

TNO PUBLIEK

Circular Economy & Environment
Princetonlaan 6
3584 CB Utrecht
Postbus 80015
3508 TA Utrecht

www.tno.nl

T +31 88 866 50 65

TNO 2021**R11569****Adviesrapport inventarisatie uniforme meetmethode voor
microplastic vezels uit textiel**

Datum	14 september 2021
Auteur(s)	Paula Bronsveld, Elena Höppener, Ingeborg Kooter
Aantal pagina's	47 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	1
Opdrachtgever	Ministerie IenW
Projectnaam	Meetmethode microplastic vezels uit textiel
Projectnummers	060.45837

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst. Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2021 TNO

TNO PUBLIEK

Inhoudsopgave

Management samenvatting	3
1. Inleiding.....	5
1.1 Microplastics uit textiel in het milieu	5
1.2 Achtergrond van dit onderzoek	6
1.3 Opbouw van dit onderzoek	7
1.4 Uitvoering van dit project.....	8
2. Kennisinventarisatie	9
2.1 Adresseren van onderzoeksvragen in literatuurstudie.....	9
2.2 Concept uniforme meetmethode.....	11
2.3 Conclusie kennisinventarisatie.....	21
3. Stakeholderinventarisatie	23
3.1 Informatie uit het Nederlandse Stakeholdernetwerk MPV	23
3.2 Nederlandse stakeholders en initiatieven	26
3.3 Europese stakeholders en initiatieven	27
3.4 Conclusie stakeholderinventarisatie.....	31
4. Vervolgadvies uniforme meetmethode	33
4.1 Verbeteringsproces op basis van het voorzorgsprincipe	33
4.2 De ketenaanpak	33
4.3 Vervolgaanpak per punt van de vervuilingketen	34
4.4 Verdere overwegingen voor beleid en onderzoek	38
5. Schets programma implementatie van de meetmethode	39
5.1 Doelstelling.....	39
5.2 Programma opzet.....	39
5.3 Activiteiten	40
6. Ondertekening	46
Bijlage(n)	
A Kostenraming analysetechnieken	

Management samenvatting

In 2018 heeft het RIVM onderzoek gedaan naar de bronnen van microplastics (MP) in Nederlandse wateren. Uit dit en andere onderzoeken komen microplasticvezels (MPVs), ontstaan tijdens het dragen en wassen van kleding, naar voren als een van de grootste bronnen van microplastics ¹. Met steun van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) is daarom eind 2019 het Stakeholdernetwerk MPV (microplasticvezel) opgezet, met als doel het verminderen en voorkomen van de emissie van microplasticsvezels uit textiel naar het milieu. Uitgangspunt hierbij is het voorzorgsprincipe. Het stakeholdernetwerk bestaat uit stakeholders uit de textiel-, wasmachine- en wasmiddelenbranche, kennisinstituten, waterschappen, en NGOs.

Om MPV-vervuiling te verminderen moet het effect van MPV verminderende maatregelen gemeten kunnen worden. Er is echter nog geen gestandaardiseerde, uniforme meetmethode beschikbaar voor het meten van MPVs in water. In dit adviesrapport is daarom op verzoek van het ministerie van IenW een mogelijk vervolprogramma geschetst voor de ontwikkeling van een uniforme meetmethode voor het kwantificeren van microplasticvezel afgifte uit kleding in water, die zo goed mogelijk in de hele MPV-vervuilingsketen van textielproductie tot en met afvalwaterzuivering bruikbaar is. Deze schets is gebaseerd op een door TNO uitgevoerde kennisinventarisatie en stakeholderinventarisatie en het daaruit volgende advies over de beste werkwijze om te komen tot een uniforme meetmethode, ook beschreven in dit rapport.

Uit de kennisinventarisatie blijkt dat de volgende parameters een grote invloed hebben op de MPV-afgifte van textiel: de twist van het garen, het vezeltype, de weefselstructuur, de dichtheid van het garen, de aanwezigheid van wasmiddel en wasverzachters, de temperatuur tijdens het wassen, het watervolume van de was en het aantal keer dat de stof al eerder gewassen is ('pre-wash' wordt soms ook al voor verkoop toegepast). De meest voorkomende MPV soort in textiel is polyester, waarvan ook de meeste impact wordt verwacht. De meest geschikte eenheden voor kwantificatie zijn het aantal (plastic) vezels/volume water en massa (plastic) vezels/volume water.

Uit het achtergrondonderzoek naar verschillende analysemethoden is een concept meetmethode opgesteld die is opgedeeld in drie modules: een wasmethode, een bemonsterings- en voorbereidingsmethode en een analysemethode. Voor de wasmethode, alleen relevant bij experimentele optimalisatie van textiel- en wasparameters, kan het beste de CEN-ISO norm in ontwikkeling gevolgd worden. Deze norm ligt nog niet vast, maar de hoofdlijnen zijn helder omschreven in een artikel van de universiteit van Leeds dat als leidraad gebruikt kan worden. Voor het bemonsteren van MPVs in water zijn er twee verschillende bemonsteringsstrategieën mogelijk, afhankelijk van de verwachte MPV-concentratie. Eenmalige monsternamen worden gebruikt bij hoge concentraties en continue monsternamen, met volume-reducerende bemonsteringstechnieken, bij lage concentraties. Voor analyse moet het monster mogelijk nog voorbereid worden, waarbij andere componenten verwijderd worden uit de matrix d.m.v. degradatie (organische componenten) en/of scheiding op basis van dichtheid (anorganische componenten). De vervolgens voor analyse van het monster beschikbare technieken zijn in te delen in vier groepen; massabepaling, microscopische technieken, spectroscopische technieken en thermo-analytische technieken. Op basis van kosten en snelheid wordt een combinatie van massabepaling en thermo-analytische analyse aangeraden, waarbij snel de gewichtsbijdrage van een type polymeer bepaald wordt. Voor extra informatie over grootte, vorm en aantallen deeltjes kan dit incidenteel aangevuld worden met microscopische en spectroscopische metingen.

De partners in het Stakeholdernetwerk MPV zijn geïnteresseerd in de omvang en impact van MPV uit textiel op het milieu en zijn bereid hiervoor op korte termijn hun bijdrage te leveren aan een vervolgonderzoek. Voor metingen aan grond- en oppervlaktewater kan voor het vervolg aangesloten worden bij het programma Kennisimpuls Waterkwaliteit (KIWK) en de Monitoring Microplastics studie binnen het Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTL) programma van Rijkswaterstaat (RWS).

¹ Zie referenties op pagina 5.

De belangrijkste Europese initiatieven en samenwerkingen op dit gebied zijn het Europese Microplastics Initiative vanuit de Green Deal, the Microfibre Consortium (tMC) en de Cross Industry Agreement (CIA). De komende jaren zou ook het WOMA (Wear Off Microfibres Alliance) consortium groter kunnen worden, dat werkt aan een MPV-afgifte label voor textiel. Naast aansluiting bij deze consortia, wordt aangeraden om ook aansluiting te vinden bij de consortia van de belangrijkste nog lopende Europese projecten (Limnoplast, Euroqcharm, Herewear en MOMENTUM), kennis te delen op de bijbehorende fora en lid te blijven van de CEN/ISO werkgroep CEN/TC 148/WG 47, waarin wordt gewerkt aan meetstandaarden voor MPV uit textiel. De aanpak van deze standaarden is in lijn met de in de kennisinventarisatie voorgestelde aanpak, maar publicatie wordt pas over 2 à 3 jaar verwacht. In de tussentijd kan Nederland al grote stappen maken en door de goede match qua aanpak ook meedoen met Europese programma's.

De partijen in de MPV-vervuilingsketen van textiel kunnen grofweg worden verdeeld in 3 groepen: textielindustrie, wasproces en waterbeheer. Bij elk van deze groepen horen meerdere partners uit het Stakeholdernetwerk MPV. Om te bepalen wat de beste vervolgaanpak is om zo snel en efficiënt mogelijk te komen tot een uniforme meetmethode voor MPV-verlies door de hele keten, is er voor elk van deze 3 groepen een inventarisatie gemaakt van (1) de verwachte aanpak voor MPV-vermindering op dit punt, (2) de gangbare aanpak om MPV-verliezen te bepalen op dit punt, (3) de benodigde bemonsteringsmethode en (4) de verwachte beste aanpak m.b.t. bewerkings- en analysemethode.

Tot en met het wasproces is bemonstering relatief eenvoudig omdat de verwachte MPV-concentratie hoog is en het water relatief schoon. Richting het einde van de keten (riool, waterzuivering, oppervlaktewater) wordt het water vuiler en/of de concentraties lager, wat bemonstering bemoeilijkt. Ook de voorbewerking en analyse van de monsters wordt lastiger richting het einde van de keten. Tot en met (het punt direct na) het wasproces is er daardoor de mogelijkheid om gecontroleerde experimenten uit te voeren die eenvoudig geanalyseerd kunnen worden, terwijl dit aan het einde van de keten door weinig invloed op het proces, vuil water en lage concentraties veel lastiger wordt. Om toch een volledig beeld te krijgen van het MPV-verlies door de keten heen, wordt het aangeraden om een eenvoudige analyse op basis van filtering en bepaling van massa per liter aan te vullen met een thermo-analytische kwantificatie, steekproefsgewijs aangevuld met microscopische of spectroscopische analyse. Met thermo-analytische kwantificatie kan de massafractie van een type polymeer in een monster relatief snel bepaald worden. De methode is relatief ook het minst gevoelig voor vervuiling, wat het over de gehele keten inzetbaar maakt.

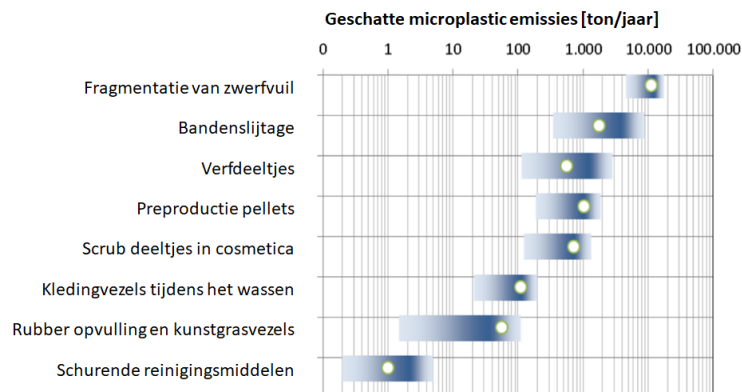
TNO is door het ministerie van I&W verzocht een plan voor het vervolgonderzoek te schetsen. De opzet van dit plan is om zo snel mogelijk de voorgestelde uniforme meetmethode verder uit te werken, te testen en hiermee ervaring op te doen in een iteratief proces van MPV-vermindering en verbetering van de bemonsterings- en analysetechnieken. Zo kunnen er grote stappen gemaakt worden, zodat Nederland haar verantwoordelijkheid kan nemen en voorbereid is om aan te sluiten bij de komende internationale richtlijnen. Hierbij wordt een ketenaanpak aangeraden, waarbij parallel op alle drie de hoofdpunten van de vervuilingketen (textiel, wasproces, waterbeheer) de MPV-concentraties in kaart gebracht worden en op korte termijn al begonnen wordt met het verfijnen van de meetmethode d.m.v. pilots. De resultaten van de pilots kunnen gebruikt worden om de eerste verbeteringsslagen qua MPV-afgifte vermindering te maken, waarna de metingen fijnmaziger uitgebreid kunnen worden voor een completer beeld. Daarnaast wordt een referentiestudie naar de effectiviteit van de concept meetmethode op representatieve referentiesamples aangeraden, moet er gewerkt worden aan Europese aansluiting, het opstellen van een gedetailleerd meetprotocol, het opstellen van een norm voor MPV-concentraties in water en de uitwerking van een goede aanpak voor monitoring en handhaving.

1. Inleiding

1.1 Microplastics uit textiel in het milieu

In de afgelopen jaren is de wereldwijde productie van zowel natuurlijke als synthetische vezels aanzienlijk gegroeid. De verwachting is dat in de komende 10 jaar deze productie zal groeien met zo'n 30%, van 110 miljoen ton in 2019 (TextileExchange, 2020) naar 145 miljoen ton in 2030. (Wagterveld R. M., 2020) Van deze vezels heeft het overgrote deel (~ 63 %) een synthetische oorsprong en deze fractie zal in de komende jaren alleen maar groeien. Het gebruik van synthetische materialen, zoals polyester en polyamide, heeft zo zijn voordelen: het is goedkoop, gaat langer mee en kan worden vermengd met natuurlijke vezels in blends om zo bepaalde eigenschappen te geven aan het textiel, zoals het afvoeren van vocht en het versterken van de vezels. De meest bekende combinatie van polyester blends is polykatoen en wordt vaak gebruikt bij sport- en buitenkleding door de verhoogde waterbestendigheid van polyester. (Silver Bobbin, 2021) Echter, het gebruik van synthetische vezels heeft ook een andere kant: uit onderzoeken is gebleken dat bij het wassen en het gebruik van synthetisch textiel, microplasticvezels (MPVs) vrijkomen en terechtkomen in het milieu (Browne M. A., 2011) (Almroth B. M. C., 2018).

MPVs, gedefinieerd als polymeer houdende vezels met een lengte tussen de 3 nm en 15 mm en met een minimale lengte tot diameter ratio van 3 (RAC, 2021), vallen onder de noemer microplastics. Microplastics komen van nature niet voor in het milieu en zijn daarom de afgelopen jaren intensief onder de aandacht vanwege het vormen van een potentiële bedreiging voor mens, milieu en dier. Omdat de effecten van deze deeltjes nog niet eenduidig zijn (Almroth B. M. C., 2018) (Wagterveld R. M., 2020), is het wenselijk vanuit het voorzorgsprincipe² om waar mogelijk de emissies van microplastics naar het milieu te minimaliseren.



Figuur 1 Geschatte microplastic emissies in stroomgebied Nederland weergegeven in ton per jaar. De kolommen laten de onzekerheidsmarge zien, de witte stippen zijn het gemiddelde. Afbeelding overgenomen van bron. (Verschoor A., 2018)

In 2018 heeft het RIVM onderzoek gedaan naar de bronnen van microplastics in Nederlandse wateren. (Verschoor A., 2018) Een overzicht van de geschatte microplastic emissies (in ton per jaar) is weergegeven in Figuur 1. Uit dit onderzoek en vele andere studies (De Falco F., 2020) (Jönsson C., 2018) (Cai, et al., 2020) (De Falco F., 2019) (Hernandez E., 2017) (Tiffin & al, 2021) komen MPVs, ontstaan tijdens het wassen van kleding, naar voren als een van de grootste bronnen van microplastics. Dit komt in Nederland neer op zo'n 110 ton aan microplasticvezels naar oppervlaktewater per jaar (Verschoor A., 2018). Met de verwachte groei van synthetisch textiel, zal deze emissie de komende jaren alleen nog maar toenemen.

Voor het voorkomen en verminderen van MPVs in water zijn dus maatregelen nodig. Om inzicht te krijgen wat effectieve maatregelen zijn tegen deze emissie, moet er gemeten kunnen worden wat de impact is van de mogelijk te nemen maatregel. Echter, momenteel is er geen eenduidige methodiek voor het meten van MPVs in water, wat vergelijking van onderzoeksresultaten onmogelijk maakt (Koelmans A. A., 2019).

² Voorzorgsprincipe: <https://www.duurzaambo.nl/ethiek-inleiding/7-juridische-principes>

1.2 Achtergrond van dit onderzoek

Met steun van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) is eind 2019 het Stakeholdernetwerk MPV (microplasticvezel) opgezet. Het doel van dit netwerk is om de **emissie van microplasticsvezels uit textiel naar het milieu** te verminderen en te voorkomen. Dit betreft afgifte naar water, lucht en bodem, maar in eerste instantie zal het netwerk zich vooral richten op water. Het gaat om stakeholders uit de textiel-, wasmachine- en wasmiddelenbranche, kennisinstututen, waterschappen, en niet-gouvernementele organisaties (NGO's). Een overzicht van de aangesloten partners in het Stakeholdernetwerk MicroPlasticVezels is weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1: Overzicht van de aangesloten partners in het Stakeholdernetwerk MicroPlasticVezels (MPV).

Categorie	Partner in het Stakeholdernetwerk MicroPlasticVezels
Textielbranche	INretail, Modint
Wasmachines	APPLiA, BSH Huishoudelijke apparaten, Electrolux, Miele
Wasmiddelen	NVZ, Senzora
Wasserijen	FTN, TKT
Waterschappen en drinkwater laboratoria	Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, Waterschap Rijnland, Waterschap Rivierenland, Waterschap Vallei-Veluwe, het Waterlaboratorium
Beleid	Ministerie I&W, Milieufederatie
Onderzoek	RIVM, Rijkswaterstaat (RWS), TNO, Universiteit Leiden, ZonMW
NGOs	Natuur en Milieu, Plastic Soup Foundation (PSF), Plastic Soup Surfer
Communicatie	Milieu Centraal, SiJu

In 2020 hebben er binnen het Stakeholdernetwerk MPV meerdere discussies plaatsgevonden over het verminderen van microplasticvezels tijdens wassen. Tijdens deze discussies zijn er een aantal acties geformuleerd die genomen kunnen worden om microplasticvezel emissies te verminderen. Een van de acties van deze discussies was dat er een universele meetmethode ontwikkeld moet worden, die zo breed mogelijk gebruikt kan worden door alle relevante stakeholders in de MPV-vervuilingsketen van textiel om de afgifte van vezels in water tijdens het wassen te meten. Om dit tot uitvoering te brengen is binnen het Stakeholdernetwerk MPV een werkgroep Uniforme Meetmethode opgesteld met partners die de meetmethode uiteindelijk zullen toepassen.

Beoogde toepassingen van de uniforme meetmethode

- Het bepalen van de factoren die de meeste invloed hebben op het verlies van vezels tijdens het wassen, zoals temperatuur, wasprogramma's, machine ontwerp, soort zeep, etc.
- Het bepalen van de efficiëntie van strategieën voor preventie en mitigatie, zoals het verbeteren van textiel om MPV-verlies te voorkomen, het wijzigen van het industriële productieproces of het gebruik van wasmachinefilters.
- Het kwantitatief vergelijken van de impact en haalbaarheid van de verschillende oplossingen en het uitzetten van impact vs. kosten. Het op basis hiervan categoriseren/groeperen van maatregelen. Wat is de beste volgorde? Hoe zullen de maatregelen geïntegreerd worden?
- Het bepalen van een acceptabel niveau: het werken naar een norm voor MPVs in water.

Mogelijke gerelateerde vervolgonderzoeken

- Pilotstudies in de textielketen voor het bepalen van relevante lokale factoren en het testen van oplossingen en mitigatie-strategieën.
- Bepalen van de efficiëntie van waterzuiveringssystemen voor het verwijderen van microplasticvezels uit rioolwater.
- Onderzoek naar microplastic verlies tijdens het dragen van kleren (airborne microplasticvezels).

In dit adviesrapport is door TNO een plan opgesteld voor de *ontwikkeling van een universele meetmethode voor het kwantificeren van microplasticvezelafgifte uit kleding in het afvalwater ten gevolge van wassen*. De eerste

stap in deze ontwikkeling is gezet door een gedegen overzicht te maken van reeds bestaande wetenschappelijke onderzoeken, studies en initiatieven met betrekking tot meetmethodieken voor afgifte van microplasticvezels uit kleding in water, zowel nationaal als internationaal, en op basis hiervan een vervolgadvis te vormen.

1.3 Opbouw van dit onderzoek

Het doel van de te onderzoeken meetmethode is het bepalen van de concentratie (gram per liter en/of deeltjes per liter) van microplasticvezels in water vrijgekomen bij het wassen van textiel. Deze methode zal vervolgens gebruikt worden om de concentraties van MPV uit textiel in de vervuilingketen van wassen van het textiel t/m het oppervlaktewater te bepalen. Het is dus van belang dat de methode zo uniform mogelijk over de keten toepasbaar is en onderling vergelijkbare meetwaarden oplevert: een uniforme meetmethode. Met behulp van de gemeten waarden kan vervolgens bepaald worden welke maatregelen naar verwachting de meeste impact zullen hebben om microplasticvezel afgifte in water te verminderen.

Het hier gerapporteerde onderzoek beslaat alleen de eerste stap richting een uniforme meetmethode: een kennisinventarisatie, een stakeholderinventarisatie en het daaruit volgende advies over de beste werkwijze hoe te komen tot de gewenste uniforme meetmethode. Op basis van deze stappen wordt ook een advies voor een vervolgprogramma gegeven.

1.3.1 Kennisinventarisatie

De kennisinventarisatie bestaat uit twee delen: het beantwoorden van een aantal relevante onderzoeksvragen in een literatuurstudie en het daaruit samenstellen van een concept voor een uniforme meetmethode.

Deel 1: het adresseren van de relevante onderzoeksvragen in een literatuurstudie.

Wat is de beschikbare kennis op dit gebied? Hierbij zijn de volgende concrete doelen nagestreefd:

- a) Het **identificeren van relevante parameters voor vezelafgifte tijdens wassen**, zoals het soort textiel, de chemische samenstelling, grootte, hoeveelheid en de aanwezigheid van andere stoffen in het afvalwater zoals zeep en vervuiling. Hierbij is aangesloten op de huidige stand van kennis van het Stakeholdernetwerk MPV en belangrijke landelijke & internationale programma's. De onderliggende vraag hierbij is in hoeverre er een methode ontwikkeld kan worden die zoveel mogelijk onafhankelijk is van de exacte was omstandigheden en de textielsoort.
- b) Het **identificeren van de meest relevante textielsoorten en welke soort synthetische vezels**. Hierbij is ook aangesloten op de huidige stand van kennis van het Stakeholdernetwerk MPV over welke soort textiel representatief is voor de praktijk. Is alleen polyester representatief genoeg? Welke soort textiel is het meeste verkocht? Welke soort textiel wordt het meest gedragen, meest gewassen? Welke vezeltypes zijn in dit geval het meeste relevant? Welke vezels kunnen zoveel mogelijk als 'model vezels' gelden (bijv. polyester en recyclede polyester)?
- c) Het **identificeren van de meest geschikte eenheid (unit) voor kwantificatie van MPV in water**, bijv. het aantal synthetische vezels (e.g. polyester en polyamide) per kg gewassen textiel of het gewicht aan synthetische vezels per liter water.

Deel 2: Het opstellen van een concept van een uniforme meetmethode.

Het streven is om een zo breed mogelijk inzetbare meetmethode te ontwikkelen, zodat deze toepasbaar is voor verschillende stakeholders in de productie- en waardeketen van textiel. Voor het concept is de informatie uit beschikbare bronnen gebundeld. Het concept is echter nog niet volledig afgebakend en getest, dit komt in een later stadium. Er is gekozen voor een modulaire opbouw (wasmodule; monsternamen-module; analyse-module) om zoveel mogelijk bij bestaande normeringsinitiatieven van microplastics te kunnen aansluiten.

1.3.2 Stakeholderinventarisatie

Wie doet wat op dit moment? Wat zijn alle relevante initiatieven die op dit moment lopen rond ontwikkeling van microplasticvezel verlies in water? Wat is de beschikbare kennis op dit gebied? Wat zijn de belangrijke initiatieven die binnen de EU lopen?

Naast de relevante stakeholders die aangesloten zijn in het Stakeholdernetwerk MPV, zijn internationale stakeholders en de relevante initiatieven rondom nieuwe meetmethodes in kaart gebracht. Hierbij is expliciet

aandacht besteed aan al bestaande stakeholderinitiatieven. Om draagvlak te kunnen realiseren op Europees niveau is ook geïnventariseerd met welke bestaande initiatieven het beste samengewerkt kan worden om een Europese uniforme meetmethode mogelijk te maken. TNO heeft hiervoor ook deelgenomen aan de NEN-commissie 'Textiel & Kleding', die is verbonden aan een CEN-initiatief voor het opstellen van een uniforme meetmethode voor microvezels in water.

1.3.3 *Vervolgadvies*

Op basis van de uitkomst van de kennisinventarisatie en de stakeholderinventarisatie wordt een advies geformuleerd voor de vervolgstappen om te komen tot een inzetbare uniforme meetmethode voor microplasticvezels uit kleding in water.

1.4 **Uitvoering van dit project**

De looptijd van dit onderzoek was van 1 maart 2021 tot en met 14 september 2021. Op 1 maart was er een kick-off met het Stakeholdernetwerk MPV. Vanaf dat moment is TNO begonnen met de kennisinventarisatie en het in kaart brengen van bestaande initiatieven met betrekking tot een meetmethode voor microplasticvezels uit kleding in water. TNO heeft zich hiervoor ook aangesloten bij de NEN-commissie Textiel & Kleding en overleggen bijgewoond en contact gelegd met belangrijke spelers in het veld zoals het Zweedse onderzoeksinstituut RISE³ het Belgische instituut Centexbel⁴ en the Microfibre Consortium (zie 3.3.1).

Op 10 mei is een eerste schets van de uitkomsten van deze activiteiten gepresenteerd aan de werkgroep Uniforme Meetmethode binnen het Stakeholdernetwerk MPV. Op basis van de uitkomsten bij deze presentatie en in overleg met de projectleider van I&W is besloten in de opvolgende weken directe gesprekken te voeren met vertegenwoordigers van de verschillende belangengroepen in het netwerk. Deze gesprekken vertegenwoordigen een belangrijk deel van het stakeholderonderzoek en zijn van groot belang geweest bij het vormen van een eindadvies en ter aanvulling van de kennisinventarisatie.

Op 16 juni zijn de uitkomsten van deze interviews, tezamen met een eerste versie van het advies gepresenteerd aan I&W en het Stakeholdernetwerk MPV. Op basis van vervolgesprekken met I&W is het advies verder uitgewerkt tot een adviesrapport. De definitieve versie van het rapport is opgeleverd op 14 september 2021, tezamen met een samenvatting in Powerpoint en Engelse vertalingen van beide documenten.

³ RISE: [Swedish research creating sustainable growth | RISE](#)

⁴ Centexbel: [Homepage | Centexbel - VKC](#)

2. Kennisinventarisatie

De kennisinventarisatie is opgedeeld in twee delen. Het eerste deel bestaat uit een inventarisatie van de meest relevante parameters voor MPV-afgifte uit textiel, de meest relevante textiel- en vezelsoorten en de meest geschikte eenheid voor kwantificatie van MPV-afgifte door de MPV-vervuilingsketen heen. In het tweede deel wordt, op basis van in de literatuur beschikbare informatie en gesprekken met het Stakeholdernetwerk MPV, een adviesconcept van de uniforme meetmethode uitgewerkt, bestaande uit 3 modules: wasmethode (1), bemonstering en voorbereiding (2) en analyse (3).

2.1 Adresseren van onderzoeksvragen in literatuurstudie

Inventarisatie van relevante parameters voor vezelafgifte

In de afgelopen jaren is er opkomende aandacht naar de aanwezigheid van microplasticvezels afkomstig van (het wassen van) textiel. Deze aandacht heeft geleid tot een grote hoeveelheid aan studies die onderzoek doen naar vezelafgifte tijdens wassen (Galvão & al, 2020) (Napper I., 2016) (Cai, et al., 2020) (De Falco F., 2018) (De Falco F., 2019) (De Falco F., 2020) (Tiffin & al, 2021) (Hernandez E., 2017) (Zambrano M. C., 2019) (Jönsson C., 2018). De diversiteit aan verschillende meetmethodieken in deze studies heeft als gevolg dat de resultaten van de vele studies moeilijk met elkaar te vergelijken zijn (Koelmans A. A., 2019). De studies geven echter wel een goed overzicht van de verschillende parameters die van invloed zijn op de vezelafgifte tijdens wassen. Deze parameters voor vezelafgifte zijn in te delen in twee categorieën; materiaaleigenschappen en wascondities. Op basis van beschikbare literatuur (Galvão & al, 2020) (Napper I., 2016) (Cai, et al., 2020) (De Falco F., 2019) (De Falco F., 2020) (Tiffin & al, 2021) (Hernandez E., 2017) (Zambrano M. C., 2019) (MERMAIDS, 2019) (Jönsson C., 2018), een recent reviewartikel over microvezel afgifte van textiel (Rathinamoorthy R., 2020) en input vanuit het Stakeholdernetwerk MPV, is er een overzicht gemaakt van de relevante parameters per categorie. In Tabel 2 is een opsomming van deze parameters weergegeven.

Tabel 2 Overzicht van relevante parameters voor vezelafgifte.

Categorie	Parameter
Materiaaleigenschappen	Polymeer type (polyester, nylon) Polymeer herkomst (virgin, verweerd, biobased, recycleat) Vezeleigenschappen (lengte, diameter, sterkte, helderheid) Gareneigenschappen (constructie, breeksterkte, twist, vorm, afwerking) Stofeigenschappen (constructie, dichtheid, harigheid, compactheid van de vezels, dikte, weefselstructuur, afwerking)
Wascondities	Duur Temperatuur Gebruik van detergents en wasverzachters Watervolume Type wasmachine type (front-load, top-load, commercieel, industrieel) Aantal wascycli Wasprogramma Belading van de was

Bij de meeste onderzoeken komt een aantal van deze parameters prominenter naar voren wat betreft hun rol bij het ontstaan van MPVs tijdens wassen. Voor de materiaaleigenschappen geldt dit voor de twist van de garen, het vezeltype, de weefselstructuur en de dichtheid van de garen. Met betrekking tot de wascondities geldt dit voor de aanwezigheid van detergents en wasverzachters, het wassen op hoge temperaturen, het type wasmachine en het watervolume van de was. (Rathinamoorthy R., 2020). Deze parameters en hun verwachte impact op de vezelafgifte zijn omschreven in Tabel 3.

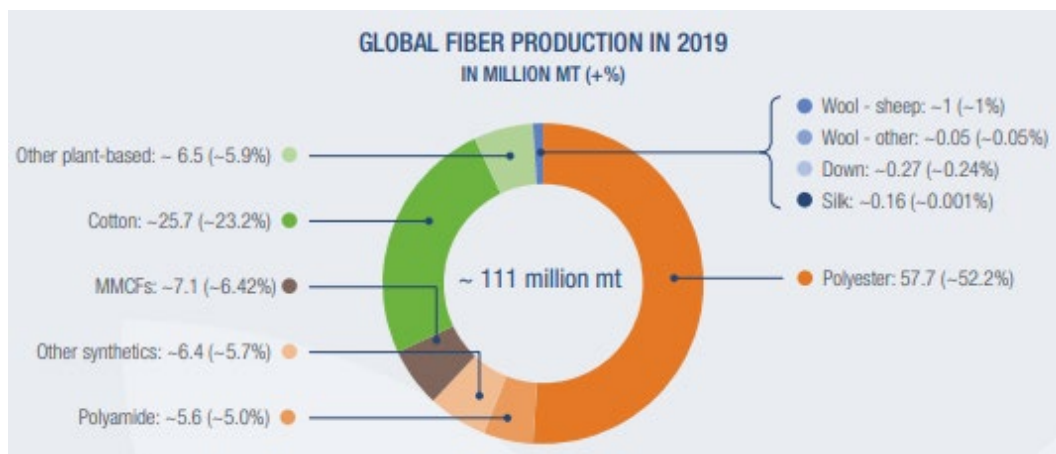
Tabel 3 Parameters en de invloed op vezelafgifte

Parameter	Invloed op vezelafgifte
Garentwist	Een hogere garentwist resulteert in lagere vezelafgifte tijdens wassen.
Vezeltype	Een stapelvezel heeft een hogere vezelafgifte ten opzichte van continue filamenten.
Weefselstructuur	Een weefsel met een hogere garendichtheid per lengte-eenheid is sterker, waardoor er minder vezelafgifte plaatsvindt tijdens wassen.
Detergenten	De aanwezigheid van detergenten in het wasproces verhoogt het vezelverlies in vergelijking tot wassen met alleen water.
Wastemperatuur	Wassen op een hoge temperatuur zorgt ervoor dat de beschermende laag rondom de vezels wordt verwijderd, waardoor de stof beschadigt en er meer vezelafgifte plaatsvindt tijdens wassen in vergelijking tot wassen op een lagere temperatuur.
Type wasmachine	Een bovenlader wasmachine heeft een hogere vezelafgifte ten opzichte van een wasmachine met voorlader.
Watervolume	Een hoger watervolume resulteert in hogere vezelafgifte tijdens wassen.

2.1.1 Identificatie van meest relevante textielsoorten en welke soort synthetische vezels

Het ontstaan van synthetische vezels als gevolg van het wassen van kleding wordt geschat als een van de grootste bronnen van microplastics in Nederlandse wateren (Verschoor A., 2018). Maar om wat voor type polymeer gaat dit? Wat is hier de meest relevante textielsoort en om wat voor soort synthetische vezels gaat dit?

Het aandeel synthetische vezels in de textielindustrie is sinds de jaren 90 groter dan het aandeel natuurlijke vezels zoals wol, zijde en katoen (TextileExchange, 2020). In 2019 was de productie van synthetische vezels rond de 70 miljoen mt (mt = metrische tonnen), wat in 2019 uitkwam op 63% van de totale productie vezels (111 miljoen mt, zie Figuur 2). Van deze 63% is het grootste deel polyester (~57,7 miljoen mt), met daaropvolgend nylon (in Figuur 2 genoemd als polyamide, ~5,6 miljoen mt).



Figuur 2 Wereldwijde vezelproductie in 2019 in miljoen mt. MMCF = Man Made Cellulosic Fibres. Afbeelding overgenomen van bron. (TextileExchange, 2020)

Polyester is de meest geproduceerde synthetische vezel en komt ook steeds vaker naar voren als grootste aandeelhouder in de MPV-vervuilingsketen naar water (Rathinamoorthy R., 2020). Het overgrote deel van de synthetische vezels gedetecteerd in water zijn polyestervezels, maar ook de aanwezigheid van andere synthetische vezels van nylon en acryl zijn aangetoond in water (Napper I., 2016).

Vanuit het Stakeholdernetwerk MPV wordt dit bevestigd: de samenstelling van textiel is in 95% van de gevallen: katoen, polyester, of een polyester-katoen mix. Al meerdere jaren stijgt wereldwijd het katoengebruik, maar de katoenproductie kan moeilijk worden opgeschaald. Om hiervoor te compenseren wordt er steeds meer polyester toegevoegd in blends. Voor een optimaal resultaat, wordt polyester zo geproduceerd dat deze goed mengt met

het katoen: als een stapelvezel. De toevoeging van polyester heeft ook zo zijn voordelen: de stof wordt steviger, heeft een langere levensduur en is goedkoper.

Samengevat komt zowel uit de literatuur als uit het Stakeholdernetwerk MPV een duidelijke modelvezel naar voren: de polyestervezel. Hierbij wordt ook onderscheid gemaakt van twee type vezels: de continue filamenten en de stapelvezels. Beide vezeltypen worden veelvuldig gebruikt in de textielindustrie. (Wang D., 2015)

2.1.2 Identificatie van eenheid voor methode

Voorafgaand aan het opstellen van een uniforme meetmethode, is het essentieel om een indruk te krijgen op basis van input uit het Stakeholdernetwerk MPV wat de gewenste eenheid voor kwantificatie is. Wat voor informatie hebben zij nodig om MPV-emissies naar het milieu te kunnen aanpakken? Dit heeft sterke invloed op de uiteindelijke bemonstering, manier van monsterpreparatie en de methode voor kwantificatie.

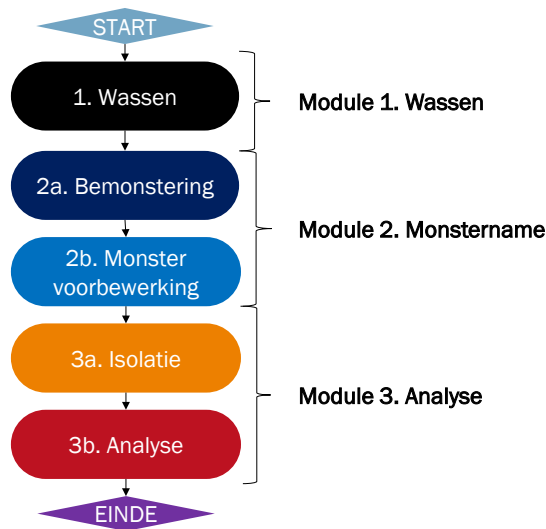
Een overzicht van de meest gebruikte eenheden uit de literatuur is hieronder weergegeven:

- Aantal (plastic) vezels/volume water
- Aantal (plastic) vezels/massa gewassen textiel
- Aantal (plastic) vezels/wascyclus
- Massa (plastic) vezels/volume water
- Massa (plastic) vezels/massa gewassen textiel
- Massa (plastic) vezels/wascyclus

In het Stakeholdernetwerk MPV zijn er meerdere partijen die elk op een ander punt van de keten zullen gaan meten. Zo zal er direct na een wasmachine gemeten worden, maar ook verderop in de keten bij de waterzuivering. Een eenheid waarbij informatie nodig is vanuit het wasproces, zoals de hoeveelheid gewassen textiel, is voor een aantal plekken in de keten ongeschikt omdat deze informatie verloren gaat. Het is daarom belangrijk dat de gekozen eenheid onafhankelijk is van informatie uit het wasproces. Vanuit het Stakeholdernetwerk MPV kwam ook naar voren dat er behoefte is om te kijken naar de hoeveelheden MPVs per volume water. De eenheden die dan overblijven zijn: aantal (plastic) vezels/volume water en massa (plastic) vezels/volume water. Afhankelijk van de gebruikte analysemethode in de meetmethode zal dus het aantal vezels of het massa aandeel van de vezels moeten worden bepaald. Afwegingen voor het bepalen van de meest geschikte analysemethode, worden behandeld in de volgende paragraaf (zie Module 3 Analyse).

2.2 Concept uniforme meetmethode

De concept meetmethode is opgedeeld in 3 modules; wassen, monsternamen en de analyse, waarvan enkele onderverdeeld in meerdere stappen. Module 1 bestaat uit maar één stap: wassen. Module 2 bestaat uit twee stappen: bemonstering en monstervoorbewerking. Module 3 bestaat ook uit twee stappen: isolatie en analyse. Een overzicht van de verschillende modules en de stappen daarin is weergegeven in Figuur 3.



Figuur 3 Overzicht van verschillende stappen in de concept meetmethode.

2.2.1 Module 1. Wassen

In onderstaande module wordt er een overzicht gegeven van ontwikkelde wasmethodes die bekend zijn uit relevante onderzoeksinitiatieven en wordt er een advies gegeven over welke wasmethode toegepast kan worden voor de uniforme meetmethode.

Ten behoeve van het minimaliseren van experimentele variabelen, zijn er meerdere instanties bezig (geweest) met het opstellen van wasmethodes voor het meten van vezelafgifte tijdens wassen. In deze wasmethodes is vastgelegd hoe het textiel moet worden voorbereid voorafgaand aan het wassen (textielvoorbewerking), welk type wasmachine er wordt gebruikt, wat voor wasprogramma en detergents er worden gebruikt en hoe de machine na het wassen wordt nagespoeld. Belangrijk om mee te nemen is dat het hier gaat om het vastleggen van specifieke experimentele wascondities voor bijvoorbeeld studies naar verbeteren van textiel om MPV-verlies te voorkomen. Bij bepaalde plekken in de MPV-vervuilingsketen van textiel is het niet mogelijk om deze wascondities aan te passen, bijvoorbeeld bij de industriële wasserijen of bij de waterzuiveringsinstallaties. In deze gevallen zal de meetmethode bij de bemonstering van de vezels uit het water (module 2) beginnen.

Er is een inventarisatie gemaakt van wasmethodes die reeds gebruikt en ontwikkeld zijn: de ISO 105-C06 methode (ISO, 2010), de Leeds methode (Tiffin & al, 2021), de INDITEX-methode (INDITEX, 2019), de Eurofins methode (Eurofins, 2020) en de CNR⁵ methode (MERMAIDS, 2019)⁶. Een overzicht van deze methodes is weergegeven in Tabel 4.

⁵ CNR: [Home | Consiglio Nazionale delle Ricerche \(cnr.it\)](https://www.cnr.it/)

⁶ MERMAIDS: [LIFE 3.0 - LIFE Project Public Page \(europa.eu\)](https://www.europa.eu/)

Tabel 4 Overzicht van 5 verschillende experimentele wasmethodes.

Methode	ISO 105-C06	Leeds	INDITEX	Eurofins	CNR
Toepassing	Mix van vezels (ISO 1833)	Synthetische vezels en mengsels	Synthetische vezels en mengsels	Synthetische vezels en mengsels	Synthetische vezels en mengsels
Textiel voorbereiding	Conditionering Volgens ISO 139: 20 °C +/- 2 °C; 65% vochtigheid	In de oven (Op 50 °C voor 4u)	Conditionering 20 °C +/- 2 °C, 60-68 % vochtigheid	Conditionering: 20°C +/- 2 °C, 60-68 % vochtigheid	n.v.t.
Wasmachine	Wascator volgens ISO 6330	Gyrowash (lab machine) Industriële/ Huishoudelijkewas	GIRBAU industriële/ Huishoudelijke was	7 L cylinder, met perpendiculaire bewegingen	Conventionele BOSCH machine
Wasprogramma	Volgens etiketten en wasvoorschriften	45 min op 40 °C - 360 mL gedeïoniseerd water+ 50 metalen ballen	Volgens huishoudelijke- en professionele wasprogramma's: 60 min. op 40 °C (conventioneel), 30 min op 20 °C (delicaat), 30 min op 20 °C (Natte reiniging)	Met behulp van schijven, 30 min, 48 rpm	Synthetische vezels: 1u 47 min. op 40 °C en 1200 rpm
Detergent	Geen detergent	n.v.t.	Commerciële detergents (vloeistof)	n.v.t.	n.v.t.
Na was/ Na spoeling	2 opeenvolgende wasbeurten inbegrepen in methode	Spoelen van de buizen met gedestilleerd water	1 na was inbegrepen in methode + 1 afvoerwas	1 na was inbegrepen in methode + 1 afvoerwas	2 keer na was

De ISO methode betreft een wasprocedure die beschreven staat in ISO 105-C06 (gepubliceerd in 1994, revisie in 2010) en wordt gebruikt als standaard voor textieltesten op kleurvastheid. Deze al ontwikkelde standaard wordt door verschillende partijen ook toegepast voor onderzoek naar MPV-afgifte tijdens wassen, deze methode is echter niet specifiek ontwikkeld voor MPV-onderzoek. De Leeds wasmethode is ontwikkeld door de Universiteit van Leeds (UoL) in samenwerking met the Microfibre Consortium (tMC⁷). De methode staat beschreven in een recent gepubliceerd artikel van Tiffin (Tiffin & al, 2021). Momenteel is deze methode voorgesteld aan werkgroep 34 van ISO commissie 38, die zich bezighoudt met het opstellen van meetmethodes voor het kwantificeren van microvezelafgifte tijdens wassen (zie voor meer informatie over deze werkgroep en de gerelateerde CEN werkgroep sectie 3.3.2). De INDITEX en Eurofins methodes zijn intern opgestelde procedures die niet aangesloten zijn bij een consortium of ander initiatief. De CNR methode is ontwikkeld in het MERMAIDS project, een 3 jarig EU LIFE+ project dat onderzoek deed naar mitigatie strategieën voor microplasticvezels veroorzaakt door het wassen van textiel. Het MERMAIDS project is afgerond eind 2016. De CNR methode wordt ook gebruikt voor het WOMA-label⁸.

Advies module 1

Door de behoefte aan aansluiting met andere/Europese initiatieven voor de verdere ontwikkeling van een uniforme meetmethode, is het advies om module 1 zoveel mogelijk aan te laten sluiten bij de CEN-ISO methode die verwacht wordt begin 2024. Deze methode zal sterk overeenkomen met de Leeds wasmethode zoals beschreven in het artikel van Tiffin (Tiffin & al, 2021). Uit gesprekken met verschillende Europese stakeholders (RISE, Centexbel) en uit de gesprekken met deelnemers van het Stakeholdersnetwerk MPV, kwam naar voren dat deze recent uitgekomen publicatie van Tiffin breed gedragen wordt in de textielwereld. Daarnaast is deze methode het meest recent vergeleken met andere methodes (Leeds 2021, CNR 2019 en ISO 2010) en is de methode tot

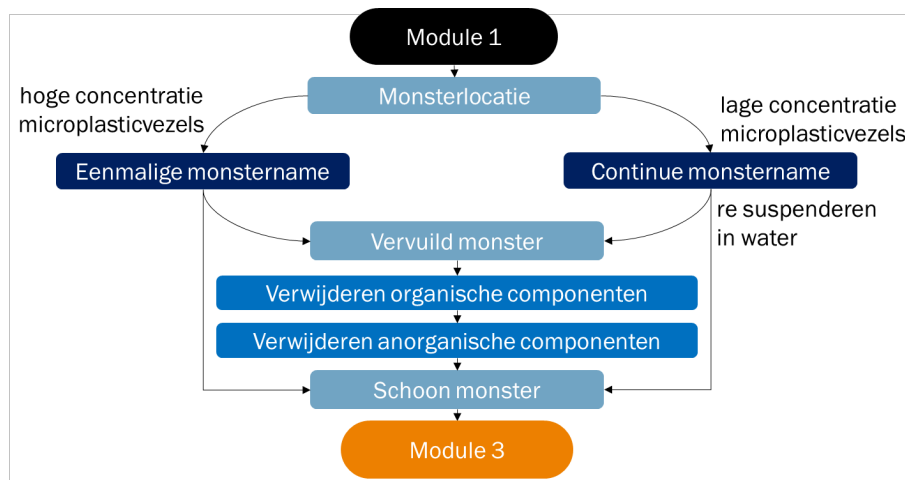
⁷ tMC: [The Microfibre Consortium](#)

⁸ [Benchmark for plastic microfiber release - Ocean Clean Wash](#)

stand gekomen in samenwerking met meerdere Europese partijen (CIA⁹, tMC). Deze wasmethode is dus al bekend bij belangrijke Europese initiatieven en daarom het meest geschikt voor eventuele aansluiting.

2.2.2 Module 2. Monstername

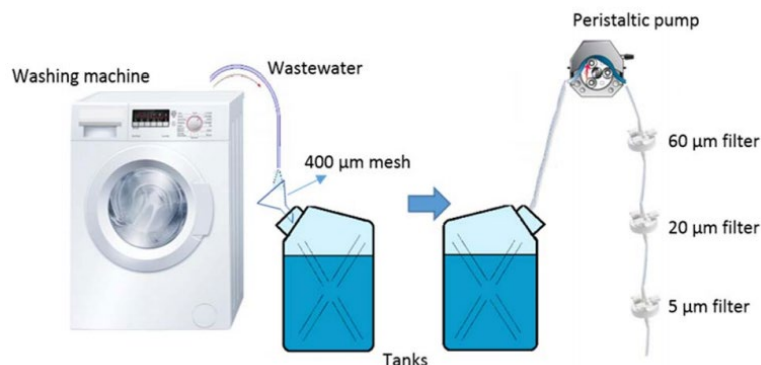
Afhankelijk van waar je het gehalte MPV wilt bepalen, zijn er andere bemonstering en monster voorbereidingsstappen nodig. Deze stappen zijn namelijk sterk afhankelijk van het type water (oppervlaktewater vs. end-of-pipe monstername dicht bij de bron), de vervuiling aanwezig in het water en de verwachte concentratie MPVs (Okoffo E. D., 2019). In onderstaand flowschema (zie Figuur 4) is module 2 schematisch weergegeven. In deze module zal onderscheid gemaakt worden tussen 2 stappen: de bemonstering (**stap 2a**) en de monstervoorbereiding (**stap 2b**). Per stap zal er een overzicht worden gemaakt van de meest gebruikte methodes en de daarbij horende overwegingen voor de uniforme meetmethode.



Figuur 4 Flowschema module 2 (monstername)

Bemonstering

Bemonstering van het juiste volume aan water is een essentiële eerste stap naar een nauwkeurige identificatie en kwantificatie van MPVs in water. Vanwege het grote scala aan verschillende type wateren in de gehele MPV-vervuilingsketen van textiel, is het ook noodzakelijk dat er verschillende soorten bemonsteringstrategieën worden toegepast voor het aantonen van MPVs door de keten. Voor het bemonsteren van MPVs in water wordt er onderscheid gemaakt van twee verschillende bemonsteringstrategieën: *eenmalige monstername* en *continue monstername*.



Figuur 5 Schematische weergave van eenmalige monstername van het afvalwater van een wasmachine. Afbeelding overgenomen van bron (De Falco F., 2019).

⁹ CIA: [Cross Industry Agreement - EURATEX](#)

Eenmalige monstername

We spreken van eenmalige monstername als er een bepaald volume water op een specifiek tijdstip wordt bemonsterd (Okoffo E. D., 2019). Een eenvoudig voorbeeld van eenmalige monstername is het vullen van een jerrycan of emmer van 1 L in het oppervlaktewater van een rivier (Razeghi N., 2021) (Pieke, 2021). Dit type bemonstering heeft als beperking dat er per keer maar kleine volumes water kunnen worden bemonsterd, waardoor deze techniek veelal wordt gebruikt in situaties waar een hoge concentratie te meten deeltjes wordt verwacht. Verder wordt deze techniek alleen toegepast wanneer het mogelijk is om het gehele watervolume op te vangen.

Dit is bijvoorbeeld het geval na een wasmachine; de afvoerslang kan worden aangesloten op een monstervat om alles op te vangen. Tussen de afvoer en het afvalvat kan eventueel nog een filter worden geplaatst om de grotere stukken (deeltjes > 5 mm) alvast uit de matrix te verwijderen. Een schematische opstelling van deze type bemonstering is weergegeven in Figuur 5 (De Falco F., 2019). In deze opstelling is na de eenmalige monstername ook nog gebruik gemaakt van een cascadefiltratie (set van zeven/filters op elkaar) die is aangedreven door een peristaltische pomp. De combinatie van eenmalige monstername met de cascadefiltratie is een eenvoudige methode om een preselectie van de grootte van de vezels te krijgen. Het individuele filtermateriaal kan dan per grootteverdeling worden geanalyseerd.

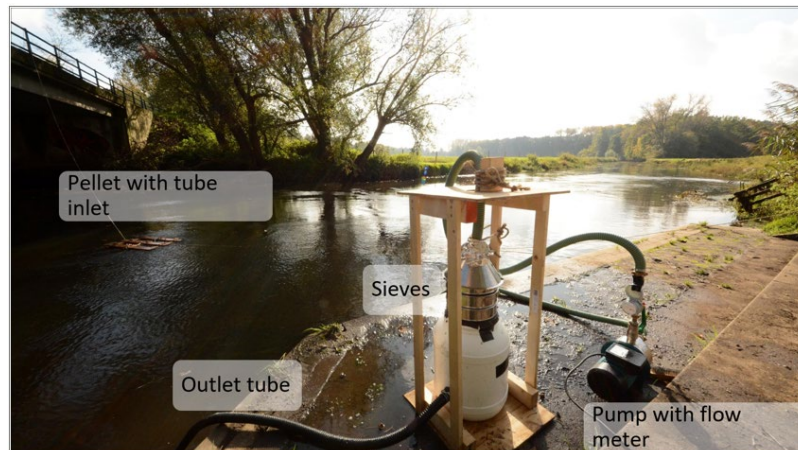
Continue monstername

Zoals hierboven benoemd, is de hoeveelheid water die moet worden bemonsterd sterk afhankelijk van de concentratie te meten deeltjes in het water. De analyse van water met lage concentraties te meten deeltjes vereist daarom ook grote volumes aan water *om een minimum aantal/massa deeltjes te kunnen meten*. Volumereducerende bemonstering door middel van een continue monstername is voor water met lage concentraties de aangewezen bemonsteringsstrategie. We spreken van continue monstername wanneer er over een langere tijdsperiode bemonstering wordt uitgevoerd. Dit kan door middel van actieve filtratie middels een pompsysteem en cascadefiltratie (zie rechteropstelling in Figuur 5) (WUR/KWR, 2019), het gebruik van in-line centrifuge apparatuur (Hildebrandt L., 2019) of passieve bemonstering middels verschillende typen netten in het water (Razeghi N., 2021). Doordat er over een langere tijd deeltjes worden opgevangen, zal het uiteindelijk te analyseren monster relatief geconcentreerd zijn en is het niet nodig om grote volumes water te transporten naar een laboratorium voor analyse (Huppertsberg & al, 2018).

Een voorbeeld waarbij continue monstername als bemonsteringsstrategie is toegepast, is in het TRAMP-protocol (WUR/KWR, 2019). Een weergave van de gebruikte opstelling is weergegeven in Figuur 6. In deze opstelling wordt door middel van een pomp met flowmeter het water door een set van zeven geleid waarna het resterende water via een buis weer geloosd wordt in het water (WUR/KWR, 2019).

Bij gebruik van netten voor continue monstername, is het nadeel dat er maar van 1 poriëgrootte gebruik kan worden gemaakt (Huppertsberg & al, 2018). Daarnaast heeft het gebruik van netten ook als gevolg dat er minder grote volumes kunnen worden bemonsterd vanwege verstoppingen die plaats vinden in de netten. Om deze redenen, is het gebruik van (sleep)netten voor het bemonsteren van microplasticvezels afgeraden (Razeghi N., 2021).

Vele onderzoeken naar de aanwezigheid van microplasticvezels in verschillende type oppervlaktewateren gebruiken verscheidene bemonsteringstechnieken voor het opvangen van de vezels. Evaluatie van deze technieken laat zien dat om de meeste vezels, zo niet alle, op te vangen, het water gefilterd moet worden door poriëgroottes die kleiner zijn dan de gemiddelde (micro)vezeldiameter (Ryana P. G., 2020). Dit komt erop neer dat om zoveel mogelijk van de vezels in het water te bemonsteren, er een minimale poriëgrootte van tussen de 15 – 20 µm moet worden gebruikt. Het gebruik van deze poriëgroottes heeft echter als gevolg dat de filters snel verstopt raken. Om dit te voorkomen is het gebruik van een stapsgewijze cascade-filtratie aangeraden: met deze monsternamestrategie wordt de fractionering van de deeltjes van verschillende grootteklassen mogelijk en wordt het verstopping van filters met fijne poriën geminimaliseerd (Huppertsberg & al, 2018) (ASTM International, 2020). Er wordt aangeraden om de volgende reeks roestvrijstalen (RVS) zeven toe te passen: 5000 µm, 500 µm, 150 µm, 20 µm (ASTM International, 2020). Eventueel kan er nog een laatste zeef worden toegevoegd van 5 µm.



Figuur 6 Weergave van bemonsteringsopstelling zoals beschreven in het TRAMP-protocol. (WUR/KWR, 2019)

Een alternatieve volume-reducerende bemonsteringstechniek is middels *in-line* centrifugeren (Hildebrandt L., 2019). Er wordt gebruik gemaakt van een centrifuge systeem wat de vaste deeltjes (inclusief de MPVs) uit het water haalt. De techniek lijkt veelbelovend omdat nadelen zoals filterverstoppingen en deeltjesgrootte-discriminatie kunnen worden verminderd (Hildebrandt L., 2019).

Monstervoorbewerking

Nadat het water is bemonsterd, zal er afhankelijk van de vervuiling in het water nog enkele voorbewerking nodig zijn voorafgaand aan de analyse. Voor het opwerken van het monster zullen zowel de organische- als de anorganische componenten moeten worden verwijderd uit de matrix. Dit gaat middels degradatie (verwijderen organische componenten) en scheiding op basis van dichtheid (verwijderen van anorganische componenten) (Okoffo E. D., 2019).

Verwijderen organische componenten

De meest toegepaste methodes voor het verwijderen van organische componenten uit watermonsters zijn degradatie in een zure of alkalische omgeving, enzymatische degradatie en oxidatie. (Lusher A. L., 2020) (Sun J., 2019) (Hurley R. R., 2018). Het is echter aangetoond dat bij het verwijderen van organische componenten door het toevoegen van zuren en logen aan de matrix, veel voorkomende plastics en polymeren zoals nylon en polyester ook afbreken in de oplossing (Enders K., 2017) (Al-Azzawi M. S. M., 2020).

De effectiviteit van enzymatische degradatie voor het verwijderen van organisch materiaal met behoud van polymeren en plastics is daarentegen wel aangetoond. Deze methode draagt echter het nadeel van hoge kosten met zich mee en is tijdrovend, met een tijdsduur van soms wel 2 weken per monster (Lusher A. L., 2020). Door deze factoren is degradatie met behulp van enzymen niet geschikt voor het verwerken van grote hoeveelheden watermonsters.

In het geval van degradatie in de aanwezigheid van waterstofperoxide (oxidatie), is de mate van efficiëntie sterk afhankelijk van de temperatuur van de reactie. Bij hogere temperaturen vindt er afbraak van bepaalde polymeren plaats (Koelmans A. A., 2019). Door toevoeging van Fenton's reagens (ijzerhoudende katalysator) kan deze reactie op lagere temperaturen worden uitgevoerd, waarbij een effectieve verwijdering van minimaal 80% van de organische componenten haalbaar is (Hurley R. R., 2018).

Vanwege de lagere kosten en de kortere reactietijd is degradatie per oxidatie in de aanwezigheid van het Fenton's reagens de aanbevolen methode voor het verwijderen van organische componenten uit watermonsters.

Verwijderen anorganische componenten

Voor het verwijderen van anorganische componenten uit water, wordt veelal dichtheidsscheiding met behulp van zoutoplossingen toegepast (Lusher A. L., 2020) (Campanale C., 2020). Deze dichtheidsscheiding gebaseerd op

de dichtheid van zoutoplossingen, zorgt ervoor dat microplasticdeeltjes met een lage dichtheid gaan drijven en de anorganische componenten met een hogere dichtheid naar de bodem van de vloeistof zakken (BASEMAN, 2018). Veelgebruikte zoutoplossingen zijn natriumchloride (NaCl (aq), dichtheid $1,2 \text{ g/cm}^3$), zinkchloride (ZnCl_2 (aq), dichtheid $1,5 - 1,7 \text{ g/cm}^3$) en natriumjodide (NaI (aq), $1,6-1,8 \text{ g/cm}^3$).

Dichtheidsscheiding met een NaCl -oplossing is goedkoop en zorgt ervoor dat de vezels met een lage dichtheid naar het oppervlak drijven. Deze techniek is echter niet effectief voor polymeren met een hogere dichtheid, zoals polycarbonaat, polyurethaan of polyester (Campanale C., 2020). Voor effectieve scheiding van deze polymeren is dichtheidsscheiding met ZnCl_2 of NaI nodig. Hierbij is ZnCl_2 de meest voor de hand liggende keuze omdat de kosten van deze methode lager zijn dan die voor NaI (Rodrigues M.O., 2020). Tevens is het aangetoond dat hergebruik van de oplossing mogelijk is, met een efficiëntie van boven de 95% na 5 maal hergebruik. Ondanks dat het gebruik van ZnCl_2 als het meest effectief en goedkoop wordt beschouwd, is het een zeer gevaarlijke en bijtende stof. Hierdoor is zorgvuldige behandeling, verwijdering en recycling van deze zoutoplossing essentieel wanneer deze gebruikt wordt (BASEMAN, 2018).

In Figuur 7 zijn voorbeeldopstellingen weergegeven van de verschillende voorbereidingsstappen die staan beschreven in module 2.



Figuur 7 Voorbeeldopstellingen voor de degradatie (links en midden) en dichtheidsscheiding (rechts) voor de verwijdering van organische en anorganische componenten. Afbeelding overgenomen van bron (Campanale C., 2020).

2.2.3 Module 3 Analyse

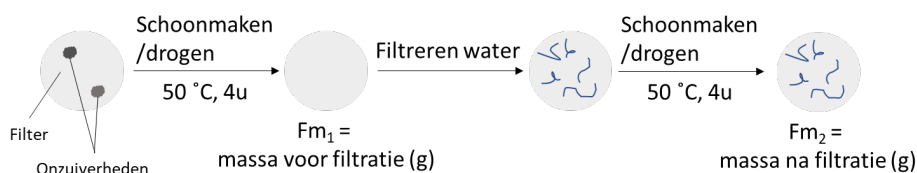
De laatste module in de meetmethode is de analyse van de MPVs. Module 3 bestaat uit twee verschillende stappen; de isolatie (**stap 3a**) gevolgd door de analyse (**stap 3b**). Voor de analyse van MPVs in water zijn er meerdere analysetechnieken beschikbaar die in te delen zijn in 4 verschillende groepen; massabepaling, microscopische technieken, spectroscopische technieken en thermo-analytische technieken (zie Tabel 5 en (Primpke S., 2020)). Een zeer uitgebreide uiteenzetting van deze analysetechnieken is te vinden in het artikel van Primpke *et al.* (Primpke S., 2020). De isolatiestap van de MPVs is afhankelijk van de gebruikte analysetechniek.

Tabel 5 Beknopt overzicht van analysetechnieken voor MPV-analyse

Analysetechnieken	Voorbeelden
Massabepaling	Bepaling van massa m.b.v. een analytische balans
Microscopische technieken	Lichtmicroscopie, Elektronenmicroscopie (zoals SEM)
Spectroscopische technieken	Fourier-transform infraroodspectroscopie (FTIR), Raman-spectroscopie (Raman)
Thermo-analytische technieken	Pyrolyse- of Thermische Extractie en Desorptie gecombineerd met Gas Chromatografie – Massa Spectrometrie (pyr-GCMS en TED-GCMS)

Massabepaling

Zoals al af te leiden is uit de naam van deze techniek, wordt met massabepaling de massa van de deeltjes in water bepaald. Dit gebeurt veelal door het gehele watermonster te filtreren en vervolgens het filter te wegen (vooraf en achteraf) (Tiffin & al, 2021). Bij deze techniek is het dus sterk van belang dat de massa die bepaald wordt, ook daadwerkelijk afkomstig is van de vaste deeltjes in het water en niet van vervuilingen van het filter zelf of andere aanwezige contaminanten. Het is daarom essentieel dat de filters voor en na filtratie schoon worden gemaakt door deze, bijvoorbeeld, te drogen in de oven (voorbeeld: op 50 °C voor minimaal 4 uur) (Tiffin & al, 2021). In deze methode wordt gebruik gemaakt van glasvezelfilters met een poriegrootte van 1.6 µm. Een schematische weergave van de werkwijze van deze analysetechniek is weergegeven in Figuur 8.



Figuur 8 Schematische weergave van de isolatie en analyse van MPVs middels massabepaling

Om uiteindelijk de massa van de vaste deeltjes in het water te bepalen (het residu), kan de volgende formule worden toegepast:

$$M_r = \text{massa residu (g)} = F_{m2} - F_{m1}$$

Waarbij:

F_{m1} = de droge massa van het filter voor filtratie (in gram)

F_{m2} = de droge massa van het filter na filtratie (in gram)

Door deze analysetechniek toe te passen voor het bepalen van MPVs in water, wordt er inzicht verkregen over de totale massa van de vaste stoffen in de matrix. Deze techniek is snel, eenvoudig en daarom ook zeer goedkoop (Tiffin & al, 2021). Deze techniek biedt echter geen inzicht over de polymeersamenstelling, het aantal vezels en de grootte daarvan. De massa van het residu wordt bepaald, wat als gevolg heeft dat met deze analysetechniek er vaak een overschatting gemaakt wordt van het aandeel MPVs doordat er geen onderscheid gemaakt kan worden tussen de vezels en eventueel nog aanwezige contaminatie. Deze techniek is daarom alleen geschikt wanneer de aanwezigheid van andere soorten contaminanten in het water kan worden geminimaliseerd en/of uitgesloten.

Microscopische technieken

Wanneer microscopische technieken worden toegepast voor de analyse van MPVs in water, wordt er aan de hand van afbeeldingen het aantal en de grootte van de deeltjes bepaald. Dit beeld wordt veelal verkregen door het water te filteren om vervolgens te bekijken onder een microscoop. Doordat er een beeld moet worden gemaakt, is filtratie van het gehele watermonster vaak niet mogelijk door een opeenstapeling van vezels op het filter, wat onderscheid tussen vezels onmogelijk maakt (Galvão & al, 2020). Om dit te voorkomen is het dus nodig om maar een deel van het monster te analyseren door middel van zogeheten sub-sampling. Deze sub-sampling is sterk afhankelijk van de concentratie vezels (en andere vaste deeltjes) in het water en zal dus moeten worden geoptimaliseerd per type water/situatie. Naast beeldmateriaal van filters, kunnen er ook beelden *in-line* worden gemaakt met behulp van Dynamic Image Analysis (DIA) (Sympatec, 2021) (Hohenstein, 2021). Meerdere technieken op basis van laser diffractie maken het mogelijk om beelden te maken van deeltjes in een gecontroleerde waterstroom om zo het aantal deeltjes en de grootte daarvan te bepalen.

Dus, op basis van een beeld dat gemaakt wordt, kan er informatie verkregen worden over de grootte en aantallen deeltjes in water. Een groot nadeel van microscopische technieken is dat er geen onderscheid van polymeertype kan worden gemaakt. Dit kan alleen wanneer er een voorbewerkingstap bij zit waarbij andere componenten verwijderd worden uit de matrix (Hohenstein, 2021). Dus, hoe complexer het te meten mengsel is, des te complexer de voorbewerking zal zijn wanneer deze techniek gebruik wordt. Microscopische technieken zijn daardoor redelijk arbeidsintensief, zeker bij het analyseren van complexe watermonsters.

Spectroscopische technieken

Voor de analyse van MPVs in water met behulp van spectroscopische technieken, wordt er op basis van opgenomen spectra informatie verkregen over de chemische samenstelling van de deeltjes in de matrix, bijvoorbeeld door middel van Fourier-transform infraroodspectroscopie (FTIR) of Ramanspectroscopie (Raman) (Corami F., 2020). Door spectroscopische technieken te combineren met microscopische technieken, kan er naast polymeeridentificatie, ook informatie worden verkregen over de grootte en aantallen deeltjes in de matrix (Napper I., 2016). Er wordt dan eerst een beeld gemaakt van de aanwezige deeltjes, waarna er per deeltje een spectrum kan worden opgenomen (Kaplanscientific, 2021). Omdat hier dus ook een (statisch) microscopisch beeld moet worden gemaakt van de deeltjes in de matrix, is dezelfde isolatiestrategie nodig als voor microscopische technieken. Afhankelijk van de hoeveelheid deeltjes in het water, kan het gehele watermonster of alleen een gedeelte hiervan gefilterd worden. Dus, door spectroscopische technieken te combineren met microscopische technieken kan het aantal, de grootte, de vorm en het polymeertype van de deeltjes in het water worden bepaald.

Ondanks dat er dus veel informatie verkregen wordt met behulp van deze techniek, brengt deze analysemethode ook nadelen met zich mee. Zo zijn de aanschafkosten van de meetapparatuur vaak hoog (Primpke S., 2020), vereist deze techniek de nodige monstervoorbewerking (arbeidsintensief) (Huppertsberg S., 2018) en kunnen de kleinere vezels (< 10 µm voor FTIR, < 1 µm voor Raman) niet worden geanalyseerd (Huppertsberg S., 2018).

Thermo-analytische technieken






















Analysemethodes op basis van thermo-analytische technieken zoals thermogravimetrie (TGA), differentiële scanning calorimetrie (DSC) en pyrolyse (Pyr), worden ook toegepast voor de detectie van MP en MPVs in verschillende soorten matrices (Huppertsberg S., 2018) (Braun U., 2020). De meest toegepaste thermo-analytische technieken zijn TGA-DSC (op basis van verschillen in warmtecapaciteit), Pyr-gaschromatografie gekoppeld aan massaspectrometrie (Pyr-GC-MS) en thermische extractie en desorptie gaschromatografie gekoppeld aan massaspectrometrie (TED-GC-MS, op basis van pyrolyse producten van polymeren) (Huppertsberg S., 2018). Met deze technieken kan er informatie worden verkregen over de polymeersamenstelling van het te meten monster.

TGA-DSC wordt gezien als een goedkope en makkelijke methode die al breed wordt toegepast in het polymeerveld (Majewsky M, 2016). Het is een bekende techniek, echter heeft het zo zijn beperkingen wanneer deze wordt toegepast voor de analyse van complexe watermonsters met MPVs. Doordat sommige polymeren een overlappende transitietemperatuur hebben, is het niet mogelijk om deze techniek toe te passen op alle soorten polymeren. Ook is aangetoond dat de metingen onbetrouwbaarder worden naarmate er complexere mengsels worden geanalyseerd (door bijvoorbeeld additieven, onzuiverheden en verschillende groottes van deeltjes) (Huppertsberg S., 2018). Verder vereist deze techniek een uitgebreide voorbewerking (filtratie, scheiding van matrix en oxidatie) in vergelijking tot andere thermo-analytische technieken zoals pyr-GC-MS en TED-GC-MS.

Met Pyr-GC-MS wordt het monster onder inerte condities gepyrolyseerd waarna de thermische degradatieproducten worden afgevangen. Deze degradatieproducten worden vervolgens van elkaar gescheiden middels een kolom in de GC en geïdentificeerd met massaspectrometrie (Dümichen E., 2017) (Huppertsberg S., 2018). Deze methode werkt goed voor de identificatie van losse deeltjes, en kan per meting tussen de 0,1 – 0,5 mg aan monster analyseren. Een preselectie (afwegen van een sub-monster) met deze techniek is dus een vereiste (Dümichen E., 2017). Een van de nadelen van deze techniek is dat er blokkades kunnen optreden in het apparaat door pyrolyseproducten die afkoelen tijdens het transport van de pyrolyse-oven naar de gaschromatograaf, waardoor de kosten voor onderhoud vaak hoog uitvallen. Dit is niet het geval voor TED-GC-MS, waarbij gebruik wordt gemaakt van het principe van thermische extractie en desorptie (Dümichen E., 2017). De thermische producten worden als het ware vastgezet in zogeheten "solid-phase adsorbers", waarna analyse met GC-MS de identificatie en kwantificatie van verschillende type polymeren mogelijk maakt en het vormen van blokkades wordt voorkomen. Bij beide technieken worden de degradatieproducten gemeten, echter biedt TED-GC-MS de mogelijkheid om grotere hoeveelheden per keer te meten (tot aan 1 g (Braun U., 2020)), waardoor

deze techniek minder aan voorbereiding en voorselectie nodig heeft. Ondanks dat deze techniek geen informatie biedt over de aantallen en grootte van de deeltjes in de matrix, biedt het een mogelijkheid voor snelle, volledige chemische identificatie en kwantificatie van verschillende typen polymeren (Dümichen E., 2017) (Dümichen E., 2019).

Vergelijking van analysetechnieken

	Wegen/massa bepaling	Microscopische analyse	Spectroscopische analyse	Thermo-analytische kwantificatie
				
Kosten ¹ (€)	Instrument: 1-2k	Instrument: optisch 2-5k, elektronenmicroscop ~100k	Instrument: 200-400k	Instrument: 200-300k
Analyse 	Detectielimiet ² : n.v.t.	Detectielimiet ² : Optisch 100 µm Elektronenmicroscop 1-10 nm	Detectielimiet ² : RAMAN 1 µm IR 10 µm	Detectielimiet ² : n.v.t.
Uitvoering 	Eenvoudige, snelle techniek die geen monstervoorbewerking nodig heeft, waardoor de kosten voor uitvoering laag zijn. Techniek biedt mogelijkheid voor automatisering en routinematige analyses.	Arbeidsintensief door noodzakelijke monstervoorbewerking. Kosten voor uitvoering hoog. Minder geschikt voor automatisering en routinematige analyses.	Arbeidsintensief door noodzakelijke monstervoorbewerking. Kosten voor uitvoering hoog. Minder geschikt voor automatisering en routinematige analyses.	Eenvoudige monstervoorbewerking, waardoor de kosten voor uitvoering relatief laag zijn. Techniek biedt mogelijkheid voor automatisering en routinematige analyses.
€ 				
				
				

Figuur 9 Overzicht van de instrumentkosten, analyse en uitvoering van de vier verschillende analysetechnieken¹. De instrumentkosten zijn een grove schatting op basis van het artikel van Primpke et al. (Primpke S., 2020). Deze kosten kunnen sterk wisselen per land². De detectielimiet geeft de minimale grootte weer waarmee nog betrouwbaar gemeten kan worden.

Een overzicht van de analysetechnieken is weergegeven in Figuur 9. Per analysetechniek zijn de instrumentkosten, analyse en uitvoering uitgesplitst. Zo is massabepaling een snelle, goedkope en eenvoudige techniek die inzicht geeft in de massa van de deeltjes in de matrix. De techniek geeft echter weinig informatie over de chemische samenstelling en er kan geen onderscheid gemaakt kan worden tussen de vezels en eventueel nog aanwezige contaminatie, waardoor er vaak een overschatting is van het aandeel MPV.

De microscopische technieken zijn in aanschaf relatief goedkoop (afhankelijk van de gewenste resolutie) en bieden inzicht in de aantallen en de vorm van de deeltjes. Monstervoorbewerking en isolatie is echter een vereiste, waardoor de techniek arbeidsintensief is en hoge analysekosten met zich meedraagt. Daarnaast ontstaat een onvolledig beeld omdat er geen onderscheid tussen verschillende typen polymeren mogelijk is.

Dit is wel het geval wanneer microscopische technieken worden gecombineerd met spectroscopische technieken. Naast aantallen en deeltjes biedt deze combinatie ook de mogelijkheid voor de identificatie van verschillende type polymeren (tot een grootte rond de 10 µm). Net als bij de microscopische technieken is monstervoorbewerking en isolatie noodzakelijk, waardoor de kosten van deze techniek hoog zijn (arbeidsintensief + aanschafkosten). Daarnaast maakt de vereiste uitgebreide monstervoorbewerking deze technieken (zowel microscopische als spectroscopische) ingewikkeld voor routinematige implementatie (Dümichen E., 2017).

Thermo-analytische kwantificatie met bijvoorbeeld TED-GC-MS biedt de mogelijkheid voor snelle identificatie van de in een monster aanwezige polymeertypes. In vergelijking met de spectroscopische en microscopische technieken is de voorbereiding eenvoudig, waardoor deze techniek de mogelijkheid biedt voor automatisering en routinematige analyses. Een gedetailleerde kostenraming van de analysetechnieken gemaakt door Primpke et al. (Primpke S., 2020) is toegevoegd als bijlage aan dit rapport (zie Bijlage A).

2.3 Conclusie kennisinventarisatie

Meest relevante parameters voor vezelafgifte

Uit meerdere onderzoeken komen een aantal parameters naar voren die een belangrijke rol lijken te spelen in het ontstaan van MPVs tijdens wassen. Deze parameters zijn onder te verdelen in twee verschillende groepen: materiaaleigenschappen en wascondities. Vanuit de literatuur hebben de volgende parameters een grote invloed op de vezelafgifte; de twist van het garen, het vezeltype, de weefselstructuur, de dichtheid van het garen, de aanwezigheid van detergents en wasverzachters, de temperatuur tijdens het wassen en het watervolume van de was.

Meest relevante textielsoorten en welke soort synthetische vezels

Op basis van gegevens uit de literatuur en informatie uit het Stakeholdernetwerk MPV komt er een duidelijke, relevante textielsoort naar voren: polyester. Ook wordt onderscheid gemaakt tussen twee type vezels: continue filamenten en stapelvezels. Beide vezeltypen worden veelvuldig gebruikt in de textielindustrie.

Meest geschikte eenheid (unit) voor kwantificatie

De meest geschikte eenheid voor kwantificatie is een eenheid die onafhankelijk is van informatie uit het wasproces. Dit gaat dan om aantal (plastic) vezels/volume water of massa (plastic) vezels/volume water. Op basis van de evaluatie van analysemethoden, is de laatste de meest voor de hand liggende keuze uit deze twee.

Concept uniforme meetmethode

De concept meetmethode is opgedeeld in 3 modules: de wasmethode (**module 1**), de bemonstering en voorbereiding (**module 2**) en de analyse (**module 3**). Een overzicht van de uniforme meetmethode is weergegeven in het flowschema in Figuur 10.

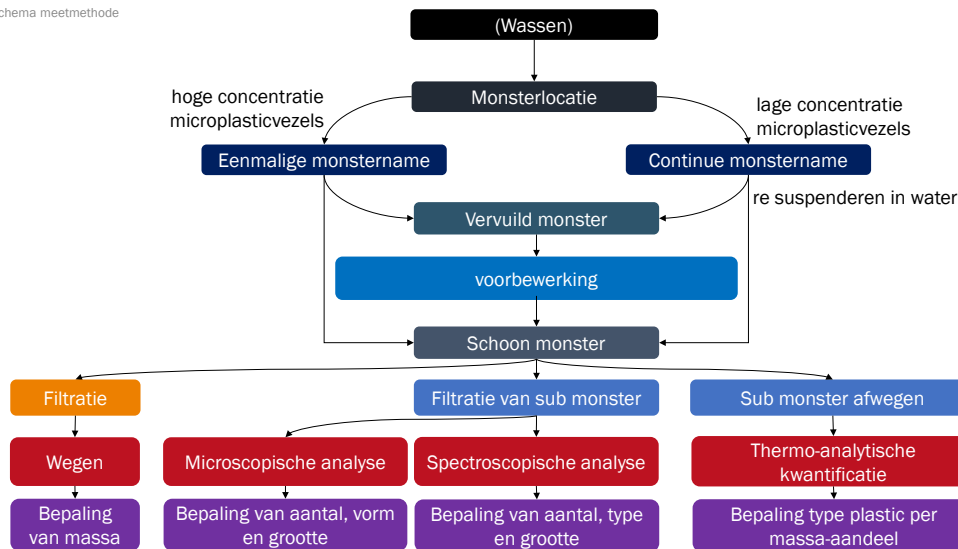
Module 1. Wasmethode

Wasmethode: door de behoefte aan aansluiting met andere/Europese initiatieven voor de verdere ontwikkeling van de uniforme meetmethode, is het advies om module 1 zoveel mogelijk aan te laten sluiten bij de CEN-ISO methode die momenteel nog in ontwikkeling is. Deze methode zal sterk overeenkomen met de Leeds wasmethode zoals beschreven in het artikel van Tiffin (Tiffin & al, 2021), welke hiervoor als uitgangspunt genomen kan worden. Deze wasmethode is ook al bekend bij belangrijke Europese initiatieven (CIA, tMC) en dus het meest geschikt voor eventuele aansluiting.

Module 2. Bemonstering en voorbereiding

Voor het bemonsteren van MPVs in water wordt onderscheid gemaakt tussen twee verschillende bemonstering strategieën: *eenmalige monstername* en *continue monstername*. Wanneer er een hoge concentratie te meten deeltjes wordt verwacht, is *eenmalige monstername* de aangewezen bemonsteringstechniek. Verder wordt deze techniek toegepast wanneer het mogelijk is om het gehele wasvolume op te vangen (direct na een wasmachine). Bij een lage concentratie te meten deeltjes, moeten volume-reducerende bemonsteringstechnieken worden toegepast door middel van *continue monstername*.

Flowschema meetmethode



Figuur 10 Flowschema concept uniforme meetmethode voor MPVs in water.

Voor het opwerken van de watermonsters zullen organische en anorganische componenten moeten worden verwijderd uit de matrix middels degradatie (verwijderen organische componenten) en scheiding op basis van dichtheid (verwijderen van anorganische componenten).

Degradatie middels oxidatie in de aanwezigheid van het Fenton's reagens is voor het verwijderen van organische componenten de aanbevolen methode wegens hoge effectiviteit en behoud van polymeren. Voor het verwijderen van anorganische componenten is dichtheidsscheiding met een oplossing van zinkchloride ($ZnCl_2$) de meest voor de hand liggende keuze vanwege de lagere kosten ten opzichte van natriumjodide (NaI) en de hogere effectiviteit ten opzichte van natriumchloride (NaCl).

Module 3. Analyse

Voor de analyse van MPVs in water zijn er meerdere analysetechnieken beschikbaar die in te delen zijn in 4 verschillende groepen; massabepaling, microscopische technieken, spectroscopische technieken en thermo-analytische technieken.

Massabepaling is een snelle, eenvoudige en dus goedkope techniek waarbij inzicht verkregen wordt over de totale massa van de vaste stoffen in de matrix.

Met microscopische technieken wordt er op basis van een beeld, informatie verkregen over de grootte, vorm en aantallen deeltjes in water. De kosten van deze techniek zijn sterk afhankelijk van de gewenste nauwkeurigheid en lopen sterk uiteen.

De combinatie van spectroscopische en microscopische technieken biedt de mogelijkheid om zowel informatie te verkrijgen over de grootte, vorm en aantallen deeltjes als over de aanwezige polymeren. Echter zijn de aanschafkosten en arbeidskosten over het algemeen hoog en kunnen de kleinere vezels ($<10\ \mu m$ voor FTIR, $<1\ \mu m$ voor Raman) niet worden geanalyseerd.

Thermo-analytische kwantificatie met bijvoorbeeld TED-GC-MS biedt de mogelijkheid voor snelle identificatie van polymeertypes. In vergelijking met de spectroscopische en microscopische technieken is de voorbewerking eenvoudig, waardoor deze techniek de mogelijkheid biedt voor automatisering en routinematige analyses.

Op basis van deze overwegingen is het advies om een analysemodule op basis van massabepaling en thermo-analytische kwantificatie verder uit te werken voor de uniforme meetmethode. Wel wordt aangeraden om in de onderzoeks- en ontwikkelingsfase deze module waar nodig aan te vullen met de andere technieken, zodat ook de andere karakteristieken van de afgegeven MPV goed geverifieerd kunnen worden en er betere aansluiting is met het onderzoek naar de milieu- en gezondheidsrisico's van deze specifieke MPV.

3. Stakeholderinventarisatie

Naast de kennisinventarisatie is het voor een goed vervolgdadvies ook van belang om te weten wat er speelt en heeft gespeeld aan initiatieven rondom het voorkomen van MPV-afgifte uit textiel in water. Om inzichtelijk te krijgen welke belangen er spelen rondom MPVs in water, heeft TNO gesproken met relevante stakeholders uit het Stakeholdernetwerk MPV.

Daarnaast zijn zowel nationale als internationale initiatieven en stakeholders rondom nieuwe meetmethodes in kaart gebracht. Hierbij is expliciet aandacht besteed aan bestaande initiatieven waarmee het beste kan worden samengewerkt om een Europese uniforme meetmethode mogelijk te maken.

TNO heeft ook deelgenomen aan de NEN commissie 'Textiel & Kleding', welke is verbonden aan een CEN initiatief voor het opstellen van een uniforme meetmethode voor microvezels in water. Een korte omschrijving van de status van dit initiatief is hieronder meegenomen.

3.1 Informatie uit het Nederlandse Stakeholdernetwerk MPV

Er zijn twee bijeenkomsten geweest waarop de resultaten van dit onderzoek met het Stakeholdernetwerk MPV zijn gedeeld en besproken: een tussentijdse meeting op 10 mei en een afsluitende meeting op 16 juni. Daarnaast zijn er interviews gehouden met de verschillende stakeholders uit het netwerk verdeeld in 6 groepen:

Groep 1 Textielindustrie

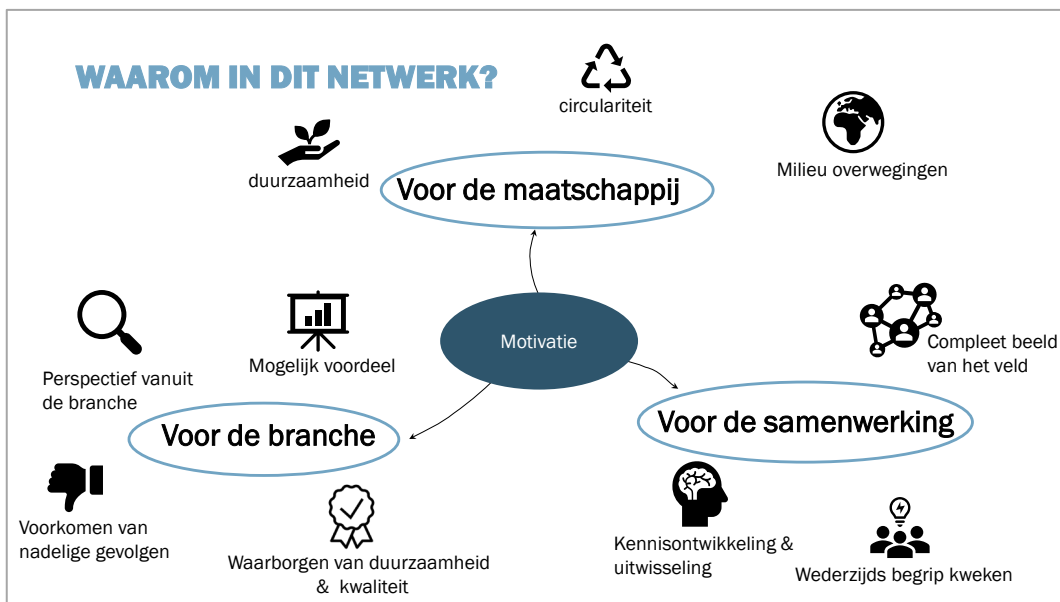
Groep 2 Wasmachinebranche

Groep 3 Wasmiddelen

Groep 4 Industriële wasserijen

Groep 5 Waterschappen en drinkwatersector

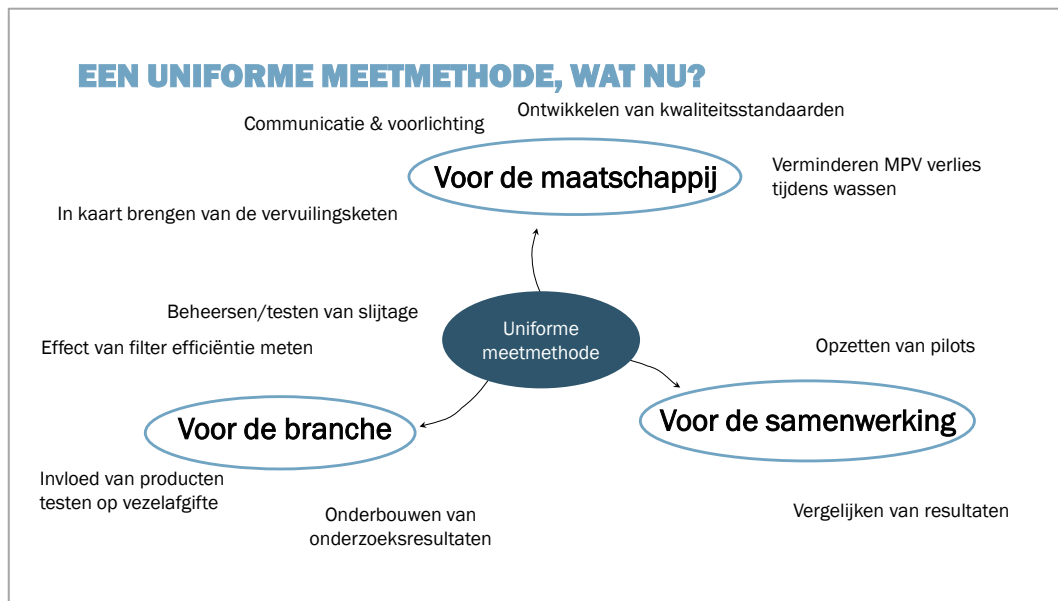
Groep 6 Beleid en NGO



Figuur 11 Redenen van Nederlandse partijen om deel te nemen aan het Stakeholdernetwerk MPV dat bijdraagt aan de ontwikkeling van een uniforme meetmethode.

Tijdens deze gesprekken is TNO met verschillende stakeholders in gesprek gegaan over MPV-afgifte uit textiel naar water: Hoe staat de partij tegenover maatregelen rondom MPVs? Welke belangen en afwegingen spelen er op dit gebied binnen het Stakeholdernetwerk MPV en hoe goed is het Stakeholdernetwerk op de hoogte van lopende initiatieven? Wat voor oplossingen zien de verschillende stakeholders voor zich en wat is haalbaar op

korte termijn? Welke rol speelt de uniforme meetmethode bij deze voorziene oplossingen en wat is er tot nu toe geprobeerd om MPV uit kleding te voorkomen en door wie?



Figuur 12 Verwachte toepassingen van de uniforme meetmethode van partners uit het Stakeholdernetwerk MPV.

Zowel de motivatie voor deelname aan het Stakeholdernetwerk MPV (Figuur 11) als de manier waarop de partners verwachten gebruik te gaan maken van de uniforme meetmethode (Figuur 12) is samen te vatten in drie pijlers:

1. Maatschappelijke verantwoordelijkheid
2. Voordeel voor de branche
3. Voordeel van samenwerking

Hier wordt bij *maatschappelijke verantwoordelijkheid* bijvoorbeeld gedacht aan een bijdrage aan communicatie en voorlichting, bij *voordelen voor de branche* aan het weerleggen of onderbouwen van bestaande claims met betrekking tot MPV-afgifte van textiel en bij het *voordeel van samenwerking* aan het opzetten van pilots.

3.1.1 Hoe verder volgens het Stakeholdernetwerk MPV

Veel partijen tonen bereidheid om met de meetmethode aan de slag te gaan om vermindering van MPV in water te bewerkstelligen.

De **textielbranche** is geïnteresseerd in productgroep studies binnen het polyesterbereik. Wat is het vezelverlies per groep tijdens het wassen? Hoe verhoudt zich dat tot de MPV-problematiek? Men wil meer inzicht in het effect van weefdichtheid en weefstructuur op de MPV-afgifte. Bijvoorbeeld een test met 5-10 productcategorieën voor de 2 hoofdtypen garens: continugarens¹⁰ en gesponnen stapelvezelgarens¹¹.

Voor deze studies kan in eerste instantie gebruik gemaakt worden van de meetaanpak waarvoor een CEN/ISO norm in ontwikkeling is. Stakeholder Modint neemt om deze reden ook deel aan de NEN-commissie 'Kleding en Textiel' en ziet ook de mogelijkheid om de bestaande tests uit te breiden naar meer representatieve situaties. Bijvoorbeeld met gemengde garens, met de toevoeging van wasmiddelen en wasverzachters of met een volle belading van de machine.

¹⁰ Continugarens: zeer lange draden gebundeld tot een garen, iedere vezel is hierin een lang continu filament. In 2017 was dit ongeveer 70% van de polyester garens.

¹¹ Gesponnen stapelvezelgarens: gemaakt van kortere stukken stapelvezels (2-3 cm) die om elkaar heen zijn gedraaid (gesponnen). Ongeveer 30% van de garens in 2017.

De **wasmachinebranche** is geïnteresseerd in het meten van MPVs in de afvoer van wasmachines, mits de studies niet direct te linken zijn aan een bepaald merk (i.v.m. mededingingsrecht). Dit om een beeld te krijgen van de omvang van het probleem en de noodzaak van filters. De wasmachinebranche is ook geïnteresseerd in het effect van het gebruik van filters direct bij de afvoer van de machine, bijvoorbeeld met de filters van Planet Care¹². Er is een zorg of deze filters niet zullen leiden tot een hoger energiegebruik en of de aanpak effectief is gezien de lange omlooptijd van wasmachines, het duurt nl. 10-20 jaar voordat alle wasmachines vervangen zijn in huishoudens.

Ontwikkeling van andere wasprogramma's en wasmachinetechnologie om slijtage aan kleding te voorkomen is mogelijk ook commercieel interessant, maar dit soort ontwikkelingen zijn typisch in handen van de fabrikanten en intellectueel eigendom. Wel moeten de fabrikanten aan het Eco-design label voldoen en MPV gaan hier mogelijk in de toekomst deel vanuit maken. Voor effectieve tests/verbeteringen op het gebied van MPV m.b.t. wasmachines en programma's kan het beste wel vast aangesloten worden op de Eco-design normontwikkeling.

Ook de **industriële wasserijen** zijn geïnteresseerd in metingen in het afvalwater, voornamelijk aan de end-of-pipe waterlozing bij industriële wasprocessen. Een voordeel van tests bij wasserijen is dat de hele waterkolom gemeten kan worden (eenmalige bemonstering), dat de verwachte concentraties hoog zijn en de vervuiling relatief bekend. Het is daarom relatief makkelijk om een monster te nemen in het leidingwerk of in een afvalwatertank.

De brancheorganisatie FTN (Federatie Textielbeheer Nederland) geeft aan dat het wasproces voor industriële wasserijen nagenoeg vastligt. Hierdoor is het lastig, hoewel commercieel interessant, om tests te doen waarbij het wasproces wordt geoptimaliseerd ter voorkoming van slijtage/MPV-afgifte. Wel zou informatie verkregen kunnen worden over het effect van het wasproces door bij verschillende typen wasserijen, waarvoor de wasprocessen variëren, metingen te doen. Daarnaast kan het wasproces iets eenvoudiger worden gevarieerd bij wasserettes, die tevens onder de brancheorganisatie FTN vallen. Eventueel kan hier in een verdergaand stadium ook onderzoek gedaan worden naar verschillende soorten textiel.

Verder zijn de industriële wasserijen geïnteresseerd in de efficiëntie van pluizenfilters voor het verwijderen van MPV. Deze pluizenfilters worden al standaard toegepast bij de wasserijen.

De **wasmiddelenbranche** is geïnteresseerd in studies met betrekking tot de ontwikkeling van kleding beschermende producten en is bereid deze te ondersteunen door het aanleveren van verschillende producten. Het is duidelijk dat er interactie is tussen het gebruik van wasmiddel en de mate van slijtage. Hier worden al decennialang tests naar gedaan, wat de noodzaak benadrukt om MPV-afgifte tests uit te voeren in situaties waarbij ook wasmiddel wordt gebruikt. Het is voor de wasmiddelenbranche belangrijk om te kunnen reageren op algemene claims, zoals dat waspoeder tot meer MPV-verlies zou leiden dan vloeibaar wasmiddel, wat tot nu toe matig onderbouwd lijkt.

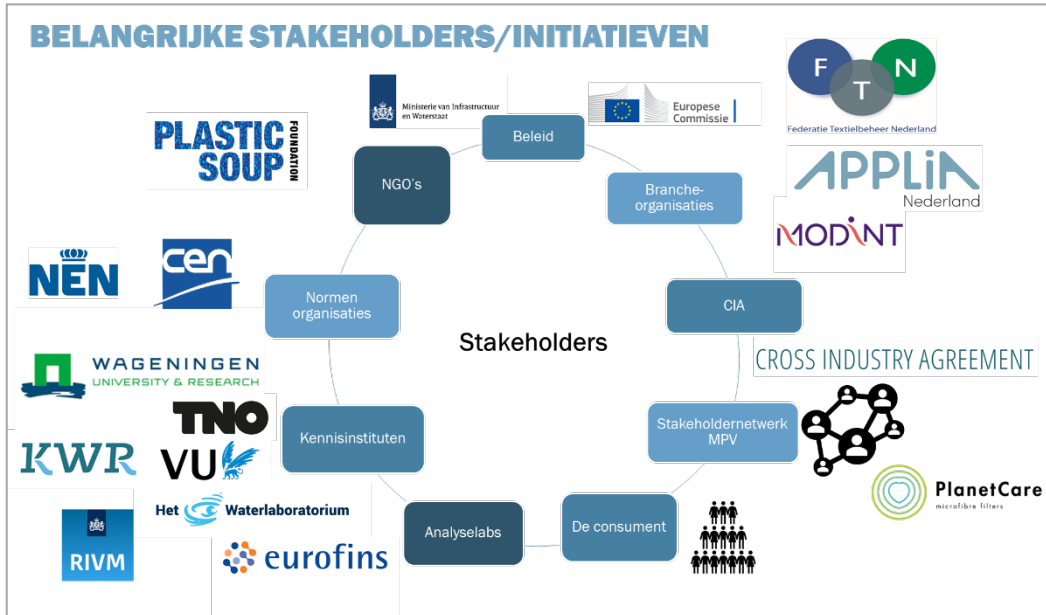
De **waterschappen** en **drinkwatersector** willen inzicht krijgen op welke locaties in het Nederlandse waterlandschap de grootste hoeveelheden MPVs zich bevinden en waar deze vandaan komen. Momenteel is er een grove indicatie, er is echter meer inzicht nodig om te achterhalen waar interventie moet plaatsvinden. De waterschappen willen daarom "hotspot" metingen uitvoeren. Een suggestie wordt gedaan om op bepaalde hotspots doorlopende metingen uit te voeren voor een grove indicatie van de samenstelling (monitoren, quick & dirty test) steekproefsgewijs aangevuld met complexere metingen om meer specifieke eigenschappen zoals aantal en grootte van de vezels te bepalen. Daarnaast zouden de waterschappen en de drinkwatersector graag onderzoek doen of er een bepaald type vezel is die een algemene indicatie van de waterkwaliteit kan geven.

Voor de **beleidspartners** en **NGO's** staat het voorkomen van plastic lekkage naar het milieu centraal. Dit moet wel per type plastic bekeken moet worden; het is onmogelijk om een generiek advies te geven voor alle soorten plastic. Elk plastic heeft verschillende toepassingsvormen en beweegt zich door alle ketens heen. Hier geldt dus ook dat er meer inzicht nodig is over de locaties waar de grootste hoeveelheden MPVs zich bevinden en wat hier de voornaamste bronnen van zijn voor passend en effectief beleid. De verwachting is dat uiteindelijk het

¹² [PlanetCare | The Most Effective Solution To Stop Microfiber Pollution](#)

gezondheidseffect de doorslaggevende factor zal zijn om de gehele samenleving te bewegen naar vermindering van plastic naar het milieu.

3.2 Nederlandse stakeholders en initiatieven



Figuur 13 Overzicht belangrijkste stakeholders en initiatieven vanuit het perspectief van het Stakeholdernetwerk MPV.

In Nederland zijn er verschillende stakeholders en initiatieven op het gebied van het in kaart brengen van microplastics uit textiel in water (zie Figuur 13), ook buiten het huidige Stakeholdernetwerk MPV. In Tabel 6 wordt een beknopt overzicht gegeven van de belangrijkste initiatieven en de rol van enkele van deze stakeholders hierin. Microvezels afkomstig uit textiel kunnen worden beschouwd als een subklasse van microplastic deeltjes, namelijk microplastics met een vezelachtige vorm. Daarom zijn, waar relevant, ook initiatieven opgenomen die over microplastics in water in het algemeen gaan.

Het valt op dat de Nederlandse initiatieven waarin ook wordt gekeken naar meetmethodes zich tot nu toe vooral richten op het bemeten van MPV in oppervlaktewater. Verder vindt er academisch onderzoek plaats in Nederland naar de gezondheidseffecten van MPV uit kleding¹³.

Tabel 6: Belangrijke Nederlandse projecten met betrekking tot MPV-vervuiling (uit textiel) in water.

Project	Omschrijving
TRAMP (Technologies for the Risk Assessment of MicroPlastics) https://www.kwrwater.nl/en/projecten/tramp/ Looptijd: 2015-2019 Partners: UU, WUR, KWR	Binnen het Open Technologieprogramma van STW ¹⁴ is in 2015 het driejarige project TRAMP gestart. Het hoofddoel van het TRAMP project was het in kaart brengen van de mate van vervuiling van de Nederlandse binnenwateren met micro- en nanoplastics. Ook zijn in dit project nieuwe methoden ontwikkeld om kennis over de plasticvervuiling op te bouwen. Het project liep af in 2019. Eind 2021 wordt het officiële rapport verwacht met daarin een uitgewerkte meetmethode (het TRAMP protocol) die zich met name richt op goede bemonstering in oppervlaktewater. Dit protocol is niet specifiek voor textiel.
'Ketenverkenners' in het programma Kennisimpuls Waterkwaliteit (KIWK) https://www.kennisimpulswaterkwaliteit.nl/ Looptijd: 2019-2021 Partners: KWR (lead), WUR, RIVM, Deltares	In het programma Kennisimpuls Waterkwaliteit (KIWK) werkt een groot aantal partijen aan meer inzicht in de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater en de factoren die deze kwaliteit beïnvloeden. Dit is nodig om de juiste maatregelen te kunnen nemen om de waterkwaliteit te verbeteren en de biodiversiteit te vergroten. Binnen het Ketenverkenners project in dit programma wordt onderzocht hoe deze deeltjes eerder in de keten kunnen worden gereduceerd. Hierbij wordt gekeken naar betrokken actoren en de stand van zaken binnen de stofgroep.

¹³ [Inhalable textile microplastic fibers impair airway epithelial growth | bioRxiv](https://doi.org/10.1101/2021.08.11.456888)

¹⁴ STW: Stichting voor de Technische Wetenschappen. Vanuit STW is in januari 2017 het NWO-domein Toegepaste en Technische Wetenschappen ontstaan.

	Vanuit de KIWK is begin 2021 het rapport "Deltafact Microplastics" gepubliceerd. In dit document is de huidige kennis op het gebied van waterkwaliteit met betrekking tot microplastics samengebracht en zijn kennisleemtes benoemd. In mei 2021 bracht de KIWK ook het rapport "Gedragsbeïnvloeding in de textielketen" uit, waarin getoond wordt hoe gedragsinterventie, gericht op een reductie van de emissie van microplastics in textiel naar het grond- en oppervlaktewater, op een wetenschappelijke manier kan worden ontwikkeld.
<p>'Voorkomen van uitstroom microplastics naar oppervlaktewater' in de Topsector Water en Maritiem (https://www.kwrwater.nl/projecten/voorkomen-van-uitstroom-microplastics-via-effluent-naar-oppervlaktewater/)</p> <p>Looptijd: 2019-2021</p> <p>Partners: The Great Bubble Barrier, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, KWR, PWN Technologies</p>	In dit project is de 'Bubble Barrier' technologie onderzocht. Bij het toepassen van deze techniek wordt een buis met gaatjes waar lucht in wordt gevoerd in een rivier of kanaal geplaatst, waardoor er een bellenscherm ontstaat. Door de natuurlijke stroming van de rivier en de diagonale oriëntatie van het bellenscherm, wordt het plastic afval naar de oever geleid, waar het uit het water gefilterd kan worden. Deze technologie kan een preventieve oplossing bieden om de doorstroom van microplastics in gezuiverd afvalwater (effluent) naar het oppervlaktewater te voorkomen. Het is al bewezen dat de Bubble Barrier effect heeft op microplastics van 1 mm, in dit project wordt gekeken of het ook voor kleinere deeltjes werkt. Voor de metingen wordt gebruik gemaakt van het TRAMP-protocol met een extra opwerkingsstap vanwege een vettige substantie in het effluent. De monsters worden in duplo geanalyseerd met LD-IR (laser direct infrared chemical imaging system, door KWR) en breder microscopisch onderzoek (door Het Waterlaboratorium). Doorontwikkeling van de meetmethode is ook deel van het onderzoek.
<p>WEPAL-QUASIMEME ringonderzoek (https://www.wepal.nl/en/wepal/Home/Proficiency-tests.htm)</p> <p>Looptijd: 2011-heden</p> <p>Partners: WEPAL-QUASIMEME en ringonderzoekpartners</p>	WEPAL-QUASIMEME is een organisatie (in samenwerking met de WUR) die ringonderzoeken uitvoert voor verschillende type deeltjes en verbindingen in het mariene milieu (bijv. zeewater, marien sediment en toxines van schaaldieren). Resultaten van een eerste ringonderzoek voor microplastics zijn recent gepubliceerd (van Mourik L. M., 2021). De grote variatie aan analysetechnieken ($n > 7$) die toegepast zijn in dit onderzoek, laat zien dat er nog geen standaard meetmethode is voor microplastics. De volgende stap in het onderzoek is om complexere matrices te gebruiken voor de verdere ontwikkeling van een gestandaardiseerde meetmethode voor microplastics.
<p>Monitoring van Microplastics in het MWTL programma van Rijkswaterstaat (https://zwerfafval.rijkswaterstaat.nl/actueel/nieuws/2021/weg-betrouwbare-microplastic-monitoring-grote/)</p> <p>Looptijd: 2017 – onbekend</p> <p>Partners: RWS en diverse partners</p>	Rijkswaterstaat (RWS) ontwikkelt in samenwerking met diverse partners een opzet voor het monitoren van microplastics in de Rijn en de Maas. Dit heeft als doel om te weten welke plastics, in welke hoeveelheden via de rivieren Nederland binnenstromen en uitstromen. Dit project is onderdeel van het MWTL programma (Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands) welke de waterkwaliteit monitort in Nederlandse rivieren. In 2021 wordt dit project uitgebreid met verschillende guerrilla-onderzoeken ¹⁵ in samenwerking met nationale partners (regionale directies, waterschappen, waterleidingbedrijven, hogescholen en universiteiten) en internationale partners (Belgische en Duitse overheidsinstanties). In deze onderzoeken zal vooral aandacht besteed worden aan goede bemonstering: diepte, sedimentatie, residentie van bemonsteringsinstallatie, verschillen analyse Rijn en Maas NL t.o.v. België en Duitsland, bemonstering van nanoplastics, etc.

In 2022 zal in bovenstaand 'Monitoring van Microplastics' project (laatste project in Tabel 6) op 10 verschillende locaties in Nederland maandelijks 'zwevend stof' in oppervlaktewater verzameld worden. Op basis van deze meetresultaten zal een advies gegeven worden m.b.t. monitoring van microplastics door RWS. Deze samples zouden mogelijk ook met de in deze studie voorgestelde analysemethoden geanalyseerd kunnen worden om een sluitend beeld te krijgen door de hele keten (zie activiteit 4 in paragraaf 5.3).

3.3 Europese stakeholders en initiatieven

3.3.1 Europese samenwerking

Ook internationaal zijn er meerdere onderzoeken en initiatieven die zich richten op het in kaart brengen en verminderen van microplastic(vezels) uit textiel in water. Vanuit de Europese Green Deal is er in 2019 een start gemaakt met **het Microplastics Initiative (European Commission)**¹⁶ voor de aanpak van de ongewilde aanwezigheid van microplastics in het milieu. In 2020 zijn maatregelen ter reductie van microplastics opgenomen in het 'First circular economy action plan'¹⁷. Hierin is ook aangegeven dat actie ondernomen moet worden voor het verder ontwikkelen en harmoniseren van methoden voor het meten van onbedoeld vrijgekomen microplastics,

¹⁵ Guerrilla-onderzoek: aanpak ontwikkeld door de onderzoekspraktijk.

¹⁶ [Microplastics \(europa.eu\)](https://microplastics.europa.eu/)

¹⁷ [First circular economy action plan \(europa.eu\)](https://firstcircularactionplan.europa.eu/)

met name van banden en textiel, en het leveren van geharmoniseerde gegevens over microplasticconcentraties in zeewater. De focus zal hierbij liggen op MPV uit textiel, MP door slijtage van banden en MP uit pre-productie pellets.

Daarnaast is **The Microfibre Consortium**¹⁸ (tMC) een non-profit organisatie die praktische oplossingen voor de textielindustrie ontwikkelt op het gebied van vezelfragmentatie en afgifte samen met stakeholders uit de textielindustrie. Het ledenbestand bestaat uit een groot aantal textielproducenten en onderzoeksorganisaties. In samenwerking met onder andere het Cross Industry Agreement (CIA) en de Universiteit van Leeds (zie hieronder) is er vanuit tMC een methode ontwikkeld voor het kwantificeren van vezelafgifte tijdens wassen. Deze methode is in 2020 voorgelegd aan de CEN en is momenteel onder review. Daarnaast worden vanuit tMC op 21 september 2021 de mogelijke vervolgstappen gepresenteerd in een roadmap, de "Microfibre 2030 Commitment and Roadmap".

"The Microfibre 2030 Commitment will form an aligned agenda for the sector against key Roadmap targets with very clear accountable outputs - ensuring a space and place for signatories across the textiles industry to take meaningful, coordinated action."

De Cross Industry Agreement (CIA)¹⁹ is een vrijwillige samenwerking van de vijf verschillende brancheverenigingen AISE, CIRFS, EurOutdoorGroup, Euratex en FESI uit de waardeketen van textiel. Binnen de CIA werken zij samen aan het voorkomen van microplasticvezelafgifte tijdens het wassen van synthetisch textiel. Om effectieve oplossingen te vinden voor het microplasticvezelprobleem draagt de CIA bij aan (i) de ontwikkeling van internationaal gestandaardiseerde testmethoden (Leeds methode is ook mede ontwikkeld vanuit de CIA), (ii) het delen van informatie over de voortgang van onderzoek en huidige kennislacunes en (iii) ondersteunen ze industrieel onderzoek naar haalbare en effectieve oplossingen. De volgende stap voor de CIA is om een grootschalig onderzoek op te zetten om data te verzamelen over het ontstaan van microplasticvezels en hun aanwezigheid in de waardeketen. Ter illustratie de volgende quote uit de CIA-brochure²⁰:

"The Cross Industry Agreement community wishes to pursue a joint researchproject in an effort to gather mass data which is a necessary step to better understand the phenomenon. This vital comprehensive understanding of fibre fragmentation triggers can then be applied to investigate solutions and ultimately manage fibre fragmentations appropriately during the whole life cycle of products."

Met hulp van de geharmoniseerde testmethode die momenteel onder review is bij de CEN, hoopt de CIA de komende tijd grootschalige onderzoeken op te zetten en te ondersteunen om uiteindelijk met uitvoerbare oplossingen te komen voor het microvezelprobleem.

3.3.2 Normering (ISO/CEN/NEN)

Zoals vaker benoemd in dit rapport is er binnen de CIA een gestandaardiseerde testmethode ontwikkeld voor het bepalen van de MPV-afgifte van textiel in water. In 2020 is deze methode overgedragen aan de CEN Task Committee 248, waar de methode binnen werkgroep 47 'Microplastics from textile sources' verder wordt uitgewerkt tot een Europese CEN standaard. Nederland is betrokken bij de ontwikkeling van deze standaard via de NEN-commissie 330061 'Textiel en Kleding'²¹, waar ook de Nederlandse werkgroep 'Circulair textiel' onder valt. TNO is lid geworden van deze commissie en neemt deel aan de ontwikkeling van de bijbehorende ISO standaard (zie Tabel 7).

Daarnaast zijn er ook raakvlakken met de NEN-commissie Plastics in het Milieu²², welke ook is aangesloten bij de ISO-werkgroep ISO/TC 38/WG 34. Deze werkgroep overlapt op het moment 1:1 met de CEN-werkgroep CEN/TC 248/WG 47, want uitwerking van de norm gebeurt in Europa. Deze NEN-commissie heeft recent ook

¹⁸ Website: [The Microfibre Consortium](#) | TNO heeft deelgenomen aan bijeenkomst op 20 mei

¹⁹ Website: [Cross Industry Agreement - EURATEX](#). Voorzitter: mauro.scalia@euratex.eu

²⁰ CIA brochure: [CIA brochure \(euratex.eu\)](#)

²¹ [Normcommissie Textiel & kleding \(nen.nl\)](#)

²² [Normcommissie Plastics in het milieu \(nen.nl\)](#)

een White Paper²³ uitgebracht, waarin de stand van zaken rondom een geharmoniseerde onderzoeksmethode voor plastics in het milieu in kaart wordt gebracht en waarin enkele suggesties worden gedaan voor een meetmethode voor microplastics in water.

Tabel 7: De drie CEN/ISO deelstandaarden in ontwikkeling voor het meten van MPV verliezen uit textiel in water.

Standaard	Omschrijving
prEN ISO 4484-1	Part 1: Determination of fibre loss from fabrics during washing
prEN ISO 4484-2	Part 2: Qualitative and quantitative evaluation of microplastics
prEN ISO 4484-3	Part 3: Measurement of collected material mass released from textile end products by domestic washing method

De precieze inhoud van de ISO standaard in ontwikkeling is alleen toegankelijk voor leden van de werkgroep en mag niet publiekelijk worden gedeeld. Op dit moment is de ontwikkeling van de methode in deel 1 (prEN ISO 4484-1) het verst gevorderd. Dit is de methode die is aangedragen door de CIA en lijkt erg op de aanpak die is gepubliceerd door de Universiteit van Leeds (Tiffin & al, 2021), waarin een gestandaardiseerd stukje textiel in een laboratoriumomgeving wordt gewassen. Publicatie van deze standaard wordt verwacht begin 2024.

Deel 2 (prEN ISO 4484-2) is nog erg breed van opzet, maar komt meer overeen met de uniforme meetaanpak die in dit project wordt beoogd. Ook hier wordt aangeraden om voor een snelle benadering van de hoeveelheid van een type MPV in een matrix gebruik te maken van thermo-analytische technieken. Dit was ook de conclusie van de kennisinventarisatie in deze studie, naar verwachting zal inzet van deze technieken dus goed aansluiten bij de gestandaardiseerde methoden van de toekomst. Publicatie van deze standaard wordt verwacht eind 2023. Ontwikkeling van deel 3 (prEN ISO 4484-3) is nog onder discussie. Dit deel betreft de inzet van huishoudelijke wasmachines.

3.3.3 Relevante Europese stakeholders buiten Nederland

Tabel 8: Overzicht en omschrijving van relevante Europese stakeholders buiten Nederland.

Organisatie	Toelichting
Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OECD)	Binnen de OECD is er opkomende focus op het ontwikkelen van mitigatiestrategieën voor microplastics afkomstig van textiel en banden in water. Zo wordt er geïnventariseerd wat het huidige beleid is in de lidstaten en wordt er onderzocht hoe wetenschappelijke onderzoeken en screeningsmethoden kunnen bijdragen aan het informeren en ondersteunen van beleid rondom microplastics. OECD organiseerde in Februari 2020 een workshop rond het thema: 'MP from synthetic textiles: knowledge, mitigation and Policy' ²⁴ Tijdens deze workshop zijn mitigatiestrategieën besproken voor het verminderen van microplasticvezels in het milieu in drie verschillende fases: de ontwerp- en productiefase, de gebruikersfase en end-of-pipe. Als vervolgacties zet de OECD in op meer onderzoek naar de emissiebronnen van micro(plastic)vezels, het harmoniseren van meetmethoden en delen van onderzoeksresultaten (bijv. in een internationaal beschikbare database), het vergroten van bewustzijn van de consument, het maken van standaardprotocollen voor het meten van de efficiëntie van filter technologieën en het ontwerpen van ECO-labels voor textiel met MPV-afgifte indicatie.
Joint Research Centre (JRC)	Het JRC is hét wetenschaps- en kenniscentrum van de Europese Commissie. ²⁵ Dit centrum doet onderzoek naar onderwerpen die relevant zijn voor de Europese Commissie, om zo onafhankelijk wetenschappelijk advies en ondersteuning te bieden. In 2020 heeft er een groot ringonderzoek plaatsgevonden om analysemethoden te identificeren en deze met elkaar te vergelijken voor het meten van microplastics in water. Hier deden wereldwijd 130 laboratoria aan mee, waaronder TNO en het Waterlaboratorium. ²⁶ Hierin heeft het JRC laten zien in staat te zijn om een referentiesample te maken van PET voor het gebruik in ringonderzoeken. Uit het onderzoek komt naar voren dat bij vervolgonderzoek de focus moet liggen op het verminderen en voorkomen van contaminatie tijdens de monstervoorbewerking. Hoewel het hier dus niet specifiek microplasticvezels uit textiel betreft, is dit wel een belangrijke partner vanwege de nauwe betrokkenheid met de Europese Commissie.

²³ [White paper - Plastics in het milieu \(nen.nl\)](#)

²⁴ Website: [Workshop on Microplastics from Synthetic Textiles: Knowledge, Mitigation, and Policy \(oecd.org\)](#)

²⁵ Website: [EU Science Hub | The European Commission's science and knowledge service \(europa.eu\)](#)

²⁶ Website: [Finding the right methods for measuring microplastics in water | EU Science Hub \(europa.eu\)](#)

RISE	RISE is het Nationale onderzoeksinstituut van Zweden dat momenteel coördinator is van het project MinShed. ²⁷ , waarin RISE mogelijkheden onderzoekt om MPV-afgifte uit kleding te verminderen. RISE is daarnaast ook nauw betrokken bij tMC en partner in het Europese project HEREWEAR, met als rol de ontwikkeling van meetmethodes voor micro(plastic)vezels. Op Europees niveau is deze onderzoeksgroep dus een belangrijke kennispartner.
CNR	CNR is het Nationale onderzoeksinstituut van Italië. ⁵ CNR is coördinator geweest van het EU LIFE+ project MERMAIDS ⁶ (Tabel 9). CNR werkt momenteel samen met de Plastic Soup Foundation ²⁸ binnen de OCEAN CLEAN WASH campagne en het WOMA (Wear Off Microfibres Alliance) consortium. Binnen dit consortium is CNR verantwoordelijk voor het meten van de vezelafgifte.
UoL/Universiteit van Leeds (School of Design)	Aan de Universiteit van Leeds bevindt zich de onderzoeksgroep van Dr. Mark Sumner en Dr. Mark Taylor die veel samenwerkt met tMC en de CIA. In het begin van 2021 is er een artikel van deze groep gepubliceerd in <i>The Journal of the Textile Institute</i> met een meetmethode voor het kwantificeren van microplasticvezel afgifte tijdens huishoudelijk wassen (Tiffin & al, 2021). De meetmethode die in dit artikel beschreven wordt, komt deels overeen met de methode die momenteel ontwikkeld wordt binnen de CEN. Op Europees niveau is deze onderzoeksgroep een belangrijke kennispartner voor het meten van microplasticvezels.
Diverse NGOs	Er zijn veel NGOs die actie ondernemen op dit onderwerp. STOP! Micro Waste heeft bijvoorbeeld in 2019 <i>the Great Bubble Barrier</i> geplaatst in een kanaal in Amsterdam en draagt bij aan oplossingen om het gedrag van de consument te veranderen (zoals de GUPPYFRIEND ²⁹ waszak), het Wereld Natuurfonds heeft in 2019 een petitie opgesteld om de VN aan te zetten tot een internationaal verdrag om plastic vervuiling tegen te gaan, was deelnemer van TEXTILE MISSION en verkoopt GUPPYFRIEND waszakken, de Plastic Soup Foundation is aanjager van de Ocean Clean Wash campagne en zo zijn er nog meer voorbeelden te noemen. Op 23 april 2020 is de 'European Strategy for Sustainable Textile, Garments, Leather and Footwear' ³⁰ uitgekomen, ondertekend door 65 NGOs. Deze strategie is veel breder dan alleen de afgifte van microplastics, maar het geeft wel aan hoeveel organisaties zich op dit moment richten op mens- en milieuvriendelijk textiel.

3.3.4 Europese onderzoeksprojecten

Tabel 9 geeft een beknopt overzicht van de meest relevante nog lopende en afgeronde Europese onderzoeksprojecten met betrekking tot microplastic vezels uit textiel. Hierbij zijn ook projecten meegenomen die een breder spectrum aan MP beslaan dan alleen MPV-vezels uit textiel. Het is opvallend dat de projecten in de loop der tijd groter worden (meer partners) en dat meer en meer industriële partners deelnemen aan de consortia.

Tabel 9: Overzicht van de meest relevante recente Europese onderzoeksprojecten en initiatieven.

Project/initiatief	Looptijd	Partners ³¹	Landen	Omschrijving
MERMAIDS (https://life-mermaids.eu/en/)	2014-2016	CNR (coördinator) Polysistec, Plastic Soup Foundation, LEITAT	Spanje, Italië en Nederland	EU LIFE+ Programma. Onderzoek naar mitigatiestrategieën voor microplasticvezelafgifte bij het wassen van textiel. 500 laboratoriumtests die hebben geleid tot ontwikkeling CNR wasmethode, lijst van belangrijkste parameters voor vezelafgifte bij het wassen en innovatieve oplossingen (bijv. coatings) om dit te voorkomen.
Ocean Clean Wash (https://www.oceancleanwash.org/partners/)	2016-heden	PSF (lead), Amberoot, CNR, G-Star Raw, GreenEarth Cleaning, Planetcare, Uni of Plymouth, Rubymoon, Sympatex, Upset Textiles	Nederland, UK, Italië, US, Slovenië, Duitsland	Campagne gestart door de Plastic Soup Foundation om het complexe probleem van vrijkomen van microvezels uit synthetische kleding aan te pakken. Doel: 80% reductie van MPV uit kleding de komende jaren door sluiten van de textielindustrie kringloop. PSF en CNR hebben, gerelateerd aan deze campagne, het WOMA (Wear Off Microfibres Alliance) label ingevoerd, waarmee textielproducenten zich kunnen onderscheiden op basis van niveau van MPV-afgifte. De onderliggende methode is gepatenteerd door CNR. Het doel is om een groter WOMA-consortium op te zetten van onderzoekspartijen die dit label mogen uitgeven.
TEXTILE MISSION (https://textilemission.bsi-sport.de/)	2017-2021	BSI Deutschland (coördinator), Hochschule Niederrhein TU Dresden, Vaude, Adidas, Henkel, Miele, Polartec LLC, WWF	Duitsland	3-jarig project met interdisciplinair onderzoek om MPV-afgifte van soorten textiel te meten en de verwijdering hiervan bij de waterzuivering in kaart te brengen. Het eindrapport is beschikbaar.

²⁷ Website: [MinShed | RISE](#)

²⁸ Website: [Plastic Soup Foundation](#)

²⁹ Website: [GUPPYFRIEND](#)

³⁰ [Civil-Society-European-Strategy-for-Sustainable-Textiles.pdf \(fairtrade-advocacy.org\)](#)

³¹ Voor een toelichting van de afkortingen van de genoemde partners wordt er doorverwezen naar de projectwebsites.

MinShed (https://www.ri.se/en/what-we-do/projects/minshed)	2018-2021	Electrolux Prof., Electrolux, RISE (coordinator), Bergans, Dressman, Fjällräven, Uni Gothenburg, Uni Borås, RNB, ELLOS Group, Boob Design, Filippa K, Ginatricot, Haglöfs, Houdini, STOP! MICRO WASTE, PeakPerformance, TPC Textile, Chalmers UoT, Johanneberg Science Park, Peak Innovation, Nilorn, Guppy Buddy, H&M, IKEA, Scania, Sustema, Varner, Västsvenska Kemi- och Materialklustret, Y. Berger & Co	Zweden	Project om kennis en richtlijnen te creëren die de textielindustrie zullen helpen bij het ontwerpen en maken van (deels) synthetische kleding met minder MPV-afgifte. Het project zal ook onderzoeken hoe wasmachines worden ontworpen en of ze kunnen worden uitgerust met een filter dat de uitstoot van microplastics kan verminderen.
Limnoplast (https://www.limnoplast-itn.eu/)	2019-2023	Uni-Bayreuth (coordinator), NTNU, Uni-Bergen, Uni- Göteborg, Uni-Aalborg, HHL Leipzig, Fraunhofer, VU, Uni-Paris, Evonik, Uni-Wien, Kemijski Inst.	Noorwegen, Zweden, Denemarken, Nederland, Duitsland, Frankrijk, Oostenrijk, Italië	Onderzoek naar de bronnen, chemische eigenschappen, verspreiding, verwijdering, blootstelling, voorkoming en toxiciteit van MP in zoetwater ecosystemen en daarbij passende oplossingen.
Euroqcharm (https://www.euroqcharm.eu/en/)	2020-2024	NIVA (coordinator), CNR, VU, Ifremer, INCDM, Salt, CSIC, NILU, ILCO, AWI, AARHUS University, CHIRON, Eawag, OGS, Afnor	Noorwegen, Italië, Nederland, Duitsland, Frankrijk, Roemenië, Spanje, België, Zwitserland	Onderzoek naar het optimaliseren, valideren en harmoniseren van monitoringsmethoden voor plastics in het milieu (nano-, micro- en macroplastics). Niet specifiek voor textiel.
Herewear (https://herewear.eu/)	2020-2024	CENTEXBEL (coordinator), DITF, TNO, RISE, UAL, EUT, CIRCFASH, MAIBINE, MIRTEC, FINIPUR, MITWILL, VRETENA, SOURCEBK, TCBL, QOR	België, Duitsland, Nederland, Verenigd Koninkrijk, Roemenië, Griekenland, Frankrijk, Verenigde Staten en Zweden	Ontwikkeling van biobased circulair textiel. In het project is een werkpakket gericht op het ontwikkelen van meetmethodes voor microvezels (natuurlijk en synthetisch). RISE is coördinator van dit werkpakket.
Ocean Innovation Challenge (https://oceaninnovationchallenge.org/ocean-innovators#cbp=ocean-innovations/tackling-microfibres-source-investigating-opportunities-reduce-microfibre)	2021 - 2022	Forum for the Future, APAC	Maleisië, Indonesië, Vietnam en Singapore	Project 'Reducing microfiber pollution from the fashion industry' onder Ocean Innovation Challenge van UNDP. Het onderzoeken van mogelijke oplossingen voor het verminderen van microvezelvervuiling middels textielontwerp en aanpassingen in het productieproces.
MOMENTUM (https://www.zonmw.nl/nl/onderzoek-resultaten/life-sciences-health/programmas/project-detail/microplastics-health/microplastics-and-human-health-consortium-momentum/)	2021-2024	UU (coördinator), UMCU, RUG, VU, OU, TU Twente, WU, UM, TNO, ACC, ANTEA, WESSLING, SIMLINEXT, CYTOSMART, NANOCONSULT, AVANTIUM, BRUKER, LYONDELL, PANANALYTICAL, AIMPLAS, EXXON, DA VINCI, VITROCELL, Deltares, RIVM, KWR	Nederland, Duitsland, België, Verenigde Staten	Onderzoek naar de gezondheidseffecten van microplastics en het voorkomen ervan.

3.4 Conclusie stakeholderinventarisatie

Veel internationale partijen zijn actief in het onderzoek naar MPV-afgifte uit textiel in water. Tot nu toe waren de meeste van deze activiteiten gericht op het verzamelen van kennis en methoden om de omvang en impact van MPV uit textiel in het milieu in kaart te brengen. De stakeholders in het Nederlandse Stakeholdersnetwerk MPV zijn geïnteresseerd in de omvang en impact van MPV uit textiel en zijn bereid op korte termijn hun bijdrage te leveren aan het vervolgonderzoek voor de verdere uitwerking van de meetmethode. Met de stakeholders in dit netwerk kan het grootste deel van de MPV-vervuilingsketen van textiel in water in Nederland in kaart gebracht worden. De link naar internationale producenten loopt hierbij zoveel mogelijk via de Nederlandse modebranche. Voor een effectief vervolgonderzoek is het verstandig om binnen Nederland aan te sluiten bij de vervolgvacatures van het programma Kennisimpuls Waterkwaliteit (KIWK) en de Monitoring Microplastics studie binnen het MWTL-programma van RWS. Deze onderzoeken richten zich op MP-onderzoek aan het grond- en oppervlaktewater en kunnen worden aangevuld met studies eerder in de keten op het niveau van textielproducenten en wasserijen. Er is internationaal veel noodzaak en bereidheid om analysemethoden voor MPV uit textiel te delen. De belangrijkste initiatieven en samenwerkingen op dit gebied zijn het Europese Microplastics Initiative vanuit de Green Deal, the Microplastics Consortium (tMC) en de Cross Industry Agreement (CIA), mogelijk in de toekomst ook gevolgd door het WOMA-consortium dat nu nog bestaat uit de Plastic Soup Foundation en CNR. De CIA en tMC hebben ook een eerste stap gezet richting normering van de analysemethode. Het uitwerken van deze normering is inmiddels overgenomen in CEN/ISO werkgroepen. Publicatie van de hierin ontwikkelde standaarden wordt pas over 2 à 3 jaar verwacht, maar door deelname aan de werkgroepen is inmiddels bekend dat de voorgestelde methoden in lijn zijn met de uitkomsten van de kennisinventarisatie en het in hoofdstuk 5 voorgestelde vervolgonderzoek. Bij dit vervolgonderzoek is het belangrijk om aan te sluiten bij de belangrijkste nog lopende Europese projecten met name Limnoplast, Euroqcharm, Herewear en MOMENTUM en kennis te delen op bijbehorende fora. Via de Nederlandse partners kan toenadering gezocht worden tot deze consortia en,

in het geval van lacunes in het geplande onderzoek ten opzichte van het gewenste vervolgonderzoek, kan er een aanvullend voorstel ingediend worden binnen de Green Deal met Nederlandse partners en de partners uit deze consortia.

Het advies is kortom om te inventariseren wat de mogelijkheden zijn om alvast te beginnen met het Nederlandse vervolgonderzoek, maar daarbij ook verdere Nederlandse en Europese samenwerking op te zetten voor de actieve vermindering van MPV uit textiel. Deelname van onderzoeks- en/of beleidspartners (I&W, RWS, TNO en/of RIVM) uit het Stakeholdernetwerk MPV aan de CEN-werkgroep, CIA, tMC en het EU initiatief is een essentieel ingrediënt om dit goed te laten verlopen.

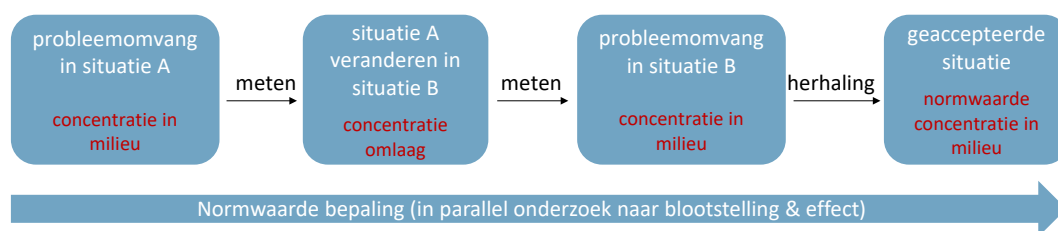
4. Vervolgadvies uniforme meetmethode

4.1 Verbeteringsproces op basis van het voorzorgsprincipe

Het doel van de uniforme meetmethode waar vanuit het Stakeholdernetwerk MPV naar wordt gestreefd, is om een bijdrage te leveren aan het minimaliseren van de mogelijke impact van MPV gerelateerde milieuvervuiling. Het uitgangspunt hierbij is het voorzorgsprincipe³²: als een handeling of maatregel ernstige of onomkeerbare schade kan veroorzaken aan mens of milieu, zonder dat er wetenschappelijke consensus bestaat dat er schade zal plaatsvinden, dan is de bewijslast voor degene die de handeling wil uitvoeren. Dit principe houdt ook in dat er een verantwoordelijkheid is om in te grijpen en mensen te beschermen voor blootstelling aan schade waar wetenschappelijk onderzoek een plausibel risico heeft ontdekt.

De uniforme meetmethode zal bijdragen aan de oplossing door een beeld te geven van de kritische eigenschappen van MPV-bronnen (verschillende soorten textiel), de omvang van de MPV-afgifte en het transport van MPV door de waterketen. Aan de hand van de gemeten waarden kan bepaald worden op welk punt het naar verwachting het meest effectief is om maatregelen door te voeren en daarmee mogelijke impact van de vervuiling in een zo vroeg mogelijk stadium te voorkomen, in lijn met het voorzorgsprincipe. Vervolgens kan de methode dan weer gebruikt worden om de effectiviteit van de MPV-afgifte verminderende maatregelen te checken.

Bij dit verbeteringsproces op basis van het voorzorgsprincipe is zoveel mogelijk vermindering van MPV het doel, ook als er nog geen te behalen normwaarde concentratie bepaald is. Er zijn verschillende manieren om een normwaarde te bepalen, bijvoorbeeld d.m.v. onderzoek naar blootstelling en effect op basis waarvan risico's kunnen worden ingeschat. De normbepaling kan parallel aan het verbeteringsproces worden uitgevoerd. Zodra een normwaarde bepaald is, kan deze ook als eindpunt van het verbeteringsproces worden ingezet. Deze twee parallelle processen van verbetering en normbepaling zijn schematisch weergegeven in Figuur 14.



Figuur 14 Schematische weergave van de aanpak van een probleem op basis van het voorzorgsprincipe. Op het moment dat het probleem wordt geconstateerd bevindt het systeem waarin de vervuiling plaatsvindt zich in situatie A. Vervolgens wordt er op verschillende punten in het systeem gemeten en wordt, op basis van deze resultaten en de omstandigheden, de MPV-afgifte beperkende maatregel doorgevoerd die naar verwachting de hoogste kans op succes zal hebben, zowel qua haalbaarheid als qua hoeveelheid. Na doorvoeren van deze maatregel bevindt het systeem zich in situatie B. Opnieuw wordt dan gemeten en de beste verbeteringsmaatregel bepaald en doorgevoerd. Dit proces wordt herhaald tot de vervuiling niet meer meetbaar is of dat in de tussentijd in het parallelle onderzoek een normwaarde is bepaald en deze is bereikt.

4.2 De ketenaanpak

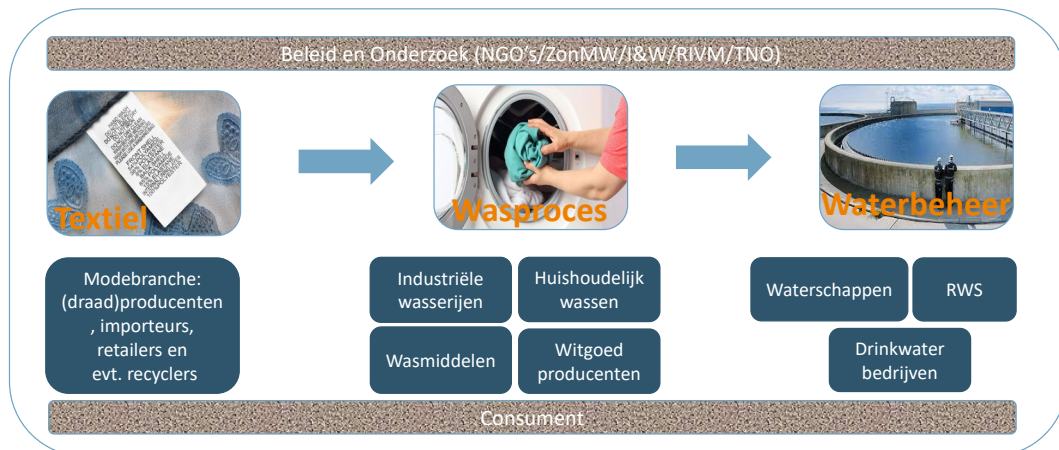
Bij het ontwerp van de uniforme meetmethode wordt uitgegaan van een ketenaanpak. Hierbij moeten voor een goede meetaanpak op ieder punt van de vervuilingketen (zie Figuur 15) 3 verschillende onderdelen van de meetmethode op maat gemaakt worden:

1. **De bemonsteringsmethode.** Deze is afhankelijk van verwachte MPV-concentratie en mate van vervuiling. Hoe hoger de MPV-concentratie en hoe lager de vervuiling, hoe makkelijker de verwachte bemonsteringsaanpak.
2. De eventuele **voorbewerking van het genomen monster.** Als het monster te vuil is, dan kan voorbewerking nodig zijn om de analyse goed uit te voeren.
3. De **analysemethode** voor het bepalen van MPV. Idealiter dezelfde methode in de hele keten zodat de resultaten onderling vergelijkbaar zijn.

³² <https://www.duurzaammbbo.nl/ethiek-inleiding/7-juridische-principes>

Hierbij moet vaak al rekening gehouden worden met de verwachte aanpak om MPV-verlies op dit punt in de keten te verminderen. De 3 hierboven genoemde onderdelen van de meetmethode moeten zoveel mogelijk door de keten op elkaar aansluiten, aansluiten bij lopende initiatieven en op verschillende punten van de keten op dezelfde wijze worden uitgevoerd. In de ontwikkelingsfase kan dit geborgd worden door de ontwikkeling op de verschillende punten in de keten parallel en door dezelfde partij te laten uitvoeren. De ontwikkelingsfase zal uiteindelijk een protocol opleveren waarmee de methode breder uitgerold kan worden met behulp van commerciële partijen.

4.3 Vervolgaanpak per punt van de vervuilingketen



Figuur 15 Schematisch overzicht van de vervuilingketen waarin MPV uit textiel in het water voor kunnen komen.

De partijen in de MPV-vervuilingketen van textiel kunnen grofweg worden verdeeld in 3 groepen: textiel, wasproces en waterbeheer (zie Figuur 15). Bij elk van deze groepen horen meerdere (soorten) partners uit het Stakeholdernetwerk MPV. Om te bepalen wat de beste vervolgaanpak is om zo snel en efficiënt mogelijk te komen tot een uniforme meetmethode voor MPV-verlies door de hele keten, is er voor elk van deze 3 groepen op basis van de informatie uit de kennis- en stakeholderinventarisatie een inventarisatie gemaakt van de 4 volgende punten:

1. **Wat is de verwachte aanpak voor MPV-vermindering?** Welke opties gaan mogelijk getest worden en welke parameters moeten dan voor de geteste optie bepaald worden, waar en hoe vaak?
2. **Wat is de verwachte/gangbare meetaanpak?** Op basis van al voorgestelde of gebruikte metingen van MPV of andere stoffen/vezels in water. Het is belangrijk het wiel niet opnieuw uit te vinden. Is aanvulling/aansluiting bij andere methoden mogelijk?
3. **Welke bemonsteringsmethode is nodig?** Wat is de verwachte concentratie? Bij lage concentratie waarschijnlijk continue monstername, bij hoge concentratie eenmalige monstername. Hoe vies is het water?
4. **Advies meetaanpak m.b.t. monster bewerking- en analysemethoden op dit punt van de keten.** Afweging onderzoeksvraag \leftrightarrow kosten/kwaliteit/tijd.

4.3.1 Aanpak van MPV in de textielindustrie

1	Verwachte aanpak voor MPV-vermindering
	Optimalisatie van productiemethode, textielstructuur (vezel en weef) en materiaalkeuze d.m.v. op het textiel gerichte, gecontroleerde experimenten. Polyester is het meest voorkomende synthetische materiaal voor textiel, gevolgd door nylon. Naar verwachting zal daarom gestart worden met het minimaliseren van MPV-afgifte van polyester houdende stoffen. Ook zal naar verwachting getest worden hoeveel een gecontroleerde 'pre-wash', voordat het textiel op de markt komt, de MPV-afgifte bij het (wassen na) gebruik kan verminderen.
2	Verwachte of gebruikte aanpak voor meten van MPV
	CEN-methode (CIA/tMC) voor MPV-bepaling: gecontroleerd stukje textiel (100% PET) en gestandaardiseerd wasproces. Wegen voor en na wassen (filter + stukje textiel). Geen toevoeging van wasmiddel. Eventueel CNR-methode.
3	Bemonsteringsmethode
	Goed uitvoerbare monstername: hoge concentratie MPV per liter verwacht in dit stadium. Eenmalige monstername van een beperkt volume waswater waarschijnlijk voldoende. Deze bemonstering is (redelijk) goed uitgewerkt/bestaand.
4	Adviezen meetaanpak
	<p>Uitbreiding van CEN-aanpak met representatieve processen, thermo-analytische kwantificatie, aanvullend microscopisch onderzoek en track & trace.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Start met de CEN-aanpak³³ of vergelijkbaar in een gecontroleerde testomgeving. Deze methode is goed voor een snelle textieloptimalisatie, maar bestrijkt een beperkte range aan materialen, is niet representatief voor een realistisch proces en is niet compatibel met een ketenbenadering. 2. Zodra hier genoeg ervaring mee is opgedaan, vul deze methode in dezelfde testomgeving aan met textieloptimalisatie bij representatieve processen (ook gemengde/vuile weefsels, wasmiddel en volle belading). Weging van de stof of het filtermonster is hierbij niet voldoende, maar met toevoeging van een thermo-analytische kwantificatie methode is het goed mogelijk om ook in deze situaties de MPV massa fractie en het polymeertype (in het geval van gemengde weefsels met bijv. polyester en nylon) te bepalen. Vanwege relatief schoon water en thermo-analytische kwantificatie is er op dit punt waarschijnlijk nog geen extra monsterbewerking nodig. 3. Om meer informatie te krijgen over de morfologie, samenstelling, type en grootte van de deeltjes wordt het geadviseerd om in de ontwikkelingsfase veel aanvullend microscopisch onderzoek te doen op dit punt. In een latere fase kan dit steekproefs- of pilotsgewijs. 4. Track & trace: studie naar mogelijke identificatie van een bestaande en/of toegevoegde marker aan textiel die tracering door de keten mogelijk maakt (bijv. een veelgebruikt type verf of metal doped plastic³⁴). Dit kan helpen om onderscheid te maken tussen bijv. PET uit verpakkingsmaterialen en polyester uit textiel.

³³ Met de CEN-aanpak wordt hier de methode bedoeld die ontwikkeld is door de universiteit van Leeds en op dit moment verder wordt uitgewerkt tot deel 1 van een meetstandaard voor microplastics uit textiel in de werkgroep CEN/TC 248/WG 37 "Microplastics from textile sources". Zie ook secties 2.2.1 en 3.3.2.

³⁴ Frehland et al. "Long-term assessment of nanoplastic particle and microplastic fiber flux through a pilot wastewater treatment plant using metal-doped plastics", Water Research 182, 115060, 2020

4.3.2 Aanpak van MPV bij het wasproces

1	Verwachte aanpak voor MPV-vermindering
	<ul style="list-style-type: none"> – Plaatsing van een microplasticvezel filter (bijv. Planet Care) direct na de wasmachine of verder in de afwatering. – Mogelijke toevoeging MPV aan Ecodesign norm regulering. Minimalisatie MPV-verlies in Eco wasprogramma (8kg was, 40-50 graden). Dit als uitgangssituatie bemeten en bepalen of verbetering nodig is. Zo ja, aanpassen. – Minimalisatie slijtage door geoptimaliseerde keuze van wasmiddel, wasprogramma en/of wasmachine. Op het wasproces gerichte, gecontroleerde experimenten. De specifieke details van het wasproces vallen echter onder het intellectueel eigendom van de bedrijven, daarom is hiervoor een zeer grote bijdrage van de branche nodig (mededingingsrecht). Algemeen bekende variaties kunnen merkonafhankelijk wel getest worden.
2	Verwachte of gebruikte aanpak voor meten van MPV
	<ul style="list-style-type: none"> – Meten van 'end of pipe' MPV-variaties voor verschillende type wasserijen (afvoer huishoudwasmachine, lozing van industriële wasserijen) met bemonstering direct na het wasproces. Analyse en voorbewerking nog te bepalen. – Metingen voor en na MPV-filter. Bemonstering is hierbij een aandachtspunt, omdat de verwachte concentratie voor het filter hoog is en na het filter laag. – Variatie van textiel of wasproces in aangepaste CEN-methode (CIA/tMC): gecontroleerde stukjes textiel in bovenstaande metingen (100%) met gecontroleerd wasproces. Bemonstering na proces als eerder genoemd.
3	Bemonsteringsmethode
	<ul style="list-style-type: none"> – Monstering na wasproces zonder filter: hoge concentratie MPV/liter verwacht. Eenmalige monstername van beperkt volume waswater voldoende. – Vergelijking monster voor en na filter: na filter risico op concentratie onder detectielimiet. Gecontroleerde monstername van groot volume nodig (bijvoorbeeld met cycloonmethode).
4	Adviezen meetaanpak
	<p>Eerste benadering 'end of pipe' studie. Effect van filters en wasparameters mogelijk als verfijning.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Voor het testen en optimaliseren van de meetaanpak is een pilot met 'end of pipe' metingen bij wasserijen van bedrijfskleding (bevat veel polyester³⁵) een logisch startpunt vanwege relatief eenvoudige bemonstering en verwachte kwaliteit/representativiteit van de analyse. De wascondities bieden geen ruimte voor de CEN-meetaanpak³³, maar de eenheid van g/l kan wel aangehouden worden. 2. Vervolgens identificatie van representatieve processen en monsterpunten voor verschillende type wasserijen (consumenten en industrieel). Uit vergelijk van wasserijen kan ook eerste indirecte indicatie verkregen worden van effect van wasproces en wasmiddel. 3. Analyse door weging van monster met toevoeging van thermo-analytische kwantificatie methode om MPV massa fractie en polymeer type te bepalen. Extra voorbewerking bij niet eenduidig kwantificatie resultaat: evt. vriesdrogen, verwijderen anorganisch materiaal, deeltjesgrootte scheiding en/of verwijderen van organisch materiaal (anders dan plastic). 4. Eventueel aanvullend microscopisch onderzoek voor vezel/deeltjesmorfologie, samenstelling en grootte bepaling voor meer detailinformatie over de oorsprong van MPV 5. Variaties van wasmachine/middel/programma kunnen separaat uitgevoerd worden door fabrikanten. Metingen voor en na filters in de afvoer zijn complexer vanwege bemonsteringsvraagstuk. Voorbewerkings- en analysemethoden zijn naar verwachting hetzelfde.

³⁵ Informatie uit interview met industriële wasserijen.

4.3.3 Aanpak van MPV bij het waterbeheer

1	Verwachte aanpak voor MPV-vermindering
	<ul style="list-style-type: none"> – Aanpassing van zuiveringssystemen bij riool- en drinkwaterzuiveringen voor vermindering van MPV. Dit zijn grote investeringen, het is cruciaal om eerst een goed beeld te hebben van de concentraties en grootte/type van de deeltjes door metingen/pilots op eerdere punten in de keten. Eventueel inzet van Bubble Barrier. – Een deel van de microplastics kan zinken. Belangrijk om te voorkomen dat microplastics in het milieu komen voor aankomst bij de waterzuivering via overstorten en bezinking.
2	Verwachte of gebruikte aanpak voor meten van MPV
	<ul style="list-style-type: none"> – In kaart brengen MPV-concentraties voor en na zuivering, in rivieren en in drinkwater monitoren over langere periode en eventueel herhalen na mogelijke aanpassing zuiveringsmethoden. Dit gebeurt al in het Monitoring van Microplastics project binnen het MWTL-programma (Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands). – Mogelijkheid onderzoeken voor tweetraps meetaanpak op dit punt: frequentere goedkope analyse voor snel beeld en minder frequente gedetailleerdere analyse.
3	Bemonsteringsmethode
	<p>Monstername is een grote uitdaging: lage concentraties, veel vervuiling</p> <ul style="list-style-type: none"> – Extreem groot water volume (lage MPV-concentratie) en diversiteit aan vervuiling zorgt voor grote opgave van opzetten en harmoniseren van bemonsteringsprotocol voor vies (riool) en schoon water (rivieren, drinkwater, net gefilterd water RWZI's).
4	Adviezen meetaanpak
	<p>Beperk analyse tot polyester en optimaliseer stap voor stap van grofmazig naar fijnmazig.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Beperk de analyse tot polyester (en evt. nylon). Mogelijk zijn er nog markers te vinden die in dit stadium te herleiden zijn tot textiel. 2. Selecteer representatieve monsterpunten en bepaal een goede bemonsteringsaanpak. Dit vergt veel trial-and-error en zal naar schatting in de orde van jaren duren. Aansluiting bij lopende RWS initiatieven is zeer wenselijk. 3. Optimaliseer de voorbereiding. Extra voorbereiding zal nodig zijn: samples zijn vuil, hebben lage concentraties en/of deeltjes zijn klein (na zuivering). Analyseer met thermo-analytische kwantificatie methode om MPV massa fractie en polymeer type te bepalen, zelfde als op andere monsterpunten in de keten. 4. Bijdrage van textiel inschatten door markers of door ketenbenadering: door veel monsterpunten te nemen op verschillende punten tussen wasproces (particulier of industrieel) en waterzuivering en op basis hiervan de hoeveelheid verwachte polyester MPV in het effluent te voorspellen door modellering, kan de bijdrage van textiel aan het totaal van MPV in oppervlaktewater ingeschat worden. 5. Eventueel aanvullend microscopisch onderzoek voor vezel/deeltjesmorfologie, samenstelling en grootte bepaling voor meer detailinformatie over de oorsprong van MPV.

4.3.4 Overkoepelend beeld

Tot en met het wasproces is bemonstering relatief eenvoudig omdat de verwachte MPV-concentratie hoog is en het water relatief schoon. Richting het einde van de vervuilingketen wordt het water vuiler en de concentraties lager, wat bemonstering bemoeilijkt.

Ook de analyse wordt lastiger richting het einde van de keten. Tot en met het wasproces is er de mogelijkheid om gecontroleerde experimenten uit te voeren die eenvoudig geanalyseerd kunnen worden, terwijl dit aan het einde van de keten (riool, waterzuivering, oppervlaktewater) door weinig invloed op het proces, vuil water en lage concentraties veel lastiger wordt. Om toch een volledig beeld te krijgen van het MPV-verlies door de keten heen, wordt het aangeraden om een eenvoudige analyse op basis van filtering en bepaling van massa per liter aan te vullen met een thermo-analytische analyse. Deze analyse kan de massafractie van een type polymeer in een monster relatief snel bepalen en is relatief ongevoelig voor vervuiling.

Voor meer informatie over aantallen, grootte en vorm van de deeltjes kan dit aangevuld worden met microscopische of spectroscopische analyse. Echter, om een eerste beeld te krijgen is het advies om eerst

grofmazig te kijken met eerdergenoemde methoden en hierbij (specifiek voor textiel) te focussen op de vervuiling van polyester microvezels.

4.4 Verdere overwegingen voor beleid en onderzoek

Beleidsmatig is het advies om op alle drie de punten van de vervuilingketen MPV in kaart te brengen en op korte termijn al te beginnen met het verfijnen van de meetmethode d.m.v. pilots op die drie punten. De resultaten van de pilots kunnen vervolgens gebruikt worden om de metingen fijnmaziger uit te breiden naar andere punten van de keten en voor het uitwerken van een meetprotocol voor monitoring op de langere termijn. Het vervolgplan voor de invulling van de pilots en de benodigde activiteiten daar omheen is verder uitgewerkt in het volgende hoofdstuk.

Het is belangrijk om te realiseren dat de nuloptie, dus het volledig voorkomen van MPV-afgifte van textiel, op geen van de punten in de keten reëel lijkt. Goede samenwerking en delen van informatie en verantwoordelijkheid binnen het Stakeholdernetwerk MPV is dus essentieel voor het succes. De ketenaanpak is van wezenlijk belang om een goed beeld te vormen van de omvang van het probleem, wat nodig is voor een effectieve en kostenefficiënte aanpak.

Vooralsnog zijn er geen ons bekende Europese initiatieven met een dergelijke ketenaanpak, het agenderen van deze aanpak bij Europese beleidsmakers en aansluiting bij Europese consortia en normering (CEN/ISO) is daarom ook een belangrijk aandachtspunt.

Parallele aandachtspunten voor beleid en onderzoek (buiten de scope van dit advies) zijn:

- Het goed monitoren en beperken van eventuele nadelige wisselwerkingen bij de aanpak ter vermindering van MPV, zoals bijv. extra energieverbruik van wasmachines bij het gebruik van filters.
- Het in parallel aan de ontwikkeling van de meetmethode uitzetten van onderzoek naar risico's en blootstelling op basis waarvan een norm voor de toegestane hoeveelheid MPV in het milieu kan worden bepaald.
- Aanpalende onderzoek naar het verlies van MPV uit textiel naar lucht. Dit is belangrijk voor een compleet beeld, maar daarnaast zal ook een deel van de naar lucht afgegeven vezels uiteindelijk in het water terecht komen.

5. Schets programma implementatie van de meetmethode

Dit onderzoek is deel van een nationaal beleid gebaseerd op het voorzorgsprincipe: de aanwezigheid van microplasticvezels (MPV) in de leefomgeving heeft mogelijk schadelijke gevolgen voor mens & milieu en het is daarom van belang om emissie van deze deeltjes zoveel mogelijk te voorkomen. Het doel van het Stakeholdernetwerk MPV is hierbij om de partijen die een rol spelen bij afgifte en afvangst van MPV uit textiel in water, tot actie over te laten gaan om de MPV-afgifte zoveel mogelijk te beperken.

Zoals eerder gemeld, wordt er gewerkt aan een EU-beleid vanuit de Green Deal voor de aanpak van onbewuste MPVs. In september 2021 is gestart met een studie naar onbewust ontsane microplastics³⁶. De eerste impact van het beleid, in de vorm van verminderingsmaatregelen, wordt eind 2022 verwacht. In de Green Deal zal extra aandacht worden besteed aan microplastics uit autobanden, textiel en pre-production pellets.

Anders dan bij autobanden is de omlooptijd van textiel lang. Kleding kan nog tientallen jaren na productie in omloop blijven en gewassen worden en hierbij MPV afgeven. Bovendien zijn MPV in textiel niet in alle gevallen eenvoudig te vervangen door andere materialen. Dit is de hoofdreden waarom voor het beperken van MPV uit textiel een ketenaanpak, in plaats van alleen een bronaanpak, naar verwachting het meest effectief is. De uniforme meetmethode waarvoor in dit rapport een concept is voorgesteld, wordt beschouwd als een voorwaarde voor deze ketenaanpak.

In het vorige hoofdstuk is het algemene vervolgadvies om te komen tot een uniforme meetmethode beschreven. In dit hoofdstuk is dit advies verder uitgewerkt tot een schets van een concreet vervolgprogramma voor verdere uitwerking en implementatie van de uniforme meetmethode. Deze schets geeft het ministerie van I&W handvatten om de volgende benodigde stappen te zetten en aan te sluiten bij het aankomende Europese beleid.

5.1 Doelstelling

Het doel van de uniforme meetmethode is om in Nederland de eerste stappen te kunnen zetten richting vermindering van MPV uit textiel in water. Het doel van het vervolgprogramma is een succesvolle uitwerking en implementatie van de uniforme meetmethode ter vermindering van MPV uit textiel in water. Daarnaast is het de bedoeling om de resultaten van het programma onder het voetlicht te brengen bij Europese fora en initiatieven, zodat Nederland de aanpak van MPV samen met de rest van Europa verder kan brengen. In het bijzonder is het hierbij belangrijk om de ketenaanpak te agenderen.

5.2 Programma opzet

De opzet van het vervolgprogramma is om zo snel mogelijk de uniforme meetmethode verder uit te werken, te testen en hiermee ervaring op te doen in een iteratief proces van MPV-vezelvermindering en verbetering van de meetmethode. Zo kunnen snel grote stappen gemaakt worden en is Nederland op tijd klaar om haar verantwoordelijkheid te nemen en aan te sluiten bij de internationale richtlijnen.

Een onafhankelijk onderzoeksinstituut kan de uitwerking en aansturing van deze vervolgonwikkeling op zich nemen, hierbij ondersteund door het ministerie van I&W (met beleid en financiering) en het RIVM (voor de studie naar blootstelling & effect van MPV uit textiel, parallel aan dit programma). Een goede bijdrage van de partners in het Stakeholdernetwerk MPV, wat betreft relevante contacten, mankracht en middelen, is essentieel voor het slagen van de vervolgonwikkeling. Op korte termijn zal inzet gevraagd worden van de partners in dit netwerk om samen pilots op te zetten voor de verdere uitwerking en het testen van de meetmethode. Dit geeft de mogelijkheid om binnen deze pilots al aanknopingspunten te identificeren voor het verminderen van MPV in water en stappen te zetten om het probleem voor de keten in kaart te brengen. Op de drie verschillende hoofdonderdelen van de keten (textielindustrie, wasproces, waterbeheer) zal parallel begonnen worden met pilots voor het uitwerken en gebruik van de methode als eerste stap naar vermindering van MPV.

³⁶ [Microplastics study - Homepage \(biois.eu\)](https://www.biois.eu/)

Betrouwbare uitwerking en testen van de meetmethode wordt het snelst verwacht bij monsterring direct na het wasproces bij industriële wasserijen. De snelste stappen richting MPV-vermindering worden verwacht door iteratieve optimalisatie bij de textielindustrie, waar naar verwachting de meetmethode ook al relatief snel toegepast kan worden in een laboratorium omgeving. Kennis over en verbetering van de invloed van het wasproces zal deels plaatsvinden in de pilot bij de industriële wasserijen en deels bij de experimenten voor de textielindustrie.

Bij het waterbeheer (rioolwaterzuivering, oppervlaktewater) is de uitgangssituatie het lastigst, maar om de informatie over de keten sluitend te krijgen kan hier aansluiting gezocht worden bij bestaande initiatieven, waarbij monsters op dezelfde wijze geanalyseerd zullen worden. De resultaten van het vervolgonderzoek zullen gedeeld worden bij (inter)nationale fora en samenwerkingsverbanden, waarbij ook aansluiting gezocht zal worden bij andere (inter)nationale initiatieven. Daarnaast zijn er nog een aantal aandachtspunten voor de beleidsaanpak.

5.3 Activiteiten

Om deze doelen te bereiken worden geadviseerd om een programma op te zetten met daarin de volgende zes hoofdactiviteiten:

1. REFERENTIEONDERZOEK: Implementatie van de thermo-analytische kwantificatie methode voor analyse van MPV uit textiel met kunstmatige referentiesamples

De thermo-analytische kwantificatiemethode is veelbelovend om een type microplastic, bijvoorbeeld polyester, door de keten heen te volgen en is een belangrijke pijler onder de geadviseerde meetaanpak. Om deze methode te testen voor deze specifieke toepassing wordt een representatieve set gemengde kunstmatige referentiesamples geselecteerd en geanalyseerd op de samenstelling (bijv. gemengde samples bestaande uit katoen- en polyestervezels in bekende verhouding en massa). De selectie van deze samples zal in nauw overleg met het team van de pilot ter optimalisatie van textiel gedaan worden.

Bij deze tests zal ook gekeken worden naar de invloed van vervuiling, bijv. wasmiddel, olie of etensresten. Het doel van deze tests is om de systematische en experimentele afwijking van deze methode voor deze toepassing te kunnen inschatten en om eventuele complicaties te leren kennen en, voor zover mogelijk, te verhelpen.

2. PILOT: Testen en optimalisatie van de meetmethode bij de industriële wasserijen en eerste schatting van omvang van MPV-afgifte bij wassen.

Het testen en optimaliseren van de uniforme meetmethode kan al op korte termijn resultaten opleveren als snel gestart wordt met een pilot bij de industriële wasserijen. Dit vanwege relatief eenvoudige bemonstering (het leidingwerk is goed toegankelijk), hoge MPV-concentratie, relatief schoon water en representatieve, bestaande processen. Door de test te herhalen bij meerdere en andere typen wasserijen, kan een eerste schatting van de omvang van MPV-afgifte bij wasserijen, afhankelijk van textiel en procesparameters (voor zover bekend), gemaakt worden.

Deze pilot kan geleid worden door het onderzoeksinstituut dat de meetmethode verder zal uitwerken in samenwerking met de FTN, die toegang tot de wasserijen en de benodigde informatie verschaft en eventuele aanpassingen verzorgt. Opzet van monitoring bij de wasserijen op langere termijn op basis van deze resultaten is de verantwoordelijkheid van de FTN en haar leden en valt buiten de directe scope van dit programma.

3. PILOT: Gecontroleerde, representatieve experimenten gericht op optimalisatie van textiel en wasproces met de uniforme meetmethode.

Naar verwachting kan er veel MPV-vermindering bereikt worden door optimalisatie van het textiel zelf. Hier is ook de aanpak van het op het moment lopende initiatief voor de ontwikkeling van een CEN-meetmethode op gericht: een goed gedefinieerd stukje MPV-stof wordt gewassen zonder wasmiddel, waarna de massa afname en massa aan MPV in een filter na de machine worden bepaald. Dit proces is niet representatief voor een echt wasproces, wat een zeker risico met zich meebrengt, maar het kan wel gebruikt worden voor

snelle optimalisatie van textielparameters voor vermindering van de MPV-afgifte. Het advies is daarom, om parallel aan de andere pilot bij de wasserijen, gecontroleerde textiel optimalisatie experimenten te starten in een laboratorium omgeving (bijv. bij SOHIT). Als vervolg op de zeer gecontroleerde CEN-achtige experimenten kan dan in hetzelfde lab stap voor stap naar meer representatieve tests toegewerkt worden met bijvoorbeeld meer variatie in weefselkenmerken (soort draad, weving, etc.), wasvolume of wasmiddel (zie Tabel 3). Aan de hand van deze tests kan het effect van deze variaties op de MPV-afgifte in kaart worden gebracht en kunnen handvatten voor vermindering van MPV-afgifte uit textiel worden geïdentificeerd. Door meer gedetailleerd onderzoek aan de monsters uit bovenstaande tests kan mogelijk ook een typische tracer voor microplasticvezels uit textiel geïdentificeerd worden, die gebruikt kan worden voor inschatting van de bijdrage van textiel aan de totale microplasticvervuiling in het oppervlaktewater.

Deze pilot kan gecoördineerd worden door het onderzoeksinstituut dat de meetmethode verder zal uitwerken, evt. in nauwe samenwerking met een ander testlaboratorium dat de wasexperimenten uitvoert. Voor deze pilot is ook inbreng nodig van vertegenwoordigers van de textielbranche (Modint, INretail), wasmiddelenbranche (NVZ, Senzora) en wasmachinebranche (APPLiA) voor de keuze en levering van representatieve weefsels, wasmiddelen en wasprocessen en benodigde achtergrondinformatie.

Bij succes van de experimenten kan gedacht worden aan de opzet van een testcenter MPV-verlies voor meer gedetailleerd onderzoek dan de eerste inventarisatie binnen dit programma. Voor financiering kan hierbij gekeken worden naar de mogelijkheden van een Publiek-Private Samenwerking (PPS)³⁷, bijvoorbeeld via het Kennis- en Innovatieconvenant (KIC) voor het inrichten van een toegewijd laboratorium.

4. PILOT: Aansluiten bij bestaande initiatieven van het Nederlands waterbeheer.

Een goede bemonsteringsaanpak voor oppervlaktewater en riolen vergt veel trial-and-error en zal naar schatting in de orde van jaren duren. Daarbij gaat het doorgaans om sterk vervuild water en/of lage concentraties wat ook de analyse bemoeilijkt. Om een beeld te krijgen van de bijdrage van textiel aan de hoeveelheid MPV in oppervlaktewater wordt aangeraden om voor de bemonstering aan te sluiten bij bestaande initiatieven. Rijkswaterstaat en de Waterschappen werken bijvoorbeeld binnen een programma (RWS-MWTL) aan de bepaling van microplastics concentraties in het oppervlaktewater en ook het vervolg van het KIWK-programma biedt hier aanknopingspunten.

De binnen dit programma genomen monsters kunnen dan met de in dit programma voorgestelde analysemethoden extra geanalyseerd worden om een compleet beeld van textielproductie tot waterzuivering te krijgen. Omdat het hier slechts aansluiting betreft, is deze pilot typisch een veel kleinere activiteit dan de andere twee pilots. De pilot kan worden geleid door het onderzoeksinstituut dat de meetmethode verder zal uitwerken in samenwerking met (projecten die lopen bij) de Waterschappen, het Waterlaboratorium en RWS, die samples voor analyse kunnen leveren.

5. PARTNERING EN DISSEMINATIE: Aansluiting bij Europese fora en initiatieven.

Vanwege een (voorlopig) gebrek aan standaarden en doordat de afgifte van MPV mogelijk niet in één deel van de keten tot een gewenst niveau teruggebracht kan worden³⁸ is het creëren van draagvlak voor de ketenaanpak met een uniforme meetmethode belangrijk. Ook kan het effect van deze investeringen veel groter zijn als de Nederlandse overheid samenwerkt met andere Europese landen binnen de EU. De resultaten van dit programma en de Nederlandse aanpak moeten daarom onder de aandacht gebracht worden van de EU en andere Europese initiatieven. De deelname aan de CEN/ISO normeringscommissie CEN/TC 248/WG 47 kan hierbij een goede ingang zijn, maar ook het verspreiden van de opgedane kennis en inzichten op conferenties en binnen andere Europese consortia op dit onderwerp, zoals stakeholderbijeenkomsten van The Microfibre Consortium en het Europese Microfibre Initiative, is hiervoor essentieel.

³⁷ <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/publiek-private-samenwerking-pps-bij-het-rijk>

³⁸ Inschatting op basis van interviews met het Stakeholdernetwerk MPV: volledige switch naar plasticvrij textiel is niet haalbaar met het oog op verbruik van alternatieve grondstoffen en toepassingen waarin plastic functioneel is, een beetje slijtage van textiel in wasprocessen is onvermijdelijk en met alle verliezen onderweg zal de waterzuivering niet in staat zijn alle MPV te verwijderen.

Het uitvoerende onderzoeksinstituut kan daarnaast aansluiting zoeken bij de belangrijkste lopende Europese projecten, met name Limnoplast, Euroqcharm, Herewear en MOMENTUM. Via de Nederlandse partners kan toenadering gezocht worden tot deze consortia en, in het geval van lacunes in het al geplande onderzoek ten opzichte van het gewenste vervolgonderzoek, kan er een aanvullend voorstel ingediend worden binnen de Green Deal met de partners uit deze consortia.

Het ministerie van I&W kan deze samenwerking stimuleren door financiële ondersteuning van de Nederlandse onderzoekspartners in internationale projecten, als sparringpartner bij beleidskwesties en als deelnemer en vertegenwoordiger van de Nederlandse overheid op internationale stakeholderbijeenkomsten van de EU.

Het onderzoeksinstituut dat de meetmethode verder zal uitwerken zal bij uitvoering van dit programma ook een communicatieplan opstellen voor effectieve disseminatie van de resultaten.

6. BELEIDSAANPAK: Randvoorwaarden voor succesvolle implementatie ter vermindering van MPV-afgifte

Naar verwachting zal van de activiteiten om de keten in kaart te brengen activiteit 2 het snelst resultaat opleveren, daarna activiteit 3 vanwege grotere complexiteit en pas veel later activiteit 4. Desalniettemin is hiermee de ketenaanpak geborgd en zal er gestaag een steeds betrouwbaarder beeld ontstaan van de bijdrage van textiel aan microplastics in het milieu.

Doordat er gewerkt wordt met een iteratief proces van meten-verbeteren-meten-verbeteren- kunnen tegelijkertijd ook al grote stappen in MPV-vermindering gezet worden. Om te zorgen dat dit ook uiteindelijk leidt tot een gewenste vermindering van de MPV-afgifte in het milieu, moeten nog een aantal zaken uitgewerkt worden: het opstellen van een gedetailleerd meetprotocol, het opstellen van een norm en de uitwerking van een goede aanpak voor monitoring en handhaving. Voor een succesvolle implementatie moet het ministerie van I&W zorgdragen dat deze activiteiten worden opgepakt in samenwerking met geschikte onderzoeksinstituten.

Bibliografie

- Al-Azzawi M. S. M., K. S. (2020). Validation of sample preparation methods for microplastic analysis in wastewater matrices—reproducibility and standardization. *Water*, 12(9), 2445.
- Almroth B. M. C., L. Å. (2018). Quantifying shedding of synthetic fibers from textiles; a source of microplastics released into the environment. *Environmental Science and Pollution Research*, 1191-1199.
- ASTM International. (2020). *D8332 - 20: Standard Practice for Collection of Water Samples with High, Medium, or Low Suspended Solids for Identification and Quantification of Microplastic Particles and Fibers*. West Conshohocken: ASTM international.
- BASEMAN. (2018). *Standardised protocol for monitoring microplastics in sediments*. JPI-oceans.
- Braun U., P. E. (2020). *Accelerated Determination of Microplastics in Environmental Samples Using Thermal Extraction Desorption-Gas Chromatography/Mass Spectrometry (TED-GC/MS)*. Agilent Technologies, Inc.
- Browne M. A., C. P. (2011). Accumulation of Microplastic on Shorelines Worldwide: Sources and sinks. *Environmental Science and Technology*, 9175-9179.
- Cai, Y., Yang, T., Mitrano, D. M., Heuberger, M., Hufenus, R., & Nowack, B. (2020). Systematic Study of Microplastic Fiber Release from 12 Different Polyester Textiles during Washing. *Environmental Science & Technology*, 54(4), 4847-4855.
- Campanale C., I. P. (2020). A Practical Overview of Methodologies for Sampling and Analysis of Microplastics in Riverine Environments. *Sustainability*, 12(17), 6755.
- Corami F., B. R. (2020). A novel method for purification, quantitative analysis and characterization of microplastic fibers using Micro-FTIR. *Chemosphere*, 124564.
- De Falco F., D. P. (2019). The Contribution of Washing Processes of Synthetic Clothes to Microplastic Pollution. *Scientific Reports*, 9(6633).
- De Falco, F. (2018). Evaluation of microplastic release caused by textile washing processes of synthetic fabrics. *Environmental Pollution*, 916-925.
- De Falco, F. (2020). Microfiber Release to Water, Via Laundering, and to Air, via Everyday Use: A Comparison between Polyester Clothing with Differing Textile Parameters. *Environmental Science & Technology*, 54, 3288-3296.
- Dümichen E., e. a. (2017). Fast identification of microplastics in complex environmental samples by a thermal degradation method. *Chemosphere*, 572-584.
- Dümichen E., e. a. (2019). Automated thermal extraction-desorption gas chromatography mass spectrometry: A multifunctional tool for comprehensive characterization of polymers and their degradation products. *Journal of Chromatography A*, 1592:133-142.
- Enders K., L. R. (2017). Extraction of microplastic from biota: recommended acidic digestion destroys common plastic polymers. *Marine Sciences*, 1(74), 326-331.
- Eurofins. (2020). *Microplastics & Microfibre Testing*. Opgeroepen op 06 23, 2021, van <https://www.eurofins.com/textile-leather/services/sustainability/microplastics/>
- Galvão, A., & al, e. (2020). Microplastics in wastewater: microfiber emissions from common. *Environmental Science and Pollution Research*, 26643–26649.
- Hernandez E., e. a. (2017). Synthetic textiles as a source of microplastics from households: a mechanistic study to understand microfiber release during washing. *Environmental Science and Technology*, 7036-7046.
- Hildebrandt L., V. N. (2019). Evaluation of Continuous Flow Centrifugation as an Alternative Technique to Sample Microplastic from Water Bodies. *Marine Environmental Research*, 151, 104768.

- Hohenstein. (2021, June 20). *Tracking down textile microplastics*. Opgehaald van Hohenstein.com:
<https://www.hohenstein.com/en/expertise/sustainability/microplastic-analysis>
- Huppertsberg S., K. T. (2018). Instrumental analysis of microplastics—benefits and challenges. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 6343-6352.
- Huppertsberg, & al, e. (2018). Instrumental Analysis of Microplastics - benefits and challenges. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 410, 6343-6352.
- Hurley R. R., L. A. (2018). Validation of a method for extracting microplastics from complex, organic-rich, Environmental Matrices. *Environmental Science & Technology*, 52(13), 7409-7417.
- INDITEX. (2019). In House Test Method for the Shedding of Microfibres. INDITEX.
- ISO. (2010). *Textiles - Tests for colour fastness - Colour fastness to domestic and commercial laundering*. Opgehaald van ISO Standards:
<https://www.iso.org/standard/51276.html>
- ISO/CD 4484-3. (2021, 06 07). *Textiles and textile products — Microplastics from textile sources — Part 3: Measurement of collected material mass released from textile end products by domestic washing method*. Opgeroepen op 06 23, 2021, van <https://www.iso.org/standard/81035.html>
- Jönsson C., O. L. (2018). Microplastics Shedding from Textiles—Developing Analytical Method for Measurement of Shed Material Representing Release during Domestic Washing. *Sustainability*, 2457.
- Kaplanscientific. (2021, June 20). *Analyzing Micro-Fibers Using FTIR Microscopy*. Opgehaald van kaplanscientific: <https://kaplanscientific.nl/evaluation-of-micro-fibers-utilizing-microspectroscopy/>
- Koelmans A. A., M. N. (2019). Microplastics in freshwaters and drinking water: critical review and assessment of data quality. *Water Research*, 155, 410-422.
- Lusher A. L., M. K. (2020). Isolation and extraction of microplastics from environmental samples: an evaluation of practical approaches and recommendations for further harmonization. *Applied Spectroscopy*, 9(74), 1049-1065.
- Majewsky M, B. H. (2016). Determination of microplastic polyethylene (PE) and polypropylene (PP) in environmental samples using thermal analysis (TGA-DSC). *Science of the Total Environment*, 507-511.
- MERMAIDS. (2019). *Official website of the MERMAIDS Life+ project*. Opgeroepen op 06 23, 2021, van <https://life-mermaids.eu/en/>
- Mintenig S. M., B. P. (2018). Closing the gap between small and smaller: towards a framework to analyse nano- and microplastics in aqueous environmental samples. *Environmental Science: Nano*, 1640-1649.
- Napper I., T. R. (2016). Release of synthetic microplastic plastic fibres from domestic washing machines: Effects of fabric type and washing conditions. *Marine Pollution Bulletin*, 39-45.
- Okoffo E. D., O. S. (2019). Wastewater treatment plants as a source of plastics in the environment: a review of occurrence, methods for identification, quantification and fate. *Environmental Science: Water Research & Technology*.
- Pieke, E. (2021). Macro- micro- nanoplastics. Sensileau Webinar.
- Primpke S., e. a. (2020). Critical Assessment of Analytical Methods for the Harmonized and Cost-Efficient Analysis of Microplastics. *Microplastics*, 1012-1047.
- RAC, C. f. (2021, 06 22). *Background Document ECHA restriction*. Opgehaald van Echa.europa.eu: <https://echa.europa.eu/documents/10162/2ddaab18-76d6-49a2-ec46-8350dabf5dc6>
- Rathinamoorthy R., R. B. (2020). A review of the current status of microfiber pollution research in textiles. *International Journal of Clothing Science and Technology*.

- Razeghi N., H. H. (2021). Microplastic Sampling Techniques in Freshwaters and Sediments: a Review. *Environmental Chemistry Letters*.
- Rodrigues M.O., G. A. (2020). Improving cost-efficiency for MPs densityseparation by zinc chloride reuse. *MethodsX*, 100785.
- Ryana P. G., S. G. (2020). Sampling Microfibres at the Sea Surface: The Effects of Mesh Size, Sample Volume and Water Depth. *Environmental Pollution*, 258, 113413.
- Silver Bobbin. (2021, July 22). *What are the Advantages and Disadvantages of Polyester Fabric?* . Opgehaald van Silver Bobbin: <https://silverbobbin.com/advantages-and-disadvantages-of-polyester/>
- Sun J., D. X.-J. (2019). Microplastics in wastewater treatment plants: detection, occurrence and removal. *Water Research*, 152, 21-37.
- Sympatec. (2021, June 20). *Dynamic Image Analysis*. Opgehaald van Sympatec.com: <https://www.sympatec.com/en/particle-measurement/glossary/dynamic-image-analysis/>
- TextileExchange. (2020). *Preferred Fiber & Materials*. TextileEchange.
- Tiffin, L., & al, e. (2021). Reliable quantification of microplastic release from the domestic laundry of textile fabrics. *Journal of The Textile Institute*, 1-9.
- van Mourik L. M., S. C.-F. (2021). Results of WEPAL-QUASIMEME/NORMANs first global interlaboratory study on microplastics reveal urgent need for harmonization. *Science of the Total Environment*, 145071.
- Verschoor A., d. V. (2018). *Potential measures against microplastic emissions to water*. Bilthoven: RIVM.
- Wagterveld R. M., M. J. (2020). *Synthetic Nano- and Microfibers*. Glasstree Academic Publishing.
- Wang D., Q. L. (2015). *Poly(Ethylene Terephthalate) Based Blends, Composites and Nanocomposites*. Elsevier.
- WUR/KWR. (2019). *TRAMP protocol*.
- Zambrano M. C., P. J. (2019). Microfibers generated from the laundering of cotton, rayon and polyester based fabrics and their aquatic biodegradation. *Marine Pollution Bulletin*, 394-407.

6. Ondertekening

Auteurs

Utrecht, 14 september 2021

TNO

Naam en paraaf tweede lezer

Dr. A.M. Brunner

Ondertekening

Autorisatie vrijgave

Dr. P.C.P. Bronsveld
Auteur

Dr. J.E. Strijk
Research Manager

Ir. M.H. Wijngaard
Managing Director TNO-CEE

A Kostenraming analysetechnieken

Tabel 10 Kostenraming van analysetechnieken. Tabel direct overgenomen van bron. (Pimpke S., 2020)

Methods	Unit eye	Optical microscopy	Nile red staining	Flow cytometry	Flow imaging	FT-IR qualitative	Particle based μ FTIR	μ FTIR imaging	Raman qualitative	Particle based μ Raman	py-GC-MS qualitative	Quantitative py-GC-MS	TED-GC-MS	HIS	SEM-EDX
LOD	1 mm	100 μ m	3–20 μ m	500 nm	2 μ m	>300 μ m	25 μ m	10 μ m	>300 μ m	1 μ m	~1 μ g IP	<<1 μ g PD	<1 μ g PD	NA	mm
Instrument costs ^a	\$k	2–3	2–50	>50	>130	25–50	100–125	200–250	50–100	200–400	>150	>215	>250	40–120	>100
Special consumables			Dye and solvent	Cleaning solutions	Cleaning solutions	Liquid nitrogen	Liquid nitrogen	Liquid nitrogen		GC-columns and filaments	GC-columns and filaments	GC-columns and filaments	GC-columns and filaments	Sample coating	Sample coating
Field applicability	Good	Good	No	No	Possible	Handfield	No	No	Handfield	No	No	No	No	Device dependent	No
Limitations	NoLD	NoLD, NoM, PA/SA	NoLD, NoM, PA/SA	NoLD, NoM	NoLD, NoM	TA, NoM	TA, NoM	TA, NoM	PA/SA, NoM	PA/SA, NoM	NoN, NoS	NoN, NoS	NoN, NoS	LID	LID
Automated data evaluation	No	No	No ^d	No	No	Yes	Yes	Yes ^e	Yes	Yes	No	No ^f	No ^f	No	No
Measurement time ^b	min	60	35	30	30	1	360	240	2	2580→10 000	35–120	120	120	5	120
Data Analysis time ^b	min	NA		5	5	1	60	360	1	1	5–10	60 ^g	60 ^g	5	60
Working time ^b	min	60	35	48	48	2	120	60	3	60–580	5	30 (qual.)	30 (qual.)	10	180
Typical fractions per sample	50 P	7 F	7 F	3 REP	3 REP	50 P	1 F	1 F	50 P	1 F	50 P	1–5 CQ	1–5 CQ	1 F	1 F
Instrument availability for analysis ^c	d	261	261	237	249	250–261	250–261	250–261	250–261	250–261	250	250	250	NA	NA
Average working time per sample	min	PND	245	144	144	PND	120	60	PND	60	PND	72–216	72–216	10	180
Field of application	MD, MO	MD, MO, R	MD, MO, R	MD, MO, R	MD, MO, R	MD, MO, R	MD, MO, R, RA, RE	MD, MO, R, RA, RE	MD, MO, R, RA, RE	MD, MO, R, RA, RE	MD, MO, R, RA, RE	MD, MO, R, RA, RE	MD, MO, R, RA, RE	MO, RE	MD, RA, RE

^aRaw estimates which may strongly vary dependent on the country.
^bCalculated for one filter/particle per analysis.
^cWorking days (normal work hours/days, maximal 261 if a 2 days weekend applies) exclusive instrument maintenance time.
^dImage analysis possible.
^eFor Raman microscopes.
^fAutosamplers are available.
^gCalculated based on a micro-furnace system with an average sequence size (6 standards, 10 samples).
 CQ: pyrolysis cubs or quartz tubes; F: filters; IP: isolated particle; LID: limited chemical identification; MO: monitoring; MD: modeling; NoLD: no chemical identification; NoM: no mass determination; NoN: no particle number determination; NA: no information available; NoS: no particle sizes determination; R: routine; RA: risk assessment; RE: research; PA/SA: partial analysis/subsampling analysis on filter; P: particle; PD: polymer dependent; PND: particle number dependent; REP: replicates; TA: total absorption.