



Kennisnotitie

**Milieueffecten van sigarettenpeuken met en zonder filter:
kansen en kennishiaten**

Samenvatting

Na het roken van een filtersigaret blijft er altijd een peuk over. Deze peuk bestaat uit het sigarettenfilter, een beetje tabak, papier en as. Het filter is vrijwel altijd gemaakt van celluloseacetaat, een type plastic.

Een groot deel van deze peuken belandt als zwerfafval in het milieu. Het plastic filter van de sigaret biedt geen bewezen gezondheidsvoordeel voor de roker, maar draagt wel bij aan toename van (micro)plastics in het milieu. Omdat celluloseacetaat maar langzaam afbreekt, blijven deze filters decennialang achter in het milieu.

Een verbod op sigarettenfilters zou een maatregel kunnen zijn om de hoeveelheid (micro)plastics in het milieu te verminderen, zonder negatieve gezondheidseffecten voor de rokers. Bij een filterverbod zullen naar verwachting meer filterloze sigaretten worden gerookt, waarbij na het roken nog steeds een peuk overblijft. Deze 'tabakspeuk' bestaat dan voornamelijk uit tabak, papier en as.

Het ministerie van I&W heeft het RIVM gevraagd in kaart te brengen welke informatie beschikbaar is over de stoffen die uit deze tabakspeuken in het milieu terechtkomen en hoe die zich verhouden tot de (hoeveelheid) stoffen die uit sigarettenpeuken met filter lekken. Ook zijn aanbevelingen voor aanvullend laboratorium onderzoek gevraagd, indien de beschikbare kennis in de literatuur onvoldoende antwoord op de gestelde vragen biedt.

Het is aannemelijk dat een filterverbod de hoeveelheid microplastics in het milieu zal verminderen. Er is nog weinig bekend over de verschillen in milieu impact tussen een sigarettenpeuk met filter en een peuk zonder filter. De literatuur beschrijft verschillende schadelijke stoffen die uit filterpeuken vrijkomen, zoals nicotine, metalen, microplastics, PAKs en pesticiden. Het is niet bekend welke stoffen uit tabakspeuken lekken. Omdat tabakspeuken zonder filter ongeveer drie keer zo veel tabak lijken te bevatten als peuken met filter, wordt verwacht dat er tot drie keer zoveel stoffen uit een tabakspeuk kunnen vrijkomen als uit een filterpeuk. Voor risicoschattingen geldt echter dat een dergelijke toename aan stoffen die uit tabak komen te gering is om te leiden tot een merkbare toename van de milieubelasting.

Een filterverbod verwijdert de belangrijkste bron van microplastics uit sigarettenpeuken, zonder dat er aanwijzingen zijn voor extra milieuschade door het ontbreken van het filter. Wel blijft er onzekerheid over de exacte milieueffecten van tabakspeuken zonder filter. Aanvullend onderzoek kan helpen om deze verschillen beter in kaart te brengen.

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (I&W).

RIVM

A. van Leeuwenhoeklaan 9
3721 MA Bilthoven
Postbus 1
3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl

T 088 689 89 89

Auteurs:

I.M.E. Bakker-'t Hart
C.G.G.M. Pauwels

Centrum:

Centrum voor
gezondheidsbescherming

Contact:

Charlotte.pauwels@rivm.nl

Kenmerk:

KN-2026-0014

DOI:

10.21945/RIVM-KN-2026-
0014

Datum:

Aanleiding

Sigarettenpeuken vormen een belangrijk onderdeel van zwerfafval, zowel in Nederland als wereldwijd [1, 2]. Meer dan 90% van de wereldwijd verkochte sigaretten is voorzien van een filter [3]. De sigarettenpeuk die overblijft na het roken van een filtersigaret bestaat grotendeels uit het filter, dat is gemaakt van het plastic celluloseacetaat [2].

Sigarettenfilters zijn ontwikkeld door de tabaksindustrie als marketingstrategie. Ze voorkomen dat tabaksdeeltjes in de mond van de roker komen, zorgen ervoor dat de rook milder aanvoelt en filteren zogenaamd schadelijke stoffen uit de sigarettenrook [2, 4, 5]. In werkelijkheid bieden sigarettenfilters geen bewezen gezondheidsvoordeel voor de roker [2, 4, 6]. Uit de weggegooide sigarettenpeuken lekken diverse schadelijke stoffen in het milieu. Verschillende studies tonen aan dat deze stoffen toxisch zijn voor uiteenlopende micro-organismen, planten en dieren [7-10].

Wat is een peuk?

Een sigarettenpeuk is het deel van de sigaret dat na het roken overblijft en wordt weggegooid. Bij filtersigaretten bestaat de peuk meestal uit twee onderdelen: het filter, dat vaak is gemaakt van het plastic celluloseacetaat, en de tabakskolom, die bestaat uit een restje tabak, papier en as (Figuur 1A).

Ook bij filterloze sigaretten blijft er na het roken een peuk over. Deze bestaat uitsluitend uit de tabakskolom (Figuur 1B). Op basis van de beschikbare informatie is de tabakskolom van een filterloze peuk (tabakspeuk) ongeveer drie keer zo groot als die van een peuk met filter.



Figuur 1A. Sigarettenpeuk met filter ("filterpeuk")



Figuur 1B. Sigarettenpeuk zonder filter ("tabakspeuk")

Op basis van onder andere de Single Use Plastics Directive uit 2019 van de Europese Unie (EU) en het verdrag tegen plasticvervuiling van de Verenigde Naties (VN) worden zowel op Europees als mondiaal niveau maatregelen genomen om plasticvervuiling tegen te gaan [10, 11]. De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) pleit ook voor een

verbod op het sigarettenfilter [2]. Echter, tot op heden is er alleen een filterverbod aangenomen in het Santa Cruz district in Californië in de Verenigde Staten, dat vanaf 2027 van kracht gaat [12]. Daarnaast heeft geen enkele regio of land wereldwijd een filterverbod.

In de Tweede Kamer is middels een motie gevraagd te onderzoeken hoe het aandeel sigarettenfilters in het zwerfafval in 2026 met 70% kan worden verminderd ten opzichte van 2022 [13]. Volgens eerder onderzoek van het RIVM zorgt het invoeren van drie maatregelen – hogere accijnzen, minder verkooppunten en minder rookruimtes – ervoor dat het aantal rokers met maximaal 15% kan afnemen. Dit zou betekenen dat ook het aantal sigarettenpeuken (met filter) in het zwerfafval met maximaal 15% zou afnemen, wanneer regelgeving zich enkel richt op het verminderen van gebruik [1, 14]. CE Delft (een onafhankelijk onderzoeks- en adviesbureau dat zich richt op duurzaamheid, milieu en energie) heeft verschillende andere scenario's onderzocht die kunnen bijdragen aan een vermindering van filterpeuken in het milieu, zoals het invoeren van statiegeld of een publiekscampagne om bewustzijn te creëren bij rokers over de schadelijke effecten van filters in het milieu [1]. Zij concludeerden dat enkel een verbod op filtersigaretten, de beoogde 70% reductie in 2026 kan realiseren [1]. In 2023 heeft het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (I&W) een brief aan de Tweede Kamer gestuurd over de mogelijkheden voor een nationaal of Europees filterverbod [11].

Ook zonder filter blijft de sigaret bestaan, die dan voornamelijk uit tabak en een papieren huls bestaat. Na het roken zullen nog steeds sigarettenpeuken in het milieu belanden. Ondanks dat deze filterloze peuken minder microplastics in het milieu lekken, bevatten ze nog wel tabak en mogelijk andere stoffen die tijdens het roken zijn ontstaan. Het ministerie van I&W heeft het RIVM gevraagd in kaart te brengen welke informatie beschikbaar is over de stoffen die uit deze tabakspeuken in het milieu terechtkomen en hoe die zich verhouden tot de (hoeveelheid) stoffen die uit sigarettenpeuken met filter lekken. Ook werden aanbevelingen voor aanvullend laboratorium onderzoek gevraagd, indien de beschikbare kennis in de literatuur onvoldoende antwoord op de gestelde vragen biedt. In deze kennisnotitie worden de resultaten van een literatuurstudie, de geïdentificeerde kennishiaten en een conceptonderzoeksopzet voor vervolgonderzoek gerapporteerd. De kennisnotitie is gebaseerd op beschikbare wetenschappelijke en grijze literatuur. De beschrijving van de methode is te vinden in de bijlage.

Beschikbare informatie over het lekken van stoffen uit sigarettenpeuken met en zonder filter

Vanaf het moment dat een sigaret wordt verkocht, is er het risico dat de bestanddelen ervan het milieu belasten. Tijdens het roken komt sigarettenrook vrij, die meer dan 7.000 chemische stoffen bevat [12]. Bij elke inhalatie wordt de rook door de tabakskolom en het filter getrokken, waarna deze via de mond en longen het lichaam van de roker binnendringt. Niet alle geproduceerde stoffen worden door de roker ingeademd; een deel blijft achter in de as en peuk. Na het roken resteert een sigarettenpeuk, bestaande uit een restje tabak en het filter, waarin nog diverse chemische stoffen aanwezig zijn.

Zodra een sigarettenfilter in het zwerfafval terechtkomt, kan deze jarenlang blijven liggen en vormt het een bron van microplastics (afkomstig van het filtermateriaal) en andere schadelijke stoffen zoals nicotine, metalen en PAK's.

Peuklengte

Er is geen literatuur beschikbaar over de gemiddelde lengte van sigarettenpeuken met en zonder filter. Het is waarschijnlijk dat de tabakspeuk meer tabak bevat dan de filterpeuk. Als er vervolgonderzoek wordt gedaan naar het lekken van stoffen uit sigarettenpeuken met en zonder filter, is het belangrijk om vooraf de gemiddelde lengte van beide typen peuken na gebruik vast te stellen, zodat een goede vergelijking tussen beide mogelijk is. Volgens de normen van de Internationale Organisatie voor Standaardisatie (ISO) voor het afroken van sigaretten en shag met een rookmachine bedraagt de maximale peuklengte van een filtersigaret 8 mm tabak plus de lengte van het filter, en bij shag is dit 23 mm [13]. Het is echter onduidelijk in hoeverre deze standaarden overeenkomen met de peuklengtes van sigaretten die daadwerkelijk in het zwerfafval gevonden worden.

Sigarettenpeuken met filter

Afbraak van filterpeuken

Uit onderzoek blijkt dat het afbraakproces van een filterpeuk in het milieu na twee jaar gemiddeld tot een gewichtsverlies van 38% van de filterpeuk leidt [2, 14]. In ideale omstandigheden voor snelle afbraak van afval, zoals in een composthoop, verloopt dit afbraakproces veel sneller. Deze situatie is echter niet representatief voor de meeste milieus waarin filterpeuken terechtkomen, zoals op straat of op het strand [2].

Welke stoffen lekken uit sigarettenpeuken met filter?

Er is geen literatuur gevonden die een volledig overzicht geeft van alle stoffen die uit sigarettenpeuken lekken, noch van de exacte hoeveelheden die in het milieu terechtkomen. Wel zijn er in de wetenschappelijke literatuur diverse studies te vinden die zich richten op specifieke stoffen of stofgroepen die uit sigarettenfilters vrijkomen in waterige oplossingen [8, 9, 15]. In deze studies worden peuken in water geplaatst om na te bootsen wat er gebeurt als peuken in het milieu terechtkomen. Op deze manier kan worden onderzocht welke stoffen uit de peuk kunnen lekken en in welke mate. De volgende stoffen zijn in minimaal één studie aangetroffen in de water-extracten van filterpeuken: nicotine, cotinine, trans-3'-hydroxycotinine (3HC), tabakspecifieke nitrosamines (TSNA's), metalen, microplastics, alifatische koolwaterstoffen, polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's), benzeen, toluen en xyleen, aromatische amines, polychloorbifenylen (PCBs), weekmakers (zoals triacetine), pesticiden en gebromeerde brandvertragers [2, 8, 9, 15, 16]. De concentratie van schadelijke stoffen wordt bijvoorbeeld gemeten door 10 peuken aan 100 milliliter water toe te voegen. Deze concentraties liggen dan meestal in de orde van grootte van microgrammen per liter [17-19].

Methodes voor uitloggen van sigarettenpeuken met filter

De term die vaak wordt gebruikt voor het onttrekken van stoffen aan een materiaal is uitloggen. De manier waarop wordt onderzocht welke stoffen uit sigarettenpeuken in water lekken, verschilt sterk tussen studies. Zo varieert het type peuken dat wordt onderzocht: sommige onderzoekers analyseren sigarettenpeuken die zijn opgeraapt uit het milieu, andere kijken naar peuken die direct na het roken zijn verzameld, peuken die met een rookmachine zijn afgerookt, of zelfs niet-gerookte sigarettenpeuken [20-22]. Daarnaast verschilt de voorbereiding: soms wordt het tabaksdeel van de filter gescheiden en afzonderlijk geanalyseerd, soms wordt alleen het filter onderzocht [18, 23, 24]. Ook het type water waarin de peuken worden uitgelooft varieert, zoals kraanwater, zeewater of water met verschillende zuurgraden (pH) [25, 26].

Verder verschilt het of studies zich richten op één specifieke stofgroep zoals PAK's of metalen, of juist op meerdere stofgroepen [8, 26, 27].

Door deze grote variatie in onderzoeksopzet en analysemethoden zijn de uitkomsten van verschillende studies moeilijk met elkaar te vergelijken. Dit bemoeilijkt het verkrijgen van een volledig en eenduidig beeld van welke stoffen, en in welke hoeveelheden, uit sigarettenpeuken in het milieu terechtkomen.

Sigarettenpeuken zonder filter

Afbraak van tabakspeuken

Er is geen literatuur beschikbaar over de afbraak van tabakspeuken in het milieu. Wel wordt verwacht dat tabakspeuken sneller afbreken dan filterpeuken [2].

Welke stoffen lekken uit sigarettenpeuken zonder filter?

Er zijn geen wetenschappelijke artikelen of grijze literatuur gevonden die specifiek ingaan op stoffen die uit tabakspeuken lekken. Ook experts op dit onderwerp geven aan niet bekend te zijn met studies naar het vrijkomen van stoffen uit peuken van sigaretten zonder filter [2].

Methodes voor uitloggen van tabaksdeel van sigarettenpeuken zonder filter

Er zijn enkele studies uitgevoerd die, hoewel ze geen exact antwoord geven op de vraag welke stoffen uit tabakspeuken lekken, toch relevant zijn omdat ze inzicht bieden in de verdeling van stoffen tussen het tabaksrestantdeel en het filter. In sommige studies worden het tabaksdeel en het filter van een sigarettenpeuk gescheiden en afzonderlijk geanalyseerd. Zo werd bij een onderzoek naar chroom het hoogste gehalte gevonden in de tabak, gevolgd door de as; in het filter werd geen chroom aangetroffen [24]. Ook is er een onderzoek gedaan naar pesticiden (OCP) en polychloorbifenylen (PCB) in extracten van sigarettenpeuken, waarbij filterpeuken met het tabaksrestant zijn vergeleken met filterpeuken waarvan de tabak was verwijderd [18]. In deze studie werden iets hogere gehalten van beide stofgroepen gevonden in de filterpeuken met het tabaksrestant ten opzichte van alleen de filter [18]. Hieruit blijkt dat er stoffen achterblijven in zowel het onverbrande tabaksrestant als in het filter zelf, waardoor beide als bron kunnen dienen voor het lekken van stoffen naar het milieu.

Discussie

Na gebruik blijven in sigarettenpeuken nog diverse schadelijke stoffen achter, waaronder microplastics, nicotine, metalen en PAK's. Wanneer deze peuken in het milieu terechtkomen, kunnen ze jarenlang blijven liggen en zo een bron van vervuiling vormen. Het ontbreekt aan informatie over de exacte hoeveelheid stoffen die lekt uit sigarettenpeuken zonder filter. Ook ontbreekt informatie over de gemiddelde lengte van tabakspeuken in vergelijking met filterpeuken, waardoor een verschil in het uitlekken van schadelijke stoffen ook moeilijk af te leiden is. Op basis van verschillende bronnen kunnen echter een aantal aannames worden gedaan.

Volgens ISO-normen voor het afroken van sigaretten bestaat een gemiddelde peuk uit 15 mm filter en 8 mm tabak. Zodra sigarettenfilters niet meer worden gebruikt, blijft er na het roken een peuk met een langere tabakskolom over; de gemiddelde lengte hiervan is niet exact bekend, maar ISO-normen hanteren 23 mm als richtlijn. Op basis van deze gegevens wordt aangenomen dat de tabakskolom van een tabakspeuk ongeveer drie keer zo lang is als die van een filterpeuk. Het is daarom aannemelijk dat bij een tabakspeuk ongeveer drie keer zoveel schadelijke stoffen uit de onverbrande tabak kan

lekken vergeleken met een filterpeuk. Tegelijkertijd kunnen ook uit het filter nog chemische stoffen lekken, waardoor de totale hoeveelheid geëkte stoffen uit beide typen peuken mogelijk dicht bij elkaar ligt. Een verschil in hoeveelheden van een factor drie is doorgaans te klein om tot verschillen in effecten op het milieu te leiden; dergelijke effecten worden meestal pas zichtbaar bij een factor 10 tot 100 [28].

Een belangrijk verschil is dat bij tabakspeuken geen persistente microplastics of filtergerelateerde stoffen (zoals weekmakers) in het milieu terechtkomen. Omdat het tabaksrestant van filterloze sigaretten niet veel groter is dan dat van sigaretten met filter, en het (celluloseacetaat) filter juist verdwijnt bij een verbod op filters, wordt verwacht dat na invoering van een filterverbod de milieubelasting op de lange termijn zal afnemen. Een filterverbod zal daarnaast geen negatieve invloed hebben op de gezondheid van de roker, aangezien sigarettenfilters geen bewezen gezondheidsvoordeel bieden [2, 4].

De bovenstaande aannames zijn gebaseerd op wetenschappelijke literatuur, maar daarin wordt geen exacte vergelijking van de hoeveelheid geëkte stoffen of de toxiciteit daarvan beschreven. Hoewel aanvullend chemisch en toxicologisch onderzoek concrete verschillen in het lekken van deze stoffen in het milieu zou kunnen aantonen, acht het RIVM dergelijk vervolgonderzoek niet noodzakelijk. Indien voor beleid aanvullend bewijs nodig is, bijvoorbeeld om een filterverbod te kunnen onderbouwen, kan dergelijk onderzoek worden overwogen. In de bijlage is de opzet van vervolgonderzoek beschreven, waarmee sigarettenpeuken met en zonder filters worden vergeleken op basis van chemische samenstelling, blootstelling aan milieu en toxiciteit. De stappen die daarvoor nodig zijn, zijn schematisch weergegeven in het stroomschema (bijlage figuur B1) en worden verder toegelicht in de tekst.

Conclusie

Omdat er in de wetenschappelijke en grijze literatuur geen onderzoek beschikbaar is naar stoffen die lekken uit sigarettenpeuken zonder filter, is het niet mogelijk om een exacte vergelijking te maken tussen stoffen die lekken uit peuken met en zonder filter. Op basis van enkele aannames kan echter wel een schatting worden gemaakt van de verwachte effecten van een filterverbod. Het weglaten van een (celluloseacetaat) sigarettenfilter zal naar verwachting leiden tot minder persistente stoffen in het milieu, zoals microplastics. Daarnaast wordt aangenomen dat de tabakskolom van een tabakspeuk maximaal drie keer zo groot is als die van een peuk met filter, waardoor ook de hoeveelheid schadelijke stoffen uit de tabak mogelijk tot drie keer hoger kan zijn. Voor risicoschattingen geldt echter dat een dergelijke toename aan stoffen die uit tabak komen te gering is om te leiden tot een merkbare toename van de milieubelasting.

Samenvattend lijkt het effect van een filterverbod positief voor het milieu, met name door het verminderen van microplastics en andere filtergerelateerde stoffen. Een filterverbod zal naar verwachting geen negatieve invloed hebben op de gezondheid van de roker, aangezien sigarettenfilters geen bewezen gezondheidsvoordeel bieden. Om meer zekerheid te krijgen over welke stoffen er in het milieu terecht komen uit beide type peuken en een preciezere onderbouwing te bieden voor toekomstig beleid, kan aanvullend onderzoek gedaan worden.

Literatuur

1. Schep, E., J. de Vries, and J. Schilling, *Reduceren van sigarettenfilters in het zwerfafval - Studie naar de grootte van het probleem en analyse van mogelijke beleidsmaatregelen*. 2022, CE Delft.
2. WHO, *WHO study group on tobacco product regulation. Report on the scientific basis of tobacco product regulation: tenth report of a WHO study group.*, in (WHO Technical Report Series, No. 1066). 2025, World Health Organization: Geneva.
3. Harris, B., *The intractable cigarette 'filter problem'*. Tobacco control, 2011. **20 Suppl 1**: p. i10–16.
4. Gravely, S., et al., *Opposition to Banning Cigarette Filters and the Belief That Removing Filters Makes Cigarettes Much More Harmful Among Adults Who Smoke: Findings From the 2022 International Tobacco Control Four Country Smoking and Vaping Survey*. Nicotine Tob Res, 2025. **27**(8): p. 1401–1411.
5. Brayer, M., *It's Time to Ban Cigarette Filters*. 2023.
6. East, K.A., et al., *Banning cigarette filters in the United Kingdom: Time to correct misperceptions of harms*. Addiction, 2025. **120**(12).
7. Green, D.S., A.D.W. Tongue, and B. Boots, *The ecological impacts of discarded cigarette butts*. Trends in ecology & evolution, 2022. **37**(2): p. 183–192.
8. Lucia, G., et al., *Toxicological effects of cigarette butts for marine organisms*. Environment International, 2023. **171**.
9. Acarer-Arat, S., *A review on cigarette butts: Environmental abundance, characterization, and toxic pollutants released into water from cigarette butts*. Science of the Total Environment, 2024. **928 C7 - 172327**.
10. Kurmus, H. and A. Mohajerani, *The toxicity and valorization options of cigarette butts*. Waste Management, 2020. **104**: p. 104–118.
11. Tweede Kamer, *Beleidsopties ter reductie van sigarettenfilters in zwerfafval*, I&W, Editor. 2023, V.L.W.A. Heijnen, staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat: tweedekamer.nl.
12. Soleimani, F., et al., *Content of toxic components of cigarette, cigarette smoke vs cigarette butts: A comprehensive systematic review*. Sci Total Environ, 2022. **813**: p. 152667.
13. ISO, *NEN-ISO 4387:2019 - Sigaretten - Bepaling van het totale en nicotine-vrije droge rookcondensaat bij gebruik van een rookmachine voor routinematig analytisch onderzoek*. 2019, International Organization for Standardization (ISO).
14. Bonanomi, G., et al., *Cigarette butt decomposition and associated chemical changes assessed by ¹³C cpmas NMR*. PLoS ONE, 2015. **10**(1).
15. Beutel, M.W., et al., *A Review of Environmental Pollution from the Use and Disposal of Cigarettes and Electronic Cigarettes: Contaminants, Sources, and Impacts*. Sustainability, 2021. **13**(23).
16. Richardot, W.H., et al., *Leached Compounds from Smoked Cigarettes and Their Potential for Bioaccumulation in Rainbow Trout (Oncorhynchus mykiss)*. Chemical Research in Toxicology, 2023. **36**(11): p. 1703–1710.
17. Dobaradaran, S., et al., *Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) leachates from cigarette butts into water*. Environmental Pollution, 2020. **259**.
18. Arfaeina, H., et al., *Release of polychlorinated biphenyls (PCBs) and organochlorine pesticides (OCPs) from cigarette butts into the aquatic environment: Levels and ecotoxicity*. Heliyon, 2024. **10**(20 C7 - e39046).
19. Mansouri, N., et al., *Arsenic content of cigarette butt leachate of five cigarette brands into water*. International Journal of Environmental Health Engineering, 2020. **9**(1 C7 - 13).

20. Venugopal, P.D., et al., *No butts on the beach: Aquatic toxicity of cigarette butt leachate chemicals*. Tobacco Regulatory Science, 2021. **7**(1): p. 17–30.
21. Araújo, M.C.B., et al., *Different faces of cigarette butts, the most abundant beach litter worldwide*. Environmental science and pollution research international, 2022. **29**(32): p. 48926–48936.
22. Dobaradaran, S., et al., *BTEX compounds leachates from cigarette butts into water environment: A primary study*. Environmental Pollution, 2021. **269**.
23. Wright, S.L., et al., *Bioaccumulation and biological effects of cigarette litter in marine worms*. Sci Rep, 2015. **5**: p. 14119.
24. Lisboa, T.P., et al., *Chromium levels in tobacco, filter and ash of illicit brands cigarettes marketed in Brazil*. Journal of Analytical Toxicology, 2021. **44**(5): p. 514–520.
25. Akhbarizadeh, R., et al., *Potentially toxic elements leachates from cigarette butts into different types of water: A threat for aquatic environments and ecosystems?* Environmental Research, 2021. **202**.
26. Moerman, J.W. and G.E. Potts, *Analysis of metals leached from smoked cigarette litter*. Tobacco control, 2011. **20 Suppl 1**: p. i30–35.
27. Feizi, R., et al., *Estimation of concentration and risk assessment of PAHs in urban water resources due to cigarette butt littering*. Scientific reports, 2025. **15**(1): p. 16525.
28. Klaassen, C.D., *Casarett and Doull's toxicology: the basic science of poisons (6th ed.)*. 2001: McGrawHill.

Bijlage

Onderzoeksopzet

Om inzicht te krijgen in wat er bekend is over het lekken van stoffen uit sigarettenpeuken met en zonder filter, is een literatuuronderzoek uitgevoerd. De bibliotheek van het RIVM heeft hiervoor een zoekstrategie opgesteld voor de databases Embase en Scopus, waarbij onder andere de zoektermen 'cigarette', 'butt' en 'leachate' zijn gebruikt. Er is gezocht naar Engelstalige artikelen zonder beperking op het publicatiejaar. Na het verwijderen van dubbele resultaten bleven 387 artikelen over. Deze publicaties zijn vervolgens door één persoon gescreend op relevantie op basis van titel en samenvatting: artikelen werden als relevant beschouwd als ze informatie bevatten over de samenstelling van sigarettenpeuken, het vrijkomen van stoffen uit peuken in het milieu, of het verschil tussen peuken met en zonder filter. Naast wetenschappelijke literatuur is ook grijze literatuur meegenomen, zoals het rapport van de WHO Study Group on Tobacco Product Regulation – Tenth Report (met name hoofdstuk 5) en beleidsdocumenten. Grijze literatuur omvat bronnen die niet in wetenschappelijke tijdschriften zijn gepubliceerd, maar wel relevante informatie kunnen bieden voor het onderwerp.

Voorgestelde aanpak voor vervolgonderzoek

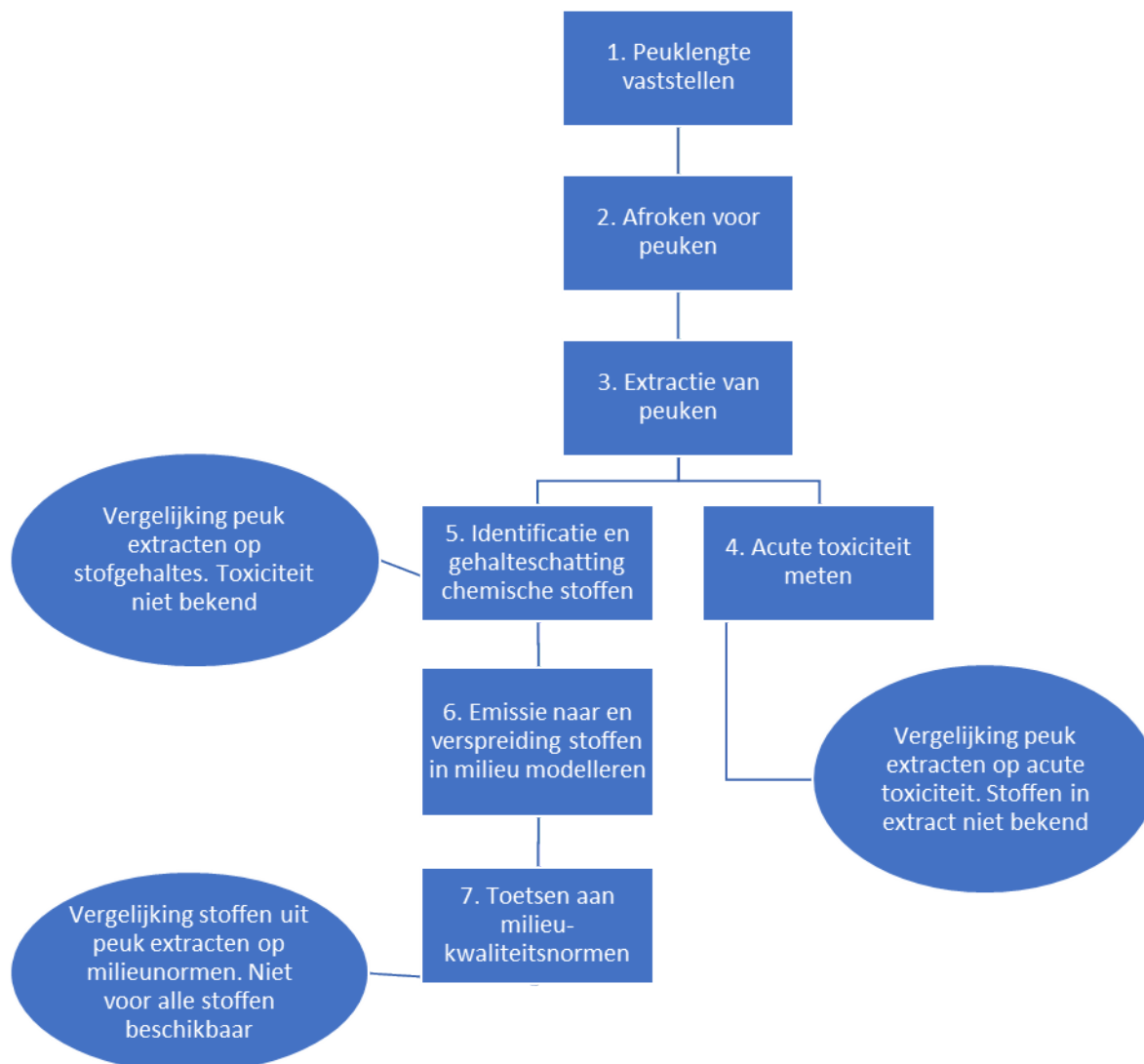
Verschillende stappen zijn nodig om er achter te komen wat verschillen zijn tussen de stoffen die lekken uit tabakspeuken en filterpeuken en wat de effecten hiervan op het milieu zijn. In grote lijnen kunnen hiervoor twee routes worden gevolgd, die los van elkaar of samen kunnen worden uitgevoerd. Deze zijn weergegeven in het stroomschema (Figuur B1).

In stap 1 wordt bepaald wat de gemiddelde lengte is van een filterpeuk en een tabakspeuk na het roken van een sigaret. In stap 2 worden sigaretten met en zonder filter in het laboratorium afgerookt tot peuken van de vastgestelde lengte. In stap 3 worden deze peuken toegevoegd aan water. Met deze drie stappen worden de

sigarettenpeuken verzameld en worden de benodigde extracten gemaakt. Deze stappen vormen de basis en dienen altijd te worden uitgevoerd bij vervolgonderzoek.

Na deze voorbereidende stappen kan worden gekozen voor twee routes: het uitvoeren van alleen stap 4, of het doorlopen van stappen 5 tot en met 7. Het is ook mogelijk om beide routes te combineren. In stap 4 worden *in vitro*-studies uitgevoerd. Deze studies kunnen inzicht geven in verschillen in acute toxiciteit van extracten van de verschillende typen peuken. Na afronding van deze stap zijn de verschillen in acute toxiciteit tussen beide typen extracten bekend, maar is nog niet duidelijk welke stoffen hierin voorkomen en in welke hoeveelheden.

Stap 5 is gericht op het aantonen van de aanwezigheid van stoffen en het bepalen van de concentraties in beide typen peukextracten. Voorafgaand aan deze stap wordt vastgesteld naar welke stoffen specifiek wordt gekeken. Na stap 5 is er meer informatie beschikbaar over de verschillen in samenstelling en hoeveelheid stoffen in de extracten van beide typen peuken. De implicaties hiervan voor het milieu zijn echter nog niet bekend. In stap 6 kunnen de blootstellingen van beide extracten aan milieucompartimenten, zoals bodem en water, worden gemodelleerd. Hiervoor is, naast informatie over de typen en hoeveelheden geleeke stoffen, ook een schatting van het aantal peuken per oppervlakte-eenheid in een bepaald gebied nodig. Na het schatten van de emissie wordt de ophoping in bodem en water bepaald, bijvoorbeeld met behulp van een (eenvoudig) multimedia fate-model (model om te voorspellen wat er gebeurt met een stof in het milieu). Dit resulteert in een inschatting van de concentraties en blootstelling. Ten slotte kunnen deze concentraties en blootstellingen in stap 7 worden vergeleken met milieukwaliteitsnormen of vergelijkbare referentiewaarden. Na afronding van stap 7 is duidelijk wat de mogelijke verschillen in milieueffecten zijn tussen de extracten van de twee typen peuken.



Figuur B1. Stroomschema met de stappen om de verschillen in samenstelling, blootstelling aan het milieu en toxiciteit van peuken met en zonder filter in te schatten. Stappen 1 tot en met 3 zijn nodig om een representatieve peuk en het bijbehorende extract te verkrijgen. Stap 4 is bedoeld om de acute toxiciteit van beide typen extracten te vergelijken; deze stap geeft echter geen informatie over de aanwezigheid en gehalten van afzonderlijke stoffen. In stap 5 worden de hoeveelheden van specifieke stoffen in beide peukextracten bepaald en met elkaar vergeleken, zonder dat hieruit direct (acute) toxiciteit kan worden afgeleid. In stap 6 wordt met een model berekend hoeveel van deze stoffen in verschillende onderdelen van het milieu terecht komen en ophopen, en in stap 7 worden deze hoeveelheden getoetst aan relevante milieunormen.