



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

Zeer Zorgwekkende Stoffen in de circulaire maakindustrie

RIVM Briefrapport 2019-0123
M.A. van Kuppevelt | A. Klingenberg



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

Zeer Zorgwekkende Stoffen in de circulaire maakindustrie

RIVM Briefrapport 2019-0123
M.A. van Kuppevelt | A. Klingenberg

Colofon

© RIVM 2019

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

DOI 10.21945/RIVM-2019-0123

M.A. van Kuppevelt (auteur), RIVM
A. Klingenberg (auteur), RIVM

Contact:
Michiel van Kuppevelt
Centrum Veiligheid Stoffen en Producten
Michiel.van.kuppevelt@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat in het kader van Zeer Zorgwekkende Stoffen betreffende de circulaire maakindustrie.

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

Publiekssamenvatting

Zeer Zorgwekkende Stoffen in de circulaire maakindustrie

De Nederlandse overheid wil ervoor zorgen dat in 2050 zo veel mogelijk producten en materialen opnieuw worden gebruikt. Hiervoor is een overgang nodig naar een circulaire economie. Een onderdeel van de economie is de zogeheten maakindustrie. Hierin worden producten gemaakt van onder andere metalen en kunststoffen. Dit zijn allerlei producten, van elektrische fietsen tot graafmachines.

Om de maakindustrie circulair te krijgen moet duidelijk zijn welke materialen en producten hierin worden gebruikt. Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) en TNO hebben daarom een overzicht gemaakt van de belangrijkste grondstoffen, materialen en producten van de maakindustrie.

In veel van deze grondstoffen, materialen en producten blijken Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS) te zitten. Die stoffen zijn uiterst schadelijk voor mens en milieu, waardoor de materialen en dergelijke waar ze in zitten mogelijk niet kunnen worden hergebruikt. Ook blijkt vaak informatie te ontbreken over welke stof waar precies in zit. Dit blijkt uit aanvullend onderzoek van het RIVM.

Het overzicht van ZZS in de producten en materialen van de maakindustrie is niet compleet vanwege de korte doorlooptijd van het RIVM-onderzoek. Het RIVM beveelt aan dat de overheid en de maakindustrie vervolgonderzoek (laten) uitvoeren. Het RIVM adviseert ook een betere informatievoorziening over ZZS op te zetten.

ZZS kunnen in de grondstoffen zitten of om functionele redenen aan producten worden toegevoegd. De Nederlandse overheid wil het gebruik van ZZS minimaliseren zodat materialen veilig kunnen worden hergebruikt in een circulaire economie.

Kernwoorden: circulaire economie, maakindustrie, zeer zorgwekkende stoffen, hergebruik, metalen

Synopsis

Substances of Very High Concern in a circular manufacturing industry

The Dutch government aims to achieve a circular economy by 2050. For that transition to occur, five priority themes have been identified, one of which relates to the manufacturing sector. The manufacturing sector produces a diverse range of products from raw materials such as metals and plastics.

In order to achieve a circular economy, an overview of the most important (raw) materials and products used in the manufacturing sector has been made. Substances of Very High Concern (SVHC) may be present in these (raw) materials and products. SVHCs are hazardous to people and the environment, and are subject to the Dutch policy on ZZS ('Zeer Zorgwekkende Stoffen'), which covers a broader range than the SVHCs included in REACH. The ZZS are identified on the basis of the same hazard criteria. Policy at both the national and European levels aims to minimize the use of ZZS.

RIVM has conducted desk research into the use of ZZS in the manufacturing sector. ZZS are present in many (raw) materials and products. Some ZZS may exist in raw materials while other may be added to products to enhance performance. A (large) data gap exists when it comes to accurately assessing which ZZS are present and in which products.

The overview of ZZS in (raw) materials and products presented in this report is not exhaustive. More research is needed for a more accurate and comprehensive picture. Another recommendation is to improve the information management system regarding ZZS in the manufacturing industry.

Keywords: circular economy, manufacturing sector, substances of very high concern, recycling, metals

Inhoudsopgave

1	Inleiding — 9
2	Zeer Zorgwekkende Stoffen — 11
2.1	Het begrip “Zeer Zorgwekkende Stoffen” (ZZS) — 11
2.2	ZZS en circulaire materiaalstromen — 12
2.3	Metaal-gerelateerde maakindustrie — 13
2.4	Informatiebronnen — 13
3	ZZS in de grondstof- en productstromen — 15
3.1	Overzicht — 15
3.2	Metalen en metaalverbindingen — 20
4	Conclusies en aanbevelingen — 23
4.1	Conclusies — 23
4.2	Aanbevelingen — 24
5	Referenties — 27

1 Inleiding

In de transitie naar een circulaire economie (Nederland circulair 2050) is het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) verantwoordelijk voor de Transitieagenda Maakindustrie. De maakindustrie is één van de vijf transitiesectoren en is geclusterd in "metaal en kunststoffen", "technologische industrie" en "smart industry inclusief toeleveranciers" (Transitieagenda, 2018).

Het uitvoeringsprogramma circulaire maakindustrie werkt deze agenda verder uit, inclusief de innovatievragen. Hiervoor heeft EZK met TNO een overzicht gemaakt met de belangrijkste metaal-gerelateerde sectoren binnen de maakindustrie. Deze sectoren zijn van belang voor de klimaat- en energietransitie én voor de circulaire economie. De sectoren omvatten de meest relevante grondstoffen, bewerkte grondstoffen, componenten en finale producten.

In de (bewerkte) grondstoffen, componenten en finale producten kunnen zich ook stoffen bevinden die uiterst schadelijk zijn voor mens en milieu: Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS). Het circulair maken van materiaal- en productstromen met ZZS kan extra (blootstellings-) risico's met zich meebrengen. Het Nederlandse en Europese beleid streeft naar het minimaliseren van het gebruik van ZZS respectievelijk de zogenoemde Substances of Very High Concern, zodat deze materiaal- en productstromen op een verantwoorde manier gesloten worden.

EZK heeft het RIVM gevraagd een overzicht te maken van ZZS die kunnen vóórkomen in deze aangegeven (bewerkte) grondstoffen, componenten en finale producten.

2 Zeer Zorgwekkende Stoffen

2.1 Het begrip "Zeer Zorgwekkende Stoffen" (ZZS)

Grondstoffen, materialen en producten kunnen stoffen bevatten die uiterst schadelijk zijn voor mens en milieu: Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS). Het RIVM beheert de lijst met stoffen die als ZZS zijn aangemerkt. Deze lijst is niet limitatief. De criteria om te beoordelen of een stof als ZZS wordt aangemerkt, zijn in lijn met artikel 57 van de REACH verordening 1907/2006/EC voor de zogenoemde Substances of Very High Concern (SVHC). Stoffen met één of meer van de volgende eigenschappen voldoen aan deze criteria:

- Kankerverwekkend (C)
- Mutageen (M)
- Giftig voor de voortplanting (R)
- Persistent, bioaccumulerend en giftig (PBT)
- Zeer persistent en zeer bioaccumulerend (vPvB)
- Soortgelijke zorg (zoals hormoonverstorende stoffen)

De stoffen die aanwezig zijn op de volgende lijsten zijn aangemerkt als ZZS:

- Stoffen op de kandidaatslijst REACH (SVHC)
- Stoffen die volgens de criteria in de CLP-verordening zijn geclassificeerd als CMR categorie 1A of 1B
- Prioritair gevaarlijke stoffen onder de Kaderrichtlijn water (KRW)
- OSPAR stoffen voor prioritaire actie
- Stoffen in de EU-POP verordening

Het aantal SVHC op de kandidaatslijst groeit gestaag vanaf de invoering van REACH in 2007 met ongeveer vijf tot tien stoffen per jaar. Op deze lijst staan (augustus 2019) 191 stoffen. Het aantal tot nu toe (augustus 2019) geïdentificeerde ZZS is 1576. Deze zijn verzameld op de ZZS-lijst van de RIVM website Risico's van Stoffen (<https://rvszoekstelsysteem.rivm.nl/ZZSlijst/TotaleLijst>). Deze lijst wordt tweemaal per jaar bijgewerkt, aan de hand van toevoegingen aan de Europese lijsten zoals hierboven genoemd. Figuur 1 geeft een beeld van de relatie tussen alle stoffen, SVHC en de ZZS. (RIVM, 2019)



Figuur 1: ZZS in relatie tot SVHC. De lijst met ZZS is uitgebreider dan alleen de REACH SVHC stoffen. (RIVM)

Het Nederlandse beleid is om ZZS uit te faseren (substitutie door andere, minder schadelijke stoffen) en wanneer dat niet mogelijk is, om de blootstelling te voorkomen of te minimaliseren.

Er bestaat ook een lijst met potentiële ZZS (<https://rvszoekstelsysteem.rivm.nl/ZZSlijst/Index>). Voor deze stoffen is er aanleiding om te onderzoeken of ze voldoen aan de ZZS criteria. De lijst met potentiële ZZS is ook dynamisch.

ZZS zijn gerubriceerd op CAS nummer, en kunnen onder bredere stofgroepen vallen, zoals:

- Kwikverbindingen of organische kwikverbindingen
- Loodverbindingen
- MVP of ERS stof (minimalisatie-verplichte stoffen, extreem risicovolle stoffen)
- Nikkelverbindingen
- Gebromeerde brandvertragers
- Organische tinverbindingen
- PAK's (polycyclische aromatische koolwaterstoffen)
- Chroom(VI)verbindingen
- Arseenverbindingen

2.2 ZZS en circulaire materiaalstromen

De transitie van een lineaire naar een circulaire economie vereist het sluiten van materiaalstromen. Het is hierbij een uitdaging om adequaat om te gaan met de aanwezigheid van ZZS in producten en materialen (Bodar et al., 2018). Vanuit de Transitieagenda Maakindustrie is het streven om ZZS in afvalstromen/secundaire grondstoffen uit te faseren. In 2030 worden schone materiaalstromen beoogd waarmee kringlopen kunnen worden gesloten ((Maakindustrie, 2018) blz. 27, mijlpaal 3).

Ook op Europees niveau streeft men naar een non-toxic environment, waaronder 'non-toxic material cycles' (EU, 2014). Kennis over ZZS in grondstoffen en producten vormt de basis voor het ontwerp van nieuwe

“schonere”, meer circulaire producten en componenten: Safe and Circular by Design (zie hiervoor: <https://www.safe-by-design-nl.nl>).

De risico's van ZZS zijn afhankelijk van de toepassing van het materiaal of product en de manier waarop mens en milieu aan de ZZS worden blootgesteld. Voor een veilige, gezonde en duurzame circulaire economie is het in ieder geval noodzakelijk te weten in welke producten en materialen deze stoffen zich bevinden. Bij het sluiten van materiaalkringlopen kunnen stoffen en producten ook anders worden (her)gebruikt dan de initiële bedoeling, met als gevolg een veranderende blootstelling aan eventuele ZZS.

Het is echter vaak niet bekend of en welke materialen en producten ZZS bevatten. Gebromeerde brandvertragers (ZZS) hebben bijvoorbeeld een hoog productievolume, veel toepassingsmogelijkheden en een wereldwijde verspreiding (D'Hollander, 2009). Daarnaast zijn moderne producten vaak complexe samenstellingen van een veelvoud aan (geïmporteerde) componenten. Vaak ontbreekt specifieke (openbare) informatie en is informatie over de precieze bestanddelen en productieprocessen niet toereikend. Ook kunnen producten die in het (verre) verleden zijn gemaakt stoffen bevatten die later als ZZS zijn aangemerkt. (INTRON, 2018)

Het verwijderen van ZZS uit afvalstoffen of materialen kan ook een kans zijn om deze materialen en afvalstoffen veilig (her) te gebruiken. Momenteel wordt bijvoorbeeld een pilot plant gebouwd om de recent als persistente organische stof (en dus ZZS) aangemerkte gebromeerde brandvertrager HBCDD uit het isolatiemateriaal EPS te verwijderen (STYBENEX, 2019). Het is de bedoeling dat het opgeschoonde EPS vervolgens wordt gerecycled en weer op de markt gebracht.

2.3 Metaal-gerelateerde maakindustrie

Voor de grondstof- en materiaalketens binnen de circulaire maakindustrie in Nederland heeft EZK met TNO een overzicht opgesteld van de meest relevante metaal-gerelateerde maakindustriesectoren: wegtransport, machinebouw, medische apparatuur, ICT hardware en bouwproducten. De vijf genoemde sectoren zijn verder onderverdeeld in de onderdelen grondstoffen, geraffineerde grondstoffen, intermediaire producten (componenten) en finale producten. In het overzicht is ook aangegeven welke van deze grondstoffen, geraffineerde grondstoffen, intermediaire producten (componenten) en finale producten het meest relevant zijn voor de Nederlandse klimaat- en energietransitie.

De focus op metalen binnen de maakindustrie komt onder andere voort uit de risico's rond de leveringszekerheid en de moeilijke vervangbaarheid van deze metalen en het belang ervan voor de Nederlandse economie en de klimaat- en energietransitie. Het circulair maken van deze materiaalstromen kan naast verduurzaming dan ook een strategisch belang dienen (Peck et al., 2015).

2.4 Informatiebronnen

In dit rapport zijn onderstaande bronnen gebruikt om na te gaan in welke aangegeven grondstoffen, geraffineerde grondstoffen,

intermediaire producten (componenten) en finale producten ZZS kunnen vóórkomen. Deze informatiebronnen geven een *indruk* van de aanwezigheid van ZZS. Een volledig beeld kan nu niet worden gegeven gezien de beperkte omvang van deze opdracht en de beperkte beschikbare openbare informatie.

ECHA

De ECHA (European Chemicals Agency) website (<https://echa.europa.eu>) geeft publieke informatie over Substances of Very High Concern (SVHC) in voorwerpen (SiA, substances in Articles). Deze voorwerpen zijn beschikbaar voor consumenten binnen de EU en producenten en importeurs zijn verplicht te melden aan ECHA als een SVHC aanwezig is in een voorwerp, het een volume groter dan 1 ton per jaar betreft en in een concentratie boven de 0,1%. Hierbij zijn bedrijfs- en gebruikscategorieën aangegeven. Deze lijst geeft geen allesomvattend beeld van de aanwezigheid van SVHC in producten binnen de EU. Zo zijn de SVHC in producten soms al gemeld bij registratie, hoeft de vermelding niet publiekelijk te zijn wegens bedrijfsgevoelige informatie, of is het gebruik van de stof in het artikel niet specifiek beschreven.

SGS Intron inventarisatie ZZS in afvalstoffen

SGS Intron heeft in opdracht van Rijkswaterstaat in 2018 een inventarisatie van ZZS in afvalstoffen uitgevoerd (INTRON, 2018). Deze geeft voor een aantal ZZS aan in welke van de 85 beschreven sectorplannen uit het Landelijk Afvalbeheerplan (LAP 3) deze kunnen voorkomen. Er is ook een gebruiksindicatie van deze stoffen gegeven, wat een goede bron van informatie voor dit onderzoek is. In het SGS Intron rapport is echter een (iets) andere definitie voor ZZS gebruikt dan de Nederlandse definitie. Voor dit onderzoek is de Nederlandse definitie van ZZS gebruikt. In het SGS Intron rapport zijn ook een aantal potentiële ZZS geduid. Waar relevant zijn deze meegenomen in dit onderzoek en als zodanig aangegeven.

Overige bronnen

Het chemische naslagwerk Ullmann's Encyclopedia for Chemical Industry en Google (voornamelijk via Wikipedia) zijn ook gebruikt voor dit onderzoek. Verder is gebruik gemaakt van het RIVM rapport Substances of very high concern and the transition to a circular economy: An initial inventory (P.N.H. Wassenaar 2017). Overig gebruikte bronnen zijn aangegeven bij de desbetreffende stof in de tabel.

Het RIVM werkt aan de ZZS Navigator

(<https://rvszoeksysteem.rivm.nl/ZzsNavigator>), een hulpmiddel voor vergunningverleners en toezichthouders. Dit instrument geeft een indruk welke ZZS geëmitteerd of gebruikt kunnen worden bij welke bedrijfstakken. Deze informatie is echter (nog) niet specifiek genoeg om ZZS te koppelen aan de grondstoffen, geraffineerde grondstoffen, intermediaire producten (componenten) en finale producten van de maakindustrie.

3 ZZS in de grondstof- en productstromen

3.1 Overzicht

Tabel 1 geeft de resultaten van het onderzoek naar ZZS in materialen en producten in de metaalgerelateerde maakindustrie. Zoals in hoofdstuk 2 beschreven betreft dit een niet-limitatieve aanvulling met een focus op de metalen en metaalverbindingen in grondstoffen en producten. Indien in het onderzoek organische ZZS of potentiële ZZS zijn aangetroffen, zijn deze ook opgenomen in de tabel. Tabel 1 bestaat uit twee delen. Het eerste gedeelte geeft de gevonden ZZS in de grondstoffen en producten weer die het meest relevant zijn voor de Nederlandse klimaat- en energietransitie. En het tweede gedeelte geeft deze weer voor de categorieën die het meest relevant zijn voor de metaal gerelateerde maakindustrie.

In eerste instantie is er gekeken naar de metalen en metaalverbindingen die als grondstof worden genoemd. Bijvoorbeeld het metaal gallium. Als deze voorkomt op de ZZS lijst, dan is er voor zover mogelijk achterhaald waar deze stof voor gebruikt wordt. De *relevante* metalen of metaalverbindingen die ZZS zijn, worden vervolgens vermeld bij desbetreffende "Categorie" in Tabel 1. Bij gallium is de metaalverbinding galliumarsenide een ZZS. Galliumarsenide wordt onder andere gebruikt voor leds en zonnecellen [Ullman] en is relevant voor de maakindustrie. Bij intermediaire en finale producten is er ook via een internetsearch onderzocht of in het "product" ZZS aanwezig kunnen zijn. Een voorbeeld hiervan is Bisfenol A in rotorbladen van windturbines (Epoxy-Europe, 2015).

In Tabel 1 staat het overzicht van de mogelijk vóórkomende ZZS in de gedefinieerde grondstoffen, bewerkte stoffen, componenten en finale producten voor de maakindustrie.

Tabel 1: Overzicht van mogelijk voorkomende ZZS in gedefinieerde grondstoffen, geraffineerde grondstoffen, componenten en finale producten voor de 5 categorieën in de maakindustrie (gedeelte II) en voor de Nederlandse klimaat- energietransitie (gedeelte I).

Grondstoffen	Mogelijk vóórkomende ZZS
Gedeelte I: Meest relevant voor de Nederlandse klimaat-en energietransitie	
Non-ferro ertsen	Arseen, Cadmium, Chroom, Kobalt, Galliumarsenide, Lood, Kwik, Nikkel
Natuurlijk rubber	
<i>Geraffineerde grondstoffen/“first intermediates”</i>	
Kobalt	Kobaltnitraat, Kobaltsulfaat
Lithium	Lithiumnikkeloxide
Neodymium	
Zilver	
Rubber matten	2-ethylhexylzinkdithiofosfaat, Polycyclische aromatische koolwaterstoffen, Loodoranje, Bis(2-ethylhexyl)ftalaat, Boorzuur, Tetraboordinatriumheptaoxide hydraat, benzylbutylftalaat, N-nitrosodimethylamine, Korte keten gechloreerde paraffines, 1,3-butadieen
<i>Intermediaire producten (componenten)</i>	
Zilverpasta	
Permanente magneten	Nikkel, Kobalt
NickelMangaanCobalt batterijen	Nikkel, Kobalt, 1,2-dimethoxyethaan
Diodes, transistors en vergelijkbare semi-conductor apparatuur	Cadmium, Lood, Tin, kwik, Arseen en Arsenides, Loodtitaniumoxide
Thin film PV cellen	Cadmiumsulfide, Cadmiumchloride, Indiumarsenide
Solid-state volatile storage devices	Methoxyazijnzuur [#]
Windparken kabels	Perfluorundecanoaat [!] , Perfluortridecanoaat [!] , Perfluortetradecanoaat [!] , Perfluordodecanoaat [!]
Windparken netwerkcomponenten	

Finale producten	
Windmolens, gemonteerd	Bisfenol A (Epoxy-Europe, 2015)
Electrisch vervoer, automotive tot 1500kg	Trilooddioxidefosfonaat, gebromeerde brandvertragers, Strontiumchromaat, N-methyl-2-pyrrolidon*#, Dibutyltindichloride*, Polycyclische aromatische koolwaterstoffen, 2-benzotriazol-2-yl-4,6-di-tert-butylfenol
CIGS (koperindiumgalliumdisele nide) PV, gemonteerd	
Medische waarnemingsapparatuur	(Bis(2-ethylhexyl)ftalaat) (Slee, 2015)
Data opslag unit, gemonteerd	Perfluorundecanoaat [!] , Perfluortridecanoaat [!] , Perfluortetradecanoaat [!] , Perfluordodecanoaat [!]
Gedeelte II: Categorieën meest relevant voor de metaal gerelateerde maakindustrie	
Wegtransport	
Grondstoffen	
Natuurlijk rubber, Kobalt, Neodymium, Magnesium, Niobium	Kobalt
Geraffineerde grondstoffen/"first intermediates"	
Zie grondstoffen, maar dan in zuivere metaalvorm en niet als erts	
Intermediaire producten (componenten)	
Permanente magneten (FeNdB), Li-ion batterijen (NCA, NMC, LCO) Katalysatoren voor petro producten	1,2-dimethoxyethaan, Propaansultoon, Acetonitril, N-methyl-2-pyrrolidon [#] , Lithiumnikkeloxide, Kobalt Kobalt, Loodmono-oxide, Trifenylfosfine
Finale producten	
Elektrische Voertuigen veel typen (automotive, bus, bicycle, trucks),	Trilooddioxidefosfonaat, Gebromeerde brandvertragers, Strontiumchromaat N-methyl-2-pyrrolidon*#, Dibutyltindichloride*, Polycyclische aromatische koolwaterstoffen, 2-benzotriazol-2-yl-4,6-di-tert-butylfenol

Machinebouw	
Grondstoffen	
Wolfram, Scandium, Boor	Nikkelwolframtetraoxide, Boorzuur
Geraffineerde grondstoffen/"first intermediates"	
Zie grondstoffen, maar dan in zuivere metaalvorm en niet als erts	
Intermediaire producten (componenten)	
Snijbladen, snijtanden etc. Bedenk dat veel van de componenten van ICT hardware ook geldig zijn voor machinebouw.	
drijfassen	
keramische onderdelen	Zirkonium aluminiumsilicaat vuurvaste keramische vezels
Solid Oxide Fuel Cells	
Scandium legeringen met aluminium	
Finale producten	
Graafmachines, snijmachines, weefmachines, sorteermachines, assemblagearmen	1,2,5,6,9,10-hexabroomcyclododecaan, Polycyclische aromatische koolwaterstoffen
Medische apparatuur	
Grondstoffen	
Europium, Neodymium, Indium, Dysprosium, Lutetium, Boor	Indiumarsenide, Indiumfosfide
Geraffineerde grondstoffen/"first intermediates"	
Zie grondstoffen, maar dan in zuivere metaalvorm en niet als erts	
Intermediaire producten (componenten)	
Lenzen	Loodtitaniumtrioxide, 2-(2H-benzotriazol-2-yl)-4-(1,1,3,3-tetramethylbutyl)fenol*

Beeldschermen	Loodoxide
permanente magneten	
Finale producten	
MRI/PET/CT scanner,	Beryllium, Berylliumnitraat, Berylliumoxide, Berylliumverbindingen, Thallium*
microscopes	Indiumfosfide
ICT hardware	
Grondstoffen	
Kobalt, Zilver, Neodymium, Dysprosium	
Antimoon	
Tantaal, Germanium, Gallium	Galliumarsenide
Natuurlijk grafiet	
Geraffineerde grondstoffen/"first intermediates"	
Zie grondstoffen, maar dan in zuivere metaalvorm en niet als erts	
Intermediaire producten (componenten)	
Diodes, permanent magnetten, beeldschermen	Beryllium, Lood, Indiumtinoxide*
Condensatoren (alle typen)	Acetonitril
Printed Circuit Boards	Lood, 1,3,5-tris(oxiranylmethyl)-1,3,5- triazine-2,4,6(1H3H5H)-trion (TGIC), β -TGIC, 4,4'-bis(dimethylamino)benzofenon
high-performance plastics	Gebromeerde brandvertragers, N-methyl-2- pyrrolidon*#
Finale producten	
Smart phones, laptops, tablet PCs,	Berylliumverbindingen, Loodtitaniumtrioxide#, Booroxide
Bouwproducten zoals CV-installaties	
Grondstoffen	
Magnesium	
Nikkel	
Helium	
Boor	Booroxide, Boorzuur
Barium	Kiezelzuur bariumzout (1:1) lood-gedompeld
Vanadium	
Geraffineerde grondstoffen/"first	

<i>intermediates</i>	
Zie grondstoffen, maar dan in zuivere metaalvorm en niet als erts	
<i>Intermediaire producten (componenten)</i>	
Glas (helium voor dubbel/triple glas, boor en barium ook voor glas), HSLA staal, CV-installatie, stalen constructieve elementen/vakwerken	Booroxide
<i>Finale producten</i>	
Gebouw in kit of isolatie	Loodverbindingen, Actinoliet

#: gebruikt voor productie

!: aanwezig als mogelijk verontreiniging in product

*: potentiële ZZS

3.2 Metalen en metaalverbindingen

In de linker kolom van Tabel 1 komen de meeste metalen meerdere keren voor. Deze metalen hebben verschillende toepassingen of hebben toepassingen in meerdere categorieën. Voor een overzichtelijker ZZS indicatie *per metaal* geeft tabel 2 aan hoe vaak een genoemd metaal voorkomt op de ZZS lijst. Metalen kunnen als ZZS per element of als een metaalverbinding voorkomen. Bij een specifieke metaalverbinding is het element verantwoordelijk voor de ZZS aanduiding vetgedrukt.

Tabel 2: Overzicht van metalen voor de maakindustrie en de Nederlandse klimaat- en energietransitie en bijbehorende ZKS indicatie. Bij een verbinding is het element verantwoordelijk voor de ZKS aanduiding vetgedrukt.

Metaal niet op lijst ZKS	Specifieke metaal-verbinding op lijst ZKS	Meerdere verbindingen of groep op lijst ZKS
Dysprosium		
Europium		
Germanium		
Lutetium		
Neodymium		
Niobium		
Scandium		
Tantaal		
	Antimoon (Pyrochlore, Antimoon lood geel)	
	Gallium (Gallium arsenide)	
	Magnesium (Magnesium arsenaat)	
	Vanadium (Nikkel divanadiumhexaoxide)	
	Wolfraam (Nikkel wolfraamtetraoxide)	
	Zilver (Zilver arseniet)	
	Barium (Kieselzuur, bariumzout (1:1), lood -gedompeld) & (Nikkel bariumtitanium lichtgeel prideriet)	
		Arseen
		Boor
		Cadmium
		Chroom
		Indium
		Kobalt
		Lithium
		Kwikverbindingen
		Loodverbindingen
		Nikkelverbindingen
		Organische tinverbindingen

4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Conclusies

In dit onderzoek is een overzicht gemaakt van het vóórkomen van (potentiële) ZZS in grondstoffen, bewerkte stoffen, componenten en finale producten die relevant zijn voor de metaalgerelateerde sectoren binnen de maakindustrie en voor de Nederlandse klimaat- en energietransitie. Zie hiervoor Tabel 1. Het overgrote deel hiervan voor de Nederlandse klimaat- en energietransitie kunnen ZZS bevatten. Ook in alle vijf metaalgerelateerde maakindustrie sectoren (wegtransport, machinebouw, medische apparatuur, ICT hardware en bouwproducten) kunnen ZZS voorkomen. In de categorie wegtransport zijn de meeste ZZS naar voren gekomen. Een relatief groot aandeel daarin zit bij elektrische voertuigen. Bij de categorie machinebouw zijn het minste aantal ZZS aangetroffen.

Tabel 2 geeft aan in welke mate metalen en verbindingen daarvan voorkomen op de (potentiele) ZZS lijst. De metalen dysprosium, europium, germanium, lutetium, neodymium, niobium, scandium en tantaal komen niet op de ZZS lijst voor. Antimoon, gallium, magnesium, vanadium, wolfram en zilver komen met één verbinding voor op de ZZS lijst, met als uitzondering barium met twee verbindingen. Hierbij is het genoemde metaal niet verantwoordelijk voor de ZZS aanduiding, maar het element waarmee het verbonden is. Bijvoorbeeld arseen in het geval van galliumarsenide; alle arseenverbindingen worden in dit verband als ZZS aangemerkt.

De groep metalen met meerdere verbindingen op de ZZS lijst, of die als groep zijn aangemerkt, zijn: arseen, boor, cadmium, chroom, indium, kobalt, lithium, kwikverbindingen, loodverbindingen, nikkelverbindingen en organische tinverbindingen.

De aanwezigheid van ZZS heeft verschillende redenen. Er zijn ZZS die vanwege intrinsieke materiaaleigenschappen noodzakelijk zijn voor een toepassing. Zoals lithium- en kobaltverbindingen in de huidige Li-ion batterijen. Daarnaast worden ZZS toegevoegd voor functionele doeleinden. Zoals gebromeerde brandvertragers (ZZS-stofgroep) of strontiumchromaat als coating en anticorrosief voor voertuigen. Ook kunnen ZZS als verontreiniging voorkomen, bijvoorbeeld perfluorodecanoaten in PVDF-kabels voor windparken.

Het is echter vaak niet bekend of, en zo ja, welke materialen en producten ZZS bevatten. Moderne producten zijn namelijk vaak complexe samenstellingen van een veelvoud aan (geïmporteerde) componenten. Vaak ontbreekt specifieke (openbare) informatie en is informatie over de precieze bestanddelen en productieprocessen niet toereikend. Ook kunnen producten die in het (verre) verleden zijn gemaakt stoffen bevatten die later als ZZS zijn, aangemerkt (P.N.H. Wassenaar 2017). Met deze eerste en snelle inventarisatie is dus vooral een *indicatief* beeld geschetst.

Om de beleidsdoelstelling van uitfasering van ZZS (zoveel als mogelijk) te kunnen bereiken, zal er over de hele keten meer informatie over ZZS nodig zijn. Het gaat daarbij over informatie over welke ZZS precies in producten vóórkomen en in welke hoeveelheden, en op welke manier blootstelling van mens en milieu aan de ZZS mogelijk is.

4.2 Aanbevelingen

De voornaamste aanbeveling is het verbeteren van de informatievoorziening over de aanwezigheid van ZZS in de grondstoffen, bewerkte stoffen, componenten en finale producten. Het aantal ZZS, het volume daarvan en de functionaliteit zijn hierin belangrijke indicatoren. In een circulaire economie heeft deze informatie betrekking op de hele keten. Hiervoor kan onderzocht worden of een keteninformatiesysteem (B. Mentink, 2014), zoals eerder voorgesteld, uitkomst biedt. Een logische stap om daarmee te beginnen zou zijn met producten die een grote rol spelen bij de Nederlandse klimaat- en energietransitie. Of binnen de maakindustrie categorieën met veel ZZS zoals wegtransport of ICT hardware. Alle partijen in de keten zullen hierbij betrokken moeten worden.

Een verdere inventarisatie van ZZS in de maakindustrie kan gedaan worden via dossiers van zogenoemde autorisatieplichtige stoffen. Als er in het kader van de Europese chemicaliënregelgeving REACH autorisaties worden verleend voor de circa veertig autorisatieplichtige stoffen (altijd SVHC en dus ZZS), dan wordt dat gedaan aan de hand van een dossier. In dit dossier kan informatie staan over het gebruik van de stof. Het is aan te bevelen deze dossiers te gebruiken voor een verdere inventarisatie van ZZS in de maakindustrie.

Het sluiten van materiaalkringlopen met ZZS zal (verandering van) effect hebben op de risico's voor mens en milieu. Denk daarbij aan blootstelling aan ZZS op de werkplek bij recycling- en refurbishment processen, of aan emissie van ZZS naar het milieu door recycling van ZZS houdend afval. Ook kan het circulair maken van materiaalstromen de concentratie ZZS in producten verhogen, met veranderende blootstellingsrisico's voor bijvoorbeeld consumenten. Via Safe by Design kan onder andere gekeken worden naar de mogelijkheden van veilige alternatieven voor ZZS (substitutie) zodat intrinsiek veiliger materiaal- en productstromen ontstaan. Binnen de maakindustrie kan de Safe by Design methodiek helpen bij de transitie naar een veilige circulaire economie. Het is aan te bevelen om voor nieuwe producten en processen de Safe (and Circular) by Design methodiek toe te passen. Het lange termijn streven moet zijn om veilige alternatieven voor ZZS te ontwikkelen zodat ketens, ongeacht de latere toepassingen, op voorhand veilig zijn (P.N.H. Wassenaar 2017).

Alle vijf de transitieagenda's hebben met de ZZS-problematiek te maken. Om hier een goed beeld van te krijgen is een eerste verkenning zoals in deze studie voor de maakindustrie ook voor de andere transitieagenda's aan te bevelen. Het opzetten van een uniform ZZS beleid voor de gehele transitie naar een circulaire economie lijkt een goede stap daarna. Het RIVM werkt in opdracht van het PBL aan een position paper "Omgaan met (zeer) zorgwekkende stoffen in de

Circulaire Economie". Deze publicatie wordt aan het eind van 2019 verwacht. Bevindingen hieruit vormen waarschijnlijk een goede basis om dit onderzoek verder vorm te geven. Het is dan ook aan te bevelen om na publicatie hiervan een plan om te stellen om de doelstelling van schone materiaalstromen in 2030 te halen.

5 Referenties

- B. MENTINK, T. H. 2014. Haalbaarheid Grondstoffenlabel. Ministerie van Infrastructuur en Milieu.
- BODAR, C., SPIJKER, J., LIJZEN, J., WAAIJERS-VAN DER LOOP, S., LUIT, R., HEUGENS, E., JANSSEN, M., WASSENAAR, P. & TRAAS, T. 2018. Risk management of hazardous substances in a circular economy. *Journal of Environmental Management*, 212, 108-114.
- D'HOLLANDER, W. 2009. Gebromeerde brandvertragers en perfluorverbindingen in Vlaanderen: onderzoek naar verspreiding, humane opname, gehalten in humane weefsels en/of lichaamsvochten, en gezondheidseffecten als basis voor de selectie van geschikte milieu- en gezondheidsindicatoren (BFRISK). Dienst Milieu en Gezondheid.
- EPOXY-EUROPE 2015. Epoxy Resins in Wind Energy Applications.
- EU, D. G. F. E. 2014. General Union environment action programme to 2020 *In: UNION, E. (ed.)*.
- INTRON, S. 2018. Inventarisatie ZZS in Afval
- MAAKINDUSTRIE, T. 2018. De transitie naar een circulaire economie voor de maakindustrie *In: MAAKINDUSTRIE, T. A. C. (ed.)*.
- P.N.H. WASSENAAR, N. J., L.R.M. DE POORTER, C.W.M. BODAR 2017. *Substances of very high concern and the transition to a circular economy : An initial inventory*, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM.
- PECK, D., KANDACHAR, P. & TEMPELMAN, E. 2015. Critical materials from a product design perspective. *Materials & Design (1980-2015)*, 65, 147-159.
- RIVM. *Identificatie Zeer Zorgwekkende Stoffen* [Online]. Available: bron: <https://rvs.rivm.nl/stoffenlijsten/Zeer-Zorgwekkende-Stoffen/Identificatie-Zeer-Zorgwekkende-Stoffen> [Accessed].
- RIVM. 2019. *Risico's van stoffen* [Online]. Available: <https://rvs.rivm.nl/> [Accessed 28/6/2019].
- SLEE, P. H. T. J. 2015. Zijn ftalaten bij medische toepassingen schadelijk? *Geneesmiddelen bulletin*.
- STYBENEX. 2019. *Officiële start PS Loop, het project om HBCD-houdende EPS te kunnen recyclen*. [Online]. Available: <https://stybenex.nl/officiële-start-ps-loop-het-project-om-hbcd-houdende-eps-te-kunnen-recyclen/> [Accessed Juni 2019].
- TRANSITIEAGENDA. 2018. *Circulaire Economie* [Online]. Available: <https://www.circulaireeconomienederland.nl/transitieagendas/transitieagenda+maakindustrie/default.aspx> [Accessed 01-07-2019].

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag