



Notitie: Overzicht onderzoeken waarbij RecyBEM betrokken is geweest - 2021

Deze notitie zet uiteen welke onderzoeken zijn uitgevoerd ten aanzien van de verschillende aspecten van de band, zowel qua gebruik als qua waardevol gerecycled materiaal. De genoemde onderzoeken zijn of geïnitieerd door de RecyBEM of geïnitieerd door externe partijen waarbij de RecyBEM ondersteunend is geweest. Het perspectief voor deze notitie zijn de nationale activiteiten en onderzoeken voor de recycling van banden en het product band in zijn algemeenheid.

Inhoudsopgave

Ontwikkeling van Ecotest als LCA module	2
Devulkanisatie onderzoeken	2
Ontwikkeling white paper en wetenschappelijke artikelen	3
Kunstgras verspreidingsproject Kalmar Zweden.....	3
Onderzoeken bandenslijtage Nederland	4
<i>RIVM, inventarisatie van emissies van microplastics bronnen en mogelijke maatregelen (2016)</i>	<i>4</i>
<i>RIVM, Potentiele maatregelen tegen microplastics emissies in water (2017).....</i>	<i>5</i>
<i>Arcadis, verkenning economische effecten maatregelen bandenslijtage (2018)</i>	<i>5</i>
<i>RIVM en Universiteit Wageningen, de productie van autobanden zonder milieubelastende stoffen, literatuurstudie naar de vervanging van zink, kobalt en minerale oliën (2019)</i>	<i>6</i>
Gezondheidsonderzoeken Rubbergranulaat	6
<i>RIVM, gezondheidsonderzoek naar rubbergranulaat (2016)</i>	<i>6</i>
<i>ERASSTRI onderzoek ETRMA.....</i>	<i>7</i>
Milieuonderzoeken Rubbergranulaat.....	7
<i>Negen INTRON onderzoeken naar milieuaspecten (2006-2021)</i>	<i>7</i>
2007 <i>Onderzoek naar milieu en gezondheidsrisico's Intron-rapport 'Milieu- en gezondheidsaspecten van instrooirubber'</i>	<i>8</i>
2008 <i>Onderzoek naar veroudering en veldmetingen Intron vervolgonderzoek 'Milieuaspecten instrooirubber'</i>	<i>8</i>
2008 <i>Onderzoek naar zink in drainagewater onder kunstgrasvelden Intron-rapport 'Zink in drainagewater onder kunstgrasvelden met SBR'</i>	<i>9</i>
2009 <i>Onderzoek adsorptie van zink aan de zandlaag (onderdeel van het kunstgrassysteem) Intron-rapport 'Adsorptie van zink aan kunstgrasonderlagen'</i>	<i>10</i>
2009 <i>Onderzoek ter onderbouwing van de vrijstelling eis minerale olie Intron-rapport 'Uitloging minerale olie uit SBR granulaat'</i>	<i>10</i>



2011	Onderzoek naar de uitloging van minerale olie Intron-onderzoek 'Uitloging van minerale olie uit SBR rubbergranulaat'	10
2012	Onderzoek drainagewater 10 jaar oude velden Intron-vervolgonderzoek 'Keuring drainagewater kunstgrasvelden'	11
2013	Onderzoek onderlagen 10 jaar oude velden SGS-Intron-rapport 'Zinkuitloging uit sbr infillmateriaal en zinkadsorptie'	12
2021	Evaluatie zinkadsorptie onderbouwlagen SGS-Intron-rapport 25 februari 2021	12
	Onderzoek door RIVM 2007 RIVM-rapport 'Zinkuitloging uit rubberinfill op kunstgrasvelden'	13
	BSNC rapport naar de verspreiding	14
	RIVM, verkenning milieueffecten rubbergranulaat bij kunstgrasvelden (2018)	15

Ontwikkeling van Ecotest als LCA module

De RecyBEM heeft samen met ARN (Autorecycling Nederland) vanaf 2009 de LCA tool Ecotest ontwikkeld. Dit om inzicht te krijgen in de milieuprestaties van het bandeninzamelingsysteem in Nederland. Alsmede de prestaties van individuele recycling opties ten opzichte van elkaar.

Ecotest is een instrument voor beleidsmakers die beslissingen op het gebied van duurzaamheid willen onderbouwen met op de praktijk gebaseerde feiten over de productketen. Het is gebouwd vanuit expertise van complexe ketens en met kennis van klimaat, grondstoffen, recycling en economie.

Ecotest biedt de mogelijkheid om een keten door te lichten op de volgende aspecten:

- Ecologie (CO₂-footprint)
- Grondstoffenbehoud (recycling)
- Economie (kosten)

Ecotest maakt de impact van de productketen transparant door deze drie elementen met elkaar te wegen. Ecotest gebruikt daarvoor alleen de meest essentiële indicatoren uit een LCA-studie (Life Cycle Assessment). Zo ontstaat er beter grip op de enorme hoeveelheid milieu-indicatoren. RecyBEM verwerkt al jaren op een duurzame manier autobanden. Ecotest kwantificeert deze duurzaamheid door de impact van verschillende ketenopties te wegen. RecyBEM gebruikt Ecotest om nieuwe en toekomstige verwerkingsmogelijkheden op hun ketenimpact door te rekenen. In 2020 heeft een volledige doorrekening plaatsgevonden op basis van de inzameling- en verwerkingcijfers voor 2018.

Meer informatie over Ecotest vindt u op www.ecotest.nu.

Devulkanisatie onderzoeken

In samenwerking met de Universiteit Groningen heeft promovendus Sitisaiyidah Saiwari van de Universiteit Twente een nieuwe recyclingmethode ontwikkeld voor oude banden. Deze doorbraak maakt het mogelijk dat veertig procent van het afgedankte rubber kan worden hergebruikt bij de productie van nieuwe banden, in plaats van het huidige maximum van vijf procent. Oude banden zijn



daarmee geen afvalstroom meer, maar een grondstof voor nieuwe banden. Hergebruik is beter dan recycling

Minder verlies van grondstoffen

In het recyclingproces van Saiwari worden alleen de zogenaamde zwavelbruggen opengemaakt. Het polymeer, als molecuul verantwoordelijk voor de meest kritieke eigenschappen van rubber, wordt niet aangetast. "Natuurlijk blijven we wereldwijd dezelfde hoeveelheid gebruikte autobanden produceren, maar dankzij dit proces gaan er veel minder grondstoffen verloren. Nu worden de banden gerecycled of verbrand waarmee alleen energie wordt gewonnen. Het milieu is bij dit nieuwe proces dus ook een grote winnaar."

Lees de volledige thesis: '[Post-consumer tires back into new tires, de-vulcanization and re-utilization of passenger car tires](#)' (pdf-document, 10,5 MB).

Voortzetting onderzoek door Windesheim

Om een stap te kunnen zetten in de praktische toepasbaarheid van deze devulkanisatie technologie is Hans van Hoek in een Phd traject deze technologie verder aan het uit ontwikkelen. Dit onderzoek moet eind 2020 voltooid zijn. En richt zich dus specifiek op de technologie middels een extruder om zo goed mogelijk eindresultaat in termen van gedevulkaniseerd materiaal te realiseren.

Ontwikkeling white paper en wetenschappelijke artikelen

In het kader van een goed overzicht en transparantie in de verschillende onderwerpen is de RecyBEM bezig met het ontwikkelen van white papers op verschillende onderwerpen. De belangrijkste onderwerpen hierin zijn de verspreiding van rubbergranulaat naar de directe omgeving van de kunstgrasvelden, TRWP (band en wegdekslijtage, status van recycling in Europa en Nederland. Hieruit volgt ook het eventueel publiceren van enkele review papers in wetenschappelijke journals. Een eerste artikel gaat over het verspreidingspotentieel van rubbergranulaat en de efficiëntie van maatregelen daartegen: <https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-021-00459-1>

Kunstgras verspreidingsproject Kalmar Zweden

In Zweden is onderzoek uitgevoerd om meer inzicht te krijgen in de werkelijke verspreiding van microplastics vanaf kunstgrasvelden. In het langetermijnonderzoek met een daadwerkelijke veldmonitoring zijn de routes van afspoeling, spelers en onderhoud beheerst, zodat inzicht verkregen wordt in hoeveel microplastics buiten de velden terecht komen als beheersmaatregelen correct zijn gevolgd. De conclusies tonen aan dat bij correcte beheersmaatregelen de verspreiding uit het kunstgrasveld dat momenteel niet kan worden gestopt, ongeveer 300 gram per jaar bedraagt, waarbij het vulmateriaal SBR minder is dan één gram.

Hieruit blijkt: Het verhaal van kunstgrasvelden als een grote bron van microplastics naar de omgeving, is gebaseerd op een misverstand. De rapporten die de basis vormden voor deze overtuiging (en vaak aangehaald zijn in de media), hebben de veronderstelling gemaakt dat velden worden bijgevuld met rubbergranulaat omdat rubbergranulaat verloren is gegaan uit het veld. De rapporten hebben vervolgens de gemiddelde bijvulling per veld per jaar geschat en deze (gehele of



gedeeltelijke) hoeveelheid gebruikt als het potentiële of werkelijke verlies van microplastics uit het veld. Er zijn geen metingen gedaan om deze (verkeerde) hypothese te bevestigen.

De echte reden waarom kunstgrasvelden worden bijgevuld, is omdat de infill verdicht vanwege zijn eigen gewicht en vanwege het gewicht van spelers en onderhoudsmachines. Dus om de speleigenschappen van het veld te behouden, is regelmatig onderhoud nodig om deze verdichting of compactering te voorkomen, maar dit levert misschien niet genoeg op. Hierdoor kan bijvullen van granulaat ook nodig zijn. Het verwachte verdichtingseffect zoals in eerdere onderzoeken is gerapporteerd, namelijk tien procent, zorgt al voor meer bij te vullen kilo's infill dan in de eerste rapporten werd vermeld als verloren.

In Kalmar, Zweden is in 2018, een kunstgrasveld aangelegd als een gesloten systeem, om ervoor te zorgen dat alle potentiële verliezen worden verantwoord en gemeten. Onderzoek naar de werkelijke verliezen op dit veld, laat zien dat met relatief eenvoudige beheersmaatregelen nul of bijna nul verspreiding van microplastics mogelijk is. Het kunstgrasveld is aangelegd met inachtneming van de aanbevelingen van de Zweedse voetbalbond voor de aanleg van een kunstgrasveld. Op basis hiervan, en interne expertkennis, besloten de projectpartners dat de volgende maatregelen ter voorkoming van verspreiding zouden moeten worden geïnstalleerd;

- Oppervlaktewater en afvoerwater werden gescheiden
- Er is een afdichtingslaag onder het veld geïnstalleerd om al het drainagewater op te vangen
- Granulaatfilters in alle regenwaterputten rond het kunstgrasveld (200 µm)
- Granulaatfilters voor zowel oppervlaktewater als drainagewater (100 µm)
- Een plek om sneeuw op de grond te leggen in plaats van verhard oppervlak
- Borstels en informatiebord voor spelers bij binnenkomst en vertrek
- Het verwijderen van rubbergranulaat op voertuigen na bediening/onderhoud

Onderzoeken bandenslijtage Nederland

Sinds oktober 2016 zijn er een aantal onderzoeken/studies ingezet, waarin de Nederlandse participatie duidelijk aanwezig met inbreng van de “opinie-vormende NL-overheid”, RIVM, zo goed mogelijk begeleid en opgevangen door RecyBEM.

RIVM, inventarisatie van emissies van microplastics bronnen en mogelijke maatregelen (2016)

Uit banden, verf en schurende reinigingsmiddelen kunnen plastic deeltjes vrijkomen die zich in bodem, water en lucht verspreiden. Bandenslijtsel is de grootste van deze drie bronnen, met een totale uitstoot naar het milieu in Nederland van ongeveer 17.300 ton microdeeltjes per jaar. Daarna volgen verfdeeltjes met ongeveer 690 ton per jaar. De schurende reinigingsmiddelen zijn een veel kleinere bron, ongeveer 3 ton per jaar.

Dit blijkt uit onderzoek van het RIVM. Per bron is aangegeven in welk deel van het milieu de deeltjes terechtkomen. Zo is de emissie naar water respectievelijk 1.800 (bandenslijtsel), 330 (verfdeeltjes) en 1 (microplastics uit schurende reinigingsmiddelen) ton per jaar.

De Nederlandse overheid heeft de ambitie om efficiënt om te gaan met grondstoffen. Daarin past het niet om deze materiaalstromen in het milieu te laten 'verdwijnen'. Bovendien moet zo veel mogelijk worden voorkomen dat organismen aan deze milieuvreemde stoffen worden blootgesteld.

Het onderzoek bevat daarom ook een eerste inventarisatie van maatregelen om de uitstoot van microplastics te verminderen. Voor alle bronnen is het belangrijk om bij consumenten en bedrijven begrip te creëren voor maatregelen en het gedrag hierop aan te passen. Daarnaast kunnen innovaties eraan bijdragen dat banden en verf minder snel slijten. Een andere optie is om maatregelen te nemen die voorkomen dat slijtagestof zich in het milieu verspreidt.

RIVM, Potentiele maatregelen tegen microplastics emissies in water (2017)

Microplastics zijn plastic deeltjes die kleiner zijn dan 5 millimeter; deze kunnen door het gebruik van producten van plastic of rubber in het milieu terechtkomen (oppervlaktewater, bodem en lucht). Er zijn nog veel onzekerheden over de effecten van microplastics voor mens en milieu. Daarom worden uit voorzorg maatregelen ontwikkeld die de uitstoot van microplastics kunnen verminderen. Het RIVM heeft de voor- en nadelen van mogelijke maatregelen op een rij gezet. Deze studie richt zich op bandenslijtage (een grote bron), verfdeeltjes en microplastics in schurende reinigingsmiddelen (een kleine bron).

Het is moeilijk om effectieve en haalbare maatregelen te bedenken die de uitstoot aanzienlijk verminderen. Dit komt onder andere omdat slijtage niet volledig te voorkomen is. Een autoband moet een korte remweg hebben, wat niet kan zonder dat de banden slijten. Dit voorbeeld illustreert ook hoe producenten worden geconfronteerd met, soms tegenstrijdige, eisen op het gebied van werkzaamheid, milieu en veiligheid. Verder is gedragsverandering bij consumenten maar in beperkte mate te beïnvloeden. Zo slijten autobanden minder als de bandenspanning goed is.

Vooralsnog preventieve maatregelen lijken effectief om de uitstoot van slijtage deeltjes te verminderen. Een voorbeeld is om de informatievoorziening over de slijtagegevoeligheid van verschillende soorten banden te verbeteren. Ook maatregelen die de bandenspanning optimaliseren, zoals controlesystemen, kunnen de uitstoot sterk verminderen. Of deze maatregelen kosteneffectief zijn, zal afhangen van de manier waarop deze worden geïmplementeerd. Ze kunnen bijvoorbeeld worden ondersteund door een wettelijke regeling, gestimuleerd worden door een financiële prikkel of onder de aandacht gebracht worden door een voorlichtingscampagne.

Arcadis, verkenning economische effecten maatregelen bandenslijtage (2018)

Arcadis [verkende](#) in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat de maatschappelijke effecten van drie mogelijke beleidsmaatregelen uit het rapport:

- een wettelijke drempelwaarde voor bandenslijtage,
- een uitbreiding bandenlabel met slijtage-indicator,
- een verplichting tot het uitrusten van auto's met bouwjaar voor 2014 met een bandenspanningscontrolesysteem.

Uit de verkenning komt naar voren dat belangrijke informatie voor het uitvoeren van een volledige kosteneffectiviteitsanalyse nog niet voorhanden is in de bandensector. Vooralsnog ontbreekt een

eenduidige definitie van slijtage en inzicht in de relatie tussen slijtage en andere aspecten van de band.

RIVM en Universiteit Wageningen, de productie van autobanden zonder milieubelastende stoffen, literatuurstudie naar de vervanging van zink, kobalt en minerale oliën (2019)

In januari 2018 hebben de Tweede Kamerleden Van Eijs en Kröger een motie ingediend naar aanleiding van een debat over de milieurisico's van het gebruik van rubberkorrels op kunstgras sportvelden. Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) heeft in 2006 en tussen 2016 en 2018 onderzoek gedaan naar de milieu- en gezondheidsrisico's van het gebruik van rubberkorrels. Uit het onderzoek naar lange termijn effecten van toepassing op kunstgrasvelden op het milieu bleek onder andere dat de concentraties zink, kobalt en minerale oliën aangetroffen in afwatersystemen, waterbodem en bermgrond naast kunstgras sportvelden de normen kunnen overschrijden.

In deze literatuurstudie is onderzocht of en zo ja hoe de concentraties zink, kobalt en minerale oliën in rubber autobanden kunnen worden verminderd en of deze stoffen zelfs volledig geweerd kunnen worden. Daarnaast wordt er kort ingegaan op het recyclen van autobanden, en hoe in de toekomst alternatieve autobanden ontworpen kunnen worden.

Over het algemeen kan men concluderen dat het op korte termijn vervangen van zorgwekkende stoffen in rubber autobanden niet eenvoudig is. Autobanden bestaan uit een complex mengsel van stoffen, de rubberformulering, met elk hun specifieke functie. Veranderingen in de concentratie van een component kunnen van invloed zijn op het gedrag van het totale mengsel en de eigenschappen van de band

Gezondheidsonderzoeken Rubbergranulaat

Er zijn meer dan 100 onderzoeken naar de gezondheidsimpact van rubbergranulaat op kunstgrasvelden. De twee onderzoeken hieronder geven een goed en breed beeld van de gezondheidsimpact van rubbergranulaat. Namelijk dat het risico voor de volksgezondheid verwaarloosbaar is. Het onderzoek dat uitgevoerd is gaat over het brede spectrum aan stoffen in rubbergranulaat. Waarvan de PAKs meestal op de voorgrond staan. En waarvoor er een restrictie op Europees niveau in ontwikkeling is.

RIVM, gezondheidsonderzoek naar rubbergranulaat (2016)

Na commotie rondom de veiligheid van rubbergranulaat heeft het RIVM een risico beoordeling gedaan op het gebruik van rubbergranulaat op kunstgrasvelden

De resultaten van dit onderzoek geven aan dat sporten op deze velden veilig is. Het risico voor de gezondheid van sporten op deze kunstgrasvelden is praktisch verwaarloosbaar. Rubbergranulaat bevat weliswaar schadelijke stoffen, maar deze stoffen komen maar in zeer lage hoeveelheden vrij uit het rubbergranulaat na inslikken, bij huidcontact of door verdamping bij warm weer.

ERASSTRI onderzoek ETRMA

Een beoordeling van de menselijke gezondheid van opvulmateriaal is uitgevoerd in de European Risk Assessment Study on Synthetic Turf Rubber Infill (ERASSTRI-project), waarin werd geconcludeerd dat er geen relevante gezondheidsproblemen zijn als gevolg van het gebruik van het materiaal op sportvelden en zelfs op werkplekken gerelateerd aan de behandeling van ELT. Peer-reviewed artikelen die voortkomen uit dit onderzoek zijn te vinden via deze links

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720306847>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720306835>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720312328>

Milieuonderzoeken Rubbergranulaat

Er is veel onderzoek gedaan naar de milieuaspecten van het gebruik van SBR granulaat van voertuigbanden als infill op kunstgrasvelden. De rubberkorrels zorgen ervoor dat het kunstgrasveld dezelfde eigenschappen krijgt als een gewoon grasveld, zodat de bal niet te snel rolt, niet te hoog stuitert en beter geschikt is voor slidings. Vriend en vijand zijn het erover eens: rubbergranulaat van voertuigbanden is sporttechnisch het beste infillmateriaal. Daarnaast zijn de aanleg- en beheerkosten laag in vergelijking met dat van andere infillmaterialen. Ook heeft het een lange levensduur. Alle positieve onderzoeksresultaten bieden opdrachtgevers voldoende reden om te kiezen voor het duurzame en veilige rubbergranulaat van autobanden als instrooimateriaal voor hun kunstgrasvoetbalvelden. Rubbergranulaat draagt daarmee bij aan de circulaire milieuwade van autobanden. Ecotest vergeleek de footprint per voetbalveld met infill van SBR, EPDM en kurk (en combinaties daarvan). Wat blijkt: SBR geeft een lage uitstoot van CO₂ door hergebruik van voertuigbanden, SBR heeft de laagste kosten én van SBR is als enige bewezen dat het opnieuw bruikbaar is nadat het al tien jaar als infill gediend heeft. SBR en kurk zorgen voor veel minder CO₂-uitstoot dan EPDM. SBR onderscheidt zich ook van kurk wat betreft agrarisch landgebruik: kurk neemt zeer veel productieruimte in.

Dat SBR granulaat van gemalen voertuigbanden veilig is voor mens en milieu wordt in meer dan honderd nationale en internationale studies aangetoond. Hier vindt u een overzicht van de studies met samenvatting en de borging van milieuverantwoord gebruik in zorgplicht en sportvloerenlijst.

Negen INTRON onderzoeken naar milieuaspecten (2006-2021)

SGS INTRON heeft in de periode 2006-2021 negen onderzoeken uitgevoerd naar de milieuaspecten en zinkuitloging van rubberinfill van gerecyclede autobanden toegepast in kunstgrasvelden in chronologische volgorde. Het eerste laboratoriumonderzoek is destijds uitgevoerd door SGS INTON in opdracht van onder andere DSM, KNVB, NOC*NSF, TenCate, RecyBEM en VACO, maar ook andere partijen zoals het ministerie van VROM. De volledige onderzoeksrapporten zijn te vinden op www.bandenmilieu/kunstgrasinfill.

Samenvattend geven de onderzoeken het volgende beeld:

- Voor alle stoffen die in het Besluit bodemkwaliteit genoemd worden is er geen sprake van een milieurisico.
- De uitloging van minerale olie uit SBR rubbergranulaat geeft een verwaarloosbaar risico.



- Voor zand/rubber, lava/rubber en E-bodemas/rubber leidt de uitloging van minerale olie, zowel met rubber van personenwagenbanden, als van bedrijfswagenbanden, niet tot overschrijding van MTR-waarde in het oppervlaktewater, waardoor er geen risico verwacht wordt voor het ecosysteem.
- Na 230 tot 1800 jaar zal zink uit het kunstgrassysteem (op een onderlaag van lava en zand) in de onderliggende bodem terecht kunnen komen.
- Na 30 jaar zal zink uit de lavalaaag gaan doorsijpelen naar de zandlaag en daar nog tenminste 200 jaar geabsorbeerd blijven in de zandlaag.
- Drainagewater afkomstig uit de onderlaag van zand onder 10 jaar oude kunstgrasvelden heeft een zinkgehalte dat gelijk of lager is dan het zinkgehalte in regenwater.
- De onderlaag van lava en zand werkt afdoende om het zink op te vangen: het drainagewater onder de velden bevat tien keer minder zink dan de eis aan oppervlaktewater in Nederland om er drinkwater van te maken.
- De lavalaaag blijft milieutechnisch voor alle toepassingen geschikt.
- De zandlaag blijft milieutechnisch voor alle toepassingen geschikt.
- Het onderzoek naar de Kd-waarde functioneert uitstekend om tijdig (bij renovatie) te signaleren dat een onderlaag vervangen moet worden in verband met een te lage adsorptiecapaciteit.

2007 *Onderzoek naar milieu en gezondheidsrisico's*

Intron-rapport 'Milieu- en gezondheidsaspecten van instrooirubber'

http://www.recybem.nl/sites/recybem.nl/libraries/pdf.js/web/viewer.html?file=/sites/recybem.nl/files/field/file/intron_rubber_infillmateriaal_09-02-2007.pdf

In opdracht van KNVB, NOC*NSF, WG materialen, VACO, DSM, RecyBEM en TenCate is een onderzoek uitgevoerd naar de milieuaspecten en gezondheidsrisico's van instrooirubber uit gemalen autobanden op kunstgrasvelden. Het onderzoek is onafhankelijk uitgevoerd en is begeleid door een commissie waarin alle betrokken partijen zitting hadden. Het doel van het onderzoek was om onafhankelijke gegevens te genereren en op basis hiervan conclusies te trekken over de mogelijke milieu- en gezondheidsrisico's van het gebruik van instrooirubber van gemalen autobanden in de toepassing op kunstgrasvelden.

De conclusies ten aanzien van de milieuaspecten waren als volgt:

- De uitloging van zink is het meest relevant. Bij gebruikmaking van de analogie van het Bouwstoffenbesluit, dat formeel niet van toepassing is, berekenen we, dat na 3 tot 20 jaar waarschijnlijk een overschrijding van de beleidsnorm voor de immissie van zink plaatsvindt.
- De overige componenten die in het Bouwstoffenbesluit genoemd worden, overschrijden niet de grenswaarden uit dit besluit, zodat we hier geen milieurisico's verwachten.

2008 *Onderzoek naar veroudering en veldmetingen*

Intron vervolgonderzoek 'Milieuaspecten instrooirubber'

http://www.recybem.nl/sites/recybem.nl/libraries/pdf.js/web/viewer.html?file=/sites/recybem.nl/files/field/file/intron_vervolgonderzoek_milieuaspecten_instrooirubber_31_maart_2008.pdf



Uit het breed opgezette onderzoek van 2006-2007 naar de milieu- en gezondheidsrisico's van het gebruik van instrooirubber van gerecyclede autobanden op kunstgrasvelden bleek dat er geen significante milieu- en gezondheidsrisico's waren. Mogelijke uitzondering was het milieurisico door de uitloging van zink op lange termijn. Dit was aanleiding voor VACO en RecyBEM om opdracht te geven tot vervolgonderzoek in overleg met VROM en RIVM. Het doel van het vervolgonderzoek was om de vraag te beantwoorden of er op lange termijn sprake is van een te hoge milieubelasting door uitloging van zink uit instrooi materiaal.

De conclusies ten aanzien van de uitloging van zink waren als volgt:

- Het zinkgehalte in het drainagewater van 5 tot 6 jaar oude velden is lager dan het zinkgehalte in regenwater. De norm voor toegevoegd opgelost zink in oppervlaktewater wordt bij de metingen in het veld niet overschreden.
- De uitloging van zink uit een kunstgrassyteem (kunstgrasveld met lava/zand ondergrond) dat is ingestrooid met infill van autobanden leidt op lange termijn (60 tot meer dan 100 jaar) tot een overschrijding van de beleidsnorm voor de immissie van zink in de bodem en na 50 tot 95 jaar tot een overschrijding van de MTR voor toegevoegd opgelost zink in het oppervlaktewater.
- De uitloging van zink uit een kunstgrassyteem dat is ingestrooid met infill van autobanden leidt gedurende de gebruiksduur van het veld niet tot een overschrijding van de beleidsnorm voor de immissie van zink in de bodem.
- De uitloging van zink uit het rubberinfill leidt niet tot significante vervuiling van de beide onderlagen lava en zand.
- De uitloging van zink uit het rubbergranulaat, afkomstig van gerecyclede autobanden, leidt voor het aangelegde systeem onder invloed van de veroudering van het rubbergranulaat gedurende de technische levensduur van een kunstgrasveld (circa 10 tot 15 jaar) niet tot een overschrijding van de grenswaarden voor opgelost zink in oppervlaktewater of van de afgeleide grenswaarde uit het Besluit Bodemkwaliteit voor de immissie van zink in de bodem.

2008 *Onderzoek naar zink in drainagewater onder kunstgrasvelden*
Intron-rapport 'Zink in drainagewater onder kunstgrasvelden met SBR'

http://www.recybem.nl/sites/recybem.nl/libraries/pdf.js/web/viewer.html?file=/sites/recybem.nl/files/field/file/intron-rapport_zink_in_drainagewater_under_kunstgrasvelden_met_sbr_d.d._31_maart_2009.pdf

VACO en RecyBEM hebben na het onderzoek in 2008 toegezegd aan VROM om de monitoring onder de kunstgrasvelden voort te zetten. Het voortgezette onderzoek is uitgevoerd in opdracht van VACO en RecyBEM in overleg met VROM en RIVM. De oudste gemonitorde velden bij dit onderzoek zijn 7 jaar oud. De resultaten van de gehalten zink in drainagewater komen overeen met data uit het onderzoek van 2008. Er is geen sprake van toename van het gehalte zink in het drainagewater ten opzichte van 2008 en ten opzichte van de regenkwaliteit. De conclusie luidt als volgt:

- Zowel het zinkgehalte in drainagewater als in regenwater is zeer laag
- Er is geen verschil in het gehalte zink in regenwater en drainagewater
- Na 7 jaar is er geen sprake van doorslag van zink in onderlagen.
- Risico's van uitloging van zink zijn na 7 jaar gebruik van rubberinfill niet aangetoond.



2009 *Onderzoek adsorptie van zink aan de zandlaag (onderdeel van het kunstgrassysteem) Intron-rapport 'Adsorptie van zink aan kunstgrasonderlagen'*

http://www.recybem.nl/sites/recybem.nl/libraries/pdf.js/web/viewer.html?file=/sites/recybem.nl/files/field/file/intron-rapport_adsorptie_van_zink_aan_kunstgrasonderlagen_d.d._31_maart_2009.pdf

Het doel van dit onderzoek dat is uitgevoerd in opdracht van RecyBEM en VACO is duidelijkheid te krijgen over adsorptiecapaciteit van een onderlaag van lava en zand dat als onderdeel van het kunstgrassysteem wordt toegepast. Het onderzoek is uitgevoerd in overleg het VROM en het RIVM.

De conclusies ten aanzien van de adsorptie van zink aan de zandlaag waren als volgt:

- Gedurende de technische levensduur (15 jaar) is er geen sprake van een milieurisico door uitloging van zink.
- Voor een referentie kunstgrassysteem met 10 cm lava en 30 cm zand berekenen we dan een doorslagtijd van zink uit deze onderlagen van 230 tot 1800 jaar afhankelijk van de laagopbouw en zuurgraad (pH 6,5 tot pH 7,5).
- Op basis van deze resultaten mag geconcludeerd worden dat de resultaten uit het vorige onderzoek tenminste gehandhaafd blijven. Feitelijk is er sprake van een aanzienlijk hogere adsorptie waardoor zink langer in de onderlagen wordt gebonden dan eerder berekend.

2009 *Onderzoek ter onderbouwing van de vrijstelling eis minerale olie Intron-rapport 'Uitloging minerale olie uit SBR granulaat'*

http://www.recybem.nl/sites/recybem.nl/libraries/pdf.js/web/viewer.html?file=/sites/recybem.nl/files/field/file/uitloging_minerale_olie_uit_sbr-granulaat_a847690-r20090233_7-10-2009_0.pdf

Het ministerie van VROM heeft aan de producenten van SBR rubber aangegeven, dat een vrijstelling van het gehalte minerale olie voor sporttechnische lagen met SBR rubbergranulaat mogelijk is, mits aangetoond kan worden, dat de uitloging van minerale olie zeer beperkt is. INTRON heeft in opdracht van Vereniging VACO en RecyBEM B.V. korreldiffusieproeven uitgevoerd aan SBR rubbergranulaat om deze uitloging van minerale olie te meten en te toetsen. De uitloging van minerale olie in deze korreldiffusieproef is $E_{64d} = 17 \text{ mg/kg}$. De uitloging van minerale olie uit het SBR rubbergranulaat is gering. De minerale olie die aanwezig is in de rubber, blijft opgesloten in de matrix en loogt nauwelijks uit naar de omgeving. Om deze gemeten uitloging te toetsen is een vergelijking gemaakt met een risicobenadering op basis van een door RIVM voorgestelde MTR-waarde (Maximaal Toelaatbaar Risico) van minerale olie in oppervlaktewater. De waargenomen uitloging leidt tot een gehalte minerale olie in water, dat lager is dan de MTR-waarde voor lichte olie. Bovendien blijkt, dat het gaat om relatief zware olie ($> C_{16}$), waarvoor geen MTR-waarde is voorgesteld omdat het niet ecotoxisch is. De uitloging van minerale olie geeft dus een verwaarloosbaar risico.

2011 *Onderzoek naar de uitloging van minerale olie*

Intron-onderzoek 'Uitloging van minerale olie uit SBR rubbergranulaat'

http://www.recybem.nl/sites/recybem.nl/libraries/pdf.js/web/viewer.html?file=/sites/recybem.nl/files/field/file/intron_eindrapport_uitloging_minerale_olie_5-10-2011_0.pdf



In opdracht van RecyBEM heeft INTRON onderzoek gedaan naar de milieurisico's van uitloging van minerale olie uit SBR rubbergranulaat. De Regeling bodemkwaliteit kent een vrijstelling voor onderzoek naar het gehalte minerale olie in kunstgrasstrooisel. Deze vrijstelling is van belang voor de toepassing van bouwstoffen, zoals rubber/lava mengsels in kunstgras velden, omdat het gehalte minerale olie in deze bouwstoffen de maximale samenstellingswaarde voor minerale olie uit de Regeling bodemkwaliteit overschrijdt. Ten behoeve van de definitieve vrijstelling voor deze parameter hebben de producenten en het ministerie van VROM afgesproken, dat middels onderzoek wordt aangetoond, dat er geen sprake is van een milieurisico ten gevolge van minerale olie in rubbergranulaat van autobanden. INTRON heeft hierop een onderzoek uitgevoerd naar de uitloging van minerale olie uit dit rubbergranulaat. In dit onderzoek wordt alleen de uitloging van minerale olie richting oppervlaktewater beoordeeld. Verwacht wordt dat de route naar het oppervlaktewater de meest gevoelige is. De resultaten van dit onderzoek zijn door VROM voorgelegd aan RIVM ter beoordeling. Er is overeenstemming over de proefuitvoering en de berekeningen. RIVM doet nader onderzoek in verband met de onzekerheid in de aannames.

De conclusies ten aanzien van de uitloging van minerale olie uit rubbergranulaat waren als volgt:

- De verwachting op basis van dit onderzoek is, dat het gebruik van rubbergranulaat in de toplaag of in de onderlaag van sportvelden niet leidt tot nadelige effecten op het ecosysteem.
- Zand, lava en E-bodemas blijken, zoals verwacht, slechts een gering effect te hebben op de uitloging van de minerale olie. Zand, lava en E-bodemas bestaat voornamelijk uit minerale componenten, waaraan geen sterke adsorptie van olie wordt verwacht.
- Voor alle onderzochte bouwstoffen, zowel met rubber van personenwagenbanden, als van bedrijfswagenbanden, wordt geen enkel MTR-waarde overschreden in het oppervlaktewater.
- Voor het drainagewater geldt dat niet aan dit criterium wordt voldaan. Het drainagewater is het onverdunde water, dat uit de drainagepijpen onder het kunstgrasveld stroomt. aangenomen wordt dat het sportveld direct via drainwater op het oppervlaktewater draineert. De concentratie in het oppervlaktewater wordt dan geschat door het drainwater met een factor 10 te verdunnen. Deze toetsing is een generieke benadering.

2012 *Onderzoek drainagewater 10 jaar oude velden*

Intron-vervolgonderzoek 'Keuring drainagewater kunstgrasvelden'

http://www.recybem.nl/sites/recybem.nl/libraries/pdf.js/web/viewer.html?file=/sites/recybem.nl/files/field/file/intron_vevolgonderzoek_keuring_drainagewater_kunstgrasvelden_a862170-r201200_16-1-2012.pdf

In vervolg op de eerdere onderzoeken naar uitloging van zink heeft RecyBEM opdracht gegeven tot herhaalde monitoring van de zinkuitloging. De oudste velden bij dit onderzoek zijn 10 jaar oud. De resultaten van de gehalten zink in drainagewater kwamen wederom overeen met data uit eerder onderzoek. Het doordringen van zink in de onderlaag voldoet aan de verwachting uit de voorspelling uit het INTRON onderzoek uit 2009.

De conclusies ten aanzien van de adsorptie van zink aan de zandlaag waren als volgt:

- Ook na 10 jaar is er geen sprake van een doorslag van de onderlagen op zink
- Uitloging van zink zal pas na 50-60 tot meer dan 100 jaar optreden
- De zinkconcentraties in het drainagewater is niet significant hoger dan zinkconcentraties in regenwater



- Ook na tien jaar gebruik van rubber infill zijn er geen milieurisico's aangetoond door uitloging van zink

2013 Onderzoek onderlagen 10 jaar oude velden

SGS-Intron-rapport 'Zinkuitloging uit sbr infillmateriaal en zinkadsorptie'

http://www.recybem.nl/sites/recybem.nl/libraries/pdf.js/web/viewer.html?file=/sites/recybem.nl/files/field/file/zinkuitloging_uit_sbr_infill_en_zinkadsorptie-en_concentratie_in_onderlagen_van_6_tot_10_jaar_oude_kunstgrassystemen_a865780-r20130046c_16_september_2013.pdf

In opdracht van RecyBEM en de Vereniging VACO is er veldonderzoek uitgevoerd naar de zink uitloging uit 6 tot 10 jaar oud SBR infill en de zinkadsorptie van de onderbouwlagen van kunstgrasportvelden. In dit onderzoek op 4 bestaande kunstgrasvelden is de zinkconcentratie van de onderlagen (lava en zand) vastgesteld en de nog resterende zinkadsorptiecapaciteit van de onderlagen voor hergebruik. Dit praktijkonderzoek is mede bedoeld ter verificatie van de praktijksimulatie proeven op laboratoriumschaal naar de zinkuitloging van kunstgrassystemen die zijn ingestrooid met SBR infill (2007, 2009).

De conclusies waren als volgt:

- De uitloging van zink uit het rubbergranulaat blijft constant ook na 10 jaar veroudering in het veld. Dit geldt voor infill van zowel bedrijfswagen- als personenwagenbanden.
- De nu uitgevoerde metingen en resultaten aan de veldmonsters van 10 jaar oude infill bevestigen de in 2008 uitgevoerde laboratoriumproeven en conclusies.
- De zinkadsorptiecoëfficiënten van de lava en het zand in de onderlagen zijn gemiddeld genomen nog hoger dan op grond van het vorige modelonderzoek (2008) zijn berekend.
- Dit praktijkonderzoek aan de lava bevestigt de resultaten uit het onderzoek (2008 en 2009) waarbij is geconcludeerd dat de onderlagen na beëindiging van de technische levensduur van het kunstgrasveld uit milieu-hygiënisch oogpunt gezien herbruikbaar zijn.
- Er treedt geen verontreiniging op van de zandlaag door de emissie van zink vanuit het instrooirubber. De zandlagen die in de sporttechnische onderlaag aanwezig zijn kunnen na beëindiging van de technische levensduur van het kunstgrasportveld bij renovatie aanwezig blijven of voor een nieuw aan te leggen kunstgrasveld in de onderlagen worden hergebruikt.

2021 Evaluatie zinkadsorptie onderbouwlagen

SGS-Intron-rapport 25 februari 2021

In opdracht van RecyBEM heeft SGS INTRON een overzicht opgesteld van door SGS INTRON uitgevoerde metingen aan de onderbouwlagen van kunstgrasvelden. RecyBEM heeft hiermee inzicht in de mate waarin de voor de ondergrond materialen betrouwbaar in staat zijn om te voorkomen dat zink uitloopt naar de bodem.

Voor de evaluatie is gebruik gemaakt van de geanonimiseerde resultaten van alle bepalingen van zinkadsorptiecoëfficiënten die SGS INTRON tot dusver heeft uitgevoerd. Van de opdrachtgevers van deze onderzoeken is toestemming gekregen om deze data te mogen gebruiken in een geanonimiseerd overzichtsrapport. De beschouwing is uitgevoerd aan totaal 105 monsters.



SGS INTRON is van mening dat de resultaten laten zien dat de criteria uit het Zorgplichtdocument m.b.t zinkadsorptie een goede basis vormen voor het voorkomen van zinkuitloging naar de ondergrond:

- De door SGS INTRON uitgevoerde bepalingen van de Kd-waardes zijn helder en eenduidig en laten zien wanneer materialen niet meer voldoen aan de vastgestelde standaard ondergrens.
- Tegelijkertijd blijkt dat in alle gevallen waar SGS INTRON doorbraaktijden van velden heeft berekend, deze nergens lager zijn dan de vastgestelde ondergrens.

Dit toont aan dat ondergronden die niet langer over (voldoende) adsorberende kwaliteiten beschikken in alle aan SGS INTRON bekende gevallen zijn opgespoord voordat zink uit kan logen uit de onderconstructie van kunstgrasvelden. In de regel voert SGS INTRON de onderzoeken uit op het moment dat opdrachtgevers velden gaan renoveren. Dit betekent dat afgekeurde materialen tijdig kunnen worden vervangen en nog goed functionerende materialen kunnen worden hergebruikt in kunstgrassystemen met SBR instrooimateriaal.

Specifieke observaties

- Voor ongebruikte materialen uit productielocaties is het resterend zinkadsorberend vermogen uitstekend. Dit zijn nog maagdelijke, onbelaste materialen. Eén experimenteel materiaal dat voor het eerst is getest voldeed niet, in alle andere gevallen hadden verse productiemonsters een Kd-waarde > 50.
- De materialen uit velden die in gebruik zijn hebben al een hoeveelheid zink geadsorbeerd in de tijd, waardoor in feite sprake is van een restcapaciteit voor zinkadsorptie. Van deze materialen had 56% een Kd-waarde > 50. De zandondergronden zijn het meest betrouwbaar voor de absorptie van zink. Bijna 90% van de onderzochte monsters heeft een Kd-waarde > 50. Lava-ondergronden of ondergronden van mengsels met lava scoren minder hoog en hebben vaker een Kd-waarde < 50.
- In zijn algemeenheid geldt dat sporttechnische lagen een lagere Kd-waarde waarde hebben dan onderlagen. Dit is logisch aangezien de sporttechnische lagen, als bovenste laag van de velden, aan het meeste zink is blootgesteld en dus het eerst zullen worden verzadigd met zink.
- In een aantal gevallen heeft SGS INTRON berekend hoe lang het duurt voordat zink door de onderbouwlagen breekt als één of meerdere lagen een te lage Kd-waarde heeft. Bij alle berekende velden is deze periode > 50 jaar.

Onderzoek door RIVM 2007

RIVM-rapport 'Zinkuitloging uit rubberinfill op kunstgrasvelden'

<http://www.rivm.nl/dsresource?objectid=42da015e-9b00-46f2-9f43-430b273a67b7&type=org&disposition=inline>

De studie richt zich op de vraag hoe groot de uitloging van zink uit rubbergranulaat is. Het blijkt dat veroudering van rubber van invloed is op de hoeveelheid zink die uit het materiaal lekt. Daarnaast is onderzocht tot welke milieueffecten dit uitlogen mogelijk leidt voor bodem, grond- en oppervlaktewater. Het onderzoek is verricht met rekenmodellen op basis van realistische waarden. Het gaat daarbij uit van het gegeven dat de hoeveelheid zink die uitloopt toeneemt door veroudering van rubber.

De conclusies zijn als volgt:

- Op grond van berekeningen is de geschatte zinkuitloging uit rubbergranulaat ongeveer

800 mg/m²/jaar

- Een kunstgrasveld dat is ingestrooid met rubbergranulaat uit oude autobanden overschrijdt al na ongeveer drie jaar de immissie-eis uit het Bouwstoffenbesluit.
- De berekende zinkconcentraties in oppervlaktewater en grondwater overschrijden milieukwaliteitscriteria.
- De voorspelde concentraties in de natuurlijke ondergrond kan volgens de berekeningen de milieunorm overschrijden.

Waarbij de overall conclusie op basis van de rekenmodellen is dat de hoeveelheid zink die uit rubbergranulaat op kunstgrasvelden in het milieu terecht komt milieurisico's met zich mee kan brengen.

BSNC rapport naar de verspreiding

In 2016/2017 is er onderzoek gedaan naar de verspreiding van rubberkorrels buiten de kunstgrasvelden in opdracht van BSNC en de vier grote steden. De Band&Milieu-organisatie heeft meebetaald aan het onderzoek. Het onderzoeklaat zien dat er met name binnen 1,5 meter van het veld rubberkorrels liggen. Met simpele voorzorgsmaatregelen en 'good-housekeeping' kan verspreiding voorkomen worden. Het onderzoek is te vinden op <https://www.bsnc.nl/6257-2/>

De conclusies van het indicatieve onderzoek zijn dat op velden waar **geen maatregelen** tegen verspreiding (kantplanken, uitlopmatten e.d) zijn genomen:

- Infill uit kunstgrasvelden wordt gevonden op de verharding direct rondom het veld. De potentiële oorzaken hiervan zijn verwaaiing, verlies van infill vanaf schoenen door de spelers en onderhoudsmaatregelen, zoals schoonblazen (bladblazen) van het veld naar de verharding. Vanaf de bestrating rondom een veld kan het infill verder verspreiden naar de berm, oppervlaktewater en riolering, afhankelijk van methode en de frequentie van terreinonderhoud.
- Jaarlijks komt er tussen de 15 en 260 kg infill in de graskanten direct rond het veld terecht.
- Bij één veld waar de straatkolken uitkomen in de sloten rond het veld komt jaarlijks circa 100kg infill in de sloot.
- De hoeveelheid infill die jaarlijks met het veegafval wordt afgevoerd varieert van 0 tot 40 kg per jaar.
- De hoeveelheid infill die per veld per jaar met sokken en schoenen mee naar huis gaat is met 12 kg zeer beperkt.

Ondanks de zorgplicht die oplegt dat het verspreiden van infill in het milieu zoveel mogelijk moet worden voorkomen, blijkt het beheer en onderhoud van de kunstgrasvelden nog te wensen overlaat en dat verspreiding van het infill daardoor plaatsvindt. Uit het onderzoek blijkt dat dit een aandachtspunt is: "'good-house keeping' tijdens het onderhoud en het goed naleven van de zorgplicht kan worden verbeterd". Het rapport geeft simpele aanbevelingen voor 'good housekeeping'.



RIVM, verkenning milieueffecten rubbergranulaat bij kunstgrasvelden (2018)

Het RIVM heeft in 2018 onderzoek gedaan naar de verspreiding van rubbergranulaat naast de velden en de impact die dat op de omgeving van het veld heeft. Dit onderzoek is ondersteunt door onderzoek van de waterschappen door het STOWA.

Uit dit onderzoek blijkt dat verspreiding op de onderzochte worst case velden kan ontstaan.

In het onderzoek is de kwaliteit van het milieu rondom kunstgrasvelden met rubbergranulaat van autobanden vergeleken met de milieukwaliteit rondom echte grasvelden. Op diverse locaties overschrijden de concentraties zink, kobalt en minerale olie bij kunstgrasvelden de geldende normen voor bodem en waterbodem (Besluit bodemkwaliteit). Het milieu is vooral gevoelig voor hoge concentraties zink; voor de mens vormt zink geen gezondheidsrisico.

De milieubelasting ontstaat doordat rubbergranulaatkorrels worden meegesleept door mensen of bijvoorbeeld door bladblazers tot enkele meters naast het veld op de bermgrond terecht komen. Daarnaast lekken stoffen uit rubbergranulaat weg naar het drainagewater: dat is regenwater dat via de sportvelden in de bodem terechtkomt en van daaruit via buizen wordt afgevoerd naar een sloot. In het slootwater worden de concentraties zodanig verdund dat ze geen schade veroorzaken. Wel binden de meeste stoffen zich vervolgens aan deeltjes die neerslaan als bagger op de slootbodem, waarin wel effecten zijn gemeten.

De conclusies uit dit onderzoek worden grotendeels bevestigd door een studie van de Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA), het kenniscentrum van regionale waterbeheerders in Nederland. Hierin zijn in een deel van de monsters van drainagewater en waterbodem effecten op levende organismen gevonden.

Het RIVM beveelt aan om maatregelen te treffen om de verspreiding van rubberkorrels naar de bermgrond te voorkomen en om de uitstoot van stoffen via het drainagewater te beperken.