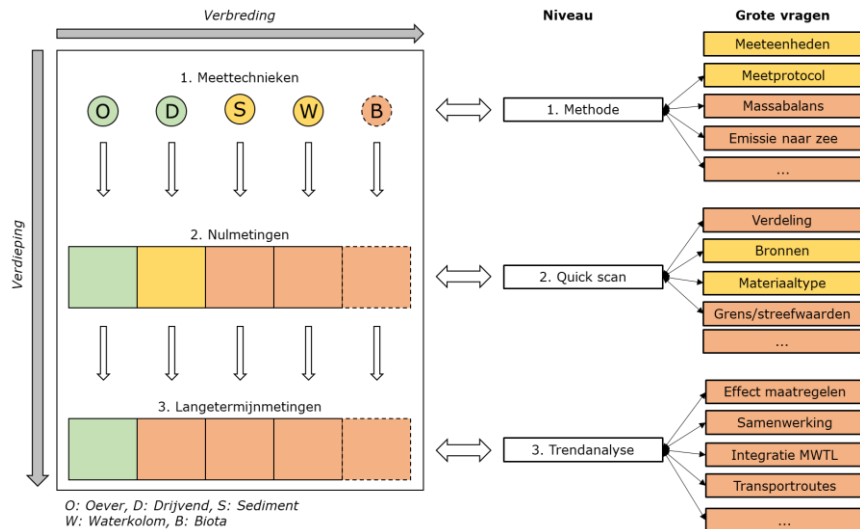


# Samenvatting

Zwerfafval in rivieren heeft een **negatieve impact** op mens en milieu. Een langetermijn monitoringstrategie zal bijdragen aan (1) beleid, (2) kennisontwikkeling, (3) operationele doelen en (4) evalueren van oplossingen. De **Routekaart** maakt de samenhang tussen doelen, openstaande vragen en projecten inzichtelijk, en helpt om concrete **projecten te formuleren**, prioriteren en evalueren. De Routekaart bestaat uit drie niveau's: (1) meettechnieken, (2) nulmetingen, en (3) langetermijnmetingen. Deze **fundamentele ontwikkelingen** voeden op hun beurt de **antwoorden op de grote vragen**.

**Projectvoorstellen** kunnen middels de Routekaart **geprioriteerd** worden, om een **optimale volgorde** van uitvoering te bepalen. De Routekaart kan **aangepast** worden naar aanleiding van nieuwe inzichten vanuit de grote vragen, nieuwe observaties, en technische ontwikkelingen. Door middel van een **Dashboard** kan direct inzichtelijk worden gemaakt hoe afgeronde projecten beschikbare **methoden, kennis en kunde** vergroten. De projecten gebundeld in zes clusters: Nieuwe Meettechnieken, Meetprotocollen, Nationale Nulmeting, Langetermijnmonitoring, Samenwerking & Integratie, en Richtlijnen & Oplossingen. Specifieke projecten kunnen worden toegevoegd of verwijderd. De zes clusters zijn geplaatst op een tijdlijn als suggestie welke projecten prioriteit moeten krijgen op korte, middellange en lange termijn. De Routekaart is **geen lineaire oplossing**, maar biedt een **flexibel raamwerk**. Na **nieuwe inzichten** kan opnieuw de cyclus van doel-vragen-routes-projecten-clustering-planning doorlopen worden. Ontwikkeling en optimalisatie van een **nationale zwerfafvalmonitoringstrategie** is een **iteratief proces**.

## De Routekaart Zwerfafvalmonitoring Nederlandse rivieren



### Over de Routekaart

De Routekaart maakt inzichtelijk hoe openstaande vragen en doelen in verband staan met het niveau van monitoring. Dit kan vervolgens gebruikt worden om projecten en acties te formuleren. Zo wordt duidelijk dat voor het kunnen doen van trendanalyses, langetermijnmetingen noodzakelijk zijn. Als deze nog niet beschikbaar zijn, zullen deze eerst gepland moeten worden. Hiervoor zijn echter eerst geschikte meettechnieken en nulmetingen nodig. In de Routekaart zijn verschillende riviercompartimenten opgenomen, omdat de huidige stand van zaken en benodigde stappen hier tussen kunnen verschillen.

# Literatuur

1. Broere, S. (2020). [The sound of plastic: A proof-of-concept for detecting suspended riverine macroplastics with echo sounding](#). Delft University of Technology
2. De Vries, S. & van't Hoff, V. (2020). Classificatie van verschillende zwerfafvalmonitoringsinitiatieven in de Nederlandse stroomgebieden. PULSAQUA.
3. Deloitte (2020). The price tag of plastic pollution An economic assessment of river plastic, available online [<https://www2.deloitte.com/nl/nl/pages/strategy-analytics-and-ma/articles/the-price-tag-of-plastic-pollution.html>]
4. González-Fernández, D., Hanke, G., Kideys, A., Navarro-Ortega, A., Sanchez-Vidal, A., Brugère, A., ... & Barcelo, D. (2018). [Floating Macro Litter in European Rivers-Top Items](#). European Commission-DG Joint Research Centre.
5. Honingh, D., van Emmerik, T., Ujttewaai, W., Kardhana, H., Hoes, O., & van de Giesen, N. (2020). [Urban river water level increase through plastic waste accumulation at a rack structure](#). *Frontiers in Earth Science*, 8, 28.
6. Kiessling, T., Knickmeier, K., Kruse, K., Brennecke, D., Nauendorf, A., & Thiel, M. (2019). [Plastic Pirates sample litter at rivers in Germany—Riverside litter and litter sources estimated by schoolchildren](#). *Environmental Pollution*, 245, 545-557.
7. Lebreton, L. C., Van Der Zwet, J., Damsteeg, J. W., Slat, B., Andrady, A., & Reisser, J. (2017). [River plastic emissions to the world's oceans](#). *Nature communications*, 8, 15611.
8. McIlgorm, A., Campbell, H. F., & Rule, M. J. (2011). [The economic cost and control of marine debris damage in the Asia-Pacific region](#). *Ocean & Coastal Management*, 54(9), 643-651.
9. Meijer, L. J. J., van Emmerik, T., Lebreton, L., Schmidt, C., & van der Ent, R. (2019). [Over 1000 rivers accountable for 80% of global riverine plastic emissions into the ocean](#).
10. Schöneich-Argent, R. I., Dau, K., & Freund, H. (2020). [Wasting the North Sea?—A field-based assessment of anthropogenic macrolitter loads and emission rates of three German tributaries](#). *Environmental Pollution*, 114367.
11. van der Wal, M, et al. ["SFRA0025: identification and assessment of riverine input of \(marine\) litter"](#). Report for Michail Papadopyannakis, DG Environment, United Kingdom (2015): 186.
12. Van Franeker, J. A., & Kuhn, S. (2019). [Fulmar Litter EcoQO monitoring in the Netherlands: update 2018](#) (No. C077/19). Wageningen Marine Research.
13. van Emmerik, T., Roebroek, C. T. J., de Winter, W., Vriend, P., Boonstra, M., & Hougee, M. (2020). [Riverbank macrolitter in the Dutch Rhine-Meuse delta](#). *Environmental Research Letters*.
14. van Emmerik, T., & Schwarz, A. (2020). [Plastic debris in rivers](#). *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 7(1), e1398.
15. van Wijnen, J., Ragas, A. M., & Kroeze, C. (2019). [Modelling global river export of microplastics to the marine environment: Sources and future trends](#). *Science of the total environment*, 673, 392-401.
16. Vriend, P., Van Calcar, C., Kooi, M., Landman, H., Pikaar, R., & Van Emmerik, T. (2020). [Rapid assessment of floating macroplastic transport in the Rhine](#). *Frontiers in Marine Science*, 7, 10.

# Routekaart Zwerfafvalmonitoring Nederlandse rivieren – Projectvoorstellen

Tim van Emmerik, Paul Vriend

Hydrologie & Kwantitatief Waterbeheer, Wageningen University



In opdracht van:

# Projectvoorstellen

Projectvoorstel	Niveau	Bouwt voort op	Beleid	Operationeel	Kennis	Oplossing	Urgent	Belangrijk	Tijd/geld	Impact
1 Meettechniek waterkolom	1			x	x		4	4	3	4
2 Meettechniek sediment	1			x	x		3	3	4	3
3 Optimalisatie meettechniek rivieroever	1			x	x		4	5	2	3
4 Optimalisatie meettechniek drijvend	1			x	x		5	5	1	4
5 Nulmeting drijvend afval	2	4	x	x	x		5	5	2	5
6 Nulmeting waterkolom	2	1	x	x	x		4	4	4	4
7 Nulmeting sediment	2	2	x	x	x		3	3	5	3
8 Bepalen standaard meeteenheden	1	1, 2, 3, 4	x	x			5	5	1	4
9 Ontwikkelen methode massabalans	1			x	x		4	4	2	4
10 Ontwikkelen methode emissie naar zee	1	9		x	x		3	4	3	4
11 Bepalen meest voorkomende materiaaltipe	2	5, 6, 7	x	x	x	x	4	3	4	4
12 Langetermijnmonitoring drijvend afval	3	5, 6, 7	x	x			2	4	5	5
13 Langetermijnmonitoring drijvend waterkolom	3	5, 6, 7	x	x			2	3	5	3
14 Langetermijnmonitoring drijvend sediment	3	5, 6, 7	x	x			1	2	5	2
15 Integrale langetermijnmonitoring	3	12, 13, 14	x	x			1	5	5	5
16 Harmonisatie met buurregio's	3	15	x	x			1	4	4	4
17 Trendanalyses zwerfafval	3	12, 13, 14, 15	x		x	x	2	4	5	4
18 Aantoonbaar effect maatregelen	3	17	x			x	3	5	5	5
19 Vaststellen grens-/streefwaarden	2	5, 6, 7	x	x		x	4	5	2	5
20 Opstellen massabalans	2	5, 6, 7, 9	x		x		3	4	4	4
21 Bepalen emissies naar zee	2	5, 6, 7, 10, 20	x		x		4	4	4	4
22 Bepalen bronnen zwerfafval	2	5, 6, 7	x		x	x	3	4	3	4
23 Onderzoek rol van citizen science in monitoring	1		x	x			3	4	3	3
24 Gebruikmaken alternatieve databronnen voor monitoring	1		x	x			3	4	3	3

# Project 1

## 5. Nulmeting drijvend afval

- **Hoe:** Telmetingen van bruggen op 10 locaties, verdeeld over Rijn, Waal, Maas en IJssel.
- **Wanneer:** Looptijd 1 jaar, metingen 2-4 keer per jaar per locatie, 30-120 minuten per meting.
- **Wie:** In-house (RWS) of delegeren (SDN, WUR).
- **Vervolgprojecten** na dit project:
  - Massabalans, emissies (drijvend)
  - Langetermijnmonitoring
  - Vaststellen grens-/streefwaarden
- **Referentieprojecten:**
  - RIMMEL (53 Europese rivieren)
  - Schone Rivieren (oevermetingen)

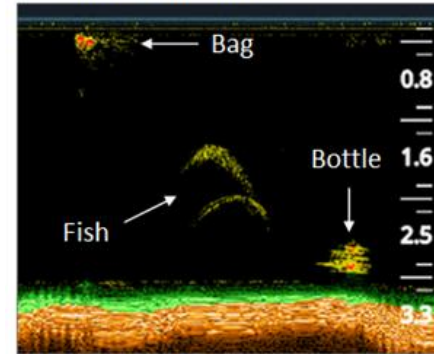


# Project 2

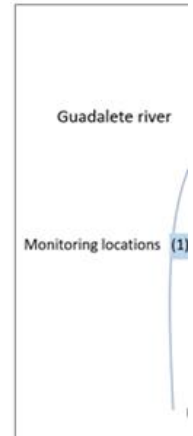
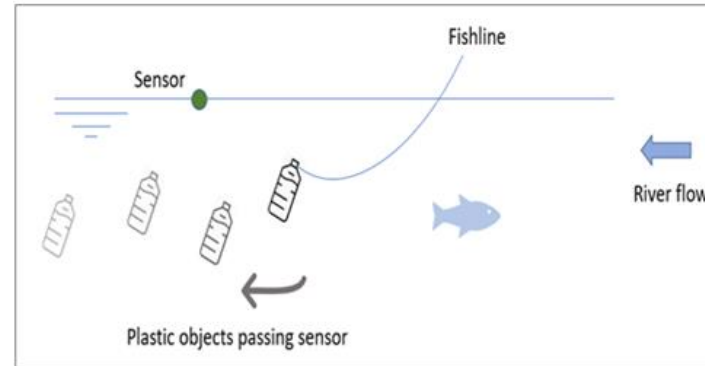
## 1. Meettechniek waterkolom

- **Hoe:** Nieuwe ontwikkelingen Sonar/ADCP veelbelovend. Drie stappen
  - Fundamentele experimenten in lab
  - Gecontroleerd experiment in sluis Borgharen
  - Proof-of-concept-metingen in natuurlijke omgeving (Nederrijn of Rijnmond)
- **Wanneer:** 1-jarig pilotproject om methode te testen
- **Wie:** In-house (RWS) of delegeren (WUR, TAUW)
- **Vervolprojecten** na dit project
  - Nulmetingen waterkolom
  - Massabalans, emissie (waterkolom)
- **Referentieprojecten**
  - Broere (2020), TU Delft & WUR

## B. Sonar reflection



## D. Experimental setups (1) and (2)



# Project 3

## 3. Optimalisatie meettechniek rivieroever

- **Hoe:** Verbeteren huidige Rivier-OSPAR-methode. Uitbreiden met metingen massa voorwerpen. Optimalisatie i.s.m. Schone Rivieren
- **Wanneer:** Projectduur 3-6 maanden
- **Wie:** Delegeren (SDN + Extern adviseur)
- **Vervolgprojecten** na dit project
  - Nulmetingen rivieroever
  - Massabalans, emissie (rivieroever)
- **Referentieprojecten**
  - Van Emmerik et al. (2020), Evaluation River-OSPAR method (WUR)



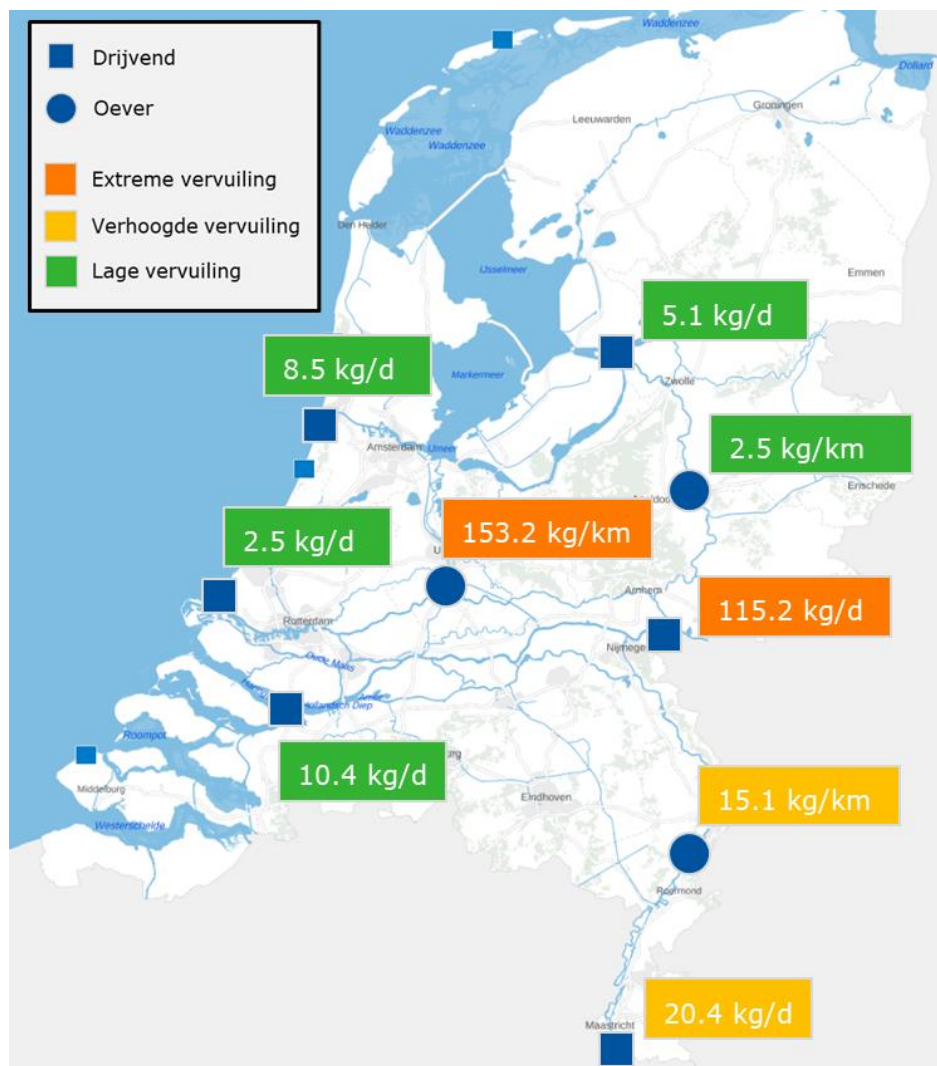
Bron: Stichting de Noordzee (2020)



# Project 4

## 15. Integratie zwerfafval RWS-monitoring

- **Hoe:** Uitbreiden van de waterinfo-dashboard met monitoringinfrastructuur voor zwerfafval, inclusief classificatie van mate van vervuiling
- **Wanneer:** Projectduur 2 jaar
- **Wie:** In-house (RWS) en delegeren
- **Vervolgprojecten** na dit project
  - Trendanalyse
  - Aantonen effect maatregelen
- **Referentieprojecten**
  - [Waterinfo.rws.nl](http://Waterinfo.rws.nl)



# Project 5

## 23. Onderzoek rol van citizen science in monitoring

- **Hoe:** Onderzoeken hoe RWS *citizen science* kan integreren in de monitoringsstrategie door middel van vergelijkend onderzoek met referentieprojecten die citizen science gebruiken
- **Wanneer:** Projectduur 6 maanden
- **Wie:** In-house (RWS) of delegeren (SDN, WUR)
- **Vervolgprojecten** na dit project
  - Integratie in alle monitoring
- **Referentieprojecten**
  - Schone Rivieren
  - Plastic Piraten (Duitsland)



Bron: Stichting de Noordzee (2020)

# Project 6

## 23. Gebruikmaken alternatieve bronnen voor monitoring

- **Hoe:** Onderzoeken of alternatieve bronnen kunnen worden gebruikt voor monitoring zwerfafval. Denk bijvoorbeeld aan riool overstort data of rivierafvoer data om zwerfvuil transport te voorspellen.
- **Wanneer:** Projectduur 6 maanden
- **Wie:** In-house (RWS) en mogelijk partners die data verzamelen
- **Vervolgprojecten** na dit project
  - Integratie in alle monitoring
- **Referentieprojecten**
  - Van Emmerik et al. (2020), Evaluation River-OSPAR method (WUR)

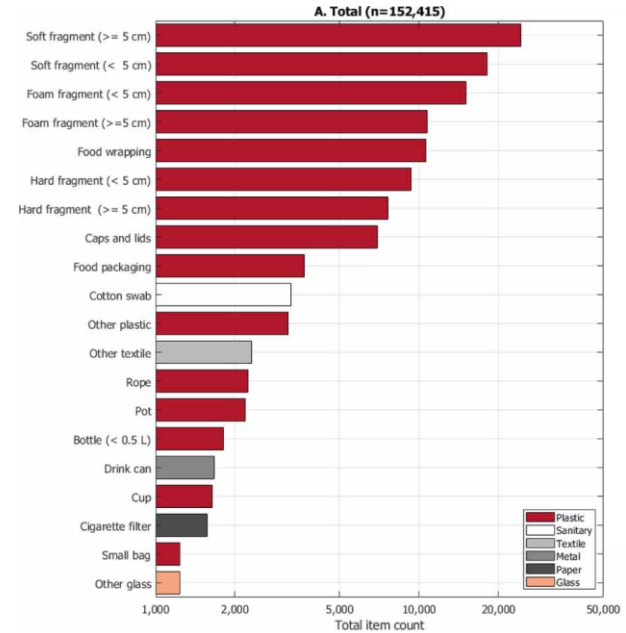


Riooloverstort in Amerika. Bron: Stormwatersystems

# Project 7

## 23. Bepalen meest voorkomende materiaaltypen

- **Hoe:** Analyseren van data verzameld tijdens nulmetingen in alle riviercompartimenten.
- **Wanneer:** Projectduur 1 - 3 jaar
- **Wie:** In-house (RWS)
- **Vervolgprojecten** na dit project
  - Bepalen van mogelijke bronnen zwerfvuil
  - Eerste indicatie voor gerichte aanpak
- **Referentieprojecten**
  - RIMMEL project
  - van Emmerik et al. (2020), Riverbank macrolitter in the Dutch Rhine-Meuse delta

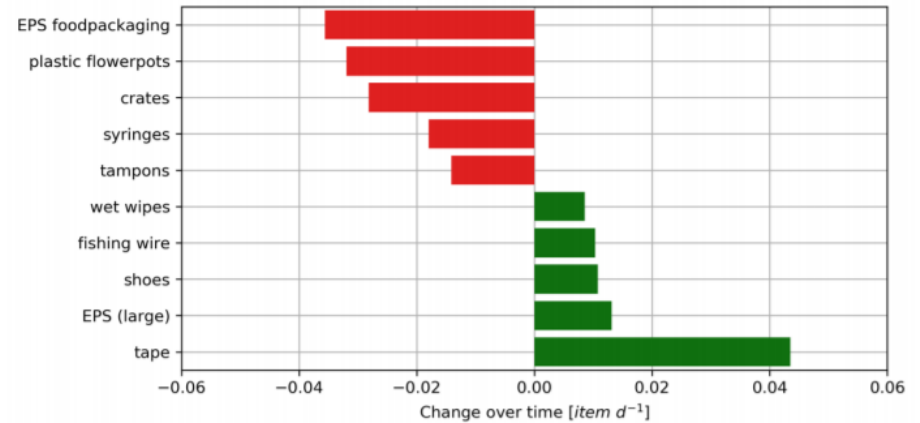


Bron: van Emmerik et al. (2020), Riverbank macrolitter in the Dutch Rhine-Meuse delta

# Project 8

## 23. Trendanalyses zwerfafval

- **Hoe:** Analyseren van data verzameld tijdens nulmetingen over meerdere jaren, en het bepalen van seizoen- en jaartrends
- **Wanneer:** Projectduur 2 - 3 jaar
- **Wie:** In-house (RWS)
- **Vervolgprojecten** na dit project
  - Bepalen van mogelijke bronnen zwerfvuil
  - Eerste indicatie voor gerichte aanpak
- **Referentieprojecten**
  - RIMMEL project
  - van Emmerik et al. (2020), Riverbank macrolitter in the Dutch Rhine-Meuse delta



Bron: van Emmerik et al. (2020), Evaluation of River-OSPAR method

# Project 9

## 18. Aantoonbaar effect maatregelen

- **Hoe:** Monitoren voor en na het invoeren van maatregelen om te bepalen hoe effectief deze zijn. Dit kan pas zodra langetermijnobservaties beschikbaar zijn.
- **Wanneer:** Projectduur 1 - 3 jaar
- **Wie:** In-house (RWS) en projectpartners
- **Vervolgprojecten** na dit project
  - Gerichte aanpak van zwerfvuil bronnen
- **Referentieprojecten**
  - Schone rivieren
  - RIMMEL project

NOS NIEUWS • POLITIEK • 24-04-2020, 17:00

## Vanaf volgend jaar statiegeld op kleine plastic flesjes, later mogelijk ook op blik

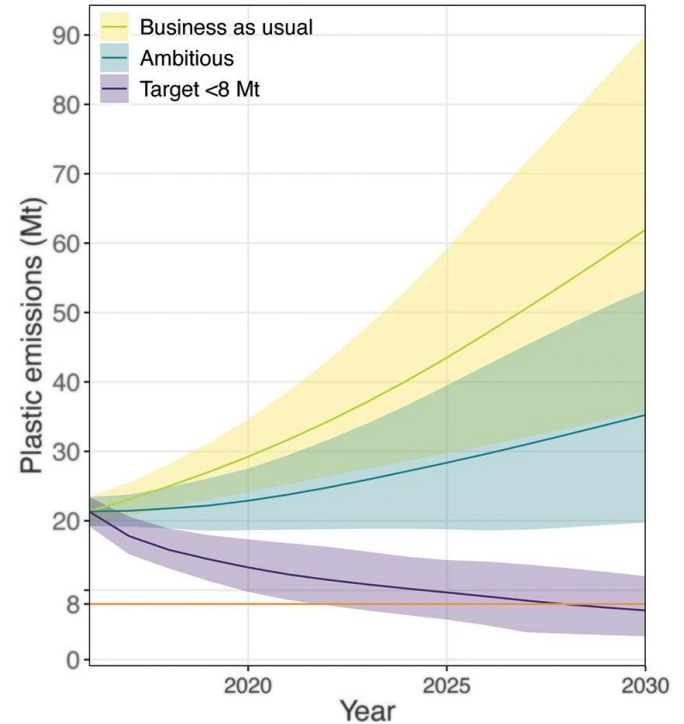


Bron: NOS

# Project 10

## 23. Vaststellen grens- en streefwaarden

- **Hoe:** Grens- en streefwaarden opstellen gebaseerd op huidige waarden vastgesteld met nulmetingen en haalbaarheid
- **Wanneer:** Projectduur 1 jaar
- **Wie:** In-house (RWS)
- **Vervolgprojecten** na dit project
  - Gerichte aanpak van zwerfvuil bronnen
- **Referentieprojecten**
  - Opstellen van grens- en streefwaarden binnen RWS van andere vervuiling

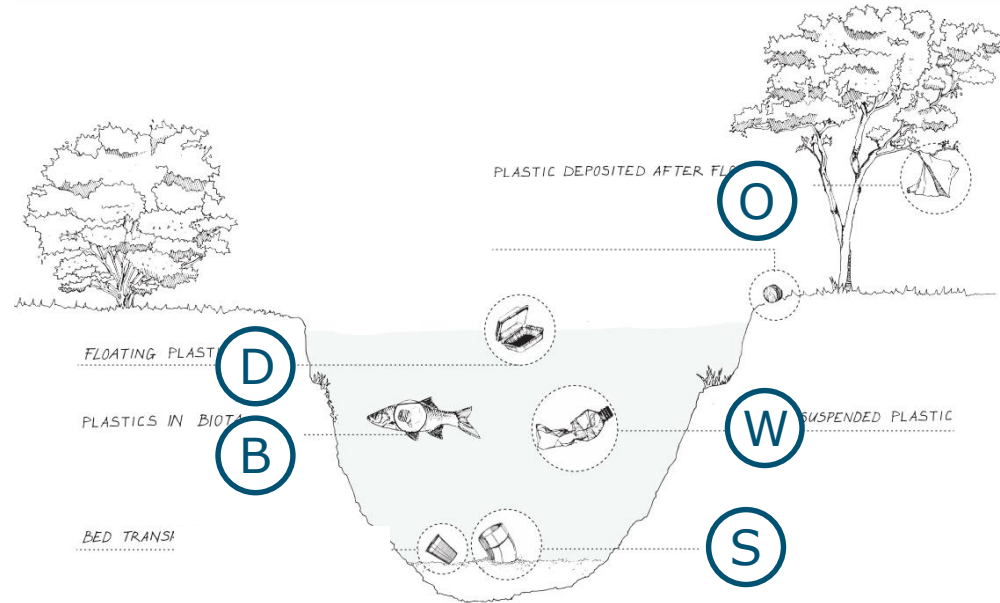


Bron: Borelle et al. (2020)

# Project 11

## 15. Integrale langetermijnmonitoring

- **Hoe:** Structureel monitoren van zwerfafval in alle rivier compartimenten, na het ontwikkelen en testen van methodes.
- **Wanneer:** Projectduur (minimaal) 5 jaar
- **Wie:** In-house (RWS), meetpartners, eventueel via citizen science
- **Vervolgprojecten** na dit project
  - Kwantificeren van langetermijneffecten van genomen maatregelen
  - Bijsturen van genomen maatregelen
- **Referentieprojecten**
  - Langetermijnmonitoring van andere vervuiling binnen RWS



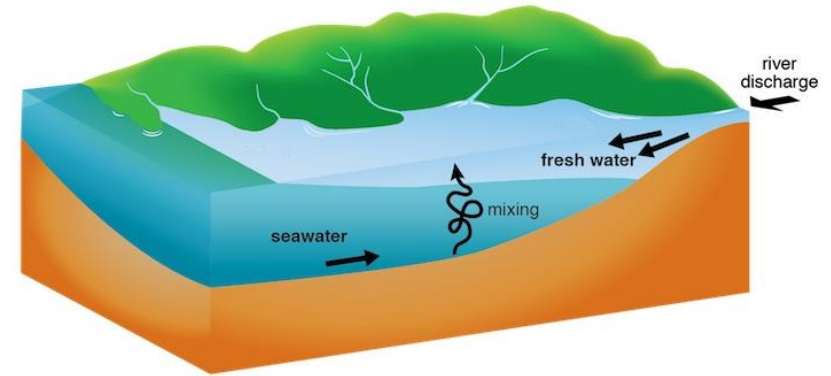
Bron: van Emmerik & Schwarz (2020)



# Project 12

## 15. Ontwikkelen methode emissie naar zee

- **Hoe:** Bepalen van de effecten van het estuarium op het transport van zwerfafval naar zee. Mogelijk blijft zwerfafval in het estuarium hangen.
- **Wanneer:** Projectduur 1 – 3 jaar
- **Wie:** In-house (RWS), meetpartners
- **Vervolgprojecten** na dit project
  - Kwantificeren van Nederlandse zwerfafval emissies naar de Noordzee
- **Referentieprojecten**
  - Van Emmerik et al. (2020). Manila River Mouths Act as Temporary Sinks for Macroplastic Pollution



Bron: Restore the Mississippi delta