



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Beoordeling van **chemische stoffen** bij gebruik van teruggewonnen cellulose

Een eerste aanzet tot het vaststellen van triggerwaarden

Beoordeling van chemische stoffen bij gebruik van teruggewonnen cellulose

Een eerste aanzet tot het vaststellen van triggerwaarden

RIVM-briefrapport 2023-0370

Colofon

© RIVM 2023

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

Het RIVM hecht veel waarde aan toegankelijkheid van zijn producten. Op dit moment is het echter nog niet mogelijk om dit document volledig toegankelijk aan te bieden. Als een onderdeel niet toegankelijk is, wordt dit vermeld. Zie ook www.rivm.nl/toegankelijkheid.

DOI 10.21945/RIVM-2023-0370

M. Faber (auteur), RIVM
L.M. de Boer (auteur), RIVM

Contact:
Petra Hogervorst
Centrum Veiligheid van Stoffen en Producten
petra.hogervorst@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het Ministerie van IenW
Directie DLCE in het kader van de opdracht Biotische reststromen

Dit is een uitgave van:
**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Beoordeling van chemische stoffen bij gebruik van teruggewonnen cellulose

Een eerste aanzet tot het vaststellen van triggerwaarden

Nederland wil in 2050 een circulaire economie hebben en slim met grondstoffen omgaan. Grondstoffen die nu als afval worden gezien, willen we zo veel mogelijk opnieuw gebruiken. Een van de mogelijkheden is om cellulose uit wc-papier uit rioolwater te halen. Dit kan bijvoorbeeld opnieuw worden gebruikt in verpakkingsmateriaal, als bodemverbeteraar en in asfalt.

Het is belangrijk dat het gebruik van deze teruggewonnen materialen veilig is voor mens en milieu. Daarvoor moeten we weten welke chemische stoffen erin zitten en of die concentraties veilig zijn. Om de veiligheid te kunnen bepalen kan worden gewerkt met zogeheten triggerwaarden. Als de concentraties van stoffen lager zijn dan deze triggerwaarden, is het gebruik veilig voor mens en milieu. Zo niet, dan is een uitgebreidere risicobeoordeling nodig.

Het RIVM heeft triggerwaarden bepaald voor een eerste stap in de risicobeoordeling van teruggewonnen cellulose. Er zijn drie scenario's uitgewerkt voor een veilig hergebruik: Er zijn hier drie scenario's voor uitgewerkt: voor blootstelling van de mens, waterorganismen en bodemorganismen. De triggerwaarden voor de mens en bodem liggen dicht bij elkaar, voor oppervlaktewater is deze veel strenger. Daardoor is het niet gewenst met één triggerwaarde te werken.

De keuzes in de scenario's zijn zo gemaakt dat de kans op veilig gebruik van teruggewonnen cellulose zo groot mogelijk is. De scenario's zijn daarom gebaseerd op een worst-case situatie. Hierbij is zoveel mogelijk aangesloten bij bestaande scenario's uit wet- en regelgeving voor chemische stoffen.

Dit onderzoek is een eerste aanzet om algemene triggerwaarden te bepalen voor teruggewonnen cellulose. Er zijn nog veel onzekerheden. Zo is niet bekend hoe snel chemische stoffen vanuit de cellulose in het milieu en de mens komen als het in nieuwe producten wordt gebruikt.

Het RIVM beveelt aan de triggerwaarden te evalueren en te verfijnen wanneer er meer kennis is over stoffen die in teruggewonnen cellulose zitten. Dit onderzoek kan ook helpen om triggerwaarden te ontwikkelen voor de beoordeling van de veiligheid van andere materialen.

Kernwoorden: cellulose, triggerwaarden, afval, grondstof, circulaire economie, risicobeoordeling, SSML

Synopsis

Assessment of chemical substances when using recovered cellulose

A first initiative to derive trigger values

By 2050, the Netherlands wants to be a circular economy that uses raw materials responsibly. To achieve that, raw materials that are currently considered waste will have to be reused wherever possible. One opportunity on this front is the recovery of cellulose from toilet paper in sewage. Recovered cellulose can be reused in products such as packaging, as soil conditioners and in asphalt.

It is imperative that recovered materials are safe for humans and the environment. To that end, we need to know what chemical substances they contain and whether the concentrations of those chemicals are safe. This can be assessed using what are called trigger values. If the concentration of a chemical is below the trigger value, the use is considered safe for humans and the environment. If not, a more extensive risk assessment is needed.

RIVM has taken a first step towards assessing human and environmental risks by deriving trigger values for recovered cellulose. It has done this for three different exposure scenarios: for humans, for aquatic organisms and for soil organisms. The trigger values for humans and soil organisms are comparable, but the trigger value is much lower for aquatic organisms in surface water. This makes it not desirable to apply a single trigger value.

The scenarios have been designed to give the highest assurance of safe reuse of cellulose and are therefore based on worst-case situations. They have also been designed to be as consistent as possible with existing scenarios in chemicals legislation and regulations.

This study is a first attempt to derive general trigger values for recovered cellulose. Much remains unknown, such as how quickly the chemicals from recovered cellulose in new products can find their way into the environment and humans.

RIVM recommends further evaluation and refinement of these trigger values when more knowledge about chemical substances in recovered cellulose is available. This study can also aid in defining trigger values to assess the safety of other materials.

Keywords: cellulose, trigger values, waste, raw materials, circular economy, risk assessment, SSML

Inhoudopgave

Samenvatting — 9

1 Inleiding — 11

- 1.1 Aanleiding — 11
- 1.2 SSML — 12
- 1.3 Triggerwaarden — 15
- 1.4 Opdracht — 16

2 Afleiden triggerwaarden — 17

- 2.1 Generieke methode — 17
- 2.2 Bescherming van mensen — 19
 - 2.2.1 Kritische toepassing — 19
 - 2.2.2 Toetswaarde — 20
 - 2.2.3 Uitgangspunten berekening triggerwaarden — 20
 - 2.2.4 Berekening triggerwaarde — 21
 - 2.2.5 Belangrijke onzekerheden en kennishiaten — 22
- 2.3 Bescherming van bodemorganismen — 23
 - 2.3.1 Kritische toepassing — 23
 - 2.3.2 Toetswaarde — 23
 - 2.3.3 Uitgangspunten berekening triggerwaarden — 24
 - 2.3.4 Berekening triggerwaarde — 25
 - 2.3.5 Belangrijke onzekerheden en kennishiaten — 26
- 2.4 Bescherming van waterorganismen — 27
 - 2.4.1 Kritische toepassing — 27
 - 2.4.2 Toetswaarde — 27
 - 2.4.3 Uitgangspunten berekening triggerwaarden — 27
 - 2.4.4 Berekening triggerwaarde — 28
 - 2.4.5 Belangrijke onzekerheden en kennishiaten — 29

3 Conclusie, discussie en aanbevelingen — 33

- 3.1 Triggerwaarden voor toepassing van cellulose — 33
- 3.2 Onzekerheden triggerwaarden — 34
 - 3.2.1 Functionaliteit — 34
 - 3.2.2 Rekenmethoden triggerwaarden — 34
- 3.3 Gebruik triggerwaarden in de praktijk — 35
- 3.4 Aanbevelingen voor bredere toepasbaarheid van triggerwaarden — 36

4 Referenties — 37

Samenvatting

Nederland wil in 2050 volledig circulair zijn. Dit betekent dat er slim moet worden omgegaan met grondstoffen. Materialen die nu als afval worden gezien, kunnen weer als grondstof worden ingezet. Cellulose is een van de materialen die teruggewonnen kan worden. Met behulp van fijnzeven kan cellulose worden afgevangen uit het influent van rioolwaterzuiveringen. Nadat het materiaal is verwerkt, kan het resulterende celluloseproduct gebruikt worden voor diverse toepassingen. Bijvoorbeeld in verpakkingsmateriaal, als bodemverbeteraar en in asfalt.

Het is belangrijk dat de toepassing van teruggewonnen materialen veilig is voor mens en milieu. SSML (*safe and sustainable material loops*) is een raamwerk voor de beoordeling van een veilig en duurzaam gebruik van grondstoffen uit afval. Hiermee kunnen overheden en bedrijven een afweging maken over het gebruik van teruggewonnen grondstoffen. Om het veilig toepassen te beoordelen, reikt het raamwerk methodieken aan om een risicobeoordeling uit te voeren. Een van de beoordelingsmethodieken uit SSML is het toetsen van concentraties chemische contaminanten aan triggerwaarden.

In dit rapport zijn in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat triggerwaarden afgeleid voor chemische contaminanten. Deze triggerwaarden kunnen gebruikt worden als een eerste stap in de risicobeoordeling van teruggewonnen cellulose om in te schatten of de toepassing van teruggewonnen cellulose veilig is voor mens en milieu, of dat een uitgebreidere risicobeoordeling nodig is.

Er zijn drie scenario's uitgewerkt, één voor elk beschermingsdoel: veilig gebruik voor de mens, waterorganismen en bodemorganismen. De keuzes in de scenario's zijn zo gemaakt dat ze een zo groot mogelijke garantie op veiligheid geven. Dit betekent dat de triggerwaarden geschikt zijn om alle beoogde toepassingen te beoordelen die (mogelijk) leiden tot blootstelling van het beschermingsdoel. De scenario's zijn gebaseerd op een realistische 'worst-case' toepassing van de teruggewonnen cellulose. Hierbij is zoveel mogelijk aangesloten bij bestaande scenario's uit relevante stoffenkaders. De triggerwaarden zijn teruggerekend vanuit toetswaarden die relevant zijn voor allerlei chemische contaminanten en het beschermingsdoel.

In onderstaande tabel zijn de triggerwaarden gegeven. De triggerwaarde voor de mens en bodemorganismen verschillen weinig, maar voor waterorganismen is deze vele malen strenger. Het is daarmee niet wenselijk om één triggerwaarde te hanteren voor alle beschermingsdoelen. Het gebruik van één strenge triggerwaarde kan in de praktijk namelijk leiden tot extra werk in de risicobeoordeling. Hoe lager de triggerwaarde, hoe stringenter de beoordeling is.

Uitgewerkt scenario	Beschermingsdoel	Triggerwaarde (µg/kg ds cellulose)
Voedselcontactmaterialen	Mens	18
Erosiebestrijding	Milieu (Bodemorganismen)	15
Oeverbeschoeiing	Milieu (Waterorganismen)	0,04

De triggerwaarden kunnen gebruikt worden om zowel het ruwe cellulose als het opgewerkte materiaal te beoordelen. Bij de verwerking van het materiaal vinden er namelijk geen processen plaats waarvan verwacht wordt dat deze de aanwezigheid van contaminanten beïnvloeden. De afgeleide triggerwaarden kunnen worden gebruikt voor een eerste toetsing van gemeten concentraties van chemische stoffen in teruggewonnen cellulose. Bij overschrijding van een triggerwaarde is een uitgebreidere, stofspecifieke beoordeling nodig voor desbetreffend beschermingsdoel en de stof die overschreden wordt. Ook kunnen de scenario's verfijnd worden om deze meer realistisch te maken.

Dit rapport is een eerste aanzet tot het gebruik van triggerwaarden specifiek voor teruggewonnen cellulose. De gebruikte methodieken en resulterende triggerwaarden kennen een aantal onzekerheden. Zo is het onduidelijk of de meetmethoden toereikend zijn om dergelijke lage concentraties contaminanten in cellulose te meten. Ook is het onbekend hoe snel de stoffen uit het cellulosemateriaal migreren. Verder dient rekening gehouden te worden met het feit dat de triggerwaarden niet beschermend hoeven te zijn voor alle contaminanten. Zo is het niet gegarandeerd dat stoffen met specifieke werkingsmechanismen, zoals hormoonverstorende stoffen en antiparasitica, veilig zijn bij de afgeleide concentraties. Ook het aspect dat persistente stoffen kunnen ophopen in het milieu bij veelvoudige toepassing, verdient nadere uitwerking.

Het verdient aanbeveling om de triggerwaarden te evalueren en te verfijnen indien meer kennis wordt opgedaan over de aanwezige type stoffen in teruggewonnen cellulose en over de blootstelling van mens en/of milieu aan deze stoffen. Dit rapport zou tevens gezien kunnen worden als een stap naar het verder ontwikkelen van een raamwerk voor het afleiden van triggerwaarden, voor het beoordelen van de vraag of afval een einde-afvalstatus kan krijgen. Het moet echter wel gezien worden als een eerste aanzet, en niet als een algemeen generaliseerbare methodiek.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Bij de zuivering van rioolwater in rioolwaterzuiveringinstallaties (RWZI's) komen er naast gezuiverd water ook afvalstromen vrij. In het verleden werden deze afvalstromen gestort of verbrand. Tegenwoordig is er meer belangstelling voor deze afvalstromen omdat ze mogelijk waardevol ingezet kunnen worden als grondstoffen. Dit draagt bij aan het doel om in 2050 volledig circulair te zijn in Nederland (Rijksoverheid, 2023).

Cellulose is een van de materialen die teruggewonnen kan worden. Dit cellulose is grotendeels afkomstig van gebruikt toiletpapier. Met behulp van fijnzeven kan een groot deel van de cellulosevezels afgevangen worden uit het influent. Dit wordt de ruwe cellulose genoemd. Op meerdere RWZI's in Nederland wordt momenteel cellulose al afgevangen. Het bedrijf Cellvation werkt de ruwe cellulose (afval) op tot een celluloseproduct (Recell®) dat toegepast kan worden in onder meer biocomposiet en asfalt (Recell, 2023). Er zijn ook plannen om het materiaal breder te vermarkten, bijvoorbeeld als bodemverbeteraar, oeverbeschoeiing, verpakkingsmateriaal en isolatiemateriaal (van Dobben en de Boer, 2023).

Momenteel kan het ruwe cellulose of het celluloseproduct niet zomaar toegepast worden. Er moet eerst getoetst worden of het celluloseproduct voldoet aan de voorwaarden voor einde-afval (volgens de Wet milieubeheer). Pas als beoordeeld is dat het materiaal geen afvalstof is, kan het zonder beperkingen geleverd worden en als grondstof of product worden toegepast. Het is de wens van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) om een einde-afvalstof beoordeling voor teruggewonnen cellulose te regelen via een ministeriële regeling. Een ministeriële regeling is een algemeen verbindend voorschrift afkomstig van de centrale overheid, en kan worden vastgesteld door een minister of staatssecretaris (Rijksoverheid, 2018). In zo'n ministeriële regeling kan 'voor een stroom worden vastgelegd wanneer het een bijproduct of afvalstof is, dan wel een einde-afvalstatus heeft of een afvalstof blijft'.¹ Indien een stroom een einde-afvalstatus heeft, dan wordt deze niet meer getypeerd als afvalstof maar als product. Hierdoor vervallen bepaalde administratieve en financiële verplichtingen uit de afvalwetgeving en gelden andere verplichting (bijvoorbeeld productwetgeving). Een Europese lidstaat, in dit geval Nederland, mag binnen de vereisten die gesteld worden² zelf criteria bepalen wanneer een afvalstof niet meer als afval wordt aangemerkt (Rijkswaterstaat, 2023). De afvalstof moet aan de voorwaarden van artikel 1.1, lid 8 van de wet milieubeheer³ voldoen om niet meer als afvalstof beschouwd te worden. Deze voorwaarden zijn:

- a) het is bestemd om te worden gebruikt voor specifieke doelen;
- b) er is een markt voor of vraag naar;

¹ Kamerstukken//2020/21, 32852, nr. 140, p. 2.

² In Kaderrichtlijn afval artikel 6

³ Wet Milieubeheer (2023, 1 Juli). Geraadpleegd van <https://wetten.overheid.nl/BWBR0003245/2023-07-01>

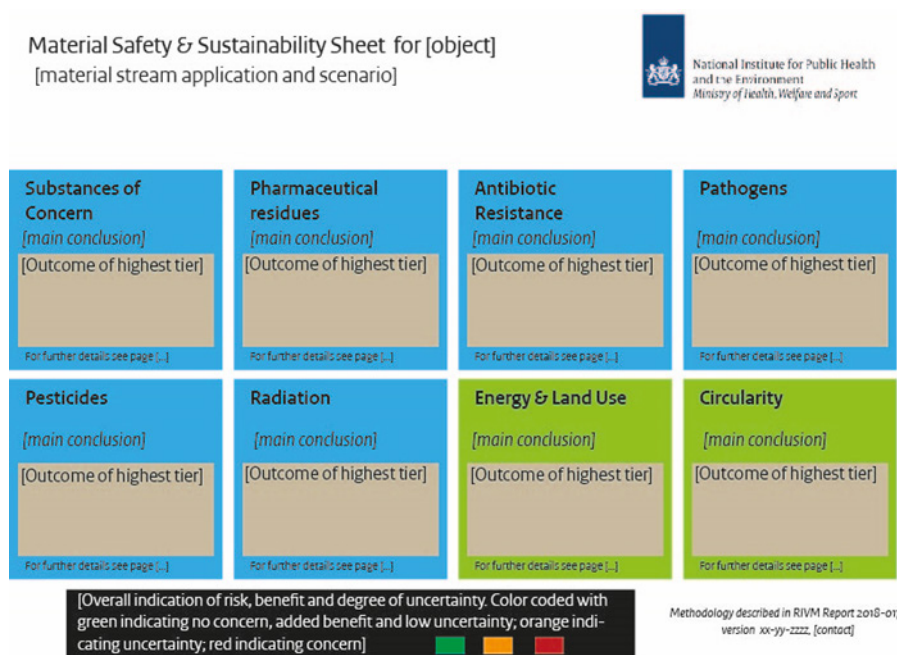
- c) het voldoet aan de technische voorschriften voor de specifieke doelen en aan de voor producten geldende wetgeving en normen; en tevens
- d) heeft het gebruik over het geheel genomen geen ongunstige effecten voor het milieu of de menselijke gezondheid.

Door de herkomst is het mogelijk dat er chemische en (micro)biologische contaminanten in de teruggewonnen cellulose aanwezig zijn. Op basis van de derde en vierde voorwaarde uit de Wet milieubeheer is het daarom nodig om te bepalen of het teruggewonnen materiaal veilig toegepast kan worden. Hiervoor is het nodig dat de samenstelling van het materiaal wordt bepaald en op basis daarvan moet een inschatting gemaakt worden van de mogelijke risico's voor het milieu of de menselijke gezondheid bij toepassing hiervan. Hiervoor heeft RIVM een methodiek ontwikkeld: SSML (zie paragraaf 1.2).

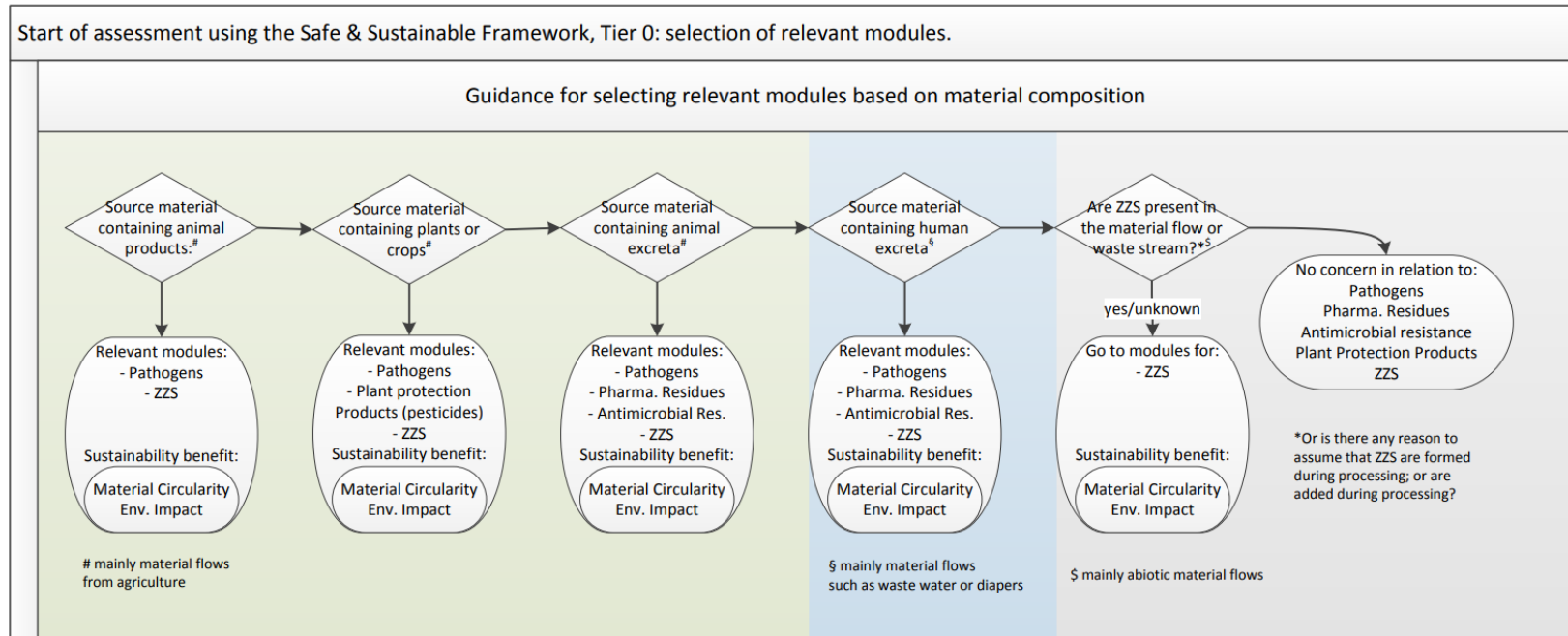
1.2 SSML

SSML (*safe and sustainable material loops*) is een raamwerk ontwikkeld voor de beoordeling van een veilig en duurzaam gebruik van grondstoffen uit afval (Quik et al., 2019). De methodieken binnen dit raamwerk geven richting om de risico's maar ook de duurzaamheid van het gebruik van grondstoffen uit afval te inventariseren en transparant te maken. Op basis hiervan kunnen overheden en bedrijven een afweging maken over het gebruik van teruggewonnen grondstoffen.

De methodiek van SSML is opgedeeld in meerdere modules, momenteel zijn er acht (zie Figuur 1). Een deel van de modules is gericht op het bepalen van het veilig gebruik, een ander deel op duurzaamheid. Aan de hand van een aantal criteria wordt per casus bepaald welke modules relevant zijn en doorlopen moeten worden (zie Figuur 2). De meeste modules werken aan de hand van een stapsgewijze, gelaagde aanpak. Dit betekent dat, waar mogelijk, gestart wordt met een simpele uitwerking en waar nodig een uitgebreidere beoordeling wordt uitgevoerd (getrapte benadering). De tussenresultaten van de modules worden samengevoegd tot een eindresultaat, waarbij per module wordt aangegeven of er voldaan wordt aan de voorwaarden voor duurzaamheid dan wel risico's. Er vindt geen afweging plaats tussen de verschillende modules.



Figuur 1 De acht modules van het SSML-toetsingskader. Zes modules beoordelen het veilig gebruik van materiaal (Zeer Zorgwekkende Stoffen, Medicijnresten, Antibioticaresistentie, Pathogenen, Pesticiden, Straling), twee modules beoordelen de duurzaamheid (Circulariteit, Energie & Landgebruik). Gebaseerd op Quik et al. (2019).



Figuur 2 Criteria om relevante modules van SSML te selecteren. Afkomstig uit Quik et al. (2019).

1.3 Triggerwaarden

Om te bepalen of materialen veilig gebruikt kunnen worden, geeft SSML handreikingen voor het uitvoeren van een getrapte risicobeoordeling. Een van de beoordelingsmethodieken uit SSML is het toetsen van concentraties chemische stoffen aan triggerwaarden. Triggerwaarden betekenen in deze context limieten waar beneden geen risico's voor mens en milieu worden verwacht. Dit kunnen limieten voor het materiaal zijn, maar ook limieten voor een specifiek blootgesteld compartiment (bijvoorbeeld oppervlaktewater). Toetsing aan triggerwaarden wordt daarbij voorgesteld als een 'screenings'-methode om stoffen te identificeren waarvoor een uitgebreide risicobeoordeling nodig is.

In meerdere modules wordt het gebruik van triggerwaarden benoemd (Quik et al., 2019). Zo wordt in de medicijnrestenmodule onder meer een triggerwaarde voor oppervlaktewater en voor de toepassing van slib en mest gegeven. In de pesticidenmodule wordt een triggerwaarde voor grondwater gegeven. In de ZZS (Zeer Zorgwekkende Stoffen) module wordt een grenswaarde voor ZZS in de afvalstroom gegeven. Het ontbreekt in SSML echter aan generieke triggerwaarden die gelden voor alle stoffen en voor verschillende compartimenten. Het gebruik van generieke triggerwaarden kan nuttig zijn omdat in één oogopslag gezien kan worden of en voor welke stoffen een uitgebreide risicobeoordeling nodig is. Voor materialen waarin vele soorten contaminanten aanwezig kunnen zijn, bijvoorbeeld cellulose uit rioolwater, levert het gebruik van triggerwaarden mogelijkheden om de uitvoering van de risicobeoordeling doelmatiger te maken.

In het algemeen kan gesteld worden dat triggerwaarden aan een aantal eisen moeten voldoen om bruikbaar te zijn:

1. Een triggerwaarde moet voldoende beschermend (laag) zijn om alle mogelijke relevante risico's uit te sluiten, maar tegelijk niet zó streng dat altijd een aanvullende beoordeling nodig is. In dat geval verliest de triggerwaarde immers zijn werking als selectie- of prioriteringsinstrument.
2. De nauwkeurigheid van analyseapparatuur (LOQ – Limit of Quantification) is lager dan de triggerwaarde, of kan zo ingesteld worden dat deze lager is. Anders is het voor stoffen die niet aangetroffen worden in een materiaal onduidelijk of de concentraties boven de triggerwaarde liggen.
3. Een triggerwaarde moet specifiek zijn voor het bijbehorende beschermingsdoel. Indien mogelijk wordt er één triggerwaarde afgeleid voor meerdere beschermingsdoelen.
4. Het geniet de voorkeur om één triggerwaarde te hanteren voor een verscheidenheid aan toepassingen. Indien dit niet mogelijk is, dient te worden gecommuniceerd voor welke eindpunten en toepassingen de triggerwaarde gebruikt kan worden.

Als een triggerwaarde niet aan bovenstaande eisen voldoet, kan worden heroverwogen of het werken met een triggerwaarde doelmatig is.

1.4 Opdracht

In dit rapport worden in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) triggerwaarden voor chemische contaminanten afgeleid om toe te passen in een eerste stap in de risicobeoordeling van teruggewonnen cellulose. De triggerwaarden kunnen gebruikt worden om te beoordelen of de toepassing van teruggewonnen cellulose veilig is voor mens en milieu, of dat een uitgebreidere risicobeoordeling nodig is. De triggerwaarden zijn toegespitst om elke chemische contaminant aanwezig individueel te beoordelen. Vanwege de mogelijke verscheidenheid aan chemische contaminanten in teruggewonnen cellulose, worden triggerwaarden afgeleid die breder toegepast kunnen worden dan in de huidige SSML-methodiek beschreven. Dit betekent dat triggerwaarden worden afgeleid die geschikt zijn voor drie modules van SSML, namelijk de modules medicijnresten, pesticiden en Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS). De triggerwaarden zullen kwantitatief van aard zijn, dat wil zeggen getalsmatige limieten, en afgeleid worden voor teruggewonnen cellulose in producten die representatief (beschermend) zijn voor alle momenteel beoogde toepassingen (oftewel een worst-case toepassing) en voor de geformuleerde beschermingsdoelen (zie voor beide verder Hoofdstuk 2).

Disclaimer:

Dit rapport is een eerste aanzet tot het gebruik van triggerwaarden specifiek voor teruggewonnen cellulose. Dit rapport kan daarmee tevens gezien worden als een stap naar het verder ontwikkelen van een raamwerk voor het afleiden van triggerwaarden, voor het beoordelen van de vraag of een materiaal geen afvalstof is. Het moet echter expliciet gezien worden als verkenning en niet als een algemeen toepasbare methodiek.

2 Afleiden triggerwaarden

2.1 Generieke methode

Voor het afleiden van triggerwaarden rekenen we toetswaarden terug naar een concentratie in cellulose. Toetswaarden zijn concentraties van één of meer contaminanten waarbij de blootstelling niet leidt tot risico's voor het beschermingsdoel. Het beschermingsdoel is mede afhankelijk van de toepassing van producten en kan bijvoorbeeld de mens, bodem of grondwater zijn. Voor elk beschermingsdoel dient daarom een toetswaarde – bij voorkeur voor alle contaminanten gezamenlijk - gebruikt te worden voor de toepassing die het meest kritisch is. Hierbij zijn drie aspecten van belang:

1. De beschermingsdoelen
2. De bijbehorende toetswaarden
3. De kritische toepassingen

De beschermingsdoelen

Het beschermingsdoel kan vooraf gedefinieerd worden, maar ook gebaseerd worden op de (verwachte) toepassingen. In principe geldt dat een toepassing van een product niet mag leiden tot nadelige effecten voor mens en milieu. Daarnaast kunnen zowel mensen als organismen via verschillende routes blootgesteld worden (bijvoorbeeld via drinkwater, voedsel en orale blootstelling) en kunnen er meerdere beschermingsdoelen zijn voor het milieu (bijvoorbeeld grondwater, bodem, oppervlaktewater). Er is daarom besloten om de beschermingsdoelen te bepalen aan de hand van de verwachte toepassingen (zie paragraaf 1.1 en verder subparagrafen 2.2.1, 2.3.1 en 2.4.1) van teruggewonnen cellulose. De verwachte toepassingen zijn verkregen vanuit het meetplan van van Dobben en de Boer (2023). Vanwege de diversiteit aan gewenste toepassingen is besloten om drie beschermingsdoelen aan te houden: bescherming van mensen (paragraaf 2.2), bescherming van bodemorganismen (paragraaf 2.3) en bescherming van waterorganismen (paragraaf 2.4).

De bijbehorende toetswaarden

Vanuit wet- en regelgeving bestaan er normen voor stoffen specifiek voor een beschermingsdoel, bijvoorbeeld milieukwaliteitsnormen, maar er zijn ook normen op basis van een toepassing, bijvoorbeeld limieten voor stoffen in voedselcontactmaterialen. Sommige kaders kennen ook eisen aan groepen van stoffen in producten. Voorbeelden hiervan zijn onder meer de Europese gewichtsgrens van 0,1% voor SVHCs in mengsels en voorwerpen⁴, of de signaleringsparameter van 1 µg/L voor opkomende stoffen in drinkwater. Aangezien de triggerwaarde bij voorkeur voor alle contaminanten dient te gelden, wordt zo veel mogelijk gebruik gemaakt van dit soort generieke, bestaande waarden, mits relevant voor de kritische toepassing (zie verderop). De

⁴ Deze gewichtsgrens geldt voor stoffen opgenomen in Bijlage XIV en XV van REACH. Substances of Very High Concern – dit zijn stoffen die in Europa aangewezen zijn als zeer schadelijk op basis van de gevaarseigenschappen. Bij hogere gewichtspercentages vloeien er wettelijke verplichtingen voort voor bedrijven en leveranciers die de mengsels en/of voorwerpen op de markt brengen. De mengsels/voorwerpen mogen nog wel op de markt gebracht worden, maar passende maatregelen zijn nodig om blootstelling en emissies voor mens en milieu tot een minimum te beperken.

achtergrond en onderbouwing van deze algemene grenswaarden kan verschillend zijn, bijvoorbeeld risico-gebaseerd of vastgesteld op basis van haalbare analysemethoden.

Als er geen generieke waarden beschikbaar zijn, kunnen andere drempelwaardes gebruikt worden. Dit kunnen bijvoorbeeld vastgestelde normen voor individuele stoffen zijn of wetenschappelijk onderbouwde risicogrenzen die niet officieel als norm zijn vastgesteld.

In SSML wordt verder aangegeven dat antiparasitica en hormonen vaak zeer lage risicogrenzen hebben. Voor dit soort stoffen is het niet altijd mogelijk om de risico's van deze stoffen te bepalen. Dit komt omdat analysemethoden soms onvoldoende nauwkeurig zijn om dermate lage concentraties te meten, dit betekent dat het niet aantreffen van een stof niet betekent dat er geen risico's zijn. Daarnaast hebben dit soort stoffen een specifiek werkingsmechanisme. Voor dergelijke potente stoffen is een alternatief om gebruik te maken van bioassays. Met bioassays wordt niet aangetoond in welke concentraties stoffen aanwezig zijn, maar wel of stoffen dermate aanwezig zijn dat er effecten waargenomen kunnen worden op levend materiaal (bijvoorbeeld cellen, weefsel of complete organismen). In sommige bioassays kunnen stofgroepen worden onderscheiden op basis van het werkingsmechanisme, hiermee is te duiden of bijvoorbeeld hormoonverstorende stoffen aanwezig zijn. Er is daarom besloten deze stoffengroepen niet expliciet mee te nemen bij het afleiden van triggerwaarden, omdat dit ook tot zeer lage triggerwaarden kan leiden (waar analysemethoden niet aan kunnen voldoen). Afhankelijk van de gekozen toetswaarde kunnen deze stoffen desondanks wel gedekt zijn.

De kritische toepassingen

Om het afleiden van de triggerwaarde pragmatisch te houden, zijn op basis van 'expert judgement' kritische toepassingen bepaald. Dit zijn de toepassingen die tot de hoogste blootstelling leiden, rekening houdend met de beschermingsdoelen. Bij de keuze van de kritische toepassing is rekening gehouden met zowel de toepassing (gebruiksvorm, hoeveelheid, meermaals gebruik) als de verwachte blootstellingsroute en blootstellingsduur. Er is geen uitvoerige analyse gedaan met betrekking tot de onzekerheden binnen een specifieke toepassing en tussen verschillende toepassingen. Hiervan zou de meerwaarde beperkt zijn omdat de expert judgement hiervoor een goede graadmeter is en er nog veel onzekerheden zijn over de voorziene toepassingen.

Om vanuit de toetswaarde voor de toepassing te komen tot een triggerwaarde in cellulose (oftewel het uitgangsmateriaal voor de toetsing) moet worden berekend hoe deze zich tot elkaar verhouden. Hiervoor bedenken we scenario's op basis van gekozen kritische toepassing en bekijken we welke parameters hiervoor van belang zijn. Voor het bepalen van de waarden voor deze parameters gebruiken we zoveel mogelijk worst-case aannames. Dit doen we omdat het niet haalbaar is hier realistische scenario's voor te maken doordat er momenteel nog veel onbekend is over de specifieke toepassingen. Daarnaast moet de triggerwaarde bruikbaar en dus representatief zijn voor allerlei toepassingen.

Een andere aanname hierbij is dat de concentraties in het celluloseproduct vergelijkbaar zijn met die in de ruwe cellulose. In het productieproces zijn er geen processtappen waarbij andere stoffen worden toegevoegd, en er zijn geen chemische verwerkingsstappen (van Dobben en de Boer, 2023). Omdat ruwe cellulose enkel wordt ontwaterd, verhit en wordt gescheiden van andere materie (van Dobben en de Boer, 2023), achten we dat verwerking van ruwe cellulose tot celluloseproduct niet leidt tot extra risico's. Dit betekent dat de triggerwaarden gebruikt kunnen worden voor de beoordeling van zowel het ruwe cellulose als cellulose in een eindproduct.

2.2 Bescherming van mensen

2.2.1 Kritische toepassing

De voorziene toepassingen van cellulose met mogelijke blootstelling van consumenten⁵ zijn onder andere isolatiemateriaal, papier- en verpakkingsmateriaal en plaatmateriaal. Blootstelling kan op meerdere manieren plaatsvinden; oraal, inhalatoir en dermaal. In het geval van dermale blootstelling komen stoffen vanuit het product op de huid. Op de huid kunnen al effecten optreden zoals irritatie en roodheid van de huid. Ook kunnen stoffen via de huid in het lichaam terechtkomen, waar negatieve effecten kunnen optreden. Dit kan ook door inademing van stoffen die vrijkomen naar de lucht (inhalatie) of inname van stoffen via voedsel of hand-mond contact (oraal). In het lichaam kunnen zowel lokale als systemische effecten optreden.

Om een triggerwaarde af te leiden is het nodig een worst-case situatie te beschrijven waarbij er een maximale interne blootstelling aan stoffen is, die realistisch is voor het materiaal (in dit geval cellulose). De verwachting is dat toepassingen met kans op directe inname het grootste risico vormen. Opname via de huid wordt gezien de voorgenomen toepassingen niet als meest kritisch beschouwd. Blootstelling via inademing wordt ook niet als meest kritisch beschouwd omdat er verwacht wordt dat er geen significante hoeveelheden vluchtige stoffen meer in celluloseproducten aanwezig zijn na de verwerking van het materiaal en vervaardiging van producten. Er is daarom besloten te werken met een scenario waarbij de toepassing resulteert in orale inname.

Als kritische toepassing is het gebruik van cellulose als voedselcontactmateriaal gekozen. Voedselcontactmaterialen is niet een van de beoogde toepassingen van het cellulose, maar er is besloten deze toepassing te kiezen omdat dit een worst-case toepassing zou zijn. Migratie van de stoffen naar voedsel resulteert namelijk in directe orale inname via voedsel. Orale blootstelling via voedsel zou ook kunnen plaatsvinden na gebruik als bodemverbeteraar, maar de inschatting is dat de concentraties in voedsel hierbij lager zijn dan bij migratie uit voedselcontactmaterialen (zie verder 2.3). Als het cellulose veilig is voor het gebruik als voedselcontactmateriaal, wordt verwacht dat andere toepassingen ook veilig zijn voor de mens.

⁵ Blootstelling aan werknemers wordt niet meegenomen in de beoordeling van de verwerking van afvalstromen tot nieuwe toepassingen. De arbo-wetgeving ziet toe op de veiligheid voor werknemers.

2.2.2 *Toetswaarde*

De Europese Autoriteit voor Voedselveiligheid (EFSA) heeft een grenswaarde gesteld voor verdacht genotoxische of carcinogene stoffen (EFSA Scientific Committee, 2019). We gebruiken deze waarde omdat dit de schadelijkste categorie stoffen is voor inname en veel ZZS carcinogeen of genotoxisch zijn. Deze grenswaarde is gebaseerd op de *Threshold of Toxicological Concern* (TTC) en bedraagt 0,15 µg van een stof per persoon per dag aan inname.^{6 7}

Voor medicijnresten kunnen er ook indicatieve ADI-waarden (Aanvaardbare Dagelijkse Inname) berekend worden door de laagste therapeutische dosis te delen door een veiligheidsfactor. Voor de afleiding van indicatieve drinkwaterrichtwaarden gebruikt men hiervoor een veiligheidsfactor van 100 (van der Aa et al., 2010). Voor sommige stoffen is echter bekend dat er nadelige effecten kunnen optreden bij concentraties die meer dan een factor 100 lager liggen dan de therapeutische dosis (Lijzen et al., 2019). Dit geldt bijvoorbeeld voor cytostatica. Daarom wordt voor de beoordeling van luiers en incontinentiemateriaal door Lijzen et al. (2019) een veiligheidsfactor van 10.000 voorgesteld en gebruikt. Voor sommige medicijnen resulteert dit in een lagere risicogrenswaarde dan de 0,15 µg per persoon per dag (Lijzen et al., 2019). Dit geldt bijvoorbeeld voor de hormoon(verstorende stof) estradiol. Aangezien de triggerwaarde niet bedoeld is om alle zeer potente stoffen af te dekken (zie paragraaf 2.1), gebruiken we voor elke (indicator)stof de TTC van 0,15 µg per persoon per dag als toetswaarde.

2.2.3 *Uitgangspunten berekening triggerwaarden*

Voor de berekening is gebruik gemaakt van methodieken die gebruikt worden voor het vaststellen van (Europese) migratielimieten voor kunststofmaterialen die in contact komen met levensmiddelen.⁸ Momenteel is er geen generieke methodiek beschikbaar voor voedselcontactmaterialen gemaakt van cellulose. Wel is er een richtlijn voor materialen en voorwerpen gemaakt van folie van geregenereerd cellulose.⁹ Geregenereerd cellulose wordt gedefinieerd als 'gezuiverde cellulose van niet-gerecycleerd hout of katoen'. Dit betekent dat cellulose gewonnen uit afvalwater niet voldoet aan de definitie en de verordening daarmee niet van toepassing is op dit materiaal. In deze verordening staat wel dat folies van geregenereerd cellulose dienen te voldoen aan artikel 2 van richtlijn 2002/72/EG¹⁰ (voorloper van Verordening (EU) nr. 10/2011⁸). In artikel 2 van de voormalige verordening staan de migratie-eisen van materialen en voorwerpen van kunststof in levensmiddelen, welke hieronder gebruikt worden voor het scenario. De aannames die in de methode voor kunststofmaterialen worden gedaan, worden daarom ook bruikbaar geacht voor de

⁶ Uitgaande van een standaard lichaamsgewicht van 60 kg. De TTC per kg lichaamsgewicht is 0,0025 µg/kg lichaamsgewicht/dag.

⁷ Het gebruik van de TTC-benadering is niet geschikt voor alle stofgroepen (EFSA Scientific Committee, 2019). In dit rapport is niet expliciet rekening gehouden met de toepasbaarheid van de TTC.

⁸ Verordening (EU) nr. 10/2011. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2011/10/2020-09-23>

⁹ Richtlijn 2007/42/EG. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2007/42/oj>

¹⁰ Richtlijn 2002/72/EG. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2002/72/oj>

vervaardiging van celluloseverpakkingen en cellulose-folies, ondanks dat het niet 'geregenereerd cellulose' betreft.¹¹

Bij het afleiden van migratielimieten 'wordt uitgegaan van de conservatieve aanname dat een persoon van 60 kg lichaamsgewicht dagelijks 1 kg levensmiddel tot zich neemt en dat het levensmiddel verpakt wordt in een kubusvormige verpakking met een oppervlakte van 6 dm² waaruit de stof vrijkomt'.⁸ Door middel van het uitvoeren van migratietesten kan bepaald worden in hoeverre een stof daadwerkelijk in het levensmiddel terechtkomt.

De migratiesnelheid is afhankelijk van de eigenschappen van de chemische stof, maar ook van de eigenschappen van het celluloseproduct (bijvoorbeeld het vochtgehalte en gehalte organische stof), het gebruik (bijvoorbeeld voor warm of koud voedsel) en de eigenschappen van het voedsel (bijvoorbeeld vet-, zuur- en vochtgehalten). Dit betekent dat de migratie van een stof uit verpakkingsmateriaal per type voedsel anders kan zijn en ook tussen verpakkingsmaterialen kan verschil zitten. Omdat cellulose uit rioolwater gewonnen wordt, kunnen veel verschillende stoffen aanwezig zijn. Welke stoffen dit exact zijn, is nog niet bekend. Het is ondoenlijk om voor alle stoffen, materialen en soorten voedsel migratietesten uit te voeren. Als worst-case situatie wordt daarom aangenomen dat elke stof volledig uit het materiaal migreert en terechtkomt in het levensmiddel.

2.2.4 *Berekening triggerwaarde*

In eerste instantie worden de aannames voor het afleiden van migratielimieten uit voedselcontactmaterialen gevolgd. Dit komt neer op de hierboven benoemde aanname dat 1 kg levensmiddel verpakt is in een kubusvormige verpakking met oppervlakten van 6 dm², en dat dit levensmiddel dagelijks ingenomen wordt door een persoon. Om te komen tot een concentratielimiet is naast oppervlak ook een dikte nodig. Er wordt aangenomen dat het levensmiddel verpakt is in cellulose-folie en de verpakking dus volledig uit cellulose bestaat. Lijzen et al. (2019) gebruikten eerder een dikte van 0,2 mm in het scenario voor voedselcontactmaterialen. Momenteel ligt de dikte van (volledig) cellulose-folie rond de 0,1 mm (VTT, 2021). Er wordt daarom gerekend met een dikte van 0,1 mm.

Het totaal volume van de verpakking voor 1 kg levensmiddel is:

$$V = A \times D$$

Waarbij

$$V = \text{Volume (cm}^3\text{)}$$

$$A = \text{Oppervlak (cm}^2\text{)} = 600 \text{ cm}^2$$

$$D = \text{Dikte (cm)} = 0,01 \text{ cm}$$

Het volume van de folie is daarmee 6,0 cm³.

¹¹ Voorbeelden van celluloseverpakkingen zijn onder meer composteerbare cellulose zakjes (Biopack, 2023) en voedselverpakkingen (VTT, 2021).

Het totale gewicht van de verpakking (geheel cellulose) is:

$$G = V \times SG$$

Waarbij

G = gewicht (gram)

SG = soortelijk gewicht (g/cm^3) = $1,4 \text{ g/cm}^3$ (droge stof, ofwel ds)
(bron: Keijsers et al., 2011)

Het totale gewicht van de celluloseverpakking is daarmee 8,4 gram.

De aanname is dat een persoon 1 kg levensmiddel per dag tot zich neemt dat in cellulose is verpakt. Het gewicht van de verpakking waarmee een persoon dagelijks via zijn voedsel in aanraking komt is daarmee:

Gd = dagelijks gewicht celluloseverpakking per persoon (g/dag per persoon) = 8,4 g/dag per persoon

Er wordt aangenomen dat de verpakking voor 100% uit cellulose bestaat.

De triggerwaarde wordt dan berekend door:

$$TW = TO / (Gd/1000)$$

Waarbij

TW = triggerwaarde ($\mu\text{g/kg ds cellulose}$)

TO = toetswaarde ($\mu\text{g/dag per persoon}$) = 0,15 $\mu\text{g/dag per persoon}$

Dit resulteert in een triggerwaarde van **18 $\mu\text{g/kg ds cellulose}$**

2.2.5 *Belangrijke onzekerheden en kennishiaten*

De belangrijkste onzekerheden voor de triggerwaarde voor blootstelling van mensen liggen bij de kenmerken van de verpakking en de migratie van de stoffen uit de verpakking.

Voor de oppervlakte van de verpakking is een standaardwaarde uit de beschikbare methode gebruikt, namelijk 6 dm^2 . De dikte en de dichtheid van het materiaal hebben echter een grote invloed op de uiteindelijke triggerwaarde. Een grotere dikte of hogere dichtheid leiden tot een lagere (strengere) triggerwaarde, omdat bij een gelijkblijvende oppervlakte de verpakking dan een hoger gewicht heeft. Om een gevoel te krijgen van verschillen tussen de triggerwaarden, is de bovenstaande berekening uitgevoerd voor verschillende diktes en dichtheden. In onderstaande tabel zijn de verschillende triggerwaarden aangegeven die passen bij een range aan realistische diktes en dichtheden van het verpakkingsmateriaal.

Tabel 1 Variatie in triggerwaarde ($\mu\text{g}/\text{kg}$ ds cellulose) bij verschillende diktes en dichtheid van verpakkingsmateriaal. De waarden voor een dikte van 1,4 mm zijn naar beneden afgerond.

Dikte (mm)	Dichtheid van $1 \text{ g}/\text{cm}^3$	Dichtheid van $1,4 \text{ g}/\text{cm}^3$	Dichtheid van $2 \text{ g}/\text{cm}^3$
0,05	50	36	25
0,1	25	18	13
0,2	13	8,9	6,3

Op het moment dat een verpakking dikker wordt, zal het langer duren voordat alle stoffen uit de verpakking in het levensmiddel terecht zijn gekomen. Stoffen moeten namelijk eerst door het materiaal naar het oppervlak migreren en vervolgens eruit. Mogelijk blijft er uiteindelijk een grotere fractie van stoffen achter in het verpakkingsmateriaal, bijvoorbeeld als het voedsel maar kort in de verpakking zit. Hierdoor worden mensen aan minder stoffen vanuit de verpakking blootgesteld. Het kan zijn dat dit opweegt tegen de extra stoffen die aanwezig zijn doordat een verpakking dikker is, en er uiteindelijk evenveel contaminanten in het voedsel komen. Maar dit is op basis van beschikbare gegevens niet te kwantificeren.

De migratiesnelheid van stoffen uit een materiaal verschilt per stof en per materiaal en is daarnaast afhankelijk van het type voedsel. Deze informatie is voor cellulose als verpakkingsmateriaal echter niet beschikbaar. Door uit te gaan van volledige migratie van stoffen uit een relatief dunne verpakking, wordt een worst-case scenario uitgewerkt. Wanneer retentie in de verpakking wel meegerekend zou kunnen worden, zou de triggerwaarde hoger zijn.

2.3 Bescherming van bodemorganismen

2.3.1 Kritische toepassing

Er zijn verschillende toepassingen denkbaar voor cellulose in of op de bodem. Voorbeelden zijn 'hydroseeding', waarbij zaden met cellulose vermengd worden en gezaaid worden, grond- en baggerversterking en gebruik als erosiebestrijder. Bij het inbrengen van deze materialen in de bodem of bij migratie van stoffen naar de bodem kunnen bodemorganismen en mensen direct blootgesteld worden door contact met de bodem. Mensen kunnen ook indirect worden blootgesteld via het eten van voedselgewassen van deze bodems.

Op basis van 'expert judgement' wordt verwacht dat de meest kritische toepassing het toepassen van cellulose als erosiebestrijder is. Hierbij wordt de cellulose door de bodem gemengd. De technische commissie bodem (TCB) geeft aan dat dit hooguit tweemaal per seizoen (vroeg voorjaar en droog najaar) toegepast wordt in de landbouw (TCB, 2011).

2.3.2 Toetswaarde

Er zijn verschillende wetgevende kaders voor de bodem, waaronder het Besluit Bodemkwaliteit en de meststoffenwetgeving. Voor diergeneesmiddelen is er een triggerwaarde beschikbaar vanuit de Europese toelating van diergeneesmiddelen. In milieurerisicobeoordeling van diergeneesmiddelen (*Environmental risk assessment of veterinary medicines*) is een triggerwaarde vastgelegd waarboven er een

uitgebreide milieurisicobeoordeling nodig is (EMA, 2000). De vastgestelde triggerwaarde is 100 µg stof/kg bodem en is geïntroduceerd in de meest recente wetenschappelijke richtlijn uit 2000. Deze waarde is gebaseerd op de toxiciteit van diergeneesmiddelen voor onder meer planten, micro-organismen en regenwormen. In 2005 heeft Montforts (2005) een kritische beschouwing uitgevoerd voor deze triggerwaarde. Op basis van de oorspronkelijke afleiding van de triggerwaarde en openbare literatuur werd een aangepaste drempelwaarde geadviseerd van maximaal 1 µg/kg ds voor bodem (Montforts, 2005). De waarde afgeleid door Montforts (2005) wordt door de auteurs van dit rapport als passender gezien als triggerwaarde omdat er geen veiligheidsfactor toegepast is bij afleiding van de triggerwaarde van 100 µg stof/kg bodem.¹² De waarde van 1 µg/kg ds is eerder ook voorgesteld door Lijzen et al. (2019) als grenswaarde voor de concentratie chemische stof in de bovenste 20 cm bodem één jaar na toediening.

Bij de auteurs zijn geen andere generieke triggerwaarden of toetswaarden bekend die gelden voor een breed scala aan stoffen met betrekking tot risico's in de bodem. Dit betekent dat voor andere stoffen dan diergeneesmiddelen het onbekend is welke triggerwaarde veilig zou zijn. De waarde uit Montforts (2005) wordt als toetswaarde gebruikt voor het afleiden van de triggerwaarde voor cellulose omdat deze lager is dan de triggerwaarde uit de eerdergenoemde richtlijn.

2.3.3 *Uitgangspunten berekening triggerwaarden*

Uitgangspunt voor het berekenen van de triggerwaarde is de beoordelingssystematiek van de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM, 2016). Met deze methodiek kan bepaald worden welke vracht aan contaminanten jaarlijks toegevoegd mag worden aan de bodem bij toepassing van reststromen, zonder dat dit milieubezwaarlijk is. Hierbij wordt uitgegaan van 1 toediening en verdunning van de meststof door vermenging met de bodem in de bovenste 20 cm.

In de methodiek wordt gesteld dat door de toediening van meststoffen het maximaal toelaatbaar risiconiveau (MTR) voor de bodem nooit overschreden mag worden en binnen één jaar na toediening moet door afbraak het verwaarloosbaar risiconiveau ($VR = MTR/100$) (of lager) bereikt zijn.¹³ Door meermaals toedienen kan de concentratie residuen toenemen in de tijd, daarom wordt in de beoordeling doorgerekend totdat er door accumulatie een steady-state concentratie bereikt is.

Voorgenoemde beoordelingssystematiek is echter niet ontworpen en toegerust op het beoordelen van persistente stoffen in het milieu. Voor zeer persistente stoffen zal er geen of niet snel een steady-state ontstaan omdat de concentratie in de bodem alsmaar toeneemt. Hierdoor kan niet bepaald worden op welk moment in de tijd de beoordeling uitgevoerd dient te worden. Dit betekent ook dat als een stof ophoopt in de bodem, de risicogrens op enig moment in de tijd

¹² Het is gangbaar om een veiligheidsfactor toe te passen op de laagste toxiciteitswaarde, om daarmee onzekerheden te ondervangen. Bij de afleiding van de triggerwaarde voor de richtlijn voor de milieurisicobeoordeling van diergeneesmiddelen is beargumenteerd dat het toepassen van een veiligheidsfactor niet nodig is, resulterend in een triggerwaarde van 100 µg stof/kg bodem.

¹³ Voor milieubezwaarlijkheid wordt ook getoetst aan de grondwaternorm. Dit is nu niet meegenomen in het bepalen van triggerwaarden voor de bodem.

overschreden zal worden. De methodiek biedt momenteel niet de mogelijkheid om persistente stoffen op een andere manier te beoordelen, bijvoorbeeld door een maximale tijdsperiode van herhaalde toediening te introduceren of door te rekenen met een standaardwaarde (default) voor de verdwijningssnelheid van deze stoffen, bijvoorbeeld op basis van uitspoeling, vervluchtiging en/of opname in gewas.

Voor het bepalen van een triggerwaarde geldt dat deze idealiter zowel voor persistente als niet-persistente stoffen geschikt moet zijn. Een uitgebreide beoordeling uitvoeren voor elke individuele stof is echter ondoenlijk in de context van deze studie. Daarom wordt er een algemene aanpak gebruikt waarbij er vanuit de toetswaarde teruggerekend wordt naar een acceptabele concentratie in het materiaal. Hierbij worden een aantal aannames gedaan:

- Toetsing vindt plaats na tien jaar. Dit is een periode waar ook in andere regulatoire kaders mee gerekend wordt. Zo wordt bijvoorbeeld binnen REACH (ECHA, 2016) en de Biocidenverordening (ECHA, 2017) gerekend met een toepassingsperiode van 10 jaar voor zuiveringsslib op land.
- Er wordt aangenomen dat stoffen niet verdwijnen door afbraak, vervluchtigen en/of uitspoelen.
- Er wordt uitgegaan van 2 toedieningen per jaar, op basis van de beschikbare informatie als toepassing als bodemverbeteraar.
- Er wordt geen rekening gehouden met een achtergrondconcentratie in de bodem.
- Er wordt een veiligheidsfactor van 10 toegepast op de toetswaarde¹⁴. Dit wordt gedaan omdat de toetswaarde gebaseerd is op enkel een beoordeling van diergeneesmiddelen en het onduidelijk is of de toetswaarde voldoende beschermend is voor andere chemische stoffen.

2.3.4 Berekening triggerwaarde

Het totaalgewicht van de bodem is (per hectare):

$$M_b = A \times D \times BD$$

Waarbij

M_b = Massa droge bodem (kg ds)

A = Oppervlak hectare (m^2) = 10.000 m^2/ha

D = Dikte bodemlaag (m) = 0,2 m

BD = (standaard) bodemdichtheid (kg/m^3) = 1500 $kg\ ds/m^3$ (bron: CDM, 2016)

De droge massa van de bodem is daarmee 3.000.000 $kg\ ds/ha$.

De jaarlijkse vracht van toegepast cellulose per hectare is:

$$V_{cj} = V_c \times n$$

Waarbij

¹⁴ Bij de andere scenario's (humaan en water) wordt geen veiligheidsfactor toegepast op de toetswaarde omdat daar de gebruikte toetswaarde naar verwachting dekkend is voor alle soorten stoffen

V_{cj} = jaarvrucht cellulose (kg ds/jaar)
 V_c = vrucht cellulose per toediening (kg/ha) = 1000 kg/ha (bron: Paauw et al., 2012)
 n = frequentie opbrengen (/jaar) = 2/jaar

De jaarvrucht van de cellulose is daarmee 2000 kg/ha per jaar.

De totale toegevoegde massa aan cellulose per kg bodem is

$M_c = V_{cj} / M_b = 0,00067$ kg cellulose/kg bodem per jaar.

De triggerwaarde wordt berekend door:

$$TW = (TO / (VF * J)) / M_c$$

Waarbij

TW = triggerwaarde ($\mu\text{g}/\text{kg}$ ds cellulose)

TO = toetswaarde ($\mu\text{g}/\text{kg}$ ds) = 1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ds bodem

J = aantal jaren (jaar) = 10 jaar

VF = veiligheidsfactor (extrapolatie van toetswaarde) = 10

Dit resulteert in een triggerwaarde van **15 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ds cellulose**.

2.3.5

Belangrijke onzekerheden en kennishiaten

De toetswaarde van 1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ds bodem is gebaseerd op een evaluatie van een triggerwaarde die wordt gebruikt in de risicobeoordeling van diergeneesmiddelen (Montforts, 2005). Dit betekent dat het gebruik als toetswaarde niet automatisch representatief is voor andere stoffen. Om deze reden is een veiligheidsfactor van 10 toegepast op de toetswaarde. Er is verder niet onderzocht of de veiligheidsfactor een toetswaarde oplevert die voldoende beschermend is voor andere chemische stoffen die mogelijk via de cellulose in de bodem terechtkomen. Daarnaast is er in de huidige studie niet uitgezocht of deze waarde nog actueel is. De studie van Montforts (2005) is bijna 20 jaar geleden uitgevoerd, in de tussentijd kunnen er nieuwe gegevens beschikbaar gekomen zijn die een ander beeld van de ecotoxicologische risico's van diergeneesmiddelen voor bodemorganismen geven.

Bij het bepalen van de triggerwaarde is afgeweken van de methodiek van het protocol beoordeling stoffen meststoffenwet (CDM, 2016). Terwijl die methodiek qua moment van toetsing uitgaat van het moment dat de evenwichtsconcentratie bereikt wordt, en dan nog een jaar om te toetsen aan het VR, wordt in deze exercitie gerekend met een vaste tijdsduur, in combinatie met geen verdwijning van de stoffen. Hierdoor ontstaat er een andere, meer generieke beoordelingsmethodiek.

Daarnaast kan het ook zijn dat er al contaminanten in de bodem aanwezig zijn, waarbij de toepassing van cellulose aanvullend contaminanten de bodem inbrengt. Mogelijk zijn bodems al dermate vervuild dat een deel van de toetswaarde al 'opgevuld' is. Hier is nu geen rekening mee gehouden.

De keuze om te rekenen met een tweevoudige dosering per jaar is gebaseerd op TCB (2011). De dosering van 1000 kg/ha is gebaseerd op een onderschreven praktijkdosering (Paauw et al., 2012). Het kan echter zijn dat het aantal doseermomenten en de dosering in werkelijkheid verschillen. De triggerwaarde is lineair afhankelijk van deze variabelen. Dit is zichtbaar in onderstaande tabel.

Tabel 2 Variatie in triggerwaarde ($\mu\text{g}/\text{kg}$ ds cellulose) bij verschillende doseringen en doseermomenten.

Dosering per ha (kg/ha)	1x per jaar	2x per jaar	4x per jaar
500	60	30	15
1000	30	15	7,5
2000	15	7,5	3,75

2.4 Bescherming van waterorganismen

2.4.1 Kritische toepassing

Er zijn verschillende toepassingen mogelijk waarbij cellulose direct of indirect in oppervlaktewater terecht kan komen. Zo zijn er toepassingen in het water, zoals oeverbeschoeiing. Maar het is ook mogelijk dat cellulose in oppervlaktewater terechtkomt door afspoeling vanaf of vanuit de bodem. Van de beoogde toepassingen is oeverbeschoeiing van een sloot het meest kritisch voor oppervlaktewater, vanwege het directe contact met zoet oppervlaktewater.

2.4.2 Toetswaarde

Vanuit de literatuur zijn er verschillende toetswaarden beschikbaar. De Wolf et al. (2005) hebben op basis van chronische ecotoxiciteitsdata voor waterorganismen een zogenaemde ETNC_{aq} afgeleid. Deze afkorting staat voor 'Exposure Threshold of No Concern' en is de concentratie waarbij verwacht wordt dat er geen effecten zijn op aquatische organismen. Voor stoffen met een specifieke of receptortoxiciteit, waaronder geneesmiddelen, komen ze op een waarde 0,4 ng/L (De Wolf et al., 2005). Voor medicijnresten in water is er ook een toetswaarde beschikbaar van 0,01 $\mu\text{g}/\text{L}$, ofwel 10 ng/L (Quik et al., 2019). Deze waarde is afkomstig uit de milieurisicobeoordeling voor de toelating van humane geneesmiddelen in Europa en geldt daarin als triggerwaarde voor het uitvoeren van een uitgebreide milieurisicobeoordeling (EMA, 2006). Voor opkomende stoffen in bronnen voor drinkwater geldt in Nederland een signaleringswaarde 0,1 $\mu\text{g}/\text{l}$ (IenM, 2015). Voor zover bekend zijn er geen andere algemene toetswaarden beschikbaar. De waarde van De Wolf et al. (2005) is het laagst en wordt daarom als worst-case toetswaarde toegepast.

2.4.3 Uitgangspunten berekening triggerwaarden

Voor de berekening is gebruik gemaakt van het emissiescenario 'sheet piling in a waterway' uit het OECD emissiescenario document (ESD) voor het gebruik van biociden voor houtverduurzaming (OECD, 2013). Er zijn geen andere bruikbare emissiescenario's bekend. In het OECD emissiescenario wordt uitgegaan van een vaart met een breedte van 5 meter, een lengte van 1000 meter, en van een volledige verversing van het water over 20 dagen.

In het OECD emissiescenario wordt de hoeveelheid van een stof in het water standaard na 30 dagen getoetst omdat er vanuit wordt gegaan dat de uitloging van stoffen uit het hout in het begin het snelst gaat en over de tijd afneemt. In ons scenario wordt ook een toetsperiode aangehouden van 30 dagen. De snelheid waarmee een stof uit de beschoeiing naar het water migreert zal per stof verschillen. Omdat hierover geen gegevens zijn, wordt een standaardwaarde voor de uitloging van biociden gebruikt. Deze standaardwaarde is 50% uitloging in 30 dagen, en is vastgesteld in een technisch afspraken document voor biociden (ECHA, 2022).¹⁵

Om te komen tot een triggerwaarde doen we tevens aannames over de oeverbeschoeiing zelf. We nemen aan dat de hele oeverbeschoeiing bestaat uit cellulose. Daarnaast is de aanname dat deze 5 cm dik is en dat het cellulose een dichtheid heeft van 1,4 g/cm³ (net als in het scenario voor voedselverpakkingsmateriaal, zie subparagraaf 2.2.4).

2.4.4 Berekening triggerwaarde

Het totaal volume van het water is:

$$V = L \times D \times B$$

Waarbij

V = volume (m³)

A = lengte (m) = 1000 m

D = diepte (m) = 1,5 m

B = breedte (m) = 5 m

Het volume van het water is daarmee 7500 m³.

De totale hoeveelheid stof die vrij mag komen uit cellulose is:

$$Qt = TO \times V \times a$$

Waarbij

Qt = hoeveelheid stof die mag vrijkomen over 30 dagen (mg)

TO = toetswaarde (mg/m³) = 0,0004 mg/m³ (= 0,4 ng/L)

V = volume (m³) = 7500 m³

a = verversing water = 1,5 (20 dagen verblijftijd)

De totale hoeveelheid stof die mag vrijkomen uit cellulose is 4,5 mg.

Het oppervlak van de celluloseplaten aan 2 zijden van de vaart is:

$$O = L \times D$$

Waarbij

O = oppervlakte platen (m²)

L = lengte (m) = 2 x 1000 m = 2000 m

¹⁵ De technische afspraken zijn nog niet opgenomen in richtlijnen gerelateerd aan de Europese biocidenverordening.

$D = \text{diepte (m)} = 1,5 \text{ m}$

Het totale oppervlak van de platen is daarmee 3000 m^2 .

De hoeveelheid stof die binnen 30 dagen (toetsperiode) vrij mag komen per m^2 plaat is:

$$Q = Qt / O$$

Waarbij

$Q = \text{toegestane uitloging per } \text{m}^2 \text{ plaat (mg/m}^2\text{)}$

$Qt = \text{hoeveelheid stof die mag vrijkomen over 30 dagen} = 4,5 \text{ mg}$

$O = \text{oppervlakte platen} = 3000 \text{ m}^2$

Dit resulteert in $0,0015 \text{ mg/m}^2$ over 30 dagen

Het gewicht van de celluloseplaten per m^2 is:

$$G = SG \times Dc \times 100$$

Waarbij

$G = \text{gewicht (kg/m}^2\text{)}$

$SG = \text{soortelijk gewicht (kg/dm}^3\text{)} = 1,4 \text{ kg/dm}^3$ (bron: Keijsers et al., 2011)

$Dc = \text{dikte cellulose (dm)} = 0,5 \text{ dm}$

Het totale gewicht van de platen is daarmee 70 kg/m^2

De triggerwaarde wordt berekend door:

$$TW = Q / G / f$$

Waarbij

$TW = \text{triggerwaarde (}\mu\text{g/kg ds cellulose)}$

$Q = \text{toegestane uitloging per } \text{m}^2 \text{ plaat} = 0,0015 \text{ mg/m}^2$

$G = \text{gewicht (kg)} = 70 \text{ kg/m}^2$

$f = \text{fractie uitloging in toetsperiode} = 0,5$

Dit resulteert in een triggerwaarde van **$0,04 \mu\text{g/kg ds cellulose}$**

2.4.5 *Belangrijke onzekerheden en kennishiaten*

In het blootstellingsscenario voor water zijn de belangrijkste onzekerheden de toetswaarde, de migratie van stoffen uit de beschoeiing, de afbraak van stoffen en de verversing van het water.

De gebruikte toetswaarde is gebaseerd op de strengste algemene toetswaarde voor stoffen gevonden in literatuur, namelijk de waarde op basis van chronische toxiciteitsdata voor waterorganismen. Wanneer de signaleringswaarde voor stoffen in bronnen voor drinkwater ($0,1 \mu\text{g/L}$ (IenM, 2015)) of triggerwaarde voor medicijnresten in oppervlaktewater

(0,01 µg/L (EMA, 2006)) toegepast zou worden, zou dit resulteren in hogere triggerwaarden. Een toetswaarde van 0,01 µg/L resulteert in een triggerwaarde van 17,5 µg/kg ds cellulose, terwijl een toetswaarde van 0,1 µg/L leidt tot een triggerwaarde van 175 µg/kg ds cellulose (de triggerwaarde verhoudt zich lineair tot de toetswaarde). Hierbij is het de vraag hoe beschermend elke toetswaarde is en waar de verschillen tussen de toetswaarden zitten.

Net als bij voedselverpakkingen is de mate van migratie van stoffen uit het materiaal onbekend. De stoffen die in de cellulose zitten zijn daar vanuit rioolwater in terechtgekomen. Dit zijn dus stoffen die liever hechten aan cellulose dan oplossen in water. Daarnaast is het door de dikte en levensduur van de beschoeiingsplaten niet realistisch dat alle stoffen direct uit het materiaal migreren. De levensduur van oeverbeschoeiingen is circa 20-25 jaar (Gadero, 2018). Met andere woorden, de aanname dat 50% van de stoffen vrijkomt uit oeverbeschoeiing in 30 dagen is een worst-case benadering. De triggerwaarde is sterk afhankelijk van de snelheid van uitloging. In Tabel 2 is een aantal standaardwaarden voor uitloogsnelheden en bijbehorende triggerwaarden gegeven. Als ervan uitgegaan wordt dat de stoffen lineair vrijkomen over de gehele levensduur van de oeverbeschoeiing, en de stoffen aan het eind van de levensduur volledig zijn gemigreerd, dan zou de triggerwaarde op 6,5 µg/kg uitkomen. Dit is meer dan een factor 100 hoger dan de huidig berekende triggerwaarde.

Tabel 3 Variatie in triggerwaarden (µg/kg ds cellulose) op basis van verschillende uitloogsnelheden van contaminanten uit cellulose. Alle uitloogsnelheden zijn standaardwaarden afkomstig uit het technische afsprakendocument voor biociden (ECHA, 2022).

Uitlogingssnelheden	Triggerwaarde (µg/kg ds cellulose)
50% in 30 dagen	0,04
75% in 365 dagen	0,35
100% gedurende levensduur (25 jaar)	6,5

De concentratie van stoffen in het water wordt verder beïnvloed door de verversing van het water en door de afbraak van stoffen. Zodra de stoffen in het water komen worden deze afgevoerd door verversing van het water. Het verschilt per watersysteem hoe snel deze verversing gaat. De verwachting is dat oeverbeschoeiing van cellulose niet gebruikt wordt bij rivieren of grote kanalen, maar eerder bij sloten en vijvers. Hierbij vindt er wel verversing plaats, maar niet heel snel. In het standaardscenario wordt een verversing van 20 dagen gebruikt. Bij gebrek aan een realistisch getal én vanwege het feit dat deze verversing toepasbaar zou kunnen zijn voor oeverbeschoeiing, werken we met deze standaardwaarde van 20 dagen. In onderstaande tabel is de variatie in triggerwaarden weergegeven bij gebruik van verschillende verversingstermijnen. De gekozen standaardwaarde kan zowel voor een onderschatting als voor een overschatting van de triggerwaarde zorgen.

Tabel 4 Variatie in triggerwaarden ($\mu\text{g}/\text{kg ds cellulose}$) door verschillende termijnen van verversing (dagen).

Verversing water (dagen)	Triggerwaarde ($\mu\text{g}/\text{kg ds cellulose}$)
5	0,17
10	0,09
15	0,06
20	0,04
25	0,03
30	0,03

Ook de afbraak van stoffen heeft effect op de concentraties in het water na verloop van tijd. Deze afbraaksnelheid verschilt per stof. Aangezien er geen realistische waarden beschikbaar zijn voor alle stoffen is er voor de worst-case gekozen, namelijk geen afbraak. Verder geldt dat we ook geen rekening hebben gehouden met het feit dat stoffen vanuit het water (in een evenwichtsreactie) kunnen hechten aan bijvoorbeeld slibdeeltjes of ander organisch materiaal en zo uit de waterfase verdwijnen. Als afbraak en sorptie aan slib meegerekend zouden worden, zou de triggerwaarde hoger zijn. Omdat de methodiek beschermend moet zijn voor persistente stoffen, is de aanname van geen afbraak gerechtvaardigd. De aanname van geen sorptie is te verdedigen omdat er geen afwenteling mag plaatsvinden van water naar sediment.

3 Conclusie, discussie en aanbevelingen

3.1 Triggerwaarden voor toepassing van cellulose

In dit rapport hebben we een eerste aanzet gedaan voor het afleiden van triggerwaarden voor chemische contaminanten in teruggewonnen cellulose. Deze triggerwaarden kunnen toegepast worden in een eerste stap in de risicobeoordeling van teruggewonnen cellulose.

Triggerwaarden zijn afgeleid voor drie mogelijke toepassingen van teruggewonnen cellulose: gebruik in voedselverpakkingen, als bodemverbeteraar en in oeverbeschoeiingen. De triggerwaarden geven aan hoeveel van een chemische stof in cellulose mag zitten, zodat het gebruik ervan veilig is voor mens en milieu. Hiervoor hebben we gebruik gemaakt van bestaande scenario's uit relevante stoffenkaders. Op basis van veilige toetswaarden voor mens en milieu hebben we met behulp van die scenario's teruggerekend bij welke concentratie aan chemische stoffen het gebruik van teruggewonnen cellulose veilig is. De berekende triggerwaarden staan in Tabel 4. De triggerwaarden kunnen gebruikt worden om individuele stoffen te toetsen.

Tabel 5 Afgeleide triggerwaarden voor chemische stoffen in teruggewonnen cellulose.

Uitgewerkt scenario	Beschermingsdoel	Triggerwaarde ($\mu\text{g}/\text{kg ds cellulose}$)
Voedselcontactmaterialen	Mens	18
Erosiebestrijding	Milieu (Bodemorganismen)	15
Oeverbeschoeiing	Milieu (Waterorganismen)	0,04

Uit twee van de drie uitgewerkte scenario's komen soortgelijke triggerwaarden naar voren, dit betreft waarden voor blootstelling van de mens en de bodem (respectievelijk 18 en 15 $\mu\text{g}/\text{kg ds cellulose}$). Voor water komt er een waarde naar voren die beduidend lager ligt (0,04 $\mu\text{g}/\text{kg ds cellulose}$). Voor de beoordeling van teruggewonnen cellulose is het daarmee niet wenselijk om voor de verschillende beschermingsdoelen eenzelfde triggerwaarde te hanteren. In de praktijk kan dit namelijk leiden tot het onnodig uitvoeren van een of meerdere uitgebreide risicobeoordelingen, bijvoorbeeld als contaminanten aanwezig zijn in cellulose in concentraties tussen 0,04 en 15 en/of 18 $\mu\text{g}/\text{kg ds cellulose}$ (bij gebruik van één triggerwaarde van 0,04 $\mu\text{g}/\text{kg ds cellulose}$). Het doel van triggerwaarden is juist het prioriteren van stoffen waarvoor een uitgebreide risicobeoordeling nodig is.

De afgeleide triggerwaarden kunnen worden gebruikt voor een eerste toetsing van gemeten concentraties van chemische stoffen¹⁶ in teruggewonnen cellulose. Bij overschrijding van de triggerwaarden is een uitgebreidere, stofs specifieke beoordeling nodig. Hierbij moet er expliciet rekening gehouden worden met de eigenschappen van de stof/stofgroep en de beoogde toepassing van het materiaal, inclusief de

¹⁶ Zowel ZZS, gewasbeschermingsmiddelen als medicijnresten

bijbehorende wet- en regelgeving en de blootstellingsroutes die daarbij van belang zijn.

De triggerwaarden zijn niet direct van toepassing op hormoonverstorende stoffen en antiparasitica. Voor deze stoffen is een andere beoordeling nodig, waarbij voor hormoonverstorende stoffen bijvoorbeeld gedacht kan worden aan het uitvoeren van bioassays. Daarnaast geldt dat de triggerwaarden ook met de nodige voorzichtigheid moeten worden toegepast voor persistente stoffen.

Het verdient aanbeveling om de triggerwaarden te evalueren en te verfijnen indien meer kennis opgedaan wordt over het type stoffen aanwezig in teruggewonnen cellulose en over de blootstelling van mens en/of milieu aan deze stoffen. De triggerwaarden zijn afgeleid op basis van de huidige wetenschappelijke kennis en beschikbare blootstellingsscenario's en toetswaarden.

3.2 Onzekerheden triggerwaarden

De afleiding en het gebruik van de triggerwaarden kent de nodige onzekerheden. Deze houden verband met de keuze van de kritische toepassing, de toetswaarde voor mens en milieu, en de keuze van het blootstellingsscenario. Eerder zijn per beschermingsdoel al de belangrijkste onzekerheden en kennishiaten vermeldt (zie paragrafen 2.2, 2.3 en 2.4). Hieronder worden een aantal algemene onzekerheden genoemd.

3.2.1 Functionaliteit

Het is onduidelijk of de afgeleide triggerwaarden in de praktijk werkbaar zijn. Zo is het onbekend of analyseapparatuur contaminanten nauwkeuriger kan meten in teruggewonnen cellulose dan de afgeleide triggerwaarden.

Bij de keuze voor toetswaarden is voor elk beschermingsdoel gebruik gemaakt van toetswaarden uit literatuur en/of wetgeving. Het is niet onderzocht in hoeverre deze toetswaarden dekkend zijn voor alle contaminanten mogelijk aanwezig in teruggewonnen cellulose. Eerder is al aangegeven dat de triggerwaarden niet direct van toepassing zijn op zeer potente stoffen (zie paragraaf 2.1). Daarnaast is het bekend dat de toetswaarde gebruikt voor bescherming van mensen (TTC) niet toepasbaar is op alle stoffen. Ook geldt dat persistente stoffen kunnen ophopen in het milieu, hierdoor zullen er voor deze stoffen bij continue emissies op enig moment in de tijd risico's ontstaan. Daarmee blijft er altijd een onzekerheid rondom het veilig toepassen van het materiaal indien triggerwaarden niet worden overschreden.

3.2.2 Rekenmethoden triggerwaarden

Voor het bepalen van triggerwaarden zijn rekenscenario's uitgewerkt die zoveel mogelijk aansluiten bij de verwachte toepassingen van teruggewonnen cellulose en (risico)beoordelingen vanuit regulatoire kaders. De keuzes qua rekenmethode en gebruikte data zijn zo goed mogelijk onderbouwd. Er is geprobeerd om tot realistische worst-case triggerwaarden te komen. Bij de uitgangspunten van de berekeningen zijn vaak echter worst-case keuzes gemaakt om ervoor te zorgen dat de

triggerwaarden voldoende beschermend zijn. Mogelijk vallen de triggerwaarden hierdoor lager uit dan nodig.

Een van grote onzekerheden zit in het vrijkomen van contaminanten uit teruggewonnen cellulose en bijbehorende blootstelling van mens en/of milieu. Zo wordt er voor de bescherming van de mensen gerekend met directe en complete migratie van de stoffen uit het materiaal naar het voedsel en levenslange blootstelling. Het is de vraag of het realistisch is om aan te nemen dat mensen elke dag via deze route worden blootgesteld.

Voor bescherming van bodemorganismen is gerekend met een tweejaarlijkse toepassing van cellulose in de bodem als erosiebestrijder en een toetsmoment na 10 jaar. Het is niet bekend of erosiebestrijders jaarlijks toegepast worden in dezelfde bodems.

Voor bescherming van waterorganismen is gerekend met 50% uitloging naar het oppervlaktewater gedurende 30 dagen, na een eenmalige toepassing van een celluloseproduct met een levensduur van 25 jaar.

Vooraf voor het rekenscenario voor oppervlaktewater is het de vraag of het realistisch is om aan te nemen dat zo'n groot percentage van de stoffen uitloopt in de korte tijd. De uitlogingssnelheid wordt als standaardwaarde toegepast bij de risicobeoordeling van biociden toegepast op damwanden in een vaarweg. Deze stoffen worden toegepast op de buitenkant van damwanden en kunnen zowel uitlogen als wegreageren. De chemische contaminanten in teruggewonnen cellulose zullen zich grotendeels in het materiaal zelf bevinden, hierdoor is uitloging naar het oppervlaktewater minder vanzelfsprekend.

Het vrijkomen van stoffen uit vaste materialen is een studie op zich en kan niet eenvoudig beschreven worden. Hiervoor zijn modelstudies nodig en/of experimenteel onderzoek. Dit viel buiten de scope van dit onderzoek, maar het zou nuttig zijn om hier meer onderzoek naar te doen als de huidige triggerwaarden veelvuldig zouden worden overschreden. Daarnaast geldt dat in geen van de scenario's rekening gehouden is met de afbraak van stoffen voordat blootstelling plaatsvindt, ook hier is mogelijk een verfijning toepasbaar.

3.3 Gebruik triggerwaarden in de praktijk

De afgeleide triggerwaarden zijn uitgedrukt als een concentratie van een contaminant per hoeveelheid cellulose. Hierdoor is het mogelijk zowel metingen uit te voeren in het teruggewonnen celluloseproduct, als in producten (deels) bestaande uit cellulose.

In de nabije toekomst is het de intentie om contaminanten te analyseren in ruwe cellulose, voordat het verwerkt is tot celluloseproduct (van Dobben en de Boer, 2023). Omdat er geen afname of toename van contaminanten verwacht worden in de cellulose door het verwerkingsproces, kunnen de triggerwaarden ook toegepast worden op de beoordeling van ruwe cellulose. Er wordt enkel een verandering in drogestofgehalte verwacht; omdat de afgeleide triggerwaarden zijn uitgedrukt in de droge stof kunnen de triggerwaarden direct toegepast worden.

Bij andere verwerkingsprocessen kan het zijn dat het uiteindelijke product en de afvalstof niet vergelijkbaar zijn wat betreft de chemische

samenstelling. Bijvoorbeeld omdat er veranderingen optreden tijdens het verwerkingsproces waardoor er (nieuwe) contaminanten bijkomen. In dat geval dient er nog een extra vertaalslag gemaakt te worden bij het afleiden van triggerwaarden op productbasis naar het materiaal waarin gemeten wordt. Anderzijds kan dit ondervangen worden door metingen uit te voeren op het product, dus ná verwerking.

3.4 Aanbevelingen voor bredere toepasbaarheid van triggerwaarden

De in deze studie afgeleide triggerwaarden zijn niet direct toepasbaar voor andere (teruggewonnen) materialen omdat de toepassingen, en daarmee blootstellingsroutes en beschermingsdoelen, kunnen verschillen. Ook andere uitgangspunten in dezelfde blootstellingsscenario's kunnen leiden tot andere triggerwaarden, bijvoorbeeld door de frequentie van toepassing of de levensduur van een product.

De gebruikte methoden en blootstellingsscenario's in deze studie kunnen wel als basis dienen om triggerwaarden af te leiden voor andere materialen/gebruiken. Hierbij wordt benadrukt dat dit een eerste aanzet is tot het afleiden van triggerwaarden. Een aantal algemene uitgangspunten kunnen wel direct overgenomen worden bij het afleiden van andere triggerwaarden. Zo dienen triggerwaarden geschikt te zijn om de beoogde materialen en toepassingen te beoordelen en daarnaast moeten ze doelmatig zijn. Dat wil zeggen dat een triggerwaarde bij voorkeur voor alle stoffen of een groep van stoffen geschikt is, en dat deze zowel toetsbaar is (niet een te lage waarde, anders zijn analysemethodieken mogelijk onvoldoende nauwkeurig) als worst-case (anders worden materialen mogelijk onterecht als veilig beschouwd).

4 Referenties

Biopack (2023). Composteerbare cellulose zakjes met kruisbodem. <https://www.biopack.be/nl/biobt2314-doos-composteerbare-cellulose-zakjes-met-kruisbodem>. Laatste keer bezocht op: 11-07-2023.

CDM (Commissie Deskundigen Meststoffenwet) (2016). Protocol beoordeling stoffen Meststoffenwet Versie 3.2. <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2020/07/Protocol%20beoordeling%20stoffen%20Meststoffenwet.pdf>.

De Wolf, W., Siebel - Sauer, A., Lecloux, A., Koch, V., Holt, M., Feijtel, T., Comber, M. & Boeijs, G. (2005). Mode of action and aquatic exposure thresholds of no concern. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 24(2), 479-485.

ECHA (European Chemicals Agency) (2016). Guidance on information requirements and Chemical Safety Assessment. Chapter R.16: Environmental exposure assessment. Version 3.0 - February 2016.

ECHA (European Chemicals Agency) (2017). Guidance on the Biocidal Products Regulation. Volume IV Environment - Assessment and Evaluation (Parts B + C). Version 2.0 - October 2017.

ECHA (European Chemicals Agency) (2022). Technical Agreements for Biocides Environment (ENV). ENV 187 Default leaching rates if no leaching study is available. October 2022.

EFSA (European Food Safety Authority) Scientific Committee, More, S.J., Bampidis, V., Benford, D., Bragard, C., Halldorsson, T.I., Hernández-Jerez, A.F., Hougaard, B.S., Koutsoumanis, K.P., Machera, K., Naegeli, H., Nielsen, S.S., Schlatter, J.R., Schrenk, D., Silano, V., Turck, D., Younes, M., Gundert-Remy, U., Kass, G.E.N., Kleiner, J., Rossi, A.M., Serafimova, R., Reilly, L. and Wallace, H.M. (2019). Guidance on the use of the Threshold of Toxicological Concern approach in food safety assessment. *EFSA Journal* 2019;17(6):5708, 17 pp. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5708>.

EMA (European Medicine Agency) (2000). Guideline on environmental impact assessment (EIAS) for veterinary medicinal products – Phase I. CVMP/VICH/592/98-Final. London, 30 June 2000.

EMA (European Medicine Agency) (2006). Guideline on the environmental risk assessment of medicinal products for human use. EMEA/CHMP/SWP/4447/00 corr 2. London, 01 June 2006.

Gadero (2018). De meest gestelde vragen over beschoeiing. https://gadero.nl/blog_de-meest-gestelde-vragen-over-beschoeiing/. Laatste keer bezocht op: 12-07-2023.

Keijsers, E.R.P., van Dam, J.E.G., & Yilmaz, G. (2011). Cellulose, een eindeloze bron van mogelijkheden (No. 1274). Wageningen UR-Food & Biobased Research. <https://edepot.wur.nl/189219>.

Lijzen, J. P. A., van der Grinten, E., van Drongelen, A. W., Moermond, C. T. A., & Venhuis, B. (2019). Beoordeling hergebruik van luier-en incontinentiemateriaal: Stappenplan en risicobeoordelingskader voor de mogelijke risico's van stoffen en pathogenen in producten. <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2019-0111.pdf>.

IenM (Ministerie van Infrastructuur en Milieu) (2015). Protocol voor monitoring en toetsing drinkwaterbronnen KRW. Vastgesteld in Programmteam Water op 17 september 2015.

Montforts, M.H.M.M. (2005). The trigger values in the environmental risk assessment for (veterinary) medicines in the European Union: a critical appraisal. RIVM rapport 601500002. <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/601500002.pdf>

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2013). OECD SERIES ON EMISSION SCENARIO DOCUMENTS. Number 2, Revised Emission Scenario Document for Wood Preservatives. [https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono\(2013\)21&doclanguage=en](https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(2013)21&doclanguage=en).

Paauw, J.G.M., Wijnholds, K.H., & Verhoeven, J.T.W. (2012). Mogelijkheden voor beperking van stuifschade op zand-en dalgrond. <https://edepot.wur.nl/238833>.

Quik, J.T.K., Lijzen, J.P.A., & Spijker, J. (2019). Creating safe and sustainable material loops in a circular economy: Proposal for a tiered modular framework to assess options for material recycling. <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2018-0173.html>.

Recell (2023). Winnen in uw markten. <https://recell.eu/nl/markten/>. Laatste keer bezocht op: 26-05-2023.

Rijksoverheid (2018). Nr. 207 (Karakter van de ministeriële regeling). [Nr. 207 \(Karakter van de ministeriële regeling\) | Kenniscentrum voor beleid en regelgeving \(kcb.nl\)](https://www.kcb.nl/nl/207-karakter-van-de-ministeri%C3%ABle-regeling). Laatste keer bezocht op: 12-07-2023.

Rijksoverheid (2023). Nederland circulair in 2050. <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/circulaire-economie/nederland-circulair-in-2050>. Laatste keer bezocht op: 11-07-2023.

Rijkswaterstaat (2023). Afval of niet. <https://www.afvalcirculair.nl/onderwerpen/afval/>. Laatste keer bezocht op: 11-07-2023.

TCB (Technische Commissie bodem) (2011). Advies Papiercellulose - TCB A068(2011).

van der Aa, N. G. F. M., Dijkman, E., Bijlsma, L., Emke, E., van de Ven, B. M., van Nuijs, A. L. N., & Voogt, P. D. (2010). Drugs of abuse and tranquilizers in Dutch surface waters, drinking water and wastewater: results of screening monitoring 2009.

<https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/703719064.pdf>.

van Dobben E., de Boer, B. (2023). Meetplan voor cellulose uit rioolwater t.b.v. einde afvalstatusonderzoek. 17 Januari 2023.

VTT (Technical Research Centre of Finland) (2021). Advances in cellulose-based food packaging material move to testing phase of industrial production. <https://www.vttresearch.com/en/news-and-ideas/advances-cellulose-based-food-packaging-material-move-testing-phase-industrial>. Laatste keer bezocht op: 11-07-2023.

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven

Nederland

www.rivm.nl

september 2023

De zorg voor morgen
begint vandaag