

Infoblad circulaire economie voor veiligheidsregio's



Instituut Fysieke Veiligheid
Lectoraat Energie- en transportveiligheid
Postbus 7010
6801 HA Arnhem
Kemperbergerweg 783, Arnhem
www.ifv.nl
info@ifv.nl
026 355 24 00

Colofon

Ondanks de aan de samenstelling van de tekst bestede zorg kan de samensteller geen aansprakelijkheid aanvaarden voor schade ontstaan door eventuele fouten c.q. onvolkomenheden in deze handreiking.

Het IFV heeft zijn uiterste best gedaan om bronnen en rechthebbenden van beeldmateriaal die in dit infoblad zijn gebruikt, te achterhalen. Wanneer desondanks beeldmateriaal wordt getoond waarvan u (mede)rechthebbende bent en u voor het gebruik ervan niet als bron of rechthebbende wordt genoemd, of u heeft voor het gebruik geen toestemming verleend, neemt u dan contact met ons op via info@ifv.nl.

Om de publicatie te kunnen blijven ontwikkelen en verbeteren, ontvangen wij graag commentaar en suggesties ter verbetering. Vragen of opmerkingen kunt u sturen naar info@ifv.nl, onder vermelding van 'Infoblad circulaire economie'.

Opdrachtgever:	Programmaad Risicobeheersing - Vakgroep Omgevingsveiligheid
Contactpersoon:	Margreet Spoelstra
Titel:	Infoblad circulaire economie voor veiligheidsregio's
Datum:	21 januari 2020
Status:	Definitief
Versie:	1.0
Auteurs:	Martina Duyvis, Joost Ebus, Margreet Spoelstra, Inge Trijssenaar
Projectleider:	Margreet Spoelstra
Review en Eindverantwoordelijk:	Nils Rosmuller

Voorwoord

Na het succes van het Infoblad energietransitie zijn we verder gegaan met het bij elkaar brengen van relevante veiligheidsinformatie rondom actuele thema's. Eén van die thema's is de circulaire economie, iets wat door de Rijksoverheid fors wordt gepropageerd.

Aan de specialisten risicobeheersing van de veiligheidsregio's zal meer en meer gevraagd worden om te adviseren over onderwerpen als opslag en verwerking van afval of duurzaam bouwen. Voor die specialisten is het voorliggende document een handvat om het gesprek te voeren met initiatiefnemers, projectontwikkelaars, gemeenten, provincies en omgevingsdiensten. Daarnaast kan dit document ook nut hebben voor de repressie. In dat geval zouden de geïnventariseerde risico's vertaald moeten worden naar inzetacties met bijbehorende kennis, vaardigheden en middelen.

Net zoals de circulaire economie nooit 'af' zal zijn, zal de ontwikkeling van dit document ook niet stoppen na publicatie. Integendeel: dit infoblad wordt in beheer genomen bij het IFV, waarmee een jaarlijkse kritische beschouwing van de actualiteit en juistheid van de inhoud gegarandeerd is. Daar waar nodig, zal het document worden aangepast. En daarmee is de cirkel weer rond.

De omvang van het begrip 'circulaire economie' is groot. Des te knapper en waardevoller dat de auteurs erin zijn geslaagd om met een aantal thema's te komen dat juist voor veiligheidsregio's relevant is. Mochten zich binnen het onderwerp circulaire economie nieuwe thema's gaan ontwikkelen, laat het ons weten. Met die informatie kunnen we verder om te zorgen voor actuele en inhoudelijk relevante informatie voor veiligheidsregio's en zorgen wij daarnaast voor de invulling van een van onze wettelijke taken. En daarmee is ook die cirkel weer rond.

Nils Rosmuller
Lector Energie- en transportveiligheid

Inhoud

	Inleiding	5
1	Circulaire economie	8
1.1	Wat is een circulaire economie?	8
1.2	Voordelen en nadelen van een circulaire economie	11
1.3	Naslagwerken	12
2	Opslag en verwerking van afval	13
2.1	Toelichting	13
2.2	Mogelijke risico's	13
2.3	Naslagwerken	16
3	Biomassa	17
3.1	Toelichting	17
4	Zeer zorgwekkende stoffen	18
4.1	Toelichting	18
4.2	Mogelijke risico's	19
4.3	Naslagwerken	20
5	Circulair bouwen	21
5.1	Toelichting	21
5.2	Bouwbesluit 2012	22
5.3	Biobased bouwen	23
5.4	Hergebruik van materialen	25
5.5	Van bezit naar gebruik	26
5.6	Duurzaamheid	27
5.7	Naslagwerken	29
	Bronnen	30
	Bijlage Respondenten	37

Inleiding

Aanleiding

Naar verwachting zal per 1 januari 2021 de Omgevingswet van kracht worden. Met deze wet wil de overheid de verschillende plannen voor ruimtelijke ordening, milieu en natuur beter op elkaar afstemmen, duurzame projecten (zoals windmolenparken) stimuleren en bevoegd gezagen meer ruimte geven. Zo kunnen deze hun omgevingsbeleid afstemmen op hun eigen behoeften en doelstellingen.

De Omgevingswet is één wet die 26 wetten voor de leefomgeving bundelt en moet zorgen voor een goede balans tussen het benutten van de fysieke leefomgeving enerzijds en het beschermen daarvan anderzijds. De omgevingsvisies die gemeenten, provincies en het Rijk opstellen, zorgen ervoor dat er meer samenhang in het beleid op de fysieke leefomgeving komt. Het Rijk heeft vooruitlopend op de invoering van de Omgevingswet de hoofdlijnen van een Nationale Omgevingsvisie (NOVI) gepubliceerd, met daarin vier strategische opgaven (Rijksoverheid, 2018):

- > naar een duurzame, concurrerende economie
- > naar een klimaatbestendige en klimaatneutrale samenleving
- > naar een toekomstbestendige, bereikbare woon- en leefomgeving
- > naar een waardevolle leefomgeving.

Omgevingsvisies en -plannen bieden veiligheidsregio's kansen om belangen op het gebied van fysieke veiligheid vroegtijdig te borgen. Om veiligheidsregio's hierbij behulpzaam te zijn, heeft de vakgroep Omgevingsveiligheid van Brandweer Nederland het IFV gevraagd infobladen op te stellen waarmee veiligheidsregio's input kunnen leveren op het gebied van fysieke veiligheid bij het opstellen van gemeentelijke en provinciale omgevingsvisies en -plannen. Gemeenten schrijven deze omgevingsplannen veelal rondom de thema's energietransitie, mobiliteit, circulaire economie en leefbaarheid. Daarbij sluiten ze aan op de maatschappelijke opgaven van het NOVI. De infobladen die door het IFV worden opgesteld, behandelen de vier genoemde thema's; het voorliggend infoblad gaat in op het thema Circulaire Economie.

Circulaire economie

Een circulaire economie is een kringlooeconomie waarin afval wordt hergebruikt en omgevormd tot een nieuw product, waardoor er een minimale hoeveelheid afval overblijft en het grondstofgebruik geminimaliseerd wordt (Bastein e.a., 2013). In het volgende hoofdstuk wordt het onderwerp nader toegelicht.

Doel en doelgroep

Het Infoblad circulaire economie biedt veiligheidsregio's inhoudelijke en actuele kennis om het gesprek aan te gaan met bevoegd gezagen over het gezamenlijk bereiken en stimuleren van veilige en gezonde circulaire processen. Daartoe heeft het IFV een verkenning gedaan van mogelijke risico's van enkele aan een circulaire economie gerelateerde onderwerpen. Onder 'risico's' worden de mogelijke negatieve gevolgen verstaan voor de veiligheid en gezondheid van mens en milieu. Per situatie zal door de veiligheidsregio, al dan niet samen met gesprekspartners, bepaald moeten worden hoe waarschijnlijk veiligheidsrisico's zijn, op welke wijze ontwikkelingen op het gebied van circulaire economie doorwerken en welke maatregelen mogelijk en haalbaar zijn. Dit infoblad geeft geen antwoord op de vraag of een ontwikkeling of lokale afweging op het gebied van circulaire economie veilig genoeg is.

De doelgroep van dit document bestaat primair uit adviseurs van veiligheidsregio's die bevoegd gezagen adviseren over het borgen en bevorderen van fysieke veiligheid in de fysieke leefomgeving. Dit kan zowel op provinciaal niveau (in omgevingsvisies en -verordeningen) als op gemeentelijk niveau zijn (in omgevingsvisies, -plannen en -vergunningen).

Onderzoeksvraag

De transitie naar een circulaire economie heeft mogelijk invloed op de fysieke leefomgeving, maar hierover is nog weinig bekend, zowel over de voordelen als over de nadelen. Dit infoblad probeert deze aspecten in kaart te brengen, zodat veiligheidsregio's het gesprek aan kunnen gaan met gemeenten, provincies of waterschappen. Dit infoblad richt zich daarom op de vraag:

“Welke ontwikkelingen op het gebied van circulaire economie zijn de komende tien jaar te onderscheiden en welke risico's op het gebied van veiligheid en gezondheid brengen zij met zich mee?”

Onderzoekopzet en -methode

Om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden, moet duidelijk zijn wat een circulaire economie inhoudt en welke ontwikkelingen relevant kunnen zijn op het gebied van fysieke veiligheid en gezondheid. Dit is gedaan door middel van een literatuurstudie, aangevuld met informatie verkregen uit gesprekken met enkele experts op het gebied van de circulaire economie (zie de bijlage).

Vanwege de omvang van het onderwerp en de snelheid van de vele ontwikkelingen is het mogelijk dat documenten of bronnen over het hoofd zijn gezien. Dit infoblad moet daarom gezien worden als een 'groeidocument' dat geactualiseerd zal worden wanneer er nieuwe inzichten zijn.

De doorwerking van de circulaire economie op het gebied van veiligheid en gezondheid zal naar de mening van de onderzoekers met name te vinden zijn bij de onderwerpen afvalverwerking, biomassa, zeer zorgwekkende stoffen (ZZS) en circulair bouwen. Ieder onderwerp wordt in een apart hoofdstuk behandeld.

Afbakening

- > Dit infoblad bestaat uit een beschrijving van onderwerpen die passen binnen het thema circulaire economie en die een doorwerking hebben op fysieke veiligheid en gezondheid. Met doorwerking wordt de impact bedoeld en niet de kans dat iets zich voor kan doen.
- > Het infoblad moet gezien worden als een generiek hulpmiddel en geeft géén concrete antwoorden op complexe lokale vraagstukken op het gebied van de circulaire economie. Per geval zal dit door de veiligheidsregio in samenspraak met het bevoegd gezag besproken moeten worden.
- > Voor circulair bouwen is energie nodig ('footprint'). Het gebruik van energie tijdens de levensduur van een gebouw en de daarbij behorende energiebronnen vallen buiten het bereik van dit infoblad.
- > Duurzaamheid en circulaire economie houden nauw verband met elkaar, maar zijn niet gelijk aan elkaar (zie hoofdstuk 1). Aspecten als groene daken zijn bijvoorbeeld wel duurzaam, maar niet circulair en worden om die reden niet behandeld in dit infoblad.
- > Het hoofdstuk over circulair bouwen gaat in op het bouwen van gebouwen voor wonen en werken, maar niet op het bouwen van infrastructures en daaraan gerelateerde objecten. Mogelijk dat dit in een herziening van dit infoblad alsnog aan bod komt.

Leeswijzer

Het onderwerp circulaire economie wordt nader toegelicht in hoofdstuk 1. Op welke wijze de circulaire economie doorwerkt, wordt themagewijs beschreven in de daaropvolgende hoofdstukken: de Opslag en verwerking van afval (hoofdstuk 2), Biomassa Zeer zorgwekkende stoffen (hoofdstuk 4) en Circulair bouwen (hoofdstuk 5). Bij ieder onderwerp wordt eerst een toelichting gegeven, waarna de risico's voor veiligheid en gezondheid beschreven worden.

1 Circulaire economie

1.1 Wat is een circulaire economie?

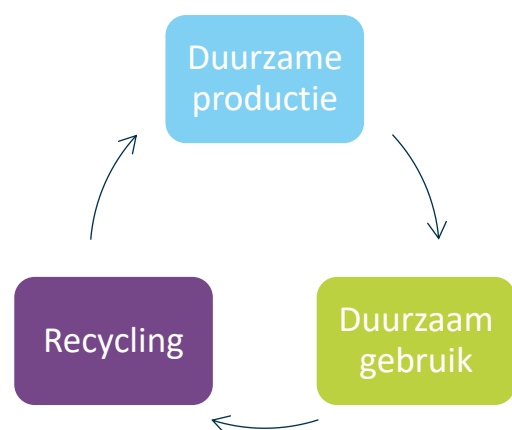
De Nederlandse overheid heeft zich tot doel gesteld om in 2050 de druk op het milieu te verlichten en is daarom het programma 'Nederland Circulair in 2050' gestart (Circulaire economie Nederland, 2019). Om de Nederlandse bevolking in de toekomst te kunnen blijven voorzien van voldoende voedsel en andere producten, moet de economie hervormd worden tot een zogenaamde 'circulaire economie'. De huidige economie kenmerkt zich door het winnen van grondstoffen en deze vervolgens te vervaardigen tot een product, waarna dit product na gebruik weggegooid, vernietigd of verbrand wordt (Hilhorst & Roelofs, 2018). Dit is een lineair proces volgens het 'take → make → dispose-principe'. In dat economische systeem is er slechts een minimaal hergebruik van producten en worden grondstoffen uitgeput. Vaak worden de termen duurzaamheid en circulaire economie door elkaar gehaald. Waar de circulaire economie zich richt op hergebruik van grondstoffen, ligt bij duurzaamheid het accent meer op een lager energiegebruik (Het groene brein, 2019).

De hoeveelheid grondstoffen in de wereld is niet oneindig, waardoor het lineaire economische stelsel ook niet oneindig houdbaar is. Een oplossing voor dit probleem is de hervorming naar een circulair economisch systeem. Een circulaire economie is een kringlooeconomie waarin afval wordt hergebruikt en omgevormd tot een nieuw product, waardoor er een minimale hoeveelheid afval overblijft en het grondstofgebruik geminimaliseerd wordt (Bastein e.a., 2013). Zie Figuur 1-1 (Rijksoverheid, 2016).

Lineaire economie



Circulaire economie



Figuur 1-1 Lineaire economie en circulaire economie (gebaseerd op Rijksoverheid, 2016)

Ontwikkelingen in de circulaire economie berusten op drie pijlers (Jonkeren, 2016):

1. Schonere productie ('Cleaner Production'): processen, producten en diensten met voordelen op het gebied van economie, sociale gezondheid, veiligheid en milieu.
2. Industriële ecologie ('Industrial Ecology'): het optimaliseren van het gebruik van bronnen door een groep bij elkaar gelegen bedrijven.
3. 'Cradle to Cradle'¹: recycling, zodat producten die aan het eind van hun levensduur zijn gekomen, kunnen worden omgezet in ingrediënten voor nieuwe generaties producten.

Er bestaan verschillende manieren en strategieën om een circulaire economie te creëren. Een slimmer productontwerp, het repareren van producten en het recyclen van materialen zijn hier voorbeelden van. Er zijn verschillende modellen die deze strategieën uiteenzetten; over het algemeen overlappen zij elkaar. In de meeste modellen spelen de volgende strategieën een rol (PBL, 2016):

1. 'Rethink' en 'reduce': het verminderen van materiaalgebruik door het gebruik van materiaal te heroverwegen en op zoek te gaan naar alternatieven.
2. 'Redesign': het opnieuw ontwerpen van producten waardoor zij efficiënter geproduceerd kunnen worden, een langere levensduur hebben of beter kunnen worden hergebruikt.
3. 'Reuse': het hergebruiken van producten in hun geheel. Het product behoudt de originele functie.
4. 'Repair' en 'remanufacturing': het verlengen van de levensduur van producten door middel van onderhoud en reparatie.
5. 'Recycling': het hergebruiken van delen van producten. Materialen uit een product worden verwerkt in andere producten en worden zo hergebruikt.
6. 'Recover': het terugwinnen van energie uit materialen.
7. 'Disposal': het zorgen voor zo weinig mogelijk afval dat niet wordt hergebruikt of verbrand.

Zie ook Tabel 1- waarin staat aangegeven dat het overgaan van een lineaire economie naar een circulaire economie inhoudt dat minder tot geen nieuwe grondstoffen worden gebruikt.

De Rijksoverheid is in september 2016 gestart met het Rijksbrede programma 'Nederland Circulair in 2050' (Rijksoverheid, 2016). Om deze ambitie meer kracht bij te zetten, is in januari 2017 het Grondstoffenakkoord getekend door bedrijven, vakbonden, overheden, natuur- en milieuorganisaties, kennisinstututen, financiële instellingen en vele andere maatschappelijke organisaties (Rijksoverheid, 2017). Het programma en het Grondstoffenakkoord zijn uitgewerkt in vijf transitieagenda's met de thema's Biomassa en voedsel, Bouw, Consumptiegoederen, Kunststoffen en Maakindustrie. Met deze vijf transitieagenda's hoopt de Rijksoverheid de hervorming van de huidige lineaire economie naar een circulaire economie te versnellen (Rijksoverheid, 2016). De onderwerpen die in dit infoblad worden beschreven, zijn verweven met de transitieagenda's, omdat ze gerelateerd zijn aan één of meerdere transitie-thema's.

¹ In de cradle-to-cradlefilosofie (C2C) bestaat afval niet, omdat elk materiaal uit een product gebruikt kan worden in een ander product. Er is hierbij geen sprake van kwaliteitsverlies en (schadelijke) restproducten (Braungart, 2002).

Tabel 1-2 Strategieën om van een lineaire naar een circulaire economie te komen (gebaseerd op PBL, 2018)

	Strategieën		Beschrijving
<p><i>Circulaire economie</i></p> <p>↑</p> <p>Vuistregel: meer circulariteit = minder grondstoffen en minder milieudruk.</p> <p>↑</p> <p><i>Lineaire economie</i></p>	Product slimmer maken en gebruiken	R0 - Refuse	Product overbodig maken door van de functie af te zien of die met een radicaal ander product te leveren
		R1 - Rethink	Productgebruik intensiveren (multifunctioneel product of producten delen)
		R2 - Reduce	Product efficiënter in gebruik maken of fabriceren door minder materialen in het product te verwerken
	Levensduur van (onderdelen van) het product verlengen	R3 - Reuse	Hergebruik van een afgedankt, nog goed product in dezelfde functie door een andere gebruiker
		R4 - Repair	Reparatie en onderhoud van een kapot product voor gebruik in zijn oude functie
		R5 - Refurbish	Opknappen en moderniseren van een oud product voor gebruik in verbeterde versie van zijn oude functie
		R6 - Remanufacture	Onderdelen van een afgedankt product gebruiken in nieuw product met dezelfde functie
	Nuttig toepassen van materialen	R7 - Repurpose	Afgedankt product of onderdelen daarvan gebruiken in een nieuw product met een andere functie
		R8 - Recycle	Materialen verwerken tot dezelfde (hoogwaardige) of minder (laagwaardige) kwaliteit
R9 Recover		Verbrander van materialen met energierugwinning	

Het zal nog een hele opgave worden om de voortgang van de transitie naar een circulaire economie te monitoren. Het Planbureau voor de Leefomgeving heeft hier een voorstel voor geschreven. In de conclusies van dat voorstel staat dat “inzicht in stoffen die tot risico’s leiden voor gezondheid en veiligheid, deel uit maakt van de succes- en faalfactoren van het transitieproces” (PBL, 2018).

1.2 Voordelen en nadelen van een circulaire economie

Een circulaire economie kan, vooral op de lange termijn, voordelen opleveren, zowel economisch als – vanzelfsprekend – op het gebied van milieu. Op economisch niveau worden de volgende mogelijke voordelen genoemd (Ellen MacArthur Foundation, 2015):

- > Economische groei: door hergebruik van producten zullen productiekosten dalen en tegelijkertijd zal de economie een stimulans krijgen door de groei van bepaalde branches (bijvoorbeeld de recyclingbranche). TNO schat dat de circulaire economie Nederland zo'n 7,3 miljard euro oplevert (Bastein e.a., 2013).
- > Besparing op kosten van materialen: door producten te hergebruiken kan er bespaard worden op materialen.
- > Groei van de werkgelegenheid: naast de stimulans die diverse branches zullen krijgen, leidt een circulaire economie ook tot nieuwe activiteiten. Zo zullen er nieuwe bedrijven ontstaan die zich richten op bijvoorbeeld het repareren van producten zodat deze hergebruikt kunnen worden. Zowel de stimulans die huidige branches krijgen als de nieuwe bedrijvigheid kunnen een groei van de werkgelegenheid opleveren voor Nederland. TNO schat dat er zo'n 54.000 banen bijkomen (Bastein e.a., 2013).
- > Innovatie: de transitie naar een circulair economisch systeem zal leiden tot de ontwikkeling van nieuwe producten met een hoge mate van herbruikbaarheid.

Op milieuvlak worden de volgende voordelen genoemd (Ellen MacArthur Foundation, 2015):

- > Vermindering van het gebruik van primaire grondstoffen: door hergebruik van producten hoeven minder primaire grondstoffen worden gewonnen, waardoor zij minder snel uitgeput raken.
- > Vermindering van de CO₂-uitstoot: door hergebruik van producten en daarmee het verminderen van materiaalgebruik, kan de CO₂-uitstoot verminderen.
- > Verbetering van de productiviteit van het land en de bodemgezondheid: bij een vermindering van voedselverspilling en het toepassen van biologische methoden, zal de bodem minder uitgeput worden, waardoor de productiviteit en gezondheid kunnen verbeteren.
- > In een circulaire economie wordt efficiënter met energie omgegaan.

Naast voordelen zitten er ook nadelen aan het hervormen van het huidige economische systeem tot een circulaire economie (De Argumentenfabriek, 2015).

- > Het grootste nadeel is dat de transitie naar een circulaire economie veel tijd (onderzoek, ontwikkelingen, procesaanpassing) en geld (investeringen) kost. Bedrijven zullen deze kosten naar verwachting doorberekenen in de prijs.
- > Door de hogere kwaliteit van producten en de stijgende levensduur zal de vraag naar producten afnemen en kan voor bedrijven het aantal verkochte producten dalen.
- > In een circulaire economie kan de producent eigenaar van het product blijven, terwijl de klant het product gebruikt met behulp van een soort leaseconstructie (onder andere Ellen MacArthur Foundation, 2015; Potting, 2016). Niet iedereen hoeft dit overigens als een nadeel zien.
- > Bij cradle to cradle worden ook negatieve effecten genoemd: het produceren en transporteren van meer afval omdat het een veelgevraagde input is, kan leiden tot meer negatieve externe effecten (ophoping van stoffen, emissies).
- > Opslag van afval kan leiden tot hogere risico's op brand (Jonkeren, 2016).

1.3 Naslagwerken

- > Duurzaam Bedrijfsleven (2019). Special Circulaire economie, editie 19, zomer 2019.
- > Europese Commissie (2019). [*Closing the loop on the ground: 10 EU projects working towards a circular economy.*](#)
- > Rijkswaterstaat (2019). <https://lap3.nl/achtergrond/documenten/circulair/>
- > Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat mede namens het ministerie van Economische Zaken en Klimaat, het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, het ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit en het ministerie van Ontwikkelingssamenwerking (2019). *Uitvoeringsagenda Circulaire Economie 2019 – 2023.*

2 Opslag en verwerking van afval

2.1 Toelichting

Waar afval in een lineaire economie het laatste station is en niet meer wordt hergebruikt, wordt het afval in een circulaire economie wél hergebruikt. Het is dan ook te verwachten dat bij een circulaire economie de tussentijdse opslag van afvalstoffen zal toenemen, evenals de tijdsduur waarin het afval blijft liggen in deze opslag, omdat gerecycled zal worden in plaats van verbrand.

De laatste jaren hebben met regelmaat branden bij afvalverwerkers en recyclebedrijven in Nederland plaatsgevonden. Uit cijfers van de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT, 2019) blijkt dat er in 2018 meer dan 120 afvalbranden zijn geweest. De Milieuongevallendienst (MOD) is in 2015, 2016 en 2017 bij respectievelijk 27, 44 en 33 afvalbranden betrokken geweest (Hilhorst & Roelofs, 2018). Mogelijk leiden circulaire processen met betrekking tot afvalverwerking tot hogere kansen op brand. De aandacht voor deze branden groeit en onder andere verzekeraars vragen zich af of afvalverwerkingsbedrijven niet te laks zijn als het gaat om brandveiligheid (EenVandaag, 2017).

2.2 Mogelijke risico's

Het risico bij opslag, transport en verwerking van afval is met name brand. De risico's en onduidelijkheden die daar op hun beurt uit voortvloeien zijn:

- > onbekendheid welke stoffen in het afval zitten
- > samenstelling van het materiaal
- > ontbranding van lithiumbatterijen
- > broei

Onbekendheid van stoffen in het afval

Het is aannemelijk dat wanneer de economie hervormd wordt tot een circulaire economie, er meer afval gerecycled en gescheiden wordt, waardoor ook meer bedrijven zich bezig gaan houden met afvalverwerking. Dit hoeven niet alleen grote bedrijven te zijn, maar kunnen ook lokale, kleinere afvalverwerkingsbedrijven zijn. Bedrijven met een grote opslagcapaciteit (> 50 m³) zijn volgens het 'Besluit melden bedrijfsafvalstoffen en gevaarlijke stoffen' verplicht te melden wat zij met bedrijfsafvalstoffen en gevaarlijke stoffen doen (Bodemrichtlijn, 2011). Voor lokale, kleine afvalverwerkingsbedrijven bestaat deze plicht niet, waardoor het onbekend kan zijn welke gevaarlijke stoffen zich bij dergelijke bedrijven bevinden. Als vervolgens bij een klein bedrijf brand uitbreekt, is mogelijk niet bekend welke stoffen aanwezig zijn en of mogelijk gevaarlijke stoffen kunnen vrijkomen. Dit is een risico, zowel voor de hulpverleners als voor de omgeving.

Samenstelling van het materiaal

Afvalbranden zijn anders dan gewone branden en kenmerken zich doordat (Hilhorst & Roelofs, 2018):

- > er vaak grote hoeveelheden materialen in brand staan
- > de kans groter is dat het materiaal gevaarlijke stoffen bevat
- > de kans groter is dat er gevaarlijke verbrandingsproducten ontstaan
- > ze langer kunnen duren dan een 'gewone' brand.

In combinatie met de onbekendheid van aanwezige stoffen in het afval maken deze aspecten het blussen van afvalbranden complexer. Het RIVM heeft over afvalbranden aangegeven dat de hoogste concentratie giftige stoffen voorkomt bij langdurige branden en/of bij smeuulende branden waarbij veel plastic verbrandt. Er kunnen tot één kilometer benedenwinds giftige stoffen in de lucht aangetoond worden, bij grote branden tot meer dan vijf kilometer (Mennen e.a., 2009).

Lithiumbatterijen

Daarnaast vormen lithiumbatterijen in afvalbergen een probleem. Bij de brandweer zijn steeds meer branden bekend met lithiumbatterijen als veroorzaker (AD, 2017). Lithiumbatterijen komen bijvoorbeeld voor in elektrische fietsen, smartphones, laptops en powerbanks en kunnen ontbranden bij oververhitting of beschadigingen. Lithiumbatterijen in afvalbergen zijn dan ook een zorg en de overheid geeft dan ook aan dat lithiumbatterijen apart ingezameld moeten worden (Ministerie IenW, 2019).

Naast een incidentele lithiumbatterij in een afvalberg, worden lithiumbatterijen zelf ook ingezameld omdat lithium één van de grondstoffen is die naar verwachting schaars gaan worden (LPCE, 2019). In een circulaire economie zal waarschijnlijk de tussentijdse opslag van lithiumbatterijen – bijvoorbeeld bij fietswinkels – voor de terugwinning van metalen toenemen, mede door de toename van het gebruik van lithium (Bright.nl, 2019). Een brand in een dergelijke opslag kan leiden tot situaties zoals bij Stella in Nunspeet (NOS, 2018).

Broei

Broei ontstaat door een biologische of chemische reactie tussen stoffen waardoor de temperatuur zó hoog oploopt, dat deze kan leiden tot zelfontbranding. Ontbranding na broei kan ontstaan als het materiaal zijn warmte niet kwijt kan (Risico's in beeld, 2019). Een bekend voorbeeld van brand door broei is een hooibrand, maar broei kan in veel verschillende materialen ontstaan. Brand door broei kan bijvoorbeeld ook ontstaan in poetsdoeken en verffilters, mais, wasgoed met oliën van bijvoorbeeld sauna's en in matrassen (Risico's in beeld, 2019; Brandveilig.com, 2017).

De mate waarin broei kan optreden is afhankelijk van zowel de eigenschappen van de opgeslagen materialen als de eigenschappen van de opslagruimte (Loekemeijer, 2004).

- > Het vochtgehalte, de reactiviteit van de stof en temperatuurverschillen tussen de stof en de omgeving spelen een rol. Een aanwezigheid van stoom en broei- en brandgevoelige producten (matrassen, accu's) vergroot het risico.
- > De grootte van de opslag, de mate van ventilatie, de weersomstandigheden (bij een buitenopslag) en de duur van de opslag zijn andere aspecten die van belang zijn bij broei. Bij een opslag bestaat de kans op broei op het moment dat het ventilatiegehalte in de opslagruimte niet in balans is, dus wanneer er teveel of te weinig ventilatie is.

Ondanks dat in Nederland veel aandacht is voor afval en recycling, is het belangrijk dat afval niet te lang opgeslagen wordt, zodat het risico op broei beperkt blijft (Interview PBL, 2018).

Praktijkvoorbeeld Opslag en verwerking van afval

Casus

Een grote afvalverwerkingsbedrijf is het afgelopen jaar twee keer getroffen door een brand. Het betrof branden in een berg PMD-afval (plastic, metaal en drankkartons) en in een berg huis-, tuin- en keukenafval. Voor de gemeente is de maat vol: ze eist dat het afvalverwerkingsbedrijf zich door de veiligheidsregio laat adviseren om het huidige veiligheidsplan te verbeteren.



Inventarisatie van mogelijke veiligheidsrisico's

- > Grotere kans op brand door broei.
- > Verspreiding van rook en/of gevaarlijke stoffen in de omgeving.
- > Kans op vorming van dioxine
- > Vervuiling van grondwater en bluswater
- > Neerslag van roetdeeltjes in de omgeving

Mogelijke gesprekspartners

Gemeente, veiligheidsregio, afvalverwerkingsbedrijf, regionale uitvoeringsdienst, waterschap en omwonenden.

Aandachtspunten met betrekking tot veiligheid

- > Ventilatie van de opslaghallen
- > Compartimentering van de afvalhopen
- > Duur van de brand
- > Monitoring van de temperatuur van afvalbergen, inclusief de aanwezigheid van thermische camera's
- > Overzicht van de locatie en typering van de aanwezige afvalbergen
- > Brandweervoorzieningen (bluswater, bereikbaarheid en opstelplaatsen)
- > Nagaan of in het omgevingsplan planregels staan over afvalbranden (Rho, 2019).

2.3 Naslagwerken

- > Ministerie van LNW (2019). [*Realisatieplan visie LNV: Op weg met nieuw perspectief.*](#)
- > RIVM (2017). *Concentratiegrenswaarde voor ZZS in afvalstromen*, RIVM briefrapport 2017-0099.
- > Rijkswaterstaat (2019). <https://lap3.nl/sectorplannen/>.
- > <https://www.brandveilig.com/nieuws/drie-grote-afvalbranden-eind-mei-49983>.

3 Biomassa

3.1 Toelichting

Afvalstromen die bestaan uit biomassa zoals bijvoorbeeld mest, kunnen hergebruikt worden om energie op te wekken of om compost van te maken. Het hergebruik van afvalstromen van biomassa is een circulair proces dat al veelvuldig voorkomt (zie bijvoorbeeld LNV, 2019).

Afgelopen jaren is de aandacht voor biomassa toegenomen en heeft er een sterke groei plaatsgevonden van de hoeveelheid en de grootte van biovergistingsinstallaties. Een groeiend aantal boerenbedrijven vergist bijvoorbeeld biomassa tot biogas en zet dat om in energie. Een ander voorbeeld is slibvergisting, een proces dat door rioolwaterzuiveringsinstallaties veel wordt toegepast. Verschillende van deze processen zijn al toegelicht in het *Infoblad energietransitie ten behoeve van veiligheidsregio's* (IFV, 2019a), te weten:

- > vergisting van biomassa
- > vergassing van biomassa
- > verbranding van biomassa.

Voor meer informatie over bovenstaande processen wordt verwezen naar hoofdstuk 3 van het *Infoblad Energietransitie*.

4 Zeer zorgwekkende stoffen

4.1 Toelichting

De overgang naar een circulaire economie betekent dat steeds meer afval zal worden hergebruikt tot nieuwe producten. Het gaat hierbij vooral om metaal, papier, glas en plastic. Omdat plastics toevoegingen kunnen bevatten die het een bepaalde gewenste eigenschap geven, komen die toevoegingen ook in het afval terecht. Dat brengt echter risico's met zich mee. Een aantal van die toevoegingen zijn namelijk gevaarlijk en wanneer zij in afgedankte of opgebruikte producten zitten, kunnen ze weer terecht komen in nieuwe producten, bijvoorbeeld in speelgoed of voedselverpakkingen. Die gevaarlijke stoffen blijven daardoor een risico voor mens en milieu (Gezondheidsraad, 2018). Dergelijk stoffen worden door de overheid gezien als risicovol en die streeft er dan ook naar om deze 'zeer zorgwekkende stoffen' (ZZS) uit de leefomgeving te weren en dus ook uit de keten van circulaire economie (TK, 2011; Gezondheidsraad 2018).

Zeer zorgwekkende stoffen zijn stoffen die zeer gevaarlijk zijn voor mens en milieu (van Leeuwen e.a., 2014; RIVM, 2016). Kleine hoeveelheden van die stoffen kunnen al schadelijk zijn en dat onderscheidt deze stoffen van de 'gewone' gevaarlijke stoffen. ZZS zitten in allerlei materialen en producten en worden in diverse processen toegepast (RIVM, 2019a). Voorbeelden van ZZS zijn vlamvertragers, weekmakers, smeermiddelen en bepaalde kleurstoffen met namen als GenX, PFOA en PFOS. Veel van deze stoffen zijn in producten toegepast en komen daardoor – en door emissies en incidenten – in het milieu terecht (RIVM, 2019b).

Er zijn ZZS die tijdens industriële processen gevormd worden, maar ZZS komen ook in de natuur voor, zoals zware metalen (RIVM, 2017). Tot nu toe zijn ongeveer 1.400 stoffen als ZZS geïdentificeerd (RIVM, 2016). Deze staan op de ZZS-lijst die is te vinden op de website [Risico's van stoffen](#) van het RIVM (RIVM, 2019a).

Om te beoordelen of een stof een ZZS is, wordt gekeken naar de gevaarseigenschappen van die stof. Daarvoor worden de criteria van artikel 57 van de Europese REACH-verordening gehanteerd. Een stof is een ZZS als deze één of meer van de volgende eigenschappen heeft (Rijkswaterstaat, 2018):

- > kankerverwekkend
- > mutageen (dat wil zeggen: de stof kan erfelijke veranderingen veroorzaken)
- > giftig voor de voortplanting
- > persistent, bioaccumulerend en giftig
- > zeer persistent en zeer bioaccumulerend (dat wil zeggen: de stof is slecht afbreekbaar in het milieu en hoopt zich op in levende wezens, waaronder de mens)
- > of van soortgelijke zorg, zoals hormoonverstorende stoffen.

Het Europese stoffenbeleid is er op gericht om ZZS stapsgewijs te verwijderen uit de samenleving (RIVM, 2015). De Nederlandse overheid volgt het Europese beleid om deze stoffen zo veel mogelijk uit de leefomgeving te weren (VROM, 2011). Dat kan op verschillende manieren. Het gebruik van ZZS wordt bijvoorbeeld verboden of aan banden gelegd door de

emissie (uitstoot in de lucht, lozing in het water) van ZZS door bedrijven te voorkomen of zoveel mogelijk te beperken. Het Activiteitenbesluit milieubeheer² verplicht bedrijven om de emissie van ZZS te voorkomen of tot een minimum te beperken ('minimalisatieverplichting'). Bij vergunningplichtige activiteiten heeft een bedrijf de plicht om elke vijf jaar informatie aan het bevoegd gezag te verschaffen over de emissie van ZZS (RIVM, 2016; RIVM, 2019; Rijkswaterstaat, 2019a). Een andere manier om ZZS te verwijderen uit de samenleving is om al bij het ontwerp van producten rekening te houden met veiligheid en in plaats van ZZS stoffen te gebruiken die minder schadelijk zijn (dit wordt 'safe by design' genoemd).

4.2 Mogelijke risico's

Hoofdstuk B.14 van het Landelijk Afvalbeheerplan (LAP3) beschrijft het beleid voor afval waarin ZZS aanwezig zijn. Dat beleid maakt een nuttige toepassing van afval met ZZS mogelijk, zolang maar geen sprake is van onaanvaardbare risico's voor mens en milieu (Rijkswaterstaat, 2019b). Als ZZS niet uit afval worden verwijderd en dat afval wordt hergebruikt of gerecycled, blijven die ZZS onderdeel van de leefomgeving (RIVM, 2017; SGS Intron, 2018). Zij kunnen dan onbedoeld terechtkomen in verpakkingen van bijvoorbeeld voedsel, schoonmaakmiddelen, veevoer en speelgoed en vormen dan mogelijk een risico voor de gezondheid van de mens en het milieu.

Het is dus belangrijk om te weten of er ZZS in afval zitten. Dat is echter niet zo simpel als het misschien lijkt. Als het om een klein bedrijf gaat, is bij de hulpverleningsdiensten mogelijk niet bekend dat bij dat bedrijf afvalstoffen met ZZS zijn opgeslagen. Kleine afvalverwerkingsbedrijven hebben namelijk geen meldingsplicht volgens het Besluit melden bedrijfsafvalstoffen en gevaarlijke stoffen. En mogelijk is het ook gewoon niet bij het bedrijf zélf bekend dat het afval ZZS bevat. Daarnaast zijn bedrijven weliswaar verplicht een stoffenadministratie van herkomst van chemische stoffen bij te houden en zijn producenten verplicht hun afnemers te informeren welke stoffen in hun producten verwerkt zijn, maar in de praktijk blijkt dat het overzicht van welke stoffen waarin zitten onduidelijker wordt naarmate de keten langer is (Interview RIVM). Een bijkomend risico is dat ZZS bij het beheer en verwerken van afvalstoffen zich in steeds andere samenstellingen en wisselende concentraties kunnen ophopen en dat er dan onbekende mengsels van ZZS kunnen ontstaan, met onbekende risico's voor mens en milieu (Interview TNO). Verder is het moeilijk om ZZS in afvalstoffen te meten (Interview RIVM).

Als bekend is welke ZZS in welke hoeveelheden in welk soort afval kunnen voorkomen, kan beoordeeld worden welke soort afval het hoogste risico vormt voor mens en milieu. Het is echter lastig om daar een goed beeld van te krijgen, omdat er geen registratie- en monitoringssysteem is voor alle ZZS in alle afvalstromen. Er is daardoor dus vaak geen informatie over de aanwezigheid en concentratie van ZZS in afval (RIVM, 2017). Daar wordt wel onderzoek naar gedaan: het RIVM heeft bijvoorbeeld in een verkennende studie in beeld gebracht of, en zo ja welke, soorten ZZS kunnen voorkomen in enkele belangrijke afvalstromen (biomassa en voedsel, bouwafval, consumptiegoederen, kunststoffen en producten uit de maakindustrie). Deze verkenning is bedoeld als basis om te bepalen welke ZZS en afvalstromen als eerste aandacht moeten gaan krijgen in het Landelijk Afvalbeheerplan (LAP) (RIVM, 2017). SGS Intron heeft een meer specifieke inventarisatie uitgevoerd van afvalstromen,

² Met de komst van de Omgevingswet zal het Activiteitenbesluit milieubeheer overgaan in het Besluit Activiteiten Leefomgeving (Bal).

namelijk van de ZZS die kunnen voorkomen in de afvalstromen die in het LAP worden onderscheiden. In het rapport wordt per afvalstroom een overzicht gegeven welke ZZS in een concentratie boven de grenswaarde van het LAP in die afvalstroom aanwezig kunnen zijn (SGS Intron, 2018).

Met de beweging naar een circulaire economie is het te verwachten dat het aantal bedrijven dat zich bezighoudt met afvalopslag en afvalverwerking, zal toenemen (zie ook hoofdstuk 2 Opslag en verwerking van afval). Ook zal de tijdsduur die afval opgeslagen ligt in afwachting van hergebruik of recycling waarschijnlijk toenemen. Dit verhoogt de kans op een mogelijk incident waarbij ZZS vrij kunnen komen, bijvoorbeeld:

- > Een afvalbrand waar mogelijk ZZS vrijkomen in de lucht en/of vervuiling van het bluswater veroorzaken.
- > Een afvalbrand met de kans dat er gevaarlijke verbrandingsproducten ontstaan zoals ZZS.
 - o De brandweer hoeft bij de inzet overigens niet anders met de eigen veiligheid om te gaan als het om een brand gaat met (mogelijk) ZZS, dan als het om een 'gewone' brand gaat. Het motto 'Blijf uit de rook!' geldt altijd en ademlucht biedt voldoende bescherming (Interview RIVM).
- > Een incident tijdens opslag, verwerking en transport van afvalstoffen, waarbij emissie van ZZS naar de bodem, het water of de lucht kan optreden.

4.3 Naslagwerken

- > <https://rvs.rivm.nl/stoffenlijsten/Zeer-Zorgwekkende-Stoffen>.
- > RIVM (2015). *Plastics met gevaarlijke stoffen: recyclen of verbranden?* RIVM briefrapport 2015-0163. Bilthoven.
- > RIVM (2017). *Concentratiegrenswaarde voor ZZS in afvalstromen*, RIVM briefrapport 2017-0099. Bilthoven.
- > Websites over afval en circulaire economie via <https://www.afvalcirculair.nl/onderwerpen/helpdesk-afvalbeheer/linkportaal/>.

5 Circulair bouwen

5.1 Toelichting

De bouwsector speelt een belangrijke rol in het beleid over de circulaire economie, omdat de sector verantwoordelijk is voor 50% van het grondstoffenverbruik, 40% van het energiegebruik, 30% van het watergebruik en 35% van de CO₂-uitstoot. De Rijksoverheid heeft de bouwsector daarom tot één van de vijf prioriteiten van de circulaire economie benoemd (Rijksoverheid, 2016): de bouwsector moet op een andere manier gaan werken om klimaatverandering en een verdere belasting van de aarde tegen te gaan. Dit houdt onder meer in dat gebouwen en wegen zo ontwikkeld worden, dat alle materialen na een levensfase eenvoudig terug te winnen zijn, goed herbruikbaar zijn en dat er geen gebruik meer wordt gemaakt van fossiele energiebronnen (Transitieteam, 2018).

Onder circulair bouwen wordt verstaan: het bouwen

- > gebaseerd op een gesloten kringloop waarbij de inzet van nieuwe grondstoffen wordt vermeden door producten, componenten en materialen – met behoud van een zo hoog mogelijke functionaliteit en waarde – opnieuw in te zetten
- > waarbij zo veel mogelijk gebruik wordt gemaakt van hernieuwbare grondstoffen
- > resulterend in een bouwwerk met als uitgangspunt de kernwaarde ‘gebruik’ in plaats van ‘verbruik’ (Berghuis, 2019).

In de praktijk is een volledig gesloten kringloop in de bouw nog niet mogelijk, omdat er altijd nieuwe materialen nodig zijn aangezien er meer gebouwd wordt dan gesloopt. Daar komt bij dat de kwaliteit van gesloopte materialen vaak niet voldoet aan de eisen van nieuwbouw, omdat in het verleden nooit is gebouwd met het oog op hergebruik van materialen. De uitdaging voor circulair bouwen zit met name in het bouwen met het oog op hergebruik van bouwmaterialen na de levensfase van een gebouw dan in het hergebruik van bouwmaterialen in nieuwbouw.

In de landelijke Transitieagenda Circulaire Bouweconomie 2018 is aangegeven dat de transitie zich in twee etappes moet voltrekken. In 2023 wil moet de overheid alle opdrachten circulair uitvragen en in 2050 moet de bouwsector volledig circulair werken. Een analyse van het Aanbestedingsinstituut laat echter zien dat ‘groen’ (circulair, modulair en duurzaam) geen enkele rol speelt bij driekwart van de onderzochte aanbestedingen (Koenen, 2019). Om het circulair bouwen te bevorderen en knelpunten weg te nemen, neemt minister Ollongren maatregelen, waaronder het verscherpen van de milieuprestatie-eisen voor nieuwe gebouwen (BZK, 2019).

Circulariteit gaat verder dan duurzaamheid. Een energiezuinig gebouw bijvoorbeeld is duurzaam gebouwd, maar hoeft niet circulair gebouwd te zijn. Een probleem bij energiezuinige gebouwen kan de luchtdichtheid van het gebouw zijn. De luchtdichtheid zal een brand snel smoren en de kans op overslag naar een ander gebouw beperken, maar daar staat tegenover dat diezelfde luchtdichtheid ervoor zorgt dat er meer drukopbouw plaatsvindt, zodat deuren moeilijker te openen zijn en er minder zuurstof beschikbaar is, waardoor personen sneller slachtoffer kunnen worden (IFV, 2019b).

De transitie tot circulair bouwen loopt parallel aan de energietransitie, met als doelen een halvering van de CO₂-uitstoot in 2030 en CO₂-neutraal zijn in 2050. De energietransitie wordt aangegrepen om zowel de één miljoen te bouwen nieuwbouwwoningen circulair uit te voeren, als de bestaande gebouwenvoorraad circulair te verduurzamen (Transitieteam, 2018).

Circulair bouwen kent vele aspecten en verschijningsvormen, maar ontwerpers, bouwers en gebruikers van gebouwen zijn zich niet altijd bewust van de effecten van materiaalkeuze en bouwmethoden op de brandveiligheid. Dit hoofdstuk beschrijft daarom eerst wat op grond van het huidige Bouwbesluit verwacht mag worden van de brandveiligheid van een gebouw. In de daaropvolgende paragrafen worden enkele aspecten van circulair bouwen beschreven die van invloed zijn op brandveiligheid en gezondheid.

5.2 Bouwbesluit 2012

In het Bouwbesluit³ zijn de eisen opgenomen die de overheid stelt aan de veiligheid, de gezondheid, de bruikbaarheid, de energiezuinigheid en de milieuprestatie van bouwwerken. Het voorkomen van schade aan het milieu is geen doelstelling van het Bouwbesluit. Het Bouwbesluit maakt onderscheid tussen verschillende soorten bouwwerken (Bouwbesluit, 2012). De eisen van het Bouwbesluit betreffen minimumeisen en geven de minimale kwaliteit aan waaraan een gebouw moet voldoen. In de eisen van het Bouwbesluit wordt vaak verwezen naar normen die zijn opgesteld door het normalisatie-instituut NEN. Deze normen beschrijven afspraken over de kwaliteit en veiligheid van producten, diensten en processen (BZK, 2015). Een NEN-norm voor circulair bouwen is in ontwikkeling, evenals een meetsysteem voor de mate van circulariteit van producten (RVO, 2018).

Een nieuwbouwproject moet in basis voldoen aan de nieuwbouwvoorschriften uit het Bouwbesluit, dus ook bij bouwprojecten waar grondstoffen worden hergebruikt. Bij hergebruik van materialen is de aantoonbaarheid van de vereiste prestaties een aandachtspunt, bijvoorbeeld wanneer brandwerende deuren worden hergebruikt. Zonder verdere productinformatie kan de oorspronkelijke brandwerendheid van de deur niet worden gewaarborgd in het nieuwe gebouw. Er zijn echter situaties denkbaar waarbij niet aan die nieuwbouwvoorschriften hoeft te worden voldaan. Zo mag bij verbouw veelal worden uitgegaan van 'het rechte verkregen niveau', dat is het actuele kwaliteitsniveau van een bouwdeel voor zover dat legaal verkregen is en dat ligt tussen bestaande bouw en nieuwbouw (BZK, 2013).

In afdeling 2.9 van het Bouwbesluit 2012 worden technische eisen gesteld aan constructieonderdelen in relatie tot brandveiligheid en worden voorschriften gegeven over materialen waarmee gebouwen kunnen worden ingericht en aangekleed. Deze eisen gelden voor nieuwbouw, verbouw en bestaande bouw. Belangrijk hierbij is dat een gebruikt materiaal qua brandveiligheid gezien moet worden in de omgeving waarin het wordt toegepast ('end use application'). Een materiaal dat van zichzelf een beperkte invloed heeft op de ontwikkeling van brand en rook, kan in de praktijk namelijk ander gedrag vertonen. Om die reden schrijft het Bouwbesluit voor dat voor nieuwbouw gebruik moet worden gemaakt van NEN-EN 13501-1 (NEN, 2019). Hierbij wordt het toe te passen materiaal in de eindvorm getest om te voorkomen dat diverse testrapporten bij elkaar worden gevoegd, terwijl voor brandveiligheid

³ Het Bouwbesluit 2012 zal met de komst van de Omgevingswet opgaan in het Besluit Bouwwerken Leefomgeving (Bbl). Omdat nog niet duidelijk is of de Omgevingswet wordt uitgesteld, wordt in dit hoofdstuk de term 'Bouwbesluit 2012' aangehouden.

de complete samenstelling van een bouwdeel moet worden beschouwd (Bol, 2018). Om het voorbeeld van het hergebruik van een brandwerende deur aan te halen: deze moet getest worden in het kozijn waarin zij wordt geplaatst. Alleen het aantonen van de prestatie van de deur is niet voldoende om vast te kunnen stellen dat aan de vereiste brandwerendheid wordt voldaan (Berghuis, 2019).

Het is overigens niet gezegd dat wanneer voldaan wordt aan het Bouwbesluit 2012, ook automatisch voldaan wordt aan de zorgplicht zoals die in artikel 1a van de Woningwet beschreven staat. Zowel eigenaren als gebruikers van gebouwen blijven zo lang het gebouw staat altijd zorg dragen voor de brandveiligheid van het gebouw (Smith, 2014).

Met de komst van de Omgevingswet, gaat het Bouwbesluit 2012 over in het Besluit Bouwwerken Leefomgeving (Bbl). Hoewel grote delen van het Bouwbesluit 2012 worden overgenomen in het Bbl, zijn er ook verschillen (De Groot, 2018). Zo verdwijnen artikelen over de bereikbaarheid voor hulpverleningsdiensten en opstelplaatsen voor brandweervoertuigen, omdat de bevoegdheid voor het stellen van dergelijke eisen aan de omgeving van een gebouw bij de gemeente ligt (Van der Graaf, 2018).

5.3 Biobased bouwen

'Biobased' bouwen is een manier van bouwen waarbij natuurlijke grondstoffen of restproducten daarvan gebruikt worden. De voordelen daarvan zijn, dat deze grondstoffen in grote hoeveelheden aanwezig (kunnen) zijn in de natuur ('nagroeibaar') en het gebruik van deze stoffen het milieu minder belast (Haas, 2015). Hout is hiervan het bekendste voorbeeld en kent als afgeleide diverse producten zoals spaanplaat en zaagsel. Andere voorbeelden van natuurlijke materialen die in de bouw gebruikt kunnen worden, zijn bamboe, hennepvezels en schapenwol. In de bouw worden daarnaast bioplastics toegepast; dit zijn kunststoffen op basis van natuurlijke materialen zoals zetmeel, cellulose, melkzuur of eiwitten. Deze materialen zijn recyclebaar, maar niet altijd biologisch afbreekbaar (Molenveld e.a., 2019). Voorbeelden van biobased gebouwen zijn Circl in Amsterdam (Van Heel, 2017) en het Biosintrum in Oosterwolde (De Haan, 2019, zie Figuur 5-1).

Een kennispublicatie van het IFV geeft aan dat de toepassing van niet-traditionele bouwmaterialen in bijvoorbeeld gevels of bij de inrichting soms kan leiden tot grotere risico's bij de ontwikkeling van een brand of bij het ontvluchten daarvan. Daarom is het ook belangrijk te weten hoe materialen en brandveiligheid zich tot elkaar verhouden en waarop gelet moet worden bij het toepassen van bepaalde materialen bij het ontwerpen en gebruiken van een gebouw (IFV, 2014).

Het RIVM en Rijkswaterstaat hebben een beleidsverkenning uitgevoerd en geconcludeerd dat in Nederland alleen hout geschikt is om als biobased grondstof op grote schaal gebruikt te worden in de bouw en dat andere natuurlijke grondstoffen in specifieke situaties toegepast zullen worden (RIVM, 2015). Hout kan gebruikt worden in de draagconstructie van gebouwen en – in plaatvorm – voor het bedekken van grote oppervlakken. Alhoewel hout ten opzichte van steen en beton meer bijdraagt aan de vuurbelasting, heeft hout als voordeel dat het warmte slecht geleid, dat er geen vormverandering optreedt en dat hout bij hogere temperaturen in vergelijking met staal langzaam het draagvermogen verliest (IFV, 2013).

Andere natuurlijke grondstoffen worden meestal gebruikt voor het isoleren van gebouwen, omdat ze beschikken over goede thermische eigenschappen en een lage dichtheid hebben.

Desalniettemin lijken de commerciële toepassingen van natuurlijke grondstoffen anders dan hout nog ver weg, mede omdat de brandeigenschappen nog niet bevredigend zijn (Liu e.a., 2017).



Figuur 5-1 Het houten skelet van het Biosintrum in aanbouw (bron: Biobound).

5.3.1 Mogelijke risico's

Voor de veiligheidsregio is de vraag belangrijk in hoeverre gebouwen waarin veel natuurlijke materialen zijn verwerkt, brandveilig zijn en brandveilig gebruikt worden. Voldoen aan het Bouwbesluit is logischerwijs een belangrijke voorwaarde, maar verder is weinig informatie voorhanden over de brandveiligheid van gebouwen met veel natuurlijke materialen: van eco-woningen geeft het Verbond van Verzekeraars aan dat weinig bekend is over het risicoprofiel, omdat er nog nauwelijks data beschikbaar zijn aangezien 98% van de huizen traditioneel wordt gebouwd (Blankvoort, 2018). Liu e.a. (2017) vermeldt dat in slechts 10 % van de publicaties over het gebruik van natuurlijke materialen in de bouw het brandgedrag onderzocht is. Wanneer een natuurlijk materiaal van zichzelf brandbaar is, wil dat overigens niet zeggen dat het systeem waarin of waarop het natuurlijke materiaal verwerkt is, ook brandbaar is. Door het toepassen van deklagen of coatings kunnen de brandwerende eigenschappen verbeteren, omdat deze lagen niet brandbaar zijn of brandvertragend werken.

Voldoen aan het Bouwbesluit geeft een zekere garantie op brandveiligheid, maar voor elk gebouw geldt dat de kans op brand niet gelijk is aan 0. Wat betreft de effecten van een brand kan aangenomen worden dat deze voor een biobased gebouw groter zijn dan voor een gebouw dat opgetrokken is uit steen en beton. In februari 2018 werd in Kampen een biobased woning volledig door brand verwoest, doordat het vuur in de met strobalen gevulde wandconstructie terecht was gekomen waar het zich buiten zicht en bereik van de brandweer kon verspreiden. De brandweer was hierdoor genoodzaakt de woning vrijwel volledig te slopen om de brand te kunnen bestrijden (Blankvoort, 2018).

Naast de brandveiligheid van een biobased gebouw heeft ook de locatie van het gebouw zelf de aandacht. Omdat tijdens het ontwerp van een gebouw vaak niet bekend is wat op het naastgelegen perceel wordt gebouwd, is het uitgangspunt dat op dat perceel (fictief) exact hetzelfde gebouw op exact dezelfde afstand tot de perceelgrens komt te staan (spiegelsymmetrie). Met het voldoen aan de Wbdbo-eisen kan hier dan rekening mee worden gehouden (Rijksoverheid, 2012).

5.4 Hergebruik van materialen

Een belangrijk aspect van de circulaire economie is het hergebruik van materialen. Een bekend voorbeeld op het gebied van circulair bouwen is het hergebruik van beton dat na het slopen van een gebouw als betongranulaat opnieuw als grondstof ingezet kan worden (C&BC, 2019). Een minder bekend voorbeeld is het gebruik van spijkerbroeken in het isolatiemateriaal van plafonds in het Circl-gebouw.

De bouw loopt voorop in het hergebruiken van materialen en grondstoffen, wellicht omdat de sector tientallen jaren vooruit moet kijken en omdat men al langere tijd er van overtuigd is dat de duurzaamheidseisen strenger zullen worden (Erasmus, 2016). Inmiddels is dit laatste werkelijkheid geworden, omdat minister Ollongren heeft aangekondigd dat vanaf 2021 de milieuprestatie-eisen voor woningen en gebouwen strenger worden en dat in 2030 woningen de helft milieuvriendelijker moeten zijn dan nu. Hiermee moet circulair bouwen worden aangejaagd (Van Belzen, 2019). Opgemerkt moet worden dat hergebruik van materialen niet per definitie milieuvriendelijker hoeft te zijn, omdat voor deze materialen extra reinigungsstappen en vervoersbewegingen gemaakt moeten worden. Met een levenscyclusanalyse (LCA) kan de invloed op het milieu worden ('footprint') worden bepaald (ADB, 2019).



Figuur 5-2 Opslag van gebruikt bouw materiaal.

5.4.1 Materialenpaspoort

In de bouw wordt steeds vaker gebruik gemaakt van een materialenpaspoort. Dit paspoort maakt inzichtelijk welke materialen gebruikt zijn bij de bouw en waar deze materialen zich bevinden in een gebouw, waardoor het eenvoudiger wordt deze terug te winnen en te

hergebruiken na de sloop. Een materiaalpaspoort bevat gedetailleerde informatie over de kwaliteit, kwantiteit, afmeting, kleur, recyclebaarheid en demontabelbaarheid van materialen (Re Use Materials, 2019).

Het is de bedoeling dat bouwconcerns, door gebruik te maken van een materialenpaspoort, alleen betalen voor het gebruik van materialen, waarna de bouwmaterialen na de levensduur weer terug gaan naar de leveranciers. Deze kunnen de teruggenomen materialen opnieuw inzetten bij nieuwe bouwprojecten (Jelyta, 2017). Het materialenpaspoort is nog niet verplicht gesteld vanuit de overheid, maar in het rijksbrede programma 'Nederland Circulair in 2050' staat dat uiterlijk in 2020 een besluit genomen moet worden over de verplichte toepassing van materialenpaspoorten.

5.4.2 Mogelijke risico's

Innovaties en onbekendheid met hergebruik van bouwmaterialen zorgen er voor dat het zaak is risico's te identificeren. Helaas is er nog weinig informatie beschikbaar. De volgende aspecten behoeven in ieder geval aandacht:

- > Het gevaar bestaat dat tweedehands materialen worden gekocht en in gebouwen worden geplaatst zonder dat de brandwerende werking is gecontroleerd en zonder dat de oorspronkelijke voorschriften van de fabrikant worden gevolgd. Bij het hergebruiken van bouwmaterialen moet daarom aangetoond worden dat het materiaal in de nieuwe toepassing voldoet aan het Bouwbesluit (met name de brandwerendheid).
- > Hoe goed, betrouwbaar en bruikbaar zijn oude materialen nog, m.a.w. wat is de 'restkwaliteit'? In de wegenbouw zijn er modellen die de levensduur en restkwaliteit voorspellen, maar in de bouw zijn die niet voorhanden en moet nog veel kennis ontwikkeld worden (Leest, 2018).
- > Het hergebruiken van materialen en grondstoffen brengt het risico met zich mee dat gevaarlijke stoffen onbedoeld aanwezig blijven (zie ook hoofdstuk 2).

5.5 Van bezit naar gebruik

Veel bouwwerken zullen de komende decennia ontworpen worden vanuit de gedachte om het gebouw na de gebruiksperiode te demonteren en om de herwonnen grondstoffen of bouwelementen te hergebruiken. Naast de circulaire gedachte hierachter, is een andere reden dat investeringen te duur kunnen zijn voor een gebruiker.⁴

Een voorbeeld van een volledig demontabel gebouw is het tijdelijke gerechtsgebouw in Amsterdam dat vijf jaar na ingebruikname gedomonteerd zal worden. Het Rijksvastgoedbedrijf had als selectiecriteria in het offerteproses het voorkomen van afval en het maximaliseren van de restwaarde van het gebouw. Hierdoor worden bouwers na de bouw en de exploitatie verantwoordelijk gemaakt voor de demontage en de waarde van de producten die daar uit vrijkomen en zal er beter nagedacht worden over het gebruik van materialen (Vlerken, 2017). Deze ontwikkeling leidt op haar beurt weer tot een andere ontwikkeling, namelijk dat het eigenaarschap van gebouwen (en onderdelen daarvan) verandert, waardoor men van bezit naar gebruik gaat (de Wit, 2019). Zo zijn de liften in het Circl-gebouw in Amsterdam eigendom van de producent en wordt het gebruik ervan als dienst afgenomen. Hetzelfde geldt onder meer voor het klimaatsysteem, de tapijttegels, wasmachines en zonnepanelen op het gebouw. Na verloop van tijd worden deze onderdelen terug genomen of vervangen (van Heel, 2017).

⁴ Ziekenhuizen huren bijvoorbeeld radiologiekamers, omdat ze de investering niet kunnen financieren (Erasmus, 2016).

5.5.1 Mogelijke risico's

Een drietal risico's die te maken hebben met bovengenoemde ontwikkelingen kan worden aangewezen:

- > Als veiligheidsvoorzieningen gehuurd kunnen worden, is het de vraag wie de werking daarvan en de controle daarop garandeert.
- > Een mogelijk faillissement van de leverancier of een betalingsachterstand bij de gebruiker kunnen ertoe leiden dat veiligheidsvoorzieningen uit een gebouw worden verwijderd.
- > Demontabele bouwsystemen kunnen er mogelijk toe leiden dat er meer holle ruimten tussen constructiedelen ontstaan, waardoor de kans op ongewenste branduitbreiding toeneemt.

5.6 Duurzaamheid

Een gebouw dat volgens de principes van circulair bouwen opgeleverd is, kan beoordeeld worden op duurzaamheid met behulp van certificeringsinstrumenten. Gebouwen (geen woningen) worden beoordeeld op diverse aspecten, waarvan gezondheid en welzijn er één is (BREEAM, 2019). De duurzaamheidsdoelstellingen stijgen uit boven het wettelijk minimum, zoals onder andere vastgelegd in het Bouwbesluit. Duurzaamheidscertificering is daarmee bovenwettelijk en is dan ook een vrijwillige keuze van de opdrachtgever.

5.6.1 Mogelijke risico's

In tegenstelling tot gezondheid maakt veiligheid geen onderdeel uit van de certificeringsinstrumenten voor duurzaamheid (IFV, 2019c) en dat terwijl er een aantal veiligheidsrisico's te benoemen is:

- > Het luchtdicht maken van de gevels van een gebouw om het gebouw energiezuiniger te maken, kan bij brand leiden tot meer rookontwikkeling (gesmoorde brand). De rook zal zich intern ook meer kunnen verspreiden (IFV, 2019a).
- > Bij branden in goed geïsoleerde woningen kan de drukopbouw bij het begin van een brand initieel hoog zijn, waardoor deuren niet geopend kunnen worden. Bewoners kunnen daardoor moeilijker vluchten (Van den Brink, 2015).
- > Om woningen en gebouwen duurzaam te bouwen, kunnen ze voorzien worden van alternatieve energiebronnen. Omdat deze alternatieven andere veiligheidsrisico's met zich meebrengen, kan er sprake zijn van stapeling van risico's. In het infoblad Energietransitie wordt ingegaan op de risico's van alternatieve energiebronnen.

Praktijkvoorbeeld biobased bouwen

Casus

Een woningbouwvereniging in de gemeente Bosrijk gaat enkele woningen realiseren waarbij voor de constructie gebruik wordt gemaakt van houtskeletbouw met innovatieve verbindingsmiddelen van bioplastic. De wanden worden geïsoleerd met stobalen met daarop een afwerking met leem. Als gevelbekleding wordt sloophout gebruikt. De leverancier van het stro geeft aan dat de isolerende werking van stro in het buitenland is aangetoond en dat los stro niet brandveilig is, maar wel wanneer stro geperst wordt en zuurstofvrij wordt opgesloten. Dan voldoet het aan de eisen van het Bouwbesluit en in combinatie met leemstuc zijn de brandveilige eigenschappen nog beter (Strobouw, 2019).



Figuur 5-3 Paneel van geperst stro

Inventarisatie van mogelijke veiligheidsrisico's

- > Brandgevaar / incidentbestrijding: een onbeheersbare brand in één van de woningen doordat het vuur zich buiten het zicht via de wand- en vloerconstructies verspreidt.
- > Brandgevaar: brandoverslag tussen de appartementencomplexen als gevolg van de warmtestraling in combinatie met vliegvluur dat op de houten gevelconstructie terecht komt.
- > Brandgevaar: een snelle branduitbreiding via de gevelconstructie van sloophout door een ontwerpfout of het gebruik van verkeerde materialen.
- > Gezondheidsgevaar: rotten van stro door waterlekage of onvoldoende gedroogd stro.

Mogelijke gesprekspartners

Gemeente Bosrijk, woningbouwvereniging, ontwerp bureau, uitvoerder, bewoners en veiligheidsregio.

Aandachtspunten met betrekking tot veiligheid

- > Extra aandacht voor detaillering om stobalen goed af te sluiten van de omgeving. Denk hierbij aan detaillering ter plaatse van wandcontactdozen, doorvoeringen van leidingen, et cetera.
- > Het aanbrengen van barrières om te verhinderen dat een brand zich vanuit de binnenzijde van een wandconstructie onbepaald kan uitbreiden.
- > Extra aandacht voor de afstand tussen de gebouwen in verband met brandoverslag door vliegvluur (Carlsson, 1999). Een stralingsintensiteit van 12,5 kW/m² kan voldoende zijn om het hout te laten ontbranden wanneer dit bijvoorbeeld in contact komt met vliegvluur (Barnett, 1989).
- > De incidentbestrijders informeren over het afwijkende brandgedrag van biobased gebouwen en de bijbehorende risico's.

5.7 Naslagwerken

- > Dam, J. van en Oever, M. van den (2019). [*Catalogus biobased bouwmaterialen 2019, Het groene en circulaire bouwen*](#). Wageningen: Wageningen Food & Biobased Research.
- > Economic Board Utrecht (2018). *Circulair bouwen in de praktijk – Ervaringen, inzichten en aanbevelingen*.
- > <https://circulairebouweconomie.nl/>.
- > <https://kenniskaarten.hetgroenebrein.nl/kenniskaart/circulaire-economie/>.
- > <https://themasites.pbl.nl/circulaire-economie/>.
- > Instituut Fysieke Veiligheid (2017), *Basis voor brandveiligheid - De onderbouwing van brandbeveiliging in gebouwen*. Schaarsbergen: IFV.
- > Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (2019). [*Klimaatakkoord: Afspraken voor Gebouwde omgeving*](#).
- > Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (2010). [*Dossier Duurzaam Bouwen en Verbouwen - Strategieën voor duurzaam bouwen*](#).
- > NEN (2016). *Normen en certificaten als stimulans voor Circulaire Economie*. Projectnummer 8505300006.
- > [Platform voor Circulair Bouwen](#).
- > Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, *Circulair bouwen*. Geraadpleegd op 21 augustus 2019 van <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/groene-economie/circulaire-economie/circulair-bouwen>.
- > Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, *Energieprestatie-BENG*. Geraadpleegd op 21 augustus 2019 van <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/wetten-en-regels-gebouwen/nieuwbouw/energieprestatie-beng>.

Bronnen

Circulaire economie

Bastein, T., Roelofs, E. Rietveld, E. & Hoogendoorn, A. (2013). *Kansen voor de circulaire economie in Nederland*. 11 juni 2013. Delft: TNO.

Braungart, M. en McDonough, W. (2002) *Cradle to cradle. Remaking the way we make things*. New York: North Point Press.

De Argumentenfabriek (2015). *Informatiekaart Circulaire Economie*. Geraadpleegd op 4 december 2018 van <https://www.argumentenfabriek.nl/media/2053/15075-circulaire-economieprint.pdf>.

Ellen MacArthur Foundation (2015). *Towards a circular economy: business rationale for an accelerated transition*. November 2015. Cowes: Ellen MacArthur Foundation.

Het groene brein (2019). *Hoe verhoudt circulariteit zich tot duurzaamheid?* Geraadpleegd op 21 oktober 2019 van <https://kenniskaarten.hetgroenebrein.nl/kenniskaart-circulaire-economie/gerelateerd-aan-circulaire-economie/>.

Jonkeren, O. (2016). *Circulaire economie, de fysieke omgeving en omgevingsbeleid, een studie in het kader van de Nationale Omgevingsvisie*. 22 juni 2016. PBL-publicatienummer: 2445. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Lectorenplatform Circulaire Economie (2019). *Circulaire economie in de praktijk*.

Planbureau voor de Leefomgeving (2018). E-boek *Circulaire economie: wat we willen weten en kunnen meten* *Systeem en nulmeting voor monitoring van de voortgang van de circulaire economie in Nederland*. PBL-publicatienummer: 2970. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E. & Hanemaaijer, A. (2016). *Circulaire economie: innovatie meten in de keten*. 23 juni 2016. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Rijksoverheid (2016). Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken (mede namens Ministerie van Buitenlandse Zaken & Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties). *Nederland Circulair in 2050*. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken.

Rijksoverheid (2017). *Grondstoffenakkoord – Intentieverklaring om te komen tot transitie-agenda's voor Circulaire Economie*. 24 januari 2017. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Milieu.

Rijksoverheid (2018). *Nationale Omgevingsvisie: 1 visie voor het omgevingsbeleid van Nederland*. (z.j.) Geraadpleegd op 21 december 2018 van <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/omgevingswet/nationale-omgevingsvisie>.

Opslag en verwerking van afval

Algemeen Dagblad (2017). *Brand door accu's neemt toe, blussen wordt ingewikkelder*. 17 oktober 2017. Geraadpleegd op 28 januari 2019 van <https://www.ad.nl/den-haag/brand-door-accuensquo-s-neemt-toe-blussen-wordt-ingewikkelder~aadf1ab8/>.

Bodemrichtlijn (2011). *Beleidsblad Besluit melden bedrijfsafvalstoffen en gevaarlijke afvalstoffen*. Geraadpleegd op 20 december 2018 van <https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/beleid/beleid-van-centrale-overheid/landelijk-beleid/beleidsblad-besluit-melden-95074>.

Bright.nl (2019). *Tesla verwacht tekort aan grondstoffen voor autobatterijen*. 2 mei 2019. Geraadpleegd op 20 mei 2019 van <https://www.bright.nl/nieuws/artikel/4698341/tesla-verwacht-tekort-aan-grondstoffen-voor-auto-batterijen>.

EenVandaag (2017). *Verzekeraars slaan alarm over afvalbranden*. 14 januari 2017. Geraadpleegd op 12 december 2018 van <https://eenvandaag.avrotros.nl/item/verzekeraars-slaan-alarm-over-afvalbranden/>.

Hilhorst, M. & Roelofs, J. (2018). *Is er verband tussen hitte en brand?* Presentatie RIVM Responsorganisatie MOD. 2018. Bilthoven: RIVM.

Inspectie Leefomgeving en Transport (2019). *Overzicht branden 2018_2019*. Dit overzicht is op 23 januari 2019 verkregen. De brongegevens betreffen mediaberichten die verzameld zijn door de Inspectie Leefomgeving en Transport.

Mennen, M.G., Kooi, E.S., Heezen, P.A.M., Van Munster., G & Barreveld., H.L. (2009). *Verstreding van stoffen bij branden: een verkennende studie*. Rapport 609022031/2009, Bilthoven: RIVM.

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (2019). *Realisatieplan Visie LNV. Op weg met nieuw perspectief*. 17 juni 2019. Den Haag: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2019). *Beleidsstekst sectorplan LAP3 - Sectorplan 13; Batterijen en accu's*. 19 juli 2019. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

NOS (2018). *Accu's van e-bikefabriek Stella het probleem bij brand in Nunspeet*. Geraadpleegd op 22 oktober 2019 van <https://nos.nl/artikel/2241104-accu-s-van-e-bikefabriek-stella-het-probleem-bij-brand-in-nunspeet.html>.

Planbureau voor de Leefomgeving (2018). *Circulaire economie: wat we willen weten en kunnen meten* *Systeem en nulmeting voor monitoring van de voortgang van de circulaire economie in Nederland*. PBL-publicatienummer: 2970.

Rho (2019). *Handreiking bouwstenen veiligheid Omgevingswet*. Conceptversie d.d. 20 september 2019. Rho Adviseurs B.V. voor cluster 3Noord: Veiligheidsregio Fryslân, Veiligheidsregio Groningen en Veiligheidsregio Drenthe.

Risico's in beeld (2019). Het brandgevaar van broei. Geraadpleegd op 22 oktober 2019 van <https://www.risicosinbeeld.nl/risicos-en-preventie/brand/het-brandgevaar-van-broei/>.

Biogas

Instituut Fysieke Veiligheid (2019a). [*Infoblad Energietransitie ten behoeve van veiligheidsregio's*](#). Arnhem: IFV.

Loekemeijer, M. (2004). [*Broei bij biomassa: Het opstellen van richtlijnen en criteria om de broei bij biomassa te beheersen*](#). Juni 2004. Masterthesis. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven.

Zeer zorgwekkende stoffen

Gezondheidsraad (2018). *Gevaarlijke stoffen in een circulaire economie*. Den Haag: Gezondheidsraad.

Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (2011). Vergaderjaar 2010-2011, Kamerstuk 27801-77, *Vierde Nationaal Milieubeleidsplan*. Den Haag: Tweede Kamer.

Leeuwen van, L.C., Smit, C.E. & Schuur, A.G. (2014). *Verkenning indicatoren voor zeer zorgwekkende stoffen*. 2014. RIVM briefrapport 601357016/2014, Bilthoven: RIVM.

Planbureau voor de Leefomgeving (2016). *Grondstof voor de circulaire economie*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Rijkswaterstaat (2018). Kenniscentrum Infomil. *Is het een zeer zorgwekkende stof?* (z.j.). Geraadpleegd op 13 december 2018 van <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-wa-ter/lucht/zeer-zorgwekkende/stof-zzs/>.

Rijkswaterstaat (2019a) Kenniscentrum Infomil. *Handleiding zeer zorgwekkende stoffen*. (z.j.) Geraadpleegd op 26 juni 2019 van <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-wa-ter/lucht/zeer-zorgwekkende/>.

Rijkswaterstaat (2019b) *LAP3, B14 Zeer zorgwekkende stoffen*. (z.j.) Geraadpleegd op 26 juni 2019 van <https://lap3.nl/beleidskader/deel-b-afvalbeheer/b14-zeer/>.

RIVM (2015). *Plastics met gevaarlijke stoffen: recyclen of verbranden*. RIVM Briefrapport 2015-0163. Bilthoven.

RIVM (2016). *Zeer Zorgwekkende Stoffen: prioriteringsopties voor beleid*. 2016. RIVM briefrapport 2016-0122. Bilthoven.

RIVM (2017). *Substances of very high concern and the transition to a circular economy*. 2017. RIVM briefrapport 2017-0071. Bilthoven.

RIVM (2019a) *Risico's van stoffen. Zeer zorgwekkende stoffen*. (z.j.) Geraadpleegd op 26 juni 2019 van <https://rvs.rivm.nl/stoffenlijsten/Ze-Zorgwekkende-Stoffen>.

RIVM (2019b) *PFAS*. Geraadpleegd op 29 november 2019 van <https://www.rivm.nl/pfas>.

SGS Intron (2018). *Inventarisatie ZZS in afval*. 13 juni 2018. Rapport A893010/R20170623a. Sittard: SGS Intron B.V.

Circulair Bouwen

Aantoonbaar duurzaam bouwen (2019). Geraadpleegd op 8 januari 2020 van <http://www.aantoonbaarduurzaambouwen.nl/lca-3/>.

Barnett, C.R. (1989). Fire separation between external walls of buildings. *Fire Safety Science* 2, pp. 841–850.

Belzen, T. van (2019). *Eisen circulair bouwen omhoog per 2021: 'En in 2030 gehalveerd'*. Geraadpleegd op 21 oktober 2019 van https://www.cobouw.nl/bouw-breed/nieuws/2019/10/eisen-circulair-bouwen-omhoog-per-2021-en-in-2030-gehalveerd-101277576?utm_source=Vakmedianet&utm_medium=email&utm_campaign=20191011-cobouw-std&tid=TIDP1370317XF2523FC31BD24DE3B7A2BB2A9AE7C13EYI4.

Berghuis, M. (2019). Whitepaper *Circulair bouwen en het Bouwbesluit 2012*, Nieman Raadgevende Adviseurs.

Biobound (2018). <https://biobound.nl/het-biosintrum-centrum-van-biobased-economy-in-oostellingwerf/>

Blankvoort, I. (2018). *Niets meer over van droomhuis Kamper echtpaar*. Geraadpleegd op 3 oktober 2019 van <https://www.destentor.nl/kampen/niets-meer-over-van-droomhuis-kamper-echtbaar-a84fc7a4/>.

Bol, M. (2018). *Verscherpte controles op brandveiligheid gevels*. Geraadpleegd op 7 oktober 2019 van <https://vereniging-ion.nl/sites/default/files/files/Presentatie%20Michel%20Bol%20-%20Magma%20Industries.pdf>.

Bouwbesluit (2012). Op 21 augustus 2019 geraadpleegd van <https://wetten.overheid.nl/BWBR0030461/2019-07-01>.

BREEAM (2019). *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*. Op 22 oktober geraadpleegd van <http://www.aantoonbaarduurzaambouwen.nl/gebouwen/breeam/> en van <https://www.breeam.nl/>.

Brink, V. van der (2015). *Fire safety and suppression in modern residential buildings*. Afstudeeronderzoek. Eindhoven: Technische Universiteit.

BZK (2013). Infoblad *Het Bouwbesluit 2012 - Verbouw en functiewijziging*.

BZK (2015). *Handreiking Bouwbesluit en woning*.

BZK (2019). Kamerbrief *Maatregelen voor het bevorderen van circulair bouwen*, d.d. 8 oktober 2019.

C&BC (2019). *Circulair beton*. Geraadpleegd op 11 oktober 2019 van <http://www.cementen-beton.nl/duurzaam-bouwen/circulair-beton>.

Carlsson (1999). *External Fire Spread To Adjoining Buildings - A review of fire safety design guidance and related research*. Lund, Sweden.

Erasmus. M. (2016). Blog: *Van bezit naar gebruik*. Geraadpleegd op 7 oktober 2019 van <https://facto.nl/bezit-naar-gebruik-blog-maarten-erasmus/>.

Graaf, van der P.J. (2018). *Wijzigingen Bouwbesluit en Bbl*. Utrecht: Nieman Raadgevende Ingenieurs.

Groot, de F. (2018). *Bbl: wat zijn de verschillen met Bouwbesluit 2012?* Op 10 januari 2020 geraadpleegd van https://www.vereniging-bwt.nl/upload/ckfinder/files/BKIP1216/BkiP_12_16_Bbl.pdf

Haan. A.J. de (2019). Biosintrum: de toekomst van biobased bouwen. Geraadpleegd op 2 oktober 2019 van <https://www.cobouw.nl/utiliteitsbouw/nieuws/2019/04/biosintrum-voor-80-procent-opgetrokken-uit-biobased-materialen-101272248>.

Haas (2015). *Wat is nu eigenlijk biobased bouwen?* Op 3 oktober 2019 geraadpleegd op <https://www.duurzaamgebouwd.nl/artikel/20150320-wat-is-nu-eigenlijk-biobased-bouwen>.

Heel. P. van (2017). *Toekomstbestendig vastgoed bouwen – Aan de slag met circulaire verdienmodellen*.

Instituut Fysieke Veiligheid (2013). *Specialist brandpreventie*. Arnhem: IFV.

Instituut Fysieke Veiligheid (2014). *Materialen en brandveiligheid*. Arnhem: IFV.

Instituut Fysieke Veiligheid (2019b) *Toekomstverkenning Brandveiligheid*. Arnhem: IFV.

Instituut Fysieke Veiligheid (2019c). Telefonisch interview met Lieuwe de Wit, onderzoeker bij het IFV op 7 oktober 2019.

Jelyta, F. (2017). *Nieuw platform voorkomt bouwafval met 'materiaalpaspoort'*. Geraadpleegd op 3 oktober 2019 van <https://www.duurzaambedrijfsleven.nl/infra/21145/platform-voorkomt-bouwafval-met-materiaalpaspoort>.

- Koenen, I. (2019). *Brabant meest duurzame opdrachtgever: 'zure cijfers, aanbesteding is zelden groen'*. Geraadpleegd op 10 oktober 2019 van https://www.cobouw.nl/bouw-breed/nieuws/2019/10/brabant-meest-duurzame-opdrachtgever-zure-cijfers-aanbesteding-zelden-groen-101277344?utm_source=Vakmedianet&utm_medium=email&utm_campaign=20191008-cobouw-std.
- Leest, A. van (2018). *Mooi die materiaalpaspoorten, maar hoe zit het met de restlevensduur van materialen?* Geraadpleegd op 3 oktober 2019 van <https://www.crow.nl/blog/september-2018/mooi-die-materiaalpaspoorten,-maar-hoe-zit-het-met>.
- Liu, L. et al. (2017). The development and history prospects of biomass based insulation materials for buildings. *Renewable and Sustainable Reviews* 69, pp. 912-932.
- Molenveld, K. en Bos, H. (2019). *Biobased plastics 2019*. Geraadpleegd op 3 oktober 2019 van <https://biobasedeconomy.nl/wat-is-biobased-economy/themas/materialen/>.
- NEN (2019). Norm NEN-EN 13501-1:2019: *Brandclassificatie van bouwproducten en bouwdeelen - Deel 1: Classificatie op grond van resultaten van beproeving van het brandgedrag*.
- Re Use Materials (2019). *CIRDAX release: Downloadbaar materiaalpaspoort*. Geraadpleegd op 3 oktober 2019 van <https://www.reusematerials.nl/cirdax-release-downloadbaar-materiaalpaspoort/>.
- Rijksoverheid (2012). *Nota van Toelichting Bouwbesluit 2012 - artikel 2.84 (Weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag)*
- Rijksoverheid (2016). *Nederland circulair in 2050 - Rijksbreed programma Circulaire Economie*.
- Rijkswaterstaat en RIVM (2015). [*Circular economy in the Dutch construction sector – A perspective for the market and government*](#).
- RVO (2018). [*In 4 stappen circulair \(ver\)bouwen*](#).
- Smith, R. (2014). *Zorgplicht en brandveiligheid*. Geraadpleegd op 9 oktober 2019 van http://www.fundamentadvocatuur.nl/wp-content/uploads/Beveiliging-Totaal_Zorgplicht-en-brandveiligheid.pdf.
- Strobouw (2019). *Is bouwen met stro wel brandveilig?* Geraadpleegd op 3 oktober 2019 van <https://strobouw.nl/bouwen-met-stro/faq/>.
- Transitieteam 'Transitieagenda Circulaire Bouweconomie' (2018). *Circulaire bouweconomie, Samen bouwen aan de circulaire economie voor Nederland in 2050*.
- Vlerken, J. van (2017). *Tijdelijke rechtbank Amsterdam demontabel én circulair*. Geraadpleegd op 7 oktober 2019 van <http://www.bouwtotaal.nl/2017/09/tijdelijke-rechtbank-amsterdam-demontabel-en-circulair/>.

Wit, C. de (2019). *Circulair bouwen: klaar voor de start?* Op 14 augustus 2019 geraadpleegd van <https://www.omgevingsweb.nl/nieuws/circulair-bouwen-klaar-voor-de-start>.

Bijlage Respondenten

De informatie in dit infoblad is mede gebaseerd op gesprekken die het IFV met de volgende experts heeft gevoerd:

Charles Bodar	RIVM, afdelingshoofd Milieurisico's van Stoffen en Producten, Centrum Veiligheid Stoffen en Producten
Lise de Boer	RIVM, adviseur ZZS, Centrum Veiligheid Stoffen en Producten
Marcel Broekman	RIVM, senior project coördinator, Centrum Veiligheid
Aldert Hanemaaijer	PBL, senior wetenschappelijk onderzoeker Programma coördinator vergroening economie, eco-innovatie en circulaire economie
Johan van Middelaar	TNO, senior adviseur Veiligheid en Milieu
Mathieu Rikken	RIVM, afdelingshoofd Advisering Beleid en Inspectie
Inge Trijssenaar	TNO, onderzoeker industriële veiligheid en de gebouwde omgeving