

Leidraad Data voor een Grondstof & Productpaspoort

Regie op ketenrisico's en kansen.

Versie 3.0 Machinebouw



Partners for Innovation, Hygienic Design Networks,
Binnenklimaat Nederland en TNO

In opdracht van

TKI CLICKNL Programma Circonnect - Ministerie van Economische Zaken



Over deze leidraad

U leest de leidraad *Data voor een Grondstof & Productpaspoort – Machinebouw*, opgesteld in opdracht van TKI CLICKNL, binnen het programma Circonnect, gefinancierd door het ministerie van Economische Zaken.

Deze leidraad is bedoeld voor bedrijven in de machinebouwketen en ondersteunt hen bij het tijdig inspelen op Europese en nationale regelgeving rond circulariteit, duurzaamheid en toxiciteit. De leidraad helpt bij het verzamelen, structureren en toepassen van circulaire productdata, en draagt daarmee bij aan zowel wetgeving naleving als versterking van de strategische positie in de keten.

Auteurs

Esmée Bakker
Flora Poppelaars
Hans van der Steen
Ingeborg Gort
Sjoerd Rongen
Tim de Ruiter
Walid Atmar

Vormgeving

Moonatic Agency & Studio Mayra & Sam

Publicatie

November 2025

Meer informatie

www.circonnect.org

Lijst van afkortingen

Afkorting	Beschrijving
AEEA	Afgedankte Elektrische en Elektronische Apparatuur
CE	Conformité Européenne
GPP	Grondstof & Productpaspoort
CPR	Construction Products Regulation
CRMA	Critical Raw Materials Act
DPP	Digitaal Productpaspoort
EF	Environmental Footprint
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive
EPD	Environmental Product Declaration
ESPR	Ecodesign for Sustainable Products Regulation
GHG	Greenhouse Gas (broeikasgassen)
GMP	Good Manufacturing Practice
ISO	International Organization for Standardization
KRW	Kaderrichtlijn Water
LCA	Life Cycle Assessment
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation, and Restriction of Chemicals
RoHS	Restriction of Hazardous Substances
TCO	Total Cost of Ownership
ZZS	Zeer Zorgwekkende Stoffen

INHOUDSOPGAVE

1. Inleiding	2
1.1 Europese en Nederlandse doelen voor duurzaamheid en circulaire economie	
1.2 Wet- en regelgeving	
1.3 Doel	
1.4 Doelgroep	3
1.5 Waarom nu starten?	
1.6 Ontwikkeling van deze leidraad	4
1.7 Structuur van deze leidraad	
2. Wet- en regelgeving	6
2.1 Introductie	
2.2 Wet- en regelgeving voor duurzaamheid, circulariteit en toxiciteit	
2.3 Recente ontwikkelingen	9
3. Circulariteit meten	11
3.1 Introductie	
3.2 Circulaire datapunten	
3.3 Prioritaire datapunten	24
3.4 Datakwaliteit	28
3.5 Delen van data met een Grondstof & Productpaspoort	29
4. Circulaire prestatie verbeteren	36
4.1 Introductie	
4.2 Werken met circulaire strategen	
4.3 Circulair ontwerpen met het Framework Circular Design	37
4.4 Werken met circulaire strategieën	39
4.5 Handige hulpmiddelen	45
4.6 Voorbeeld uit de praktijk	48
5. Bijlagen	51
Bronnenlijst	
Bijlage A. Overzicht en Ontwerpimplicaties Wet- en Regelgeving	53
Bijlage B. EN 15804	74

1. Inleiding

1.1 Europese en Nederlandse doelen voor duurzaamheid en circulaire economie

De Europese Unie en Nederland hebben de ambitie om tegen 2050 volledig circulair en klimaatneutraal te zijn, met een tussenstap halverwege 2030. Deze ambities maken deel uit van de Europese Green Deal, die de strategische koers uitzet voor een duurzame en concurrerende economie. In lijn met deze Europese doelstellingen zet Nederland via het Nationaal Programma Circulaire Economie 2023–2030 concrete stappen om de transitie naar een circulaire economie te versnellen. Binnen dit programma is de maakindustrie aangewezen als een van de prioritaire sectoren.

Het kabinet heeft de Nationale Grondstoffenstrategie opgesteld met als doel om de leveringszekerheid van kritieke grondstoffen te vergroten op middellange termijn (Nationale grondstoffenstrategie, Kamerstuk 32 852, nr. 224). Dit wordt bereikt met vijf handelingsperspectieven: (1) circulariteit en innovatie, (2) duurzame EU mijnbouw & raffinage, (3) diversificatie, (4) verduurzaming internationale ketens en (5) kennisopbouw & monitoring. Dit leidraad focust op de eerste handelingsperspectief circulariteit & innovatie. Door in te zetten op circulaire strategieën wordt de leveringszekerheid vergroot en wordt de negatieve impact van ketens verminderd (Nationale grondstoffenstrategie, Kamerstuk 32 852, nr. 224).

1.2 Wet- en regelgeving

Bedrijven in de maakindustrie en aanverwante sectoren worden geconfronteerd met een breed scala aan Europese en nationale wet- en regelgeving gericht op duurzaamheid, circulariteit en toxiciteit. Deze regelgeving is omvangrijk en divers en raakt verschillende aspecten van de bedrijfsvoering, productontwerp, productie, gebruik en einde levensduur. Veel van die regelgeving zal bedrijven verplichten

om uitgebreide en gedetailleerde data over hun producten te verzamelen, te verwerken

en te rapporteren. Enkele belangrijke voorbeelden van deze regelgeving zijn:

- Regeling Afgedankte elektrische en elektronische apparatuur (AEEA)
- EcoDesign en Ecodesign for Sustainable Product Regulation (ESPR)
- Machinerichtlijn en Machine Verordening
- Batterij Verordening
- Critical Raw Materials Act (CRMA)
- Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD)
- Verschillende aanvullende regelgeving zoals REACH (chemische stoffen), RoHS (beperking gevaarlijke stoffen), energielabels en energieprestatie van gebouwen, waterbeheer (KRW), en nog veel meer.

Deze regels hebben grote impact op de manier waarop bedrijven productinformatie verzamelen, vastleggen en delen. Uit interviews met Nederlandse bedrijven in de klimaatinstallatie- en kapitaalgoederen sector voor de voedingsmiddelenindustrie blijkt dat aankomende duurzaamheidsregelgeving aanzienlijke regeldruk veroorzaakt. Die druk wordt versterkt doordat de eisen snel veranderen, complex zijn en bedrijven vaak nog geen gestandaardiseerde methoden hebben om daaraan te voldoen.

1.3 Doel

Veel van de nieuwe wetgeving vereist het rapporteren van gedetailleerde productdata over circulariteit, duurzaamheid en toxiciteit — zoals informatie over samenstelling, herkomst, milieu-impact en repareerbaarheid. Deze gegevens worden in deze leidraad aangeduid als grondstof- en productdata. Deze leidraad ondersteunt bedrijven in de keten van de machinebouw bij het tijdig voorbereiden op de groeiende hoeveelheid Europese

regelgeving. Ze biedt een helder overzicht van relevante en aankomende wet- en regelgeving, inclusief de bijbehorende ontwerpisen en circulaire datapunten¹. Daarnaast helpt de leidraad bij het verzamelen, structureren en toepassen van deze data, met methoden om deze meetbaar en inzichtelijk te maken. Ze laat ook zien welke gegevens nog ontbreken, zodat bedrijven gericht kunnen bepalen welke informatie het meest urgent is om te verzamelen en hoe ze deze strategisch kunnen benutten om hun marktpositie te versterken.

1.4 Doelgroep

De primaire doelgroep van de leidraad zijn partijen die grondstof- en productdata moeten gaan leveren. Echter biedt de leidraad ook een inzicht aan partijen die de grondstof- en productdata uiteindelijk moeten gaan gebruiken.

- **Partijen die grondstof- en productdata moeten gaan leveren:** compliance managers bij producenten van kapitaalgoederen (voor de voedingsmiddelenindustrie), toeleveranciers in de gehele keten (bijvoorbeeld materiaalleverancier, recycler, ...).
- **Partijen die de grondstof- en productdata moeten gaan gebruiken:** overheid, inkopers, groothandels, woningcorporaties, vastgoedbeheerders, installateurs, gebruikers, slopers, onderhoudsbedrijven, reparateurs, refurbishers, vervoerders, sorteerders, recyclers, etc

1.5 Waarom nu starten?

Hoewel aan de slag gaan met deze leidraad veel voordelen biedt, is het belangrijk om ook de benodigde inspanningen te erkennen. Het verzamelen, organiseren en actualiseren van grondstof- en productdata vereist namelijk de inzet van medewerkers, samenwerking met ketenpartners en mogelijk aanpassing van systemen. Waarom zou je er op dit moment mee aan de slag gaan? Het tijdig verzamelen van grondstof- en productdata met behulp van deze leidraad biedt organisaties in de machinebouw meerdere strategische voordelen:

- **Inzicht en sturing:** Het verzamelen van grondstof- en productdata maakt het mogelijk om de circulaire prestaties van producten te meten, verbeteren en in te zetten als onderscheidend vermogen in de markt.
- **Compliance en toekomstbestendigheid:** Bedrijven worden 'compliance-ready' en zijn voorbereid op zowel bestaande als aankomende wet- en regelgeving rond circulariteit, duurzaamheid en toxiciteit.
- **Keteninzicht en risicobeheersing:** De data geeft diepgaand inzicht in de hele keten, waaronder risico's zoals leveringszekerheid, afhankelijkheid van kritieke grondstoffen en het gebruik van Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS).
- **Gerichte dataverzameling:** De leidraad helpt bij het identificeren van de minimaal benodigde circulaire datapunten voor producten en diensten.
- **Onderbouwde strategiekeuzes:** De informatie ondersteunt beslissingen rond hergebruik, reparatie, verhuur, as-a-service modellen, modulariteit en refurbishment.
- **Kwalitatieve onderbouwing:** De leidraad bevat datapunten en methodische richtlijnen die geschikt zijn als input voor Life Cycle Assessments (LCA) en het Digitaal Productpaspoort (DPP).
- **Externe verantwoording:** Bedrijven kunnen onderbouwd aantonen dat zij voldoen aan relevante wetgeving en zijn beter voorbereid op vragen van inkopers, toezichthouders en andere stakeholders.
- **Transparantie en vertrouwen:** Betrouwbare en toegankelijke grondstof- en productdata vergroot het vertrouwen bij klanten, partners en andere ketenpartijen.

1.6 Ontwikkeling van deze leidraad

Partners for Innovation, Binnenklimaat Nederland, Hygienic Design Network en TNO ontwikkelden twee leidraden 'Data voor Circulair Productpaspoort': één voor kapitaalgoederen en één voor klimaatinstallaties. Hygienic Design Network vertegenwoordigde hierbij alle sleutelspelers in de machinebouw voor de voedingsmiddelenindustrie. Binnenklimaat Nederland vertegenwoordigde fabrikanten, leveranciers en dienstverlenende organisaties van klimaatinstallaties.

TNO trad op als toezichthouder voor de aansluiting van de leidraad op Europese en nationale initiatieven rond digitale Productpaspoorten en data infrastructuur, met nadruk op integratie in lopende ontwikkelingen.

De twee leidraden 'Data voor Grondstof & Productpaspoort' bouwen voort op de UPCM Leidraad Materialenpaspoort (versie 1 in 2020) en de Leidraad Circulair Productpaspoort Machinebouw Food (versie 2 in 2021) met Hygienic Design Network.

De bestaande behoeften van spelers in de keten zijn vervolgens in 2024 in kaart gebracht voor de kapitaalgoederen en klimaatinstallaties. Op basis van deskresearch, interviews en een werksessie met de ketenspelers is een plan van aanpak opgezet voor de gezamenlijke doorontwikkeling van de twee leidraden. De inhoud van deze leidraden is uitgewerkt aan de hand van uitgebreid deskresearch, casussen, enquêtes en interviews met ketenspelers.

Voor de productgroep kapitaalgoederen zijn de casussen en voorbeelden afkomstig uit de machinebouw voor de voedingsmiddelenindustrie, omdat daar al veel praktijkervaring is opgebouwd. De gestandaardiseerde decompositie en datapunten die hieruit voortkomen zijn echter zodanig opgezet dat ze ook relevant en bruikbaar zijn voor andere segmenten binnen de machinebouw. De leidraad is daarom toepasbaar op alle soorten machines en installaties. Circonnect beheert de leidraad en zorgt voor de inhoudelijke doorontwikkeling ervan. Ook onderhoudt Circonnect een basisbestand met de gehanteerde datapunten en bijbehorende verbeteropties. Waar relevant wordt de

leidraad in samenwerking met ketenpartijen productspecifiek gemaakt.

1.7 Structuur van de leidraad

Hoofdstuk 1 introduceert de context, het doel en de opzet van deze leidraad. Het gaat kort in op de Europese en Nederlandse ambities

rond circulariteit, duurzaamheid en toxiciteit en de rol van wet- en regelgeving, en de noodzaak voor bedrijven om circulaire productdata te verzamelen. Daarnaast wordt toegelicht voor wie deze leidraad bedoeld is, wat de voordelen zijn van vroegtijdig starten met het verzamelen van grondstof- en productdata en hoe de inhoud tot stand is gekomen.

Hoofdstuk 2 focust op de behoeften van stakeholders om te begrijpen welke wet- en regelgeving eraan komt op gebied van circulariteit, duurzaamheid en toxiciteit, en het helpen om hieraan te voldoen. De concrete producteisen/implicaties van de relevante wet- en regelgeving worden samengevat en er wordt een overzicht gegeven van relevante wetgeving die binnen de komende jaren verwacht wordt.

Hoofdstuk 3 beschrijft hoe circulariteit in de machinebouw meetbaar gemaakt kan worden. Centraal staat een gestandaardiseerde decompositie van kapitaalgoederen en een overzicht van relevante circulaire datapunten, gekoppeld aan meetmethoden, normen en KPI's. Ook wordt ingegaan op een productpaspoortstelsel onder de naam Grondstof & Productpaspoort, als middel om data ketenbreed te verzamelen, uit te wisselen en te benutten. Hoofdstuk 4 laat zien hoe bedrijven hun gemeten circulaire prestaties kunnen verbeteren. Het biedt daarvoor heldere handelingsperspectieven, praktische tools en inspirerende voorbeelden uit de praktijk. Zo krijgen organisaties concrete handvatten om circulair ontwerp en waardebehoud daadwerkelijk te versterken.

¹De opgenomen datapunten vormen een selectie van relevante informatie voor bedrijven in de machinebouw. Deze lijst is niet uitputtend, maar bevat gegevens die naar verwachting breed toepasbaar zijn en aansluiten bij aankomende regelgeving en rapportageverplichtingen, zoals de ESPR en CSRM



2. Wet- en regelgeving

2.1 Introductie

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste Europese en nationale regelgevingen besproken die relevant zijn voor kapitaalgoederen in de voedingsmiddelenindustrie. Dit hoofdstuk geeft ondernemers praktische handvatten om grip te krijgen op de veranderende eisen en beantwoordt drie centrale vragen:

- Welke bestaande en toekomstige wet- en regelgeving op het gebied van duurzaamheid, circulariteit en toxiciteit is relevant voor kapitaalgoederen in de voedingsmiddelenindustrie?
- Welke productspecifieke ontwerpseisen vloeien hieruit voort?
- Welke belangrijke ontwikkelingen op het gebied van wet- en regelgeving vragen extra aandacht?

2.2 Wet- en regelgeving voor duurzaamheid, circulariteit en toxiciteit

Tabel 1 geeft een overzicht van de belangrijkste Europese en nationale wet- en regelgeving die relevant zijn voor de duurzaamheid, circulariteit en toxiciteit van kapitaalgoederen en machines in de voedingsmiddelenindustrie. Ter informatie: wet- en regelgeving wordt regelmatig geactualiseerd. De onderstaande tabel vermeldt in principe alleen de huidige, actieve bepalingen op het moment van schrijven. Soms blijft vervangen wetgeving echter nog deels van kracht omdat nieuwe regels nog niet volledig in werking zijn getreden. Dit komt bijvoorbeeld voor bij de Ecodesign-richtlijn, die geleidelijk wordt vervangen door de ESPR. In zulke gevallen zijn beide versies opgenomen in het overzicht.

Zoals eerder genoemd richt dit document zich op beleid op productniveau. De CSRD geldt op bedrijfsniveau. Voor klanten van machinebouwers maken de milieueffecten van machines deel uit van hun ketenuitstoot (scope 3 emissies). Daarom is de CSRD opgenomen in het overzicht van wet- en regelgeving. De specifieke datapunten van de CSRD zijn echter niet meegenomen, omdat deze betrekking hebben op bedrijfsniveau en niet op productniveau.

Regelgeving	Samenvatting	Status
Batterijverordening Verordening (EU) 2023/1542	Bevat duurzaamheidseisen voor ontwerp, inzameling, verwerking en rapportage van batterijen.	In werking sinds aug 2023; gefaseerde implementatie loopt tot 2030.
Beperking van Gevaarlijke Stoffen (RoHS) Richtlijn 2011/65/EU	Beperkt het gebruik van schadelijke stoffen in elektrische en elektronische apparatuur.	Sinds 2 jan 2013 van kracht; nog steeds actueel, regelmatig geüpdatet.
Bouwproducten-verordening Verordening (EU) 305/2011	Stelt eisen aan prestaties, veiligheid en CE-markering van bouwproducten binnen de EU.	Sinds 1 juli 2013 van kracht

Regelgeving	Samenvatting	Status
Bouwproducten-verordening (herzien) Verordening (EU) 2024/3110	Breidt eisen uit met circulariteit, CO ₂ -reductie en verplicht digitaal productpaspoort.	In werking per 7 jan 2025; overgangsregels voor oude normen
Corporate Sustainability Reporting Directive Richtlijn (EU) 2022/2464	Verplicht grote bedrijven om te rapporteren over milieu-, sociale en governanceaspecten (ESG), waaronder CO ₂ -uitstoot, circulariteit, materiaalgebruik en biodiversiteit. Machinebouwers kunnen zelf rapportageplichtig zijn of data moeten aanleveren aan klanten.	Vastgesteld op 14 december 2022; gefaseerde implementatie vanaf boekjaar 2024, afhankelijk van bedrijfsgrootte en beursnotering. Sectorspecifieke rapportage standaarden volgen in latere fases
'Circular economy – Measuring and assessing circularity' ISO 59020	Internationale norm uit 2024 met richtlijnen voor het meten en beoordelen van circulariteit op product-, organisatie- en systeem-niveau. Ondersteunt selectie en toepassing van circulaire indicatoren en zal breed ingezet worden in tools en ontwerpstrategieën.	Gepubliceerd in 2024; wordt internationaal langzaamaan toegepast in tools en ontwerp.
Critical Raw Materials Act (CRMA) Verordening (EU) 2024/1252	Bevordert veilige toegang, recycling en traceerbaarheid van kritieke grondstoffen.	In werking sinds 23 mei 2024; implementatiefase loopt tot 2030.
Detergentenverordening Verordening (EG) 648/2004	Reguleert de afbreekbaarheid van was- en reinigingsmiddelen ter bescherming van het milieu.	Sinds 31 jan 2005 van kracht.
Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR) Verordening (EU) 2024/1781	Stelt brede duurzaamheidscriteria verplicht, waaronder informatievereisten en een digitaal productpaspoort, en breidt de reikwijdte uit naar vrijwel alle fysieke producten.	Sinds 18 juli 2024 van kracht; bevindt zich in implementatiefase; oude eisen blijven onder overgangperiode tot 2026–2030 van kracht.
Ecodesign Richtlijn Richtlijn 2009/125/EG	Stelt eisen aan energie-efficiëntie, levensduur en reparatiebaarheid van energiegerelateerde producten.	Vervangen per 18 juli 2024 door ESPR; overgangperiode laat sommige oude eisen doorlopen tot 2026–2030.
Energielabeling Richtlijn 2017/1369	Verplicht energie-informatie op labels voor huishoudelijke apparaten ter bevordering van efficiëntie.	Sinds 11 juli 2017 van kracht.

Tabel 2. Overzicht van wet- en regelgeving voor duurzaamheid, circulariteit en toxiciteit gesorteerd op alfabetische volgorde

Regelgeving	Samenvatting	Status
Energieprestatie van gebouwen Richtlijn 2018/844/EU	Introduceert aanvullende eisen voor technische systemen en energiecertificering.	Sinds 9 juli 2018 van kracht; maakt deel uit van doorlopende herziening.
Gefluoreerde broeikasgassen (F-gassen) Verordening (EU) 2024/573	Vermindert gebruik en uitstoot van F-gassen in koel- en klimaatsystemen.	Originele verordening sinds 1 jan 2015; herziene limieten en regels vanaf 11 maart 2024.
Kaderrichtlijn Water (KRW) Richtlijn 2000/60/EG	Richtlijn ter bescherming en verbetering van de kwaliteit van waterlichamen binnen de EU.	Sinds 22 dec 2000 van kracht; continue implementatie door lidstaten.
Kunststoffen voor voedselcontact Verordening (EU) 10/2011 in combinatie met (EG) 2022/1616 (Recycalaat kunststoffen)	Stelt samenstellingseisen voor veilige toepassing van kunststoffen bij voedselcontact. Het toepassen van recycalaat is beperkt.	Sinds 1 jan 2011 van kracht; updates via verordening 2022/1616 ingevoerd.
Machinerichtlijn Richtlijn 2006/42/EG	Bevat essentiële veiligheidseisen voor ontwerp en gebruik van machines in de EU.	Sinds 29 dec 2009 (herzien) van kracht; blijft geldig tot vervanging.
Machineverordening Verordening (EU) 2023/1230	Vervangt Machinerichtlijn in 2027; bevat nieuwe regels voor o.a. AI en 'Internet of Things' in machines.	Publicatie 10 nov 2023; inwerkingtreding gepland voor 2027.
Materialen in contact met levensmiddelen Verordening (EG) 1935/2004	Algemene veiligheidseisen voor materialen die met voedsel in contact komen.	Sinds 27 okt 2004 van kracht.
Ozonlaagafbrekende stoffen Verordening (EG) (EU) 2024/590	Reguleert productie en gebruik van stoffen die schadelijk zijn voor de ozonlaag.	In werking sinds 1 januari 2010; herzien per 11 maart 2024.
Registratie, Evaluatie en Autorisatie van Chemische stoffen (REACH) Verordening (EG) 1907/2006	Verplicht veilige toepassing, risicobeheersing en registratie van chemische stoffen in de keten.	Sinds 1 juni 2007 in werking; nog actueel, maar continu geüpdatet en in revisie (REACH 2.0 op komst).
Regeling Afgedankte Elektrische en Elektronische Apparatuur (AEEA) Nationale invulling op basis van Richtlijn 2012/19/EU	Verplichting voor producenten en importeurs om afgedankte elektrische en elektronische apparaten in te zamelen en te (laten) verwerken volgens de eisen van de regeling.	Sinds 14 feb 2014 van kracht; sinds 15 aug 2018 uitgebreid naar alle elektronische apparaten.

Tabel 3. Overzicht van wet- en regelgeving voor duurzaamheid, circulariteit en toxiciteit gesorteerd op alfabetische volgorde

Tabel 1 biedt een bondig overzicht van wet- en regelgeving die relevant is, maar geeft nog geen inzicht in welke consequenties dit heeft voor het ontwerp van machines. Daarom is een uitgebreidere versie van deze tabel, met aanvullende informatie over de ontwerpimplicaties van de verschillende wetgevingen, opgenomen in Bijlage A 'Overzicht en Ontwerpimplicaties Wet- en Regelgeving'. Hierin zijn de ISO norm voor het meten van circulariteit en de CSRD niet meegenomen, omdat ze geen directe vereisten hebben voor het ontwerp van machines.

2.3 Recente ontwikkelingen

Zoals te zien is in tabel 1, zijn er recent meerdere wet- en regelgevingen in werking getreden die zich nog in de implementatiefase bevinden. In deze paragraaf gaan we in op wat dat concreet betekent op het gebied van circulaire data.

Ecodesign for Sustainable Product Regulation (ESPR)

Hoewel de ESPR officieel is aangenomen, moet de specifieke uitwerking per sector nog vorm krijgen. Op 16 april 2025 heeft de Europese Commissie het eerste [ESPR-werkplan](#) gepresenteerd voor de periode 2025–2030. Dit plan bevat een lijst van prioritaire productgroepen waarvoor als eerste ecodesign-eisen worden ontwikkeld. Textiel, meubels, banden, matrassen, staal en aluminium zijn eerst aan de beurt.

Binnen de ESPR speelt productdata een centrale rol. De verordening verplicht fabrikanten om uitgebreide informatie te registreren over de samenstelling, herkomst, repareerbaarheid, losmaakbaarheid, duurzaamheid, energiegebruik en recyclingmogelijkheden van hun producten.

Voor kapitaalgoederen in de voedingsmiddelenindustrie zijn op dit moment nog geen sectorspecifieke productvereisten vastgesteld onder de ESPR. Wel wordt verwacht dat machinebouw – inclusief industriële installaties – in een volgende fase van het werkplan aan bod komt, mogelijk vanaf 2030. Tot die tijd zijn bedrijven in deze sector nog niet verplicht om aan specifieke ESPR-eisen te voldoen, maar het is wel raadzaam om zich voor te bereiden op toekomstige dataverplichtingen.

Digitaal productpaspoort (DPP)

Binnen een aantal wetgevingen, waaronder de CRMA, de batterijverordening en de ESPR, wordt een DPP gefaseerd verplicht. Dit is een digitaal toegankelijk document met informatievoorziening over onder andere de herkomst, samenstelling, gebruik en circulariteit van producten. In 2025 worden geharmoniseerde standaarden en regels voor DPP-systemen vormgegeven. De eerste sector waar het DPP verplicht wordt is voor batterijen, vanaf 2027. Daarna volgen textiel en elektronica (zoals consumentenelektronica), evenals bouwmaterialen. Voor deze sectoren wordt het DPP eveneens vanaf 2027 verplicht gesteld. De uitrol naar andere productgroepen moet plaatsvinden tussen 2027 en 2030. De Europese Commissie (2025) geeft in haar strategie voor de Europese markt aan dat zij de komende jaren voor veel productcategorieën DPP-beleid wil ontwikkelen en implementeren. Productcategorieën die zijn uitgesloten van de ESPR, zoals militaire goederen, medicijnen en voedsel, zullen vermoedelijk geen of pas later een DPP krijgen. De exacte vereisten hangen af van de sector en de nog uit te werken uitvoeringsbepalingen.

De producent of importeur die een product op de EU-markt brengt, wordt verantwoordelijk voor het opstellen en bijhouden van het DPP. Afhankelijk van de sector gebeurt dit op het niveau van een individueel product, een batch of een producttype. Het DPP bevat dus product specifieke informatie. Wordt het product later onderdeel van een ander product, zoals een batterij in een apparaat, dan wordt het DPP van het onderdeel opgenomen in het DPP van het eindproduct.

***ISO Measuring circularity**

Naast de toenemende Europese regelgeving is er ook een internationale ontwikkeling gaande rondom de standaardisatie van circulaire meetmethoden. In juni 2024 is de norm ISO 59020:2024 – Circular economy - Measuring and assessing circularity officieel gepubliceerd. Deze norm biedt een internationaal erkend kader om op een internationaal erkend kader om op consistente en reproduceerbare wijze circulariteit te meten en beoordelen.

Waar veel wet- en regelgeving zich vooral richt op verplichte productdata en transparantie in de keten, biedt ISO 59020 juist de methodologische onderbouwing om circulaire prestaties op een onderbouwde manier vast te stellen.

Hoewel toepassing van de ISO 59020 niet verplicht is, is het vanuit strategisch oogpunt verstandig om de indicatoren uit deze norm mee te nemen. Om die reden zijn deze indicatoren opgenomen in hoofdstuk 3 van deze leidraad. Afhankelijk van de specifieke sector, organisatie en de ketenpartners kunnen er ook nog aanvullende standaarden en normen gelden. Deze kunnen niet worden opgenomen in hoofdstuk 3, maar bij de implementatie van circulaire methoden en productpaspoorten is het raadzaam hier zo veel mogelijk op aan te sluiten om extra werk te beperken en de interoperabiliteit te vergroten.

3. Circulariteit meten

3.1 Introductie

Hoofdstuk 2 beschrijft de belangrijkste wet- en regelgeving rond circulariteit, duurzaamheid en toxiciteit. Hoofdstuk 3 vertaalt deze kaders naar de praktijk: welke data is nodig, hoe betrouwbaar is die data en hoe organiseer je het verzamelen en delen ervan binnen de keten.

In paragraaf 3.2 staat een overzicht van circulaire datapunten die idealiter worden vastgelegd op basis van bestaande en verwachte regelgeving. Deze uitgebreide lijst fungeert als een 'wensenlijst' van gegevens die van belang zijn voor het monitoren van circulaire prestaties. Per datapunt wordt een methode of norm gesuggereerd om de informatie eenduidig en bruikbaar vast te leggen en te delen.

Paragraaf 3.3 brengt structuur aan in deze lijst door de datapunten te prioriteren: van wettelijk verplicht tot vrijwillig. Paragraaf 3.4 gaat in op de kwaliteit van data. Niet alle informatie is even betrouwbaar, actueel of gedetailleerd, en soms ontbreekt data volledig. Daarom wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende niveaus van datakwaliteit.

Tot slot laat paragraaf 3.5 zien hoe het verzamelen en delen van data in de praktijk wordt georganiseerd. Omdat de lijst met datapunten omvangrijk is, is samenwerking tussen ketenpartners onmisbaar. Data wordt in de praktijk door verschillende partijen verzameld, die deze onderling uitwisselen en beschikbaar stellen aan organisaties waarvoor dit wettelijk verplicht is. Niet iedere organisatie hoeft dus zelf alle data te verzamelen. Paragraaf 3.5 licht tevens de technieken en methoden toe die uitwisseling mogelijk kunnen maken, met nadruk op welke gegevens precies worden gedeeld.

3.2 Circulaire datapunten

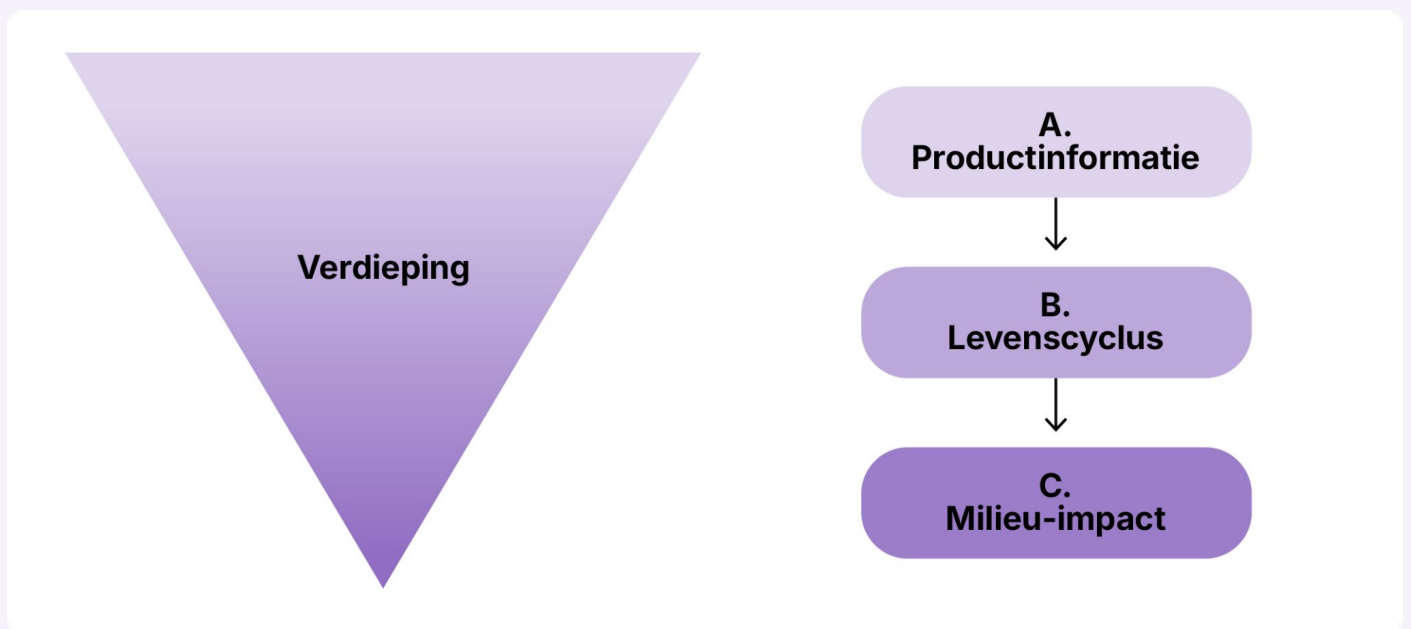
Deze paragraaf biedt een overzicht van circulaire datapunten die idealiter verzameld zouden moeten worden op basis van bestaande en toekomstige wet- en regelgeving uit hoofdstuk 2. Het betreft een uitgebreide lijst, die kan worden gezien als een 'wensenlijst' van gewenste gegevens.

Onder elk datapunt wordt een suggestie gedaan voor relevante bepalingsmethoden of normen. Zo kan de informatie op een consistente, controleerbare en bruikbare manier worden vastgelegd en gedeeld binnen de keten.

Om richting te geven aan het verzamelen van grondstof- en productdata zijn de benodigde datapunten onderverdeeld in drie hoofdcategorieën.

De drie circulaire datacategorieën zijn:

- **Categorie A - Productinformatie:** Beschrijft op een hoog niveau de algemene technische, operationele en circulaire kenmerken van de machine. Hieronder valt bijvoorbeeld grondstofsamenstelling, verbruiksgegevens, levensduur, garanties, onderhoud en ondersteuning, evenals het potentieel voor hergebruik, reparatie en recycling.
- **Categorie B – Levenscyclus:** Gaat een stap verder door in te zoomen op de verschillende stromen tijdens de levenscyclus. Het omvat alle kwantitatieve gegevens over materiaal-, energie-, water-, afval- en transportstromen die optreden in de productie-, installatie-, gebruiks- en end-of-life fase van de machine.
- **Categorie C – Milieu-impact:** Bevat de berekende of gemeten milieueffecten van de Categorie B datapunten van de volledige levenscyclus van de machine. Het wordt weergegeven in erkende impactcategorieën zoals klimaatverandering, verzuring, vermisting, toxiciteit, grondstoffengebruik en landgebruik, uitgesplitst naar levenscyclusfase.



Figuur 1. Overzicht van circulaire datacategorieën



Overzicht van circulaire datapunten per circulaire datacategorie

De circulaire datapunten zijn als volgt:

A. Productinformatie Circulaire datapunten	
A1. Grondstofsamenstelling	A1.1 Grondstoffenlijst
	A1.2 Aandeel gerecyclede grondstoffen
	A1.3 Aandeel kritieke grondstoffen
	A1.4 Aandeel Zeer Zorgwekkende Stoffen
	A1.5 Aandeel hernieuwbare grondstoffen
	A1.6 Aandeel herbruikte content
A2. Operationeel verbruik	A2.1 Energieverbruik
	A2.2 Waternutverbruik
A2. Operationeel verbruik	A2.3 Verbruiksmiddelen
	A2.4 Energie-label
	A2.5 Stand-by verbruik
	A3.1 Verwachte of overeengekomen levensduur
A3. Levensduur	A3.2 Leeftijd apparaat
	A3.3 Actuele levenscyclus
	A4.1 Productgarantie
A4. Garantie en ondersteuning	A4.2 Product support
	A4.3 Software support
	A5.1 Reparatie- en onderhoudsinstructies
A5. Beheer	A5.2 Onderhoudsplan
	A5.3 Uitgevoerde reparaties en onderhoud
	A5.4 Circulair plan
	A5.5 Verantwoordelijkheden
	A6.1 Repareerbaarheid, onderhouds- en opknappmogelijkheid
A6. Potentie voor waardebehoud	A6.2 Toelichting verbeterbaarheid, herproductiemogelijkheid
	A6.3 Toelichting recyclebaarheid
	A6.4 Toelichting toepassing van hergebruik

B. Levenscyclus

Circulaire datapunten

B1. Materiaalverbruik	B1.1 Productmaterialen
	B1.2 Verbruiksmiddelen
	B1.3 Hulpgrondstoffen
	B1.4 Verbruik van verpakkingsmateriaal
B2. Energie	B2.1 Energieverbruik
	B2.2 Aandeel hernieuwbare energie
B3. Water	B3.1 Waternverbruik
	B3.2 Circulair watergebruik
	B3.3 Ratio van waterhergebruik of -recirculatie
	B3.4 Geloosd water volgens kwaliteitsnormen
B4. Afval	B4.1 Afvalproductie
B5. Transport	B5.1 Transportbewegingen
B6 End of life machine	B6.1 Fractie hergebruik bij end-of-life
	B6.2 Fractie recycling bij end-of-life
	B6.3 Toelichting toepassing gerecyclede grondstoffen
	B6.4 Fractie verbranding bij end-of-life
	B6.5 Fractie landfill bij end-of-life
	B6.6 Fractie hercirculatie materialen bij end-of-life
	B6.7 Teruggewonnen kritieke grondstoffen

C. Milieu-impact Circulaire datapunten	
C1. Impact op klimaatverandering	C1.1 Totale impact
	C1.2 Impact productiefase
	C1.3 Impact installatiefase
	C1.4 Impact gebruiksfase
	C1.5 Impact end-of-life
C2. Impact op andere milieu indicatoren	C2.1 Aantasting van de ozonlaag
	C2.2 Ioniserende straling (menselijke gezondheid)
	C2.3 Fotochemische ozonvorming (menselijke gezondheid)
	C2.4 Fijnstofvorming
	C2.5 Verzuring
	C2.6 Vermesting land
	C2.7 Vermesting zoetwater
	C2.8 Vermesting marien milieu
	C2.9 Ecotoxiciteit zoetwater
	C2.10 Ecotoxiciteit marien milieu
	C2.11 Toxiciteit mens (kanker)
	C2.12 Toxiciteit mens (niet kanker)
	C2.13 Landgebruik
	C2.14 Materiaalverbruik – fossiele brandstoffen
	C2.15 Materiaalverbruik – metalen en mineralen
C3. Samenvattende milieu-impact score	C3.1 Single score indicator (nPt)

Figuur 2. Overzicht van circulaire datapunten per circulaire datacategorie

Categorie A - Productinformatie

A1 Grondstofsamenstelling

- **A1.1 Grondstoffenlijst:** Een lijst met alle grondstoffen verwerkt in het product, uitgedrukt in kilogram.
 - Verzamel CAD/BOM-gegevens van de machine in kwestie, inclusief gekoppelde materiaaleigenschappen, om zo veel mogelijk van de materiaalsamenstelling te bepalen.
 - Vraag, waar nodig, materiaalspecificaties of een bill of materials op bij leveranciers van inkooponderdelen.
 - Ontmantel indien noodzakelijk een onderdeel en weeg de materialen afzonderlijk ter verificatie van de opgegeven waarden.
 - Structureer de data in een lijst, waarin kilogram per materiaal, de bron en eventuele bewijsdocumenten vast zijn gelegd.
- **A1.2 Aandeel gerecyclede grondstoffen:** Het gewicht in kilogram van alle gerecyclede grondstoffen die in het product zijn verwerkt en de fractie in procent van het totaalgewicht van de betreffende grondstof.
 - Bepaal per materiaal en vraag de grondstof / materiaalcertificaten of ISO 14021 (zelfverklaarde milieueclaims) op bij leveranciers.
 - Voor kunststofproducten in contact met voedsel: controleer volgens EC 10/2011 i.c.m. de verordening EC 1935/2004 op naleving van migratielimieten en procesregistratie.
 - Gebruik gemiddeldes uit een LCA databases (Ecoinvent, GaBi, Idemat) of sectorrapportages (Ellen MacArthur Foundation, European Aluminium / World Steel Association, PlasticsEurope).
- **A1.3 Aandeel kritieke grondstoffen:** Het gewicht in kilogram van alle kritieke grondstoffen die in het product zijn verwerkt en de totale fractie in procent van het totaalgewicht van de betreffende grondstof.
 - Gebruik de '2020 EU Critical Raw Materials list' om kritieke grondstoffen in de grondstofsamenstelling van A1.1. te identificeren
- **A1.4 Aandeel Zeer Zorgwekkende Stoffen:** Het gewicht in kilogram van alle Zeer Zorgwekkende Stoffen die in het product zijn verwerkt en de totale fractie in procent van het totaalgewicht van de betreffende grondstof.
 - Gebruik de 'Totale lijst van Zeer Zorgwekkende Stoffen' van het RIVM om ZZS in de grondstofsamenstelling van A1.1. te identificeren
- **A1.5 Aandeel hernieuwbare grondstoffen:** Het gewicht in kilogram van alle hernieuwbare grondstoffen die in het product zijn verwerkt en de totale fractie in procent van het totaalgewicht van de betreffende grondstof.
 - Bepaal per materiaal of de grondstof hernieuwbaar is op basis van herkomst informatie (biogeen vs. fossiel/mineraal). Gebruik normen zoals EN 16785-1, ISO 59020 of 'Hernieuwbare grondstof en materiaal voor de bouw' (Agrodome, 2022) als referentie.
 - Vraag leveranciers naar certificaten of verklaringen van hernieuwbare oorsprong (bijv. FSC, biobased label).
- **A1.6 Aandeel hergebruikte content:** Het gewicht in kilogram van alle hergebruikte componenten die in het product zijn verwerkt en de totale fractie in procent van het totaalgewicht van de machine.
 - Inventariseer of onderdelen uit eerdere levenscyclus opnieuw zijn ingezet (remanufactured, refurbished, reused), verzamel deze data via leveranciersverklaringen, interne traceerbaarheidssystemen of onderhoudshistorie. ISO 59020 biedt handvatten voor het bepalen van deze indicator.

A2 Operationeel verbruik

- **A2.1 Energieverbruik:** Energieverbruik in kWh per uur bij normale operatie
 - Meet onder representatieve bedrijfsomstandigheden met geijkte meetapparatuur.
 - Voer metingen uit over een voldoende lange periode om variaties door belasting of omgevingstemperatuur te middelen.
 - Documenteer de meetmethode, meetduur en omstandigheden.
- **A2.2 Waterverbruik:** Waterverbruik in liter bij normale operatie
 - Meet met geijkte flowmeters over een volledige gebruikscyclus of meerdere cycli.
 - Leg de meetopstelling, meetperiode en omstandigheden vast.
- **A2.3 Verbruiksmiddelen:** Verbruiksmiddelen bij normale operatie
 - Bepaal type en hoeveelheid op basis van handleidingen, onderhoudsplannen of leveranciersinformatie.
 - Indien mogelijk valideren door monitoring van verbruik over een representatieve periode.
 - Documenteer gebruikte bronnen, eenheden en frequentie van vervanging of bijvulling
- **A2.4 Energielabel:** Het Europees Energielabel die de energie-efficiëntieklasse van het product aangeeft.
 - Controleer of het product onder EU-energielabelverplichting valt (Richtlijn 2017/1369). Indien niet van toepassing: geef dit aan en vermeld alternatieve efficiëntie gegevens.
 - Bepaal volgens de voor het producttype geldende EU-verordening.
 - Gebruik geaccrediteerde testmethoden en leg resultaten vast.
 - Controleer dat de opgegeven klasse overeenkomt met het officiële label.
- **A2.5 Stand-by verbruik:** Het gemiddelde stroomverbruik (in W) van een apparaat wanneer het aangesloten is maar niet actief gebruikt wordt, inclusief zowel de “uitgeschakeld-klaar”-stand als de netwerk-stand-by.
 - Meet met geijkte apparatuur volgens relevante norm (zoals IEC 62301) onder standaardomstandigheden.
 - Meet afzonderlijke stand-by modi en bereken een gewogen gemiddelde op basis van gebruiksprofiel.
 - Documenteer de meetmethode, duur en resultaten.

A3 Levensduur

- **A3.1 Verwachte of overeengekomen levensduur:** De verwachte of overeengekomen levensduur dat de machine in gebruik zal blijven, uitgedrukt in jaren. De levensduur refereert aan de totale gebruiksfase van het product in jaren.
 - Documenteer wat is afgesproken met de eindgebruiker van de machine. Ga waar nodig het gesprek aan met de klant
 - Indien nodig, maak een inschatting op basis van levensduur van onderdelen van de machine of contractuele specificaties van onderdelen leveranciers.
 - Maak een inschatting op basis van het ontwerp of de gebruiksnorm
- **A3.2 Leeftijd apparaat:** De huidige leeftijd van de machine in jaren, vanaf het moment van de originele productie.
 - Gebruikers verzamelen data via onderhoudslogboeken of de originele datum van installatie / pakbon.
- **A3.3 Actuele levenscyclus:** De huidige levenscyclus van een product. In andere woorden, is het apparaat nieuw gebouwd (1e levenscyclus) of overgenomen na refurbishing/remanufacturing (2e levenscyclus)
 - Registreer de hergebruik status met behulp van intern asset management of leveranciersverklaringen.
 - Indien nodig, gebruiken tracking data, onderhoudshistorie of serienummerregistratie.

A4 Garantie en ondersteuning

- **A4.1 Productgarantie:** De garantie voor correct functioneren van de machine, in jaren (mogelijk wettelijk vastgesteld)
 - Noteer fabrieks- of verkoopgarantie uit contract of technische specificaties.
 - Verifieer met garantievoorwaarden of CE-conformiteitsverklaringen.
- **A4.2 Product Support:** Aantal jaren aangeboden productondersteuning vanuit de fabrikant, zoals servicebeurten en beschikbaarheid van reserveonderdelen.
 - Vraag op bij (onderdelen) leverancier of fabrikant
 - Controleer onderdelen beleid of beschikbaarheid verklaringen.
- **A4.3 Software support:** Aantal jaren aangeboden software support (updates en upgrades) vanuit de fabrikant
 - Verifieer in de SLA (service level agreement) of onderhoudscontracten.
 - Vraag (onderdelen) leverancier(s) expliciet naar het einddatum beleid.

A5 Beheer

- **A5.1 Reparatie- en onderhoudsinstructies:** De reparatie- en onderhoudsinstructies van de machine, toegevoegd als link of bijlage
 - Vraag bij fabrikant of leverancier van onderdelen naar technische documentatie van subonderdelen.
 - Fabrikanten leggen de reparatie- en onderhoudsinstructies vast.
- **A5.2 Onderhoudsplan:** Een overzicht van het geplande onderhoud en software-updates die nodig zijn om de werking, veiligheid en levensduur van het product te waarborgen tijdens de gebruiksfase.
 - Noteer onderhoudsintervallen, type onderhoud (preventief/correctief/softwarematig) en benodigde onderdelen en gereedschappen.
 - Vermeld wie verantwoordelijk is voor uitvoering (gebruiker, fabrikant, derde partij)
 - Verwijs naar onderhoudsinstructies, handleidingen of servicelinks
- **A5.3 Uitgevoerde reparaties en onderhoud:** Een overzicht van het onderhoud dat daadwerkelijk is uitgevoerd tijdens de gebruikperiode van het product. Dit kan preventief of correctief onderhoud zijn, inclusief eventuele upgrades, vervangingen of revisies.
 - Gebruik onderhoudslogboeken, asset management systemen of rapporten van onderhoudspartijen om dit te registreren.
 - Noteer frequentie, datum en type onderhoud (preventief, correctief, inspectief)
 - Vermeld welke onderdelen zijn vervangen, gerepareerd of aangepast
 - Koppel gegevens indien mogelijk aan serienummer of product-ID
- **A5.4 Circulair plan:** Omschrijving van het plan of de ambitie om een apparaat of installatie over de gehele levenscyclus zo veel mogelijk waarde te laten behouden.
 - De verkopende partij en de gebruiker stellen samen naar de (verwachte) levenscyclus van het product en stellen een plan op om de waarde van het product op zo hoog mogelijk niveau te houden.
 - Bepaal samen op welk moment je bij voorkeur welke circulaire strategie toepast (zie paragraaf 4.3 voor meer informatie).
- **A5.5 Verantwoordelijkheid:** Leg vast welke afspraken zijn gemaakt over de overdracht van verantwoordelijkheid aan een nieuwe partij bij overdracht van de machine, inclusief eventuele documenten die dat onderbouwen. Dit geldt bijvoorbeeld bij hergebruik of refurbishment. Zorg ervoor dat de oorspronkelijke producent, ontwerper en/of vorige gebruiker gevrijwaard kunnen worden van aansprakelijkheid na overdracht.
 - Bepaal samen met de ontvangende partij wie waarvoor verantwoordelijk is na de overdracht.

A6 Potentie voor waardebehoud

- **A6.1 Repareerbaarheid, onderhouds- en opknappmogelijkheid:** Een toelichting over de repareerbaarheid en onderhoudsmogelijkheden. Denk aan modulariteit, verenigbaarheid met gemakkelijk verkrijgbare gereedschappen en reserveonderdelen, beschikbaarheid van reparatie- en onderhoudsinstructies, aantal gebruikte materialen en onderdelen, gebruik van standaardonderdelen, gebruik van coderingsnormen ter identificatie van onderdelen en materialen, aantal en complexiteit van de benodigde processen en of er gespecialiseerde gereedschappen nodig zijn, gemak waarmee niet-destructieve demontage en montage plaatsvinden, voorwaarden voor toegang tot productgegevens, voorwaarden voor toegang tot of het gebruik van de benodigde hardware en software; Inzicht in verouderingsmechanismen van het product.
 - Beoordeel via modulaire opbouw, beschikbaarheid van onderdelen/instructies, en standaardisatie.
 - Gebruik criteria uit ISO 59020 of repareerbaarheidsscores (zoals iFixit of EU Ecodesign-richtlijnen).
 - Vraag de fabrikant om technische fiches en demontage-informatie.
- **A6.2 Toelichting verbeterbaarheid, herproductiemogelijkheid:** Een toelichting van de verbetermogelijkheid en herproductiemogelijkheid van het product. Denk aan onderwerpen zoals: gebruik van standaardonderdelen, coderingsnormen, aantal en complexiteit van processen, toegankelijkheid van data en tools, garanties voor hergebruik, en modulariteit.
 - Vraag (onderdelen) leverancier(s) naar modulariteit, standaardisatie, updatebaarheid en herproductiebeleid.
 - Beoordeel de toegankelijkheid van componenten, tools, data, en de aanwezigheid van documentatie en coderingsnormen. Gebruik herproductiecriteria uit ISO 59020
- **A6.3 Toelichting recycleerbaarheid:** Een toelichting m.b.t. in hoeverre (onderdelen van) het product kan worden gerecycled en is ontworpen voor recycling. Denk aan: gebruik van gemakkelijk recyclebare materialen, toegankelijke en niet-destructieve demontage, aanwezigheid van coderingen, standaardisatie, en toegang tot benodigde gegevens en software.
 - Een toelichting m.b.t. in hoeverre (onderdelen van) het product kan worden gerecycled en is ontworpen voor recycling. Denk aan: gebruik van gemakkelijk recyclebare materialen, toegankelijke en niet-destructieve demontage, aanwezigheid van coderingen, standaardisatie, en toegang tot benodigde gegevens en software.
- **A6.4 Toelichting toepassing van hergebruik:** Een toelichting m.b.t. in hoeverre er onderdelen van het product kunnen worden hergebruikt en/of worden hergebruikt op het moment dat het gehele product niet meer bruikbaar is. Bijvoorbeeld % hergebruik van onderdelen, lijst met hergebruikte onderdelen, toepassing van hergebruik van onderdelen.
 - Bepaal, i.s.m. leveranciers of servicepartners, welke onderdelen geschikt zijn voor hergebruik bij demontage of op dit moment al hergebruikt worden.

Categorie B - Levenscyclus²

B1 Materiaalverbruik

- **B1.1 Productmaterialen:** Verbruik van materialen die deel uitmaken van de machine zelf, gemeten bij de installatie van de machine. Omvat alleen de fysieke machinecompositie en sluit verbruiksmiddelen, hulpgrondstoffen en verpakkingsmateriaal uit.
 - Maak gebruik van de data zoals gevonden bij A1.1
- **B1.2 Verbruiksmiddelen:** verbruik van middelen die tijdens de gebruiksfase van de machine regelmatig vervangen of bijgevuld moeten worden, zoals filters, cartridges, pakkingen, additieven of smeerolie voor operationeel gebruik.
 - Maak gebruik van de data zoals gevonden bij A2.3
- **B1.3 Hulpgrondstoffen:** zijn grondstoffen die nodig zijn voor productie, installatie of gebruik, maar geen direct onderdeel worden van het product of tijdens gebruik direct verbruikt worden. Denk aan smeermiddelen tijdens productie, koelvloeistoffen in bewerkingsmachines, reinigingsmiddelen.
 - Inventariseer op basis van productie- en installatiedocumentatie, leveranciersinformatie of procesbeschrijvingen.
 - Vraag uit bij leveranciers, installatiebedrijven en gebruikers naar type, hoeveelheid en toepassing van deze stoffen.
- **B1.4 Verbruik van verpakkingsmateriaal:** de hoeveelheid en het type verpakkingsmateriaal dat wordt ingezet voor transport, opslag en levering van de machine en onderdelen.
 - Verzamel gegevens via inkoop-, productie- en logistieke documentatie.
 - Vraag leveranciers of logistieke partners naar specificaties, hoeveelheden en hergebruik- of afvalverwerking van het verpakkingsmateriaal.

B2 Energie

- **B2.1 Energieverbruik:** een lijst van de hoeveelheid energie die wordt gebruikt tijdens de productie, installatie, gebruik en end-of-life verwerking van de machine. Dit omvat zowel elektriciteit als andere energiedragers, zoals gas, stoom of brandstoffen.
 - Verzamel data over de gebruiksfase via energiemeters, procesregistraties of monitoringsoftware op eigen locatie.
 - Verzamel data over energiegebruik bij installatie bij installatiebedrijven
 - Vraag data over energieverbruik bij verwerking bij end-of-life op bij demontagebedrijven.
 - Vraag leveranciers naar energieverbruik in productieprocessen toeleveringen of onderdelen (bijv. via LCA-rapporten en EPD's)
 - Gebruik secundaire data uit LCA-databases zoals Ecoinvent, GaBi of Idemat indien primaire data ontbreekt.
- **B2.2 Aandeel hernieuwbare energie:** Fractie hernieuwbare energie in % van het totale energieverbruik zoals beschreven hierboven.
 - Verzamel primaire data over het aandeel hernieuwbare energie in de energievoorziening van eigen processen (bijv. via energieleveranciers of GvO's).
 - Vraag leveranciers naar het aandeel hernieuwbare energie in hun energieverbruik, eventueel onderbouwd met certificaten of rapportages
 - Gebruik secundaire bronnen (CBS, Eurostat, Ecoinvent, GaBi) om hernieuwbare energiemixen te schatten als directe informatie ontbreekt.

²We hanteren in deze lijst de verdeling van de levenscyclus in productie, installatie, gebruik, en end-of-life volgens de afbakening van EN 15804. Raadpleeg appendix B voor meer informatie.

B3 Water

- **B3.1 Waterverbruik:** een lijst van de hoeveelheid water in liter die wordt gebruikt tijdens de **productie, installatie, gebruik** en **end-of-life** verwerking van de machine.
 - Verzamel data over waterverbruik in de gebruiksfase via watermeters, procesregistraties of monitoringsoftware.
 - Vraag installatiebedrijven naar waterverbruik tijdens installatie.
 - Vraag demontage- of recyclingbedrijven naar waterverbruik tijdens end-of-life verwerking.
 - Vraag leveranciers naar waterverbruik in hun productieprocessen voor onderdelen of materialen (bijv. via LCA-rapporten of EPD's).
 - Gebruik secundaire data uit LCA-databases zoals Ecoinvent, GaBi of Idemat indien primaire data ontbreekt.
- **B3.2 Circulair watergebruik:** Fractie water in % dat afkomstig is uit circulaire bronnen, zoals hergebruikt proceswater of regenwater.
 - Verzamel data over hergebruikte waterstromen via interne waterbeheerregistraties.
 - Vraag leveranciers en installatiebedrijven naar hun aandeel circulair watergebruik, onderbouwd met procesdocumentatie of certificaten.
 - Gebruik secundaire bronnen of sectorgemiddelden indien directe data ontbreekt.
- **B3.3 Ratio van waterhergebruik of -recirculatie:** het gemiddeld aantal keren dat water binnen een installatie of proces wordt hergebruikt voordat het wordt afgevoerd of vervangen, als maat voor watercirculatie en efficiëntie.
 - Bepaal aan de hand van interne proces- of waterbalansen in eigen productie of gebruiksfase.
 - Vraag leveranciers naar procesgegevens over waterrecirculatie.
 - Gebruik secundaire data of technische referenties als er geen primaire informatie beschikbaar is.
- **B3.4 Geloosd water volgens kwaliteitsnormen:** Percentage (op basis van volume) van het totaal onttrokken water dat wordt geloosd volgens de principes van circulariteit.
 - Verzamel gegevens via interne lozingsrapportages of meetgegevens van waterbeheerders.
 - Vraag installatie-, productie- en recyclingpartners naar lozingskwaliteit en hoeveelheid.
 - Gebruik secundaire bronnen als CBS, Eurostat of LCA-databases voor schattingen bij ontbrekende data.

B4 Afval

- **B4.1 Afvalproductie:** Een overzicht van afval zoals verpakkingsafval, materiaalverliezen etc. dat bij de **productie, installatie, gebruik** en **end-of-life** van de machine (exclusief de machine zelf) inclusief een omschrijving van de verwerkingswijze.
 - Verzamel data over afvalproductie in de gebruiksfase via interne afvalregistraties of inzamelrapportages.
 - Vraag installatiebedrijven naar afvalstromen tijdens installatie en verwerking.
 - Vraag demontage- of recyclingpartners naar afvalproductie tijdens end-of-life.
 - Vraag leveranciers naar afvalstromen in hun productieprocessen voor onderdelen en materialen.
 - Vraag gebruikers naar afvalstromen tijdens gebruik
 - Gebruik data uit LCA-databases (Ecoinvent, GaBi, Idemat) of sectorrapportages indien andere data ontbreekt.

B5 Transport

- **B5.1 Transportbewegingen:** Een overzicht van de transportbewegingen die plaatsvinden tijdens de **productie van de machine** en onderdelen, evenals de **installatie** en **end-of-life**.
 - Verzamel data uit interne logistieke registraties of transportmanagementsystemen.

- Vraag leveranciers en installatiebedrijven naar transportafstanden, modaliteiten en frequenties.
- Vraag end-of-life verwerkers naar transportgegevens voor retour- of afvoerbewegingen.
- Gebruik data uit logistieke sectorrapportages bij ontbrekende andere data.

B6 End of life machine:

- **B6.1 Fractie hergebruik bij end-of-life:** Percentage daadwerkelijk hergebruikt materiaal afkomstig van de machine het product aan het einde van de levenscyclus, in % van het totaalgewicht
 - Vraag leveranciers of recyclingpartners naar de toepassing van teruggewonnen materialen. Gebruik eventueel praktijkdata of ketenstudies als onderbouwing.
- **B6.2 Fractie recycling bij end-of-life:** Percentage daadwerkelijk gerecycled materiaal aan het einde van de levenscyclus, in % van het totaalgewicht
 - Vraag leveranciers of recyclingpartners naar de toepassing van teruggewonnen materialen. Gebruik eventueel praktijkdata of ketenstudies als onderbouwing.
- Teruggewonnen kritieke grondstoffen
- **B6.3 Toelichting toepassing gerecyclede grondstoffen:** Een toelichting m.b.t. voor welke toepassing de teruggewonnen grondstoffen d.m.v. recycling gebruikt zijn. In hoeverre zijn de gerecyclede grondstoffen gebruikt voor een hoogwaardiger, zelfde of laagwaardiger toepassing.
 - Vraag leveranciers of recyclingpartners naar de toepassing van teruggewonnen materialen. Gebruik eventueel praktijkdata of ketenstudies als onderbouwing.
- **B6.4 Fractie verbranding bij end-of-life:** Percentage van het totaalgewicht van de machine dat wordt verbrand voor energierugwinning of afvalverwerking.
 - Vraag leveranciers of recyclingpartners naar de toepassing van teruggewonnen materialen. Gebruik eventueel praktijkdata of ketenstudies als onderbouwing.
- **B6.5 Fractie landfill bij end-of-life:** Percentage van het totaalgewicht van de machine dat wordt gestort.
 - Vraag leveranciers of recyclingpartners naar de toepassing van teruggewonnen materialen. Gebruik eventueel praktijkdata of ketenstudies als onderbouwing.
- **B6.6 Fractie hercirculatie materialen bij end-of-life:** Fractie biologisch afbreekbare materialen dat bij einde levensduur op een veilige manier terugkeert naar de biosfeer. Dit omvat alleen materialen die aantoonbaar afbreken zonder schadelijke effecten en voldoen aan de voorwaarden voor biologische recirculatie, zoals composteerbaarheid en milieuveiligheid.
 - Vraag leveranciers of recyclingpartners naar de toepassing van teruggewonnen materialen. Gebruik eventueel praktijkdata of ketenstudies als onderbouwing.
- **B6.7 Teruggewonnen kritieke grondstoffen:** Het gewicht in kilogram van alle kritieke grondstoffen die bij einde levensduur van het product worden teruggewonnen, en het aandeel daarvan als percentage ten opzichte van de oorspronkelijke verwerkte hoeveelheid van die grondstof in het product.
 - Combineer de gegevens uit A1.3. met data van recyclers. Indien niet beschikbaar, gebruik dan bijvoorbeeld recyclingdata uit o.a. brancherapporten (bv. voor kobalt, lithium, neodymium) en studies van de EU CRM Alliance, EEA en Annexes bij de CRMA.
 - Bepaal voor elke kritieke grondstof de oorspronkelijke verwerkte hoeveelheid en de verwachte teruggewonnen fractie bij einde levensduur.

Categorie C - Milieu Impact

C1 Impact op klimaatverandering

- **C1.1** De totale impact van de complete levenscyclus van de machine op klimaatverandering, uitgedrukt in kilogram CO₂-equivalenten
 - Maak een optelling van de punten C1.2 t/m 1.5

- **C1.2 Productiefase:** De hoeveelheid kilogram CO₂-equivalenten in de productiefase en het % ten opzichte van het totale aantal kilogram CO₂-equivalenten gedurende de gehele levenscyclus.
 - Indien beschikbaar, vraag LCAs of EPDs op over materialen, onderdelen of van toeleveranciers.
 - Gebruik de data uit categorie B om zelf een LCA uit te voeren met de 'Self Assessment tool' van CIRCO.
 - Gebruik secundaire data uit LCA-databases (Ecoinvent, GaBi, Idemat) voor ontbrekende bronnen.
- **C1.3 Installatiefase:** De hoeveelheid kilogram CO₂-equivalenten in de installatiefase en het % ten opzichte van het totale CO₂ gedurende de gehele levenscyclus.
 - Indien beschikbaar, vraag LCAs of EPDs op over materialen, onderdelen of van toeleveranciers.
 - Gebruik de data uit categorie B om zelf een LCA uit te voeren met de 'Self Assessment tool' van CIRCO.
 - Gebruik secundaire data uit LCA-databases (Ecoinvent, GaBi, Idemat) voor ontbrekende bronnen.
- **C1.4 Gebruiksfase:** De hoeveelheid kilogram CO₂-equivalenten in de gebruiksfase en het % ten opzichte van het totale CO₂ gedurende de gehele levenscyclus.
 - Indien beschikbaar, vraag LCAs of EPDs op over materialen, onderdelen of van toeleveranciers.
 - Gebruik de data uit categorie B om zelf een LCA uit te voeren met de 'Self Assessment tool' van CIRCO.
 - Gebruik secundaire data uit LCA-databases (Ecoinvent, GaBi, Idemat) voor ontbrekende bronnen.
- **C1.5 End-of-life:** De hoeveelheid kilogram CO₂-equivalenten in de end-of-life fase en het % ten opzichte van het totale CO₂ gedurende de gehele levenscyclus.
 - Indien beschikbaar, vraag LCAs of EPDs op over materialen, onderdelen of van toeleveranciers.
 - Gebruik de data uit categorie B om zelf een LCA uit te voeren met de 'Self Assessment tool' van CIRCO.
 - Gebruik secundaire data uit LCA-databases (Ecoinvent, GaBi, Idemat) voor ontbrekende bronnen.

C2 Impact op andere milieu indicatoren

- Gebruik voor de impact op andere milieu indicatoren het LCA model of de opgevraagde EPDs/LCAs van C1.
- **C2.1 Aantasting van de ozonlaag:** De totale impact van de complete levenscyclus van de machine op ozon depletie, uitgedrukt in kg CFC-11-eq.
- **C2.2 Ioniserende straling (menselijke gezondheid):** De totale impact van de complete levenscyclus van de machine op ioniserende straling, uitgedrukt in kBq U235-eq.
- **C2.3 Fotochemische ozonvorming (menselijke gezondheid):** De totale impact van de complete levenscyclus van de machine op fotochemische ozonvorming, uitgedrukt in kg NMVOC-eq.
- **C2.4 Fijnstofvorming:** De totale impact van de complete levenscyclus van de machine op partikulair stof, uitgedrukt in ziektegevallen (disease incidences).
- **C2.5 Verzuuring:** De totale impact van de complete levenscyclus van de machine op verzuuring, uitgedrukt in kg H⁺-eq.
- **C2.6 Vermesting land (terrestrisch):** De totale impact van de complete levenscyclus van de machine op landvermesting, uitgedrukt in kg N-eq.
- **C2.7 Vermesting zoetwater:** De totale impact van de complete levenscyclus van de machine op zoetwatervermesting, uitgedrukt in kg N-eq.
- **C2.8 Vermesting marien milieu:** De totale impact van de complete levenscyclus van de machine op marien eutroficatie, uitgedrukt in kg N-eq.
- **C2.9 Ecotoxiciteit zoetwater:** De totale impact van de complete levenscyclus van de machine op zoetwater ecotoxiciteit, uitgedrukt in CTUe.

- **C2.10 Ecotoxiciteit zeewater:** De totale impact van de complete levenscyclus van de machine op marine ecotoxicity, uitgedrukt in CTUe.
- **C2.11 Toxiciteit mens (kanker):** De totale impact van de complete levenscyclus van de machine op human toxicity, cancer effects, uitgedrukt in CTUh.
- **C2.12 Toxiciteit mens (niet-kanker):** De totale impact van de complete levenscyclus van de machine op human toxicity, non-cancer effects, uitgedrukt in CTUh.
- **C2.13 Landgebruik:** De totale impact van de complete levenscyclus van de machine op land use, uitgedrukt in punten (bodemkwaliteit).
- **C2.14 Materiaalverbruik - fossiele brandstoffen:** De totale impact van de complete levenscyclus van de machine op resource use – fossils, uitgedrukt in MJ.
- **C2.15 Materiaalverbruik - metalen en mineralen:** De totale impact van de complete levenscyclus van de machine op resource use – minerals and metals, uitgedrukt in kg Sb-eq.

C3. Samenvattende milieu-impactscore

- **C3.1 Single score indicator (nPt):** De geaggregeerd milieu impact van de levenscyclus van een product. Deze waarde wordt uitgedrukt in dimensieloze punten.
 - Gebruik het LCA model of de opgevraagde EPDs van C1 om de single score te rapporteren.

Hoewel deze lijst omvangrijk is, is niet elk datapunt direct even urgent. Daarom volgt nu een overzicht met prioriteiten op basis van wettelijke verplichting.

3.3 Prioritaire datapunten

In het licht van recente en aankomende Europese wet- en regelgeving is het essentieel om onderscheid te maken tussen datapunten die wettelijk verplicht zijn en datapunten die (vooralsnog) vrijwillig of sectorspecifiek worden aanbevolen. In deze paragraaf geven we richting aan de prioritering door uitsluitend te kijken naar de mate van juridische verplichting. Tabel 2 toont de drie categorieën van prioriteit. Tabel 3 toont een overzicht van wettelijke verplichting per datapunt of set datapunten.

Prioriteit	Toelichting
Verplicht	Het datapunt moet wettelijk worden verzameld en gerapporteerd op basis van geldende EU-regelgeving.
Aankomende of sectorspecifieke verplichting	Het datapunt is mogelijk verplicht onder sectorspecifieke ESPR-maatregelen of opkomende regelgeving.
Niet verplicht	Het datapunt wordt niet wettelijk voorgeschreven, maar kan wel waardevol zijn voor interne monitoring of ketensamenwerking.

Tabel 2. Toelichting op prioritering van circulaire datapunten

Indicator	Verplichting?	Toelichting
A1.1, B1.1 Grondstoffenlijst	ESPR CRMA	Vereist onder de ESPR als inhoud voor het DPP; CRMA stimuleert transparantie voor kritieke en strategische grondstoffen. ISO 59020 beschouwt dit als basis indicator voor circulariteit. De grondstofsamenstelling vormt de basis van LCAs
A1.2 Gerecyclede grondstoffen	ESPR Batterijverordening ISO 59020	ESPR stelt eisen aan recyclaatgehalte en opname van de data in een DPP; Batterijverordening verplicht minimaal gerecycled materiaal in bepaalde batterijen. ISO 59020 neemt dit op als circulaire materiaalindicator.
A1.3 Kritieke grondstoffen	CRMA ESPR	CRMA verplicht rapportage alleen indien via sectorspecifieke wetgeving. ESPR kan rapportage en opname in DPP verplicht stellen.
A1.4 ZZS (zeer zorgwekkende stoffen)	REACH RoHS ESPR	REACH vereist informatieplicht bij >0,1% SVHC. ESPR vereist opname van stoffen van zorg in DPP.
A1.5 Hernieuwbare grondstoffen	ESPR ISO 59020	ESPR noemt dit als duurzaamheidscriterium, maar nog geen generieke documentatieplicht. ISO 59020 neemt het op als optionele indicator.
A1.6 Hergebruikte componenten	ESPR ISO 59020	ESPR kan opname in DPP verplicht stellen voor specifieke productgroepen. ISO 59020 beschouwt dit als essentieel voor circulariteitscore.
A2.1, B2.1 Energieverbruik	ESPR ISO 59020 Energie label Ecodesign	Energieverbruik is een kernindicator in ESPR en ISO 59020. Relevant voor het uitvoeren van LCAs
A2.2, B3.1 t/m B3.1.4 Waterverbruik	ESPR ISO 59020	Geen generieke verplichting in ESPR. ISO 59020 neemt dit op als indicator. Relevante data voor LCAs.
A2.3, B1.2 Verbruiksgoederen	ESPR	Alleen verplicht als benoemd in sectorspecifieke ESPR-maatregelen. Relevant voor het uitvoeren van LCAs
A2.4 Energielabel	Energie label Richtlijn	Wettelijk verplicht via EU-energielabelrichtlijn.
A2.5 Standby-verbruik	ESPR Ecodesign	Verplicht onder Ecodesign-productregels volgens ESPR/ Ecodesignverordeningen.

Tabel 3. Overzicht van wettelijke verplichting per datapunt of set datapunten.

Indicator	Verplichting?	Toelichting
A3 + A4 Levensduur & support	ESPR Batterij-verordening	Rapportage over technische en functionele levensduur inclusief support is verplicht in de ESPR en batterijverordening.
A5.1, A5.2, A5.3 Onderhoud	ESPR	ESPR vereist transparantie over gepland en uitgevoerd onderhoud, onderdeel van DPP-data.
A5.4 en A5.5 circulair plan en verantwoordelijkheid		Geen juridische verplichting. Wel aanbevolen voor heldere communicatie in de keten en goede overdracht bij uitvoering van circulaire strategieën
A6.1 Repareerbaarheid	ESPR	ESPR vereist informatie over onderhoud en repareerbaarheid. Repareerbaarheidsscore wordt informatievereiste in het DPP
A6.2 t/m A6.4 Toelichting waardebehoud	ESPR Bouwproducten-verordening	Toelichtingen worden genoemd ESPR & CPR, maar geen verplichting. Deze indicator kan voor sommige productgroepen op den duur mogelijk verplicht worden gesteld.
B1.3 Hulpstoffen	REACH ESPR	REACH vereist registratie alleen voor stoffen van SVHC >0,1 % in machines. ESPR kan registratie sectorspecifiek verplicht stellen.
B1.4 Verpakkingen	ESPR	De ESPR kan sectorspecifiek eisen stellen aan de rapportage van verpakkingsmateriaal. Deze data is relevant voor LCAs
B2.2 Hernieuwbaar energiegebruik	ESPR ISO 59020	Gestimuleerd in de ESPR, geen eis. ISO 59020 vraagt onderbouwing aandeel hernieuwbaar energiegebruik.
B4.1 Afval	ESPR	Rapportage over afvalstromen is vereist onder de ESPR indien dit sectorspecifiek wordt voorgeschreven. Relevant voor LCAs
B5.1 Transport	ESPR	ESPR (indien sectorspecifiek benoemd). Relevant voor LCAs
B6.1 Hergebruik onderdelen	ESPR ISO 59020	Gestimuleerd in ESPR, kan verplicht worden voor specifieke; verplicht voor specifieke groepen. ISO 59020 benadrukt hergebruik als indicator.
B6.2 t/m B6.6, Teruggewonnen grondstoffen	ESPR CRMA Batterij-verordening ISO 59020	Batterijverordening en CRMA verplichten specifieke terugwinningspercentages voor kritieke grondstoffen in batterijen. Voor andere producten nog optioneel in ESPR. ISO 59020 omvat alle indicatoren als meetpunten.

Tabel 3. Overzicht van wettelijke verplichting per datapunt of set datapunten.

Indicator	Verplichting?	Toelichting
B6.7 Teruggewonnen kritieke grondstoffen	CRMA ESPR	Verplicht onder CRMA voor strategische/kritieke materialen en Batterijverordening voor relevante batterijen. ESPR kan sectorspecifiek verplicht stellen.
C1.1t/m C1.5 CO2-emissies	ESPR EPBD Batterij-verordening	ESPR + EPBD + Batterijverordening vereisen CO ₂ -emissierapportage in DPP voor relevante producten. Dit heeft als indirecte implicatie dat datapunten uit categorie B ook benodigd zijn om een goede LCA uit te voeren.
C2.1–C2.15 Milieu-indicatoren	ESPR ISO 59020	ESPR laat ruimte voor bredere milieu-indicatoren maar stelt ze niet verplicht.
C.3.1 Single score (nPt)		Niet verplicht. Wordt gebruikt in LCA-software voor interne afweging.

Tabel 3. Overzicht van wettelijke verplichting per datapunt of set datapunten.

Zoals eerder benoemd in paragraaf 3.2, bestaat de lijst met circulaire datapunten een groot aantal onderwerpen. Zelfs wanneer alleen wordt gekeken naar de prioritaire datapunten, is het in de praktijk niet haalbaar om voor elk punt volledige, actuele en gedetailleerde data te verzamelen. Dit komt onder andere door verschillen in toegang tot informatie, een gebrek aan standaardisatie of het simpelweg ontbreken van data.

Tegelijkertijd is het ontbreken van gegevens op zichzelf al betekenisvol: het laat zien waar de grootste gaten zitten en waar verdere ontwikkeling nodig is. Dit is een belangrijk signaal om interne datasystemen hierop in te richten, zodat de ontbrekende gegevens in de toekomst beschikbaar komen.

Om de data die wel beschikbaar is toch effectief te kunnen gebruiken, zijn twee zaken van belang. Ten eerste is het cruciaal om onderscheid te maken in de kwaliteit en herkomst van data (paragraaf 3.4). Ten tweede moet helder worden hoe die data wordt verzameld en gedeeld tussen ketenpartners (paragraaf 3.5).

Het is daarbij niet realistisch om van één partij te verwachten dat zij alle benodigde data verzamelt. De datavraag is te omvangrijk en de informatie zit verspreid over verschillende schakels in de keten. Daarom zijn deze twee aspecten onlosmakelijk met elkaar verbonden: hoge datakwaliteit is alleen haalbaar als partijen in de keten actief samenwerken en ieder verantwoordelijkheid neemt voor zijn eigen deel van de data.

3.4 Datakwaliteit

Door verschillen in meetmethodes, databronnen en beschikbaarheid is het niet realistisch om van alle circulaire datapunten altijd hoogwaardige informatie te verwachten. Om toch op een zorgvuldige manier met deze verschillen om te gaan, is inzicht in de kwaliteit van data essentieel. Niet alle informatie heeft namelijk dezelfde betrouwbaarheid of nauwkeurigheid.

Binnen deze leidraad maken we daarom onderscheid tussen vier typen datakwaliteit. Dit helpt om de waarde van beschikbare data in te schatten en maakt duidelijk waar nog verbetering mogelijk is:

1. **Primaire data:** Primaire data zijn gegevens die direct zijn gemeten of verzameld bij de daadwerkelijke bron van een specifieke activiteit, proces of product, en die representatief zijn voor die situatie. Het maakt niet uit of de meting door je eigen organisatie of door een leverancier wordt uitgevoerd, zolang deze plaatsvindt in de faciliteit of het proces dat relevant is voor jouw product. Het expliciet vermelden van de meetmethode, de herkomst en de periode waarover de data is verzameld is cruciaal voor de betrouwbaarheid en herleidbaarheid. Voorbeelden zijn:
 - a. Grondstofverbruik rechtstreeks gemeld door de leverancier van een onderdeel
 - Gemeten energieverbruik van een productielijn
 - b. Direct gemeten CO₂-uitstoot van het proces waarin jouw product wordt vervaardigd
 - c. Gemeten waterverbruik, emissies of afvalproductie in de fabriek waar jouw product wordt gemaakt
2. **Secundaire data:** Als primaire data niet beschikbaar is, wordt teruggevallen op secundaire data. Secundaire data zijn gemiddelden, standaardwaarden of kengetallen die eerder door anderen zijn verzameld, meestal voor een ander doel dan jouw specifieke toepassing. Ze komen vaak uit databases, literatuur, sectorrapporten of onderzoeksstudies. Omdat deze data niet specifiek is voor jouw situatie, moet altijd duidelijk worden vermeld: de bron, de aannames, de gebruikte rekenregels en eventuele onzekerheden. Voorbeelden zijn:
 - a. CO₂-uitstoot per kilogram aluminium uit de Ecoinvent-database
 - b. Gemiddelde emissiefactoren van B7 diesel van CO2emissiefactoren.nl
 - c. Standaardwaardes voor recyclingspercentages in een sectorrapport.

1. **Geen data:** Soms is er simpelweg geen informatie beschikbaar over een bepaald datapunt, bijvoorbeeld omdat metingen technisch niet mogelijk zijn, omdat leveranciers de informatie (nog) niet aanleveren of omdat het onderwerp nieuw is in de regelgeving. Dit hoeft niet per se problematisch te zijn, maar het is belangrijk om het ontbreken van data expliciet te maken. Dit maakt zichtbaar waar de grootste gaten zitten en waar inspanningen nodig zijn om toekomstige metingen mogelijk te maken.
2. **Mix van databronnen:** In de praktijk wordt vaak gewerkt met een combinatie van primaire en secundaire data. Bijvoorbeeld: je meet zelf het energieverbruik van je productieproces (primaire data) en gebruikt emissiefactoren uit een LCA-database (secundaire data) om de CO₂-uitstoot te berekenen. Bij dit soort combinaties is transparantie essentieel: geef per datapunt aan welke gegevens primair zijn, welke secundair, en vermeld de herkomst, aannames en eventuele berekeningen. Zo blijft de analyse toetsbaar en kan de betrouwbaarheid per onderdeel worden ingeschat.

3.5 Delen van data met een Grondstof & Productpaspoort

Zoals eerder genoemd, is het niet realistisch om te verwachten dat één partij alle grondstof- en productdata verzamelt. De informatie is omvangrijk en zit verspreid over verschillende schakels in de keten. Het verzamelen ervan is dan ook een gedeelde verantwoordelijkheid: iedere ketenpartner levert data aan over de producten of processen waarvoor hij zelf verantwoordelijk is. Tegelijkertijd is niet elke partij in staat of bereid om dit zelfstandig te doen. In de praktijk zal daarom één partij, vaak de producent of eindverantwoordelijke, het proces moeten aansturen. Centrale regie is nodig om tot een compleet en samenhangend geheel te komen, idealiter gebundeld in één centrale gegevensstructuur. Dit bevordert transparantie en samenwerking binnen de keten.

Wat nu nog ontbreekt, is een laagdrempelige en uniforme manier om deze data onderling te delen. Het Digitaal Productpaspoort (DPP) is in Europa aangewezen als hét instrument om dit soort informatie toegankelijk te maken. Volgens de Europese Commissie is het DPP een digitaal, ketenbreed toegankelijk systeem waarin productinformatie wordt geregistreerd, verwerkt en gedeeld met andere ketenpartijen, autoriteiten en consumenten. Denk aan gegevens over herkomst, samenstelling, repareerbaarheid en recyclingopties – cruciaal voor circulaire strategieën zoals hergebruik, reparatie en remanufacturing (CIRPASS2, 2024).

Hoewel het DPP ook circulaire datapunten bevat, wordt in eerste instantie slechts een beperkt aantal verplicht gesteld. Daarnaast bevat het DPP ook datapunten die niet met circulariteit te maken hebben. Bovendien is het DPP zelf nog volop in ontwikkeling: verschillende brancheorganisaties en overheden werken gelijktijdig aan uiteenlopende invullingen. Dat maakt het op dit moment lastig om onze volledige lijst met circulaire datapunten hier direct op aan te sluiten.

Wat we wél kunnen doen, is het gedachtegoed achter het DPP benutten om onze lijst met circulaire datapunten op een gestructureerde manier te verzamelen en te delen binnen de keten. Hiervoor introduceren we het concept van een **Grondstof & Productpaspoort**: een hulpmiddel dat zich specifiek richt op het vastleggen en doorgeven van grondstof- en productdata tussen ketenpartners op een soortgelijke manier als het DPP. Dit staat momenteel nog los van het DPP, maar zou in de toekomst makkelijk geïntegreerd kunnen worden. De verwachting is namelijk dat de circulaire datapunten die in het DPP staan steeds omvangrijker zullen worden en uiteindelijk de meeste van de datapunten die in hoofdstuk 3 worden aangegeven zal omvatten. Het GPP vult het DPP dus aan door zich specifiek te richten op circulaire data. In de toekomst kunnen beide systemen mogelijk samensmelten.

Voor de goede orde zetten we hieronder het verschil nog even op een rijtje. Daarbij nemen we voor de duidelijkheid ook de Environmental Product Declaration (EPD) mee, die in de praktijk wordt gebruikt als instrument voor het vastleggen van milieu-informatie:

- **Digitaal Productpaspoort (DPP):**

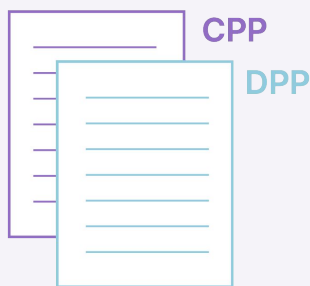
Het DPP is een door de EU verplicht, digitaal systeem waarin productinformatie – zoals herkomst, samenstelling, veiligheidsinformatie en duurzaamheid – gedeeld wordt tussen ketenpartners, autoriteiten en consumenten. Hiervoor wordt een Europese data deel oplossing ontwikkeld om zo snel data te delen.

- **Grondstof & Productpaspoort (GPP):**

Het GPP is een vrijwillig hulpmiddel dat zich specifiek richt op het verzamelen en uitwisselen van grondstof- en productdata tussen ketenpartners, als voorbereiding op en aanvulling op het toekomstige DPP. Hoe deze data technisch gedeeld wordt is niet beschreven, dit kan met vergelijkbare systemen als het DPP, maar ook andere technische oplossingen zijn mogelijk.

- **Environmental product declaration (EPD):**

Een EPD is een gestandaardiseerd en gevalideerd document dat de milieuprestaties van een product over de volledige levenscyclus inzichtelijk maakt. Het rapporteert niet alleen de CO₂-uitstoot, maar ook andere milieu-indicatoren op basis van een levenscyclusanalyse (LCA). De opbouw volgt internationale normen, zoals ISO 14025 en specifiek voor bouwproducten EN 15804. Een EPD bevat daarmee het merendeel van de datapunten uit categorie 'C milieu-impact' in dit document.



Figuur 3. Overzicht van datapunten in het GPP ten opzichte van het DPP

Het creëren van een Grondstof & Productpaspoort brengt de volgende voordelen met zich mee;

- Bevordert samenwerking en transparantie in de keten: Elke schakel in de maakindustrie kan productdata toevoegen, wat de communicatie versterkt en vragen over ketendata beter beantwoordbaar maakt.
- Geeft integraal inzicht in leveringszekerheid en afhankelijkheid van kritieke grondstoffen en gebruik van ZZS.
- Ondersteunt circulaire en duurzame analyses, zoals Life Cycle Assessments (LCA), organisatieniveau-footprints, circulariteitsscores, CO₂-uitstootanalyses per gebruiksjaar en audits op het gebied van circulariteit en duurzaamheid.
- Brengt structuur en uniformiteit aan in data: verzamelt relevante informatie over circulariteit en duurzaamheid op basis van actuele inzichten, standaarden en normenkaders
- Ondersteunt besluitvorming en strategieontwikkeling: biedt inzicht in de circulaire prestaties van ketenpartners en fungeert als referentiepunt bij tenders, inkooptrajecten en gesprekken over total cost of ownership, restwaarde en duurzaamheidsambities.
- Maakt materiaal- en grondstoffenstromen inzichtelijk: waaronder het gebruik van gerecyclede of alternatieve grondstoffen, de samenstelling van materialen en het gebruik van kritieke of zorgwekkende stoffen.
- Versterkt transparantie naar klanten en stakeholders: Door beschikbaarheid van betrouwbare en actuele circulaire data.

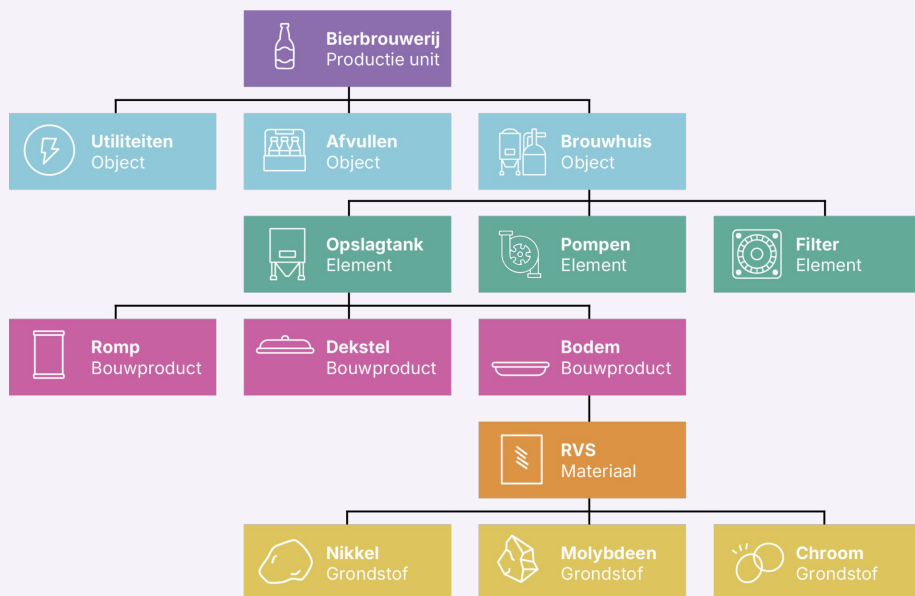
Gestandaardiseerde decompositie

Zoals eerder genoemd zal de verzameling van grondstof- en productdata niet door één partij gebeuren, maar in nauwe samenwerking binnen de hele keten. Een gestandaardiseerde decompositie is daarbij onmisbaar: hiermee wordt een machine op een uniforme wijze opgesplitst in herkenbare subniveaus. De in dit document gebruikte decompositie is opgesteld door het Hygienic Design Network op basis van een in de branche veelgebruikte indeling en wordt aanbevolen als aanpak voor iedereen in de keten. Zo hanteert iedereen dezelfde terminologie, worden onderdelen eenduidig benoemd en vastgelegd, en is een consistente uitwisseling van informatie gegarandeerd.

Decompositieniveau	Beschrijving	Voorbeelden producten
Grondstof	Ruwe, onbewerkte of minimaal verwerkte natuurlijke bronnen.	IJzererts, bauxiet, aardolie, kalksteen
Materiaal	Industriële basisbewerking van grondstoffen tot een materiaal, zonder specifieke toepassing.	RVS-plaat, kunststofgranulaat, glasbuis, aluminium profiel
Bouwproduct	Technisch gevormd onderdeel voor assemblage, zonder zelfstandige functie.	Flens, afdichtring, beugelklem, warmtewisselaarplaat
Element	Een samengesteld technisch apparaat met een eigen functie, dat zelfstandig opereert binnen een groter systeem.	Pomp, filter, sensor, PLC, klep, elektromotor, opslagtank
Object	Samengestelde, functioneel afgebakende eenheid binnen een productie-unit. Bestaat uit meerdere componenten en vervult één herkenbare operationele taak.	Afgevullijn, brouwhuis, CIP-systeem, filtratie-unit, pasteurisatieobject, fermentatiemodule
Productie unit	Volledig geïntegreerde installatie met een zelfstandige procesfunctie, bestaande uit meerdere objecten en subsystemen.	Bierbrouwerij, frisdrankproductielijn, zuivelfabriek, turnkey voedselverwerkingsinstallatie

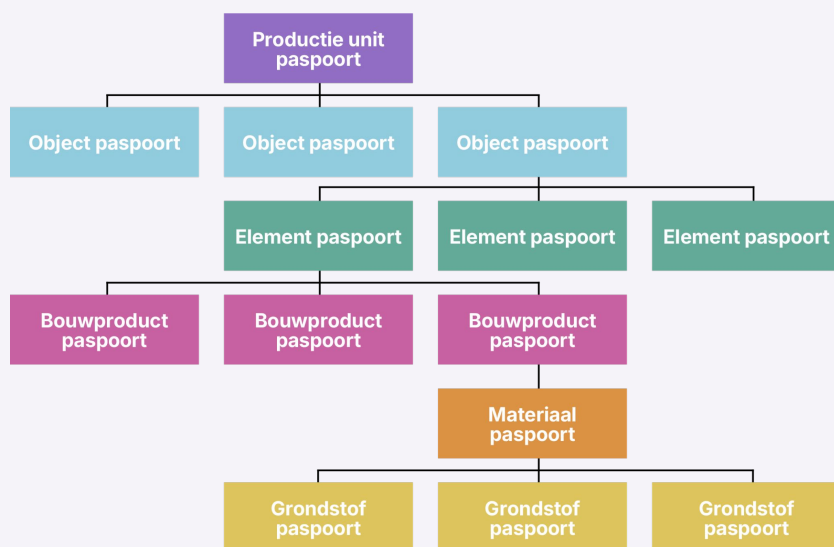
Tabel 4. De verschillende subniveaus van een kapitaalgoed in de voedingsmiddelenindustrie

De decompositie in Figuur 4 laat deze subniveaus zien aan de hand van een voorbeeld van een bierbrouwerij.



Figuur 4. Decompositie van een bierbrouwerij

De decompositiestructuur vormt de basis voor de implementatie van een GPP. Deze werkwijze is een voorstel om een GPP op een gestructureerde en behapbare manier te kunnen delen met ketenpartners. Er kan ook voor een andere indeling of route worden gekozen, zolang het uiteindelijke doel, het volledig en consistent vastleggen van de circulaire gegevens, wordt bereikt. Om deze voorgestelde aanpak werkbaar te maken, wordt voor elk niveau in de decompositiestructuur een afzonderlijk paspoort opgesteld met de bijbehorende relevante gegevens. Dit paspoort wordt meegeleverd aan de koper van het product. De koper verzamelt vervolgens de ontvangen paspoorten en vult ze aan met eigen data, om zo een nieuw paspoort op te stellen. Dit nieuwe paspoort kan vervolgens weer worden doorgegeven aan de volgende koper, die op zijn beurt hetzelfde doet. Wanneer alle gegevens uiteindelijk samenkomen in het circulaire productpaspoort op het hoogste niveau van de decompositie (de productie-unit), ontstaat er een volledig inzicht in de circulaire prestaties van de installatie. Elk niveau in de decompositiestructuur krijgt dus een eigen paspoort. Derhalve zijn de volgende paspoorten te onderscheiden: het grondstof paspoort, materiaalpaspoort, bouwproduct paspoort, element paspoort, object paspoort en productie-unitpaspoort. Figuur 5 geeft een visualisatie van de opbouw van een productie-unit uit diverse paspoorten. Tabel 5 geeft een overzicht van alle stakeholders, en op welke manier zij data toevoegen.



Figuur 5. Opbouw GPP productie-unit paspoort uit onderliggende paspoorten

Stakeholders + paspoort	Beschrijving	Betrokken bij de volgende datapunten
Grondstofleveranciers > Grondstofpaspoort	Leveranciers van ruwe of natuurlijke materialen zoals ertsen, olie of mineralen. Zij zijn verantwoordelijk voor transparantie over de herkomst, winningswijze, hulpgrondstoffen, energie- en waterverbruik in dit proces, de opgave van kritieke grondstoffen en de milieu-impact van de winning en opwerking van de grondstof.	A1.3 t/m A1.5, B1.1 t/m 6.6, C1.2, C2.1 t/m C2.15,
Materiaalfabrikanten > materiaalpaspoort	Deze partijen verwerken ruwe grondstoffen tot bruikbare materialen zoals staalsoorten, kunststoffen of keramiek. Ze verzamelen grondstof paspoorten en leveren daarbij technische specificaties over de kritieke grondstoffen per kg materiaal, milieu impact per kg materiaal, aandeel gerecycled content, mogelijkheden tot recycling van het materiaal, energie- en waterverbruik in hun processen, transportbewegingen en milieu impact transport grondstoffen per kg materiaal	A1.2 t/m A1.5, B1.1 t/m 6.6, C1.2, C2.1 t/m C2.15,
bouwproduct producenten > bouwproductpaspoort	Fabrikanten die basismaterialen omzetten in gestandaardiseerde onderdelen voor assemblage, zoals flenzen, warmtewisselaarplaten of frames. Deze partijen verzamelen materiaalpaspoorten en de opbouw van het bouwproduct uit materialen. Daarbij leveren ze informatie over en eigen productieprocessen en eventuele coatings of toevoegingen, transport van materialen voor productie, bijbehorende milieu impact en energie en waterverbruik van de productie van bouwproduct, recyclebaarheid van het bouwproduct en het beoogd gebruik	A1.1 t/m A1.5, B1.1 t/m 6.5, C1.2, C2.1 t/m C2.15,
Fabrikanten van elementen > elementenpaspoort	Fabrikanten van elementen zoals pompen, compressoren, sensoren of besturingsmodules – verzamelen bouwproductpaspoorten en geven inzicht in de opbouw van hun eigen element uit deze onderdelen. Ze zijn transparant over de gebruikte materialen, herkomst, het aandeel gerecyclede en hernieuwbare grondstoffen, en de aanwezigheid van kritieke of zorgwekkende stoffen. Ook maken ze duidelijk welke eigen toevoegingen zijn gedaan, zoals coatings, verbindingen of samengestelde componenten. Daarnaast geven ze informatie over hulpstoffen, energie- en waterverbruik, milieueffecten in alle levensfasen, en over levensduur, onderhoud, repareerbaarheid en mogelijkheden voor hergebruik en recycling.	A1.1 t/m A1.6, A3.1, A4.1 t/m A4.3, A5.1, A6.1 t/m A6.4, B1 t/m B6, C1.2, C2.1 t/m C2.15

Tabel 5. Overzicht stakeholders en hun bijdrage aan productpaspoorten

Stakeholders + paspoort	Beschrijving	Betrokken bij de volgende datapunten
Objectbouwers / modulebouwers > objectpaspoort	Objectbouwers of modulebouwers, die meerdere componenten en bouwproducten assembleren tot functionele eenheden zoals een afvullijn of brouwhuis, stellen een objectpaspoort op. Zij verzamelen elementenpaspoorten en geven inzicht in de opbouw van het object, inclusief de onderlinge configuratie en (de)monteerbaarheid. Daarnaast voegen ze informatie toe over hun eigen productieprocessen en over eventuele coatings of samengestelde onderdelen. Ze leveren gegevens over materiaalgebruik, gerecyclede en hernieuwbare content, energie- en waterverbruik, en de milieueffecten van productie, transport, gebruik en einde levensduur. Ook verstrekken zij informatie over het beoogd gebruik, onderhoud, prestatiespecificaties, repareerbaarheid en mogelijkheden voor hergebruik en recycling.	A1.1 t/m A1.6, A3.1, A4.1 t/m A4.3, A5.1, A6.1 t/m A6.4, B1 t/m B6, C1.2, C2.1 t/m C2.15
Systeem-integratoren / unitbouwers / > productie-unitpaspoort	Systeemintegratoren of unitbouwers, die complete productie-units samenstellen, zoals een bierbrouwerij of frisdrankproductielijn, stellen een productie-unitpaspoort op. Zij verzamelen objectpaspoorten en leggen vast hoe deze objecten worden geïntegreerd tot één werkende eenheid. Daarnaast geven zij inzicht in eigen processen en toevoegingen. Ze zijn transparant over materiaalgebruik, herkomst van onderdelen, eventuele coatings of samengestelde componenten, en over het gebruik van gerecyclede en hernieuwbare materialen. Ook verstrekken ze gegevens over energie- en waterverbruik, milieueffecten in alle fasen van de levensduur, en de verwachte inzetduur van de unit. Tot slot leveren zij informatie over prestatiespecificaties, onderhoud, repareerbaarheid, updates en de mate van hergebruik of recycling van onderdelen en materialen.	A1, A2, A3, A4, A5, A6, B1, B2, B3, B4, B5, B6, C1, C2, C3
Onderhoudsbedrijven en serviceteams > productie-unitpaspoort	Onderhoudsbedrijven en serviceteams leveren gegevens voor het productie-unitpaspoort over gepland en uitgevoerd onderhoud, vervangingen, upgrades en de werkelijke levensduur van de unit. Ze geven inzicht in repareerbaarheid, onderhoudsbehoefte en verbetering van inzetduur. Daarnaast rapporteren ze het energieverbruik van onderhoud tijdens de gebruiksfase en het gebruik van verbruiksartikelen zoals smeermiddelen of filters.	A1.6, A3.2, A3.3, A4.1 t/m A4.3, A5.1 t/m A5.5, B1.2 t/m B1.4, B2.2, B3, B4, B5, C1.3, C1.4, C2, C3

Tabel 5. Overzicht stakeholders en hun bijdrage aan productpaspoorten



Stakeholders + paspoort	Beschrijving	Betrokken bij de volgende datapunten
Eindgebruikers (Voedselproducenten) > productie-unitpaspoort	Eindgebruikers, zoals voedselproducenten, leveren gegevens voor het productie-unitpaspoort op basis van het gebruik, beheer en einde levensduur van de unit. Ze rapporteren over energie- en waterverbruik, inclusief het aandeel hernieuwbare bronnen, en het gebruik van verbruiksartikelen zoals filters of additieven. Daarnaast geven zij inzicht in de prestaties en milieu-impact tijdens de gebruiksfase en end-of-life, en dragen ze bij aan de registratie van informatie over levensduur, onderhoud, upgrades en uitgevoerde reparaties. Tot slot leveren zij data over recycling, hergebruik en de eindstatus van de unit, inclusief benodigde vrijwaringsdocumenten.	A3.1, A3.2, A3.3, A5.2 t/m A5.5, B1.2 t/m B1.4, B2.1, B2.2, B3.1 t/m B3.4, B4.1, C1.4, C2, C3
Demontage- en ontmantelings-bedrijven > productie-unitpaspoort	Demontage- en ontmantelingsbedrijven leveren gegevens voor het productie-unitpaspoort op basis van de ontmanteling en verwerking van afgeschreven productie-units. Ze registreren welke onderdelen en materialen worden hergebruikt of gerecycled, inclusief hoeveelheden, toepassingen en afvalstromen. Ook geven zij inzicht in water- en energieverbruik bij demontage, en rapporteren zij over de milieu-impact van de end-of-life-fase. Daarnaast documenteren zij de werkelijke levensduur. Tot slot dragen zij zorg voor vrijwaringsdocumenten waar nodig.	B1.2, B1.3, B2 t/m B6, C1.5, C2, C3
Recyclers / afvalverwerkers > productie-unitpaspoort	Recyclers en afvalverwerkers leveren data voor het productie-unitpaspoort over de verwerking van materialen aan het einde van de levensduur. Zij rapporteren welke grondstoffen en kritieke materialen worden teruggewonnen, in welke hoeveelheden en met welk hergebruik- of recyclingpercentage. Daarnaast geven ze inzicht in energie- en waterverbruik tijdens verwerking en de milieu-impact van de end-of-life-fase. Ze verstrekken informatie over de mate van hercirculatie en de nieuwe toepassing van gerecyclede materialen. Waar relevant voorzien zij in documentatie voor vrijwaring van vorige gebruikers of producenten.	B1.2, B1.3, B2 t/m B6, C1.5, C2, C3

Tabel 5. Overzicht stakeholders en hun bijdrage aan productpaspoorten

*Op dit moment is volgens de bovenstaande tabel elke partij betrokken bij categorie C – milieu-impact. Het opstellen van een levenscyclusanalyse (LCA) is een gezamenlijke verantwoordelijkheid, omdat vrijwel iedereen nodig is om accurate data te verzamelen en te analyseren, maar zal naar verwachting voornamelijk worden uitgevoerd door producenten in de keten.

4. Circulaire prestatie verbeteren

4.1 Introductie

Het verbeteren van circulaire prestaties begint bij het creëren van inzicht in de huidige situatie. Om gerichte strategieën te kunnen kiezen, is het essentieel om te begrijpen hoe een product, proces of systeem op dit moment presteert binnen het circulaire kader. Hoofdstuk 3 heeft geholpen om dit inzicht te genereren en de circulaire prestatie te meten van een product, proces of systeem.

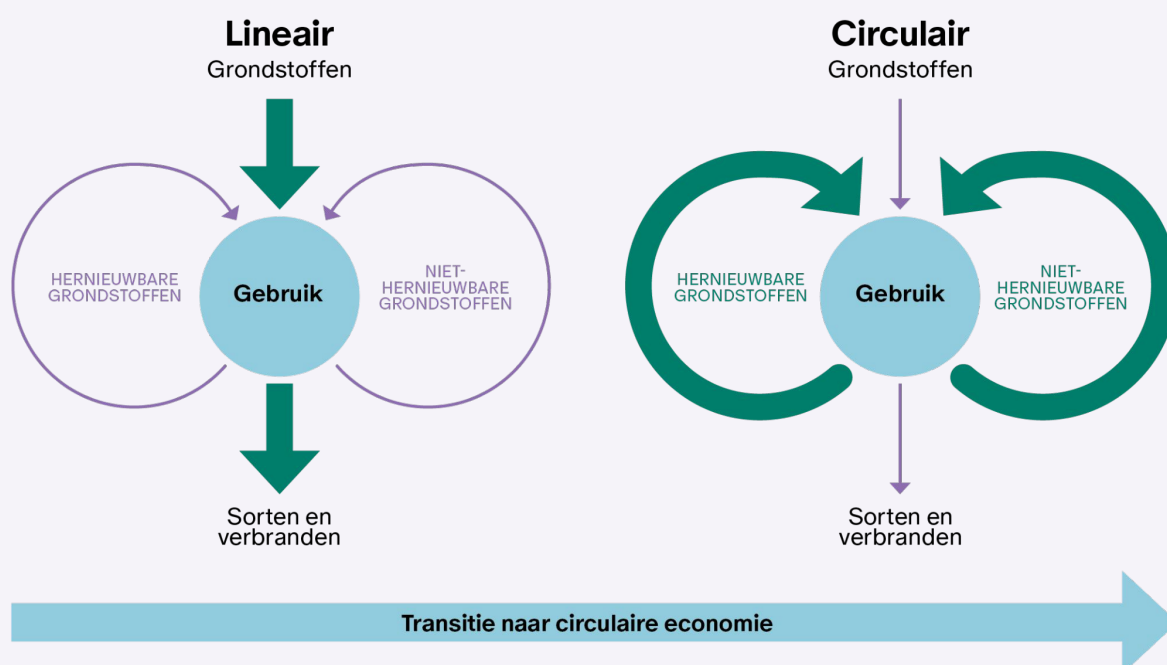
In dit hoofdstuk verkennen we hoe je deze circulaire prestaties kunt verbeteren, d.m.v. circulaire strategieën, concrete interventies en keuzes.

Eerst worden vier circulaire strategieën behandeld– narrowing, substitute, slowing en closing the loop. Vervolgens worden hulpmiddelen besproken voor ontwerp, monitoring en samenwerking. Afgesloten wordt met praktijkvoorbeelden uit de sector.

4.2 Werken met circulaire strategieën

Het huidige economische systeem werkt nog grotendeels volgens het lineaire model: grondstofwinning, productie, gebruik en afvalverwerking. Ook wel het 'take-make-waste'-principe. Dit leidt tot verspilling van waardevolle materialen, overbelasting van het milieu en afhankelijkheid van nieuwe, vaak schaarse grondstoffen.

In lijn met de Europese en nationale doelstellingen, streven we in een circulair model naar waardebehoud en -verlenging van grondstoffen en producten. Hier draait het om het voorkomen van afval en het zo lang mogelijk in gebruik houden van producten en materialen zoals in Figuur 7 wordt geïllustreerd.



Figuur 7. Een lineaire economie versus een circulaire economie (PBL, 2016).

De overgang van een lineaire economie naar een circulaire economie in de maakindustrie vereist een fundamentele systeemverandering. Hoe we ontwerpen, produceren en samenwerken moeten worden herdacht. Deze verandering brengt ook kansen met zich mee die verder reiken dan enkel afvalvermindering en het voldoen aan wetgeving. Het draagt onder andere bij aan onderscheidend vermogen, grondstof- en kostenbesparing, procesoptimalisatie, innovatieve businessmodellen, complexiteitsreductie en toekomstbestendigheid.

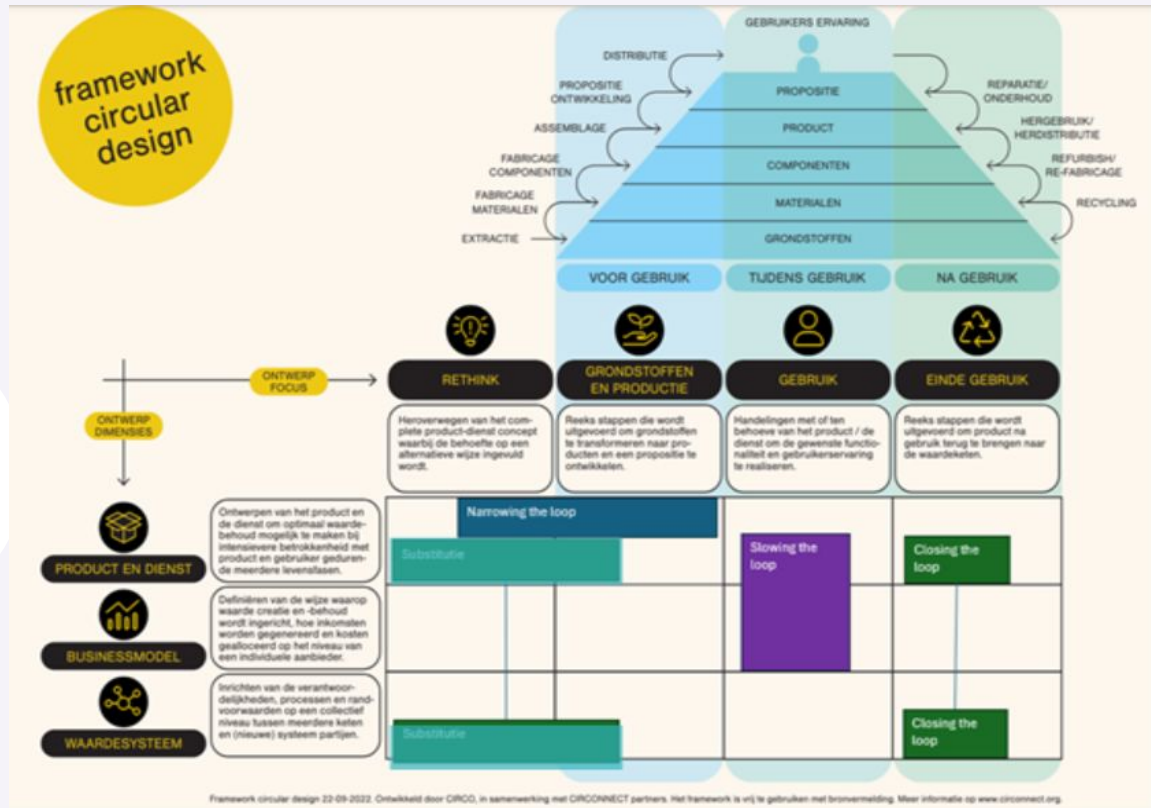
Het handelingsperspectief 'circulariteit & innovatie' van de Nationale Grondstoffenstrategie omvat vier strategieën, die samen het hart van de circulaire economie vormen (Nationale grondstoffenstrategie, Kamerstuk 32 852, nr. 224):

1. **Narrowing the loop (vermindering input).** Het doel is om grondstofgebruik te voorkomen door producten slim te ontwerpen. Denk bijvoorbeeld aan het vermijden van onnodige onderdelen (refuse), het heroverwegen van productfuncties (rethink) en het reduceren van materiaalgebruik (reduce). Deze stap levert milieuwinst doordat er uiteindelijk minder grondstoffen nodig zijn voor dezelfde functies.
Voorbeeld: Klimaatssystemen worden modulair en zonder overdimensionering ontworpen; of vervangen door 'warmte als dienst', wat onnodige vervanging voorkomt.
2. **Substitutie (vervanging grondstoffen).** Deze strategie richt zich op het vervangen van eindige of milieubelastende grondstoffen door duurzaam geproduceerde, hernieuwbare of minder schadelijke alternatieven. Hierdoor wordt het gebruik van primaire, vaak fossiele of schaarse materialen vermeden en krijgen grondstoffen een lagere milieu-impact.
Voorbeeld: Traditionele metalen legeringen vervangen door bio-gebaseerde composieten of gerecyclede hoogwaardig staal.
3. **Slowing the loop (verlenging gebruiksduur).** Hier ligt de focus op het verlengen van de levensduur en intensiever gebruiken van producten en onderdelen. Zo blijven waardevolle materialen langer in omloop. Strategieën omvatten hergebruik (reuse), reparatie (repair), renovatie (refurbish), herfabriceren (remanufacture) en herbestemming (repurpose).
Voorbeeld: Luchtbehandelingskasten worden gereviseerd, en warmtepompen modulair opgebouwd zodat ze makkelijk te repareren zijn.
4. **Closing the loop (verlies tegengaan).** Wanneer producten of materialen echt aan het einde van hun leven gekomen zijn, wordt de kringloop gesloten door middel van het hergebruik van materialen (recycle) of het terugwinnen van energie uit afval uit reststromen (recover). Dit is de laatste stap van het systeem, omdat energiekosten en kwaliteitsverlies optreden.
Voorbeeld: Afgedankte luchtkanalen worden gerecycled tot grondstof voor nieuwe producten.

4.3 Circulair ontwerpen met het Framework Circular Design

Deze vier circulaire strategieën geven een richting om leveringszekerheid te vergroten en de negatieve impact van ketens te verminderen (Nationale grondstoffenstrategie, Kamerstuk 32 852, nr. 224). CIRCONNECT biedt een structureel ontwerp-raamwerk, het Framework Circular Design (FCD), waarin je deze strategieën concreet vanaf het allereerste ontwerpstadium kunt integreren (Figuur 8). Via de drie ontwerpdimensies (product-dienst, businessmodel en waardesysteem) en de verschillende productlevenscyclus fases (van 'rethink' tot end-of-life) helpt het FCD om te bepalen wanneer en hoe je narrowing, slowing, closing of substitutie toepast. Zo worden circulaire principes systematisch ingebed in product, bedrijf én keten.

Door het FCD toe te passen binnen product-, dienst- en ketenontwerp ondersteunt dit direct het doel van de Nationale Grondstoffenstrategie. De NGS legt het beleidsmatige 'waarom' en de ambitie neer, waarna het framework je kan helpen dit te vertalen naar de praktijk.



Figuur 8. Het CIRCONNECT Framework Circular Design (2022).

Een circulair ontwerp is gericht op waardebehoud en -creatie over de hele levenscyclus van een product. Om dit concreet te maken heeft CIRCONNECT het FCD opgesteld als een matrix van drie ontwerp-dimensies en vier ontwerp-focussen:

Ontwerp dimensies

Jouw ontwerp oplossingen meer circulair maken kan op verschillende niveaus/dimensies:

- **Product & dienst:** hoe je product of dienst zodanig ontwerpt dat materialen, componenten en functionaliteit behouden blijven, met oog voor hergebruik, modulariteit, repareerbaarheid en hoogwaardige materiaalkwaliteit.

Voorbeeld: Een warmtepompinstallatie wordt modulair ontworpen. Onderdelen zijn losmaakbaar en met gestandaardiseerde verbindingen bevestigd. Geen verlijming of permanent laswerk. Hierdoor kunnen slijtdelen zoals ventilatoren of pompen worden vervangen zonder de hele unit af te schrijven. Warmtewisselaars kunnen na revisie opnieuw in andere gebouwen worden ingezet.

- **Businessmodel:** hoe je waardecreatie en -behoud inricht over de volledige levensduur, bijvoorbeeld via serviceconcepten, onderhoud, lease of terugname, om economische duurzaamheid te waarborgen.

Voorbeeld: In plaats van de warmtepompinstallatie te verkopen, wordt deze aangeboden als "climate-comfort-as-a-service". Het gebouw betaalt voor comfort (temperatuur + ventilatie kwaliteit) per jaar. De fabrikant blijft eigenaar,

verzorgt onderhoud, vervangt modules wanneer nodig, en neemt de installatie na afloop terug voor revisie en hergebruik in andere projecten.

- **Waardesysteem:** de keten als geheel, zoals afspraken tussen ketenpartners, inzamelsystemen, standaardisatie, en samenwerking om circulaire principes collectief te borgen en waardestromen ook na gebruik te beheren.

Voorbeeld: Fabrikant, installateur, onderhoudspartij en metaalrecycler maken afspraken over terugname van de warmtepompinstallatie. Zo blijft de volledige keten verantwoordelijk voor materialen en kwaliteit.

Ontwerp focus

De vier ontwerp focussen corresponderen met fases in de levenscyclus, van behoefte tot einde gebruik:

- **Rethink:** heroverweeg of de behoeftes anders ingevuld kunnen worden, bijvoorbeeld met een dienst in plaats van een product, of een alternatieve oplossing waarmee productinzet mogelijk vermeden wordt.

Voorbeeld: Heeft elke tenant een eigen warmtepomp nodig? Het gebouw kan overstappen op een gedeelde modulaire warmtepompkern die meerdere verdiepingen bedient. De capaciteit kan worden bijgeschakeld of weggehaald afhankelijk van bezetting. Hierdoor wordt overdimensionering voorkomen.

- **Grondstoffen & productie:** materiaalkeuze, productieprocessen en efficiëntie bij fabricage.

Voorbeeld: De luchtbehandelingskast en warmtepompbehuizing worden gemaakt van gerecycled aluminium. Warmtewisselaars worden zo ontworpen dat er minder koper nodig is, en isolatiemateriaal wordt gekozen op basis van lage milieu-impact. Productie wordt modulair ingericht zodat onderdelen niet verlijmd worden en materiaalverlies minimaal is.

- **Gebruik:** optimaliseren van de gebruiksfase, zoals ontwerp voor lange levensduur, onderhoud, repareerbaarheid, modulariteit of upgrade-mogelijkheden.

Voorbeeld: De warmtepompinstallatie is ontworpen met: plug-and-play ventilatoren, modulaire sensorpakketten, eenvoudig te vervangen warmtewisselaars en upgradebare regeltechniek. Onderhoud is voorspelbaar door monitoring, waardoor onderdelen pas worden vervangen wanneer de data laat zien dat ze aan het einde van hun levensduur komen.

- **Na gebruik:** plannen voor terugname, hergebruik of recycling van producten/componenten/materialen zodra het product aan het einde van zijn gebruik is, om waarde te behouden en materiaalstromen te sluiten.

Voorbeeld: Aan het einde van het contract wordt de installatie door de aanbieder opgehaald. Modules worden gescheiden. Door de modulaire opbouw gaat weinig materiaal verloren en kan 70–90% van de installatie een tweede leven krijgen.

4.4 Werken met circulaire strategieën

Maar hoe weet je op welke van de vier circulaire strategieën je moet focussen? In Hoofdstuk 3 zijn prioritaire datapunten geïdentificeerd op basis van wet- en regelgeving voor duurzaamheid, circulariteit en toxiciteit. De prioritaire datapunten zijn in Tabel 6 aangegeven met een J.

Datapunten uit GPP			Onderscheiden vermogen als motivatie	Prioritair?	Substitutie	Narrow the loop	Slow the loop	Close the loop
A. Productinformatie	A1.	A1.1 Grondstoffenlijst		J				X
		A1.2 Aandeel gerecyclede grondstoffen	Verminderen leveringszekerheid virgin materiaal, bijdrage aan milieu doelstellingen, voldoen aan wetgeving	J		X		
		A1.3 Aandeel kritieke grondstoffen	Vergroten leveringszekerheid		X			
		A1.4 Aandeel Zeer Zorgwekkende Stoffen	Verbeteren van hergebruikopties	J	X			
		A1.5 Aandeel hernieuwbare grondstoffen	Verminderen leveringszekerheid virgin materiaal, bijdrage aan milieu doelstellingen, voldoen aan wetgeving			X		
		A1.6 Aandeel herbruikte content	Verminderen leveringszekerheid virgin materiaal, bijdrage aan milieu doelstellingen, voldoen aan wetgeving			X		
	A2. Operationeel verbruik	A2.1 Energieverbruik	Kostenbesparing, bijdrage aan milieudoelstellingen	J				
		A2.2 Waterverbruik	Idem					
		A2.3 Verbruiksmiddelen	Idem					
		A2.4 Energie label	Idem	J				
		A2.5 Stand-by verbruik	Idem	J				
	A3. Levensduur	A3.1 Verwachte of overeengekomen levensduur	Opties creëren voor extra verdienmogelijkheden na verkoopmoment	J			X	
		A3.2 Leef tijd apparaat	Idem	J			X	
		A3.3 Actuele levenscyclus	Idem	J			X	
	A4. Garantie en ondersteuning	A4.1 Productgarantie		J				
		A4.2 Product support		J				
		A4.3 Software support		J				
	A5. Beheer	A5.1 Reparatie- en onderhoudsinstructies	Optie te verkopen reserve-onderdelen	J				
		A5.2 Onderhoudsplan	Contactmoment en verdienoptie	J				
		A5.3 Uitgevoerde reparaties en onderhoud	Contactmoment en verdienoptie	J				
		A5.4 Circulair plan						
		A5.5						
	A6. Potentie voor waardebehoud	A6.1 Repareerbaarheid, onderhouds- en opknopmogelijkheid		J				
		A6.2 Toelichting verbeterbaarheid,						
		A6.3 Toelichting recyclebaarheid	Milieudoelstellingen, voldoen aan regelgeving, beschikbaar maken van secundair materiaal			X		X
		A6.4 Toelichting toepassing van hergebruik				X		X

Tabel 6. Prioritaire datapunten volgens wet- en regelgeving voor duurzaamheid, circulariteit en toxiciteit, en de corresponderende strategieën om deze te verbeteren

Datapunten uit GPP			Onderscheiden vermogen als motivatie	Prioritair?	Substitutie	Narrow the loop	Slow the loop	Close the loop
B. Levenscyclus	B1. Materiaalverbruik	B1.1 Productmaterialen	Kostenbesparing, lagere kostprijs	J	X			
		B1.2 Verbruiksmiddelen						
		B1.3 Hulpgrondstoffen		J				
		B1.4 Verbruik van verpakkingsmateriaal						
	B2. Energie	B2.1 Energieverbruik	Lager exploitatiekosten	J				
		B2.2 Aandeel hernieuwbare energie	Bijdrage milieudoelstellingen					
	B3. Water	B3.1 Waterverbruik						
		B3.2 Circulair watergebruik	Bijdrage milieudoelstellingen					
		B3.3 Ratio van waterhergebruik of -recirculatie						
		B3.4 Geloofd water volgens kwaliteitsnormen	Voldoen aan wet- en regelgeving					
	B4. Afval	B4.1 Afvalproductie						
	B5. Transport	B5.1 Transportbewegingen	Lagere kosten, bijdrage milieudoelstellingen					
	B6. End of life machine	B6.1 Fractie hergebruik bij end-of-life	Optie verdienmodel refurb, reman.			X		X
		B6.2 Fractie recycling bij end-of-life	Benutten materiaalwaarde, secundaire stroom	J		X		X
		B6.3 Toelichting toepassing gerecyclede grondstoffen		J		X		X
		B6.4 Fractie verbranding bij end-of-life	Voldoen aan wet- en regelgeving	J		X		X
		B6.5 Fractie landfill bij end-of-life	Voldoen aan wet- en regelgeving	J		X		X
		B6.6 Fractie hercirculatie materialen bij end-of-life		J		X		X
		B6.7 Teruggewonnen kritieke grondstoffen	Diversificatie, secundaire stroom, materiaalwaarde	J	X	X		X

Tabel 6. Prioritaire datapunten volgens wet- en regelgeving voor duurzaamheid, circulariteit en toxiciteit, en de corresponderende strategieën om deze te verbeteren

Datapunten uit GPP			Onderscheiden vermogen als motivatie	Prioritair?	Substitutie	Narrow the loop	Slow the loop	Close the loop
C. Milieu-impact	C1. Impact op klimaatverandering	C1.1 Totale impact	Bijdrage milieudoelstellingen	J				
		C1.2 Impact productiefase	Bijdrage milieudoelstellingen	J				
		C1.3 Impact installatiefase	Bijdrage milieudoelstellingen	J				
		C1.4 Impact gebruiksfase	Bijdrage milieudoelstellingen	J				
		C1.5 Impact end-of-life	Bijdrage milieudoelstellingen	J				
	C2. Impact op andere milieu indicatoren	C2.1 Aantasting van de ozonlaag	Bijdrage milieudoelstellingen					
		C2.2 Ioniserende straling (menselijke gezondheid)	Bijdrage milieudoelstellingen					
		C2.3 Fotochemische ozonvorming (menselijke gezondheid)	Bijdrage milieudoelstellingen					
		C2.4 Fijnstofvorming	Bijdrage milieudoelstellingen					
		C2.5 Verzuring	Bijdrage milieudoelstellingen					
		C2.6 Vermesting land	Bijdrage milieudoelstellingen					
		C2.7 Vermesting zoetwater	Bijdrage milieudoelstellingen					
		C2.8 Vermesting marien milieu	Bijdrage milieudoelstellingen					
		C2.9 Ecotoxiciteit zoetwater	Bijdrage milieudoelstellingen					
		C2.10 Ecotoxiciteit marien milieu	Bijdrage milieudoelstellingen					
		C2.11 Toxiciteit mens (kanker)	Bijdrage milieudoelstellingen					
		C2.12 Toxiciteit mens (niet kanker)	Bijdrage milieudoelstellingen					
		C2.13 Landgebruik	Bijdrage milieudoelstellingen					
		C2.14 Materiaalverbruik – fossiele brandstoffen	Bijdrage milieudoelstellingen					
		C2.15 Materiaalverbruik – metalen en mineralen	Bijdrage milieudoelstellingen		X			
	C3. Samenvattende milieu-impact score	C3.1 Single score indicator (nPt)	Bijdrage milieudoelstellingen					

Tabel 6. Prioritaire datapunten volgens wet- en regelgeving voor duurzaamheid, circulariteit en toxiciteit, en de corresponderende strategieën om deze te verbeteren

Figuur 9 toont hoe de circulaire datapunten van Hoofdstuk 3 zijn ingedeeld binnen het FCD. Zoek waar jouw prioritaire datapunten staan in het FCD. Stel jezelf vervolgens de ontwerp vragen die bij deze datapunten staan om je circulaire score te verbeteren. De ontwerp vragen zijn gebaseerd op de relevante circulaire strategieën. Ze geven je inzicht in waar kansen liggen en op welke vlak je verbeterstappen kan zetten.

	Rethink	Grondstoffen en productie	Gebruik	Einde gebruik
	Heroverwegen van het complete product-dienst concept waarbij de behoefte op een alternatieve wijze ingevuld wordt.	Reeks stappen die wordt uitgevoerd om grondstoffen te transformeren naar producten en een propositie te ontwikkelen.	Handelingen met of ten behoeve van het product / dienst om de gewenste functionaliteit en gebruikerservaring te realiseren.	Reeks stappen die wordt uitgevoerd om product na gebruik terug te brengen naar de waardeketen.
Product en dienst Ontwerpen van het product en de dienst om optimaal waardebehoud mogelijk te maken bij intensievere betrokkenheid met product en gebruiker gedurende meerdere levensfasen.	A1. Grondstofsamenstelling Kan ik hergebruikte componenten toepassen? Kan ik het aandeel secundaire grondstoffen vergroten? Kan ik grondstoffen of componenten met CRM en ZSS vervangen?		A2. Operationeel verbruik Hoe kan ik het operationeel verbruik beperken, technisch of organisatorisch?	
			A3. Levensduur Hoe kan ik de levensduur van mijn product verlengen door middel van onderhouds- en reparatiehandelingen? Hoe kan ik mijn product zo ontwerpen dat het eenvoudig hergebruikt kan worden? Kan het product door meerdere gebruikers gebruikt worden? Moeten het onderdelen modulair zijn om makkelijk te vervangen/upgraden? Zo ja, welke onderdelen moeten modulair/upgradebaar zijn?	
			A5. Beheer Hoe kan ik structureel onderhoud inplannen? Kan ik reparatieinstructies opzetten? Kan ik onderdelen standardiseren voor eenvoudiger beheer? Kan ik de waarde van mijn beheer beschikbaar maken door bijvoorbeeld multifunctioneel gebruik of machine-als-dienst?	
	B1 Materiaalverbruik - B2 Energie - B3 Water - B4 Afval Hoe kan ik het verbruik reduceren voor het product, de productie en de verpakking? Kan ik het aandeel hernieuwbare energie vergroten? Zijn mijn afvalstoffen mogelijk (vervangende / secundaire) grondstoffen voor een andere keten? Kan ik regenwater of oppervlaktewater inzetten in mijn proces? Kan ik minder materiaalverbruik realiseren door efficiëntere gebruiksmodellen? Kan ik de aanschaf van onnodige machines vermijden door alternatieve producten of diensten te overwegen?			B6 End of life machine Hoe kan het aandeel hergebruik verhoogd worden? Hoe kan het aandeel hoogwaardige recycling verhoogd worden?
	C1 Impact op klimaatverandering C2 Impact op andere milieu indicatoren Welke maatregelen verlagen de impact? Welke impacts beïnvloeden elkaar?			

Figuur 9. Ontwerp vragen om de circulaire prestatie te verbeteren.

	Rethink	Grondstoffen en productie	Gebruik	Einde gebruik
	Heroverwegen van het complete product-dienst concept waarbij de behoefte op een alternatieve wijze ingevuld wordt.	Reeks stappen die wordt uitgevoerd om grondstoffen te transformeren naar producten en een propositie te ontwikkelen.	Handelingen met of ten behoeve van het product / dienst om de gewenste functionaliteit en gebruikerservaring te realiseren.	Reeks stappen die wordt uitgevoerd om product na gebruik terug te brengen naar de waardeketen.
Businessmodel Definieren van de wijze waarop waardecreatie en -behoud wordt ingericht, hoe inkomsten worden gegenereerd en kosten gealloceerd op het niveau van een individuele aanbieder.	A1. Grondstofsamenstelling Welke risico's op verstoring in de toelevering, hoe kunnen deze risico's voorkomen of beperkt, hoe zijn de risico's verwerkt in de business case? Kan ik pre-concurrentieel samenwerken op inkoop door vraagbundeling? Kan ik pre-concurrentieel samenwerken op voorraad houden?		A2 Operationeel verbruik Zijn de operationele kosten voor mijn klant een basis voor een as a service propositie?	
			A3 Levensduur Wat is de economische waarde van een langere levensduur voor mijn klant?* Komt de levensduur van de gebruikte materialen en onderdelen overeen met de gewenste economische levensduur van het product?	
			A4 Garantie en ondersteuning Kan ik productgarantie opzetten? Kan ik support aanreiken aan mijn klant? Wat is de verwachte levensduur van het product en welke levensduur kun je garanderen?	
			A6 Potentie voor waardebehoud Wat is de economische restwaarde van mijn product?*	
	B1 Materiaalverbruik - B2 Energie - B3 Water - B4 Afval Welk aandeel zijn deze kosten in mijn totale kostprijs? Hoe dragen de reducties bij aan een betere business case? Zijn mijn afvalstoffen geld waard voor een andere keten? Kan het product aangeboden worden met een alternatief verdienmodel waardoor er minder producten/onderdelen/materialen nodig zijn?			B6 End of life machine Welke economische waarde heeft een garantie op hergebruik of recycling voor mijn klant?*
	C1 Impact op klimaatverandering - C2 Impact op andere milieu indicatoren Welke waarde heeft een lage milieu impact voor mijn klant?			

Figuur 9. Ontwerp vragen om de circulaire prestatie te verbeteren.

	Rethink	Grondstoffen en productie	Gebruik	Einde gebruik
	Heroverwegen van het complete product-dienst concept waarbij de behoefte op een alternatieve wijze ingevuld wordt.	Reeks stappen die wordt uitgevoerd om grondstoffen te transformeren naar producten en een propositie te ontwikkelen.	Handelingen met of ten behoeve van het product / dienst om de gewenste functionaliteit en gebruikerservaring te realiseren.	Reeks stappen die wordt uitgevoerd om product na gebruik terug te brengen naar de waardeketen.
Waardesysteem Inrichten van de verantwoordelijkheden, processen en randvoorwaarden op een collectief niveau tussen meerdere keten en (nieuwe) systeem partijen.	A1. Grondstofsamenstelling Welke risico's op verstoring in de toelevering, hoe kunnen deze risico's voorkomen of beperkt, hoe zijn de risico's verwerkt in de business case?		A6 Potentie voor waardebehoud Is er verwerkingscapaciteit beschikbaar voor mijn product? Is het mogelijk om hitte/afvalstromen van mijn productieprocessen of dat van burenen/partners te hergebruiken?	
	B5 Transport Kan het transport efficiënter over de hele keten? Kan ik samenwerken in de transportbehoefte?			B6 End of life machine Hoe organiseer ik een garantie op hergebruik of recycling voor mijn klant? Hoe ziet de keten eruit voor het inzamelen en terughalen van mijn product aan het einde van de levensduur?

Figuur 9. Ontwerp vragen om de circulaire prestatie te verbeteren.

4.5 Handige hulpmiddelen

Om je verder te helpen in het beantwoorden van de ontwerp vragen, kun je handige hulpmiddelen inzetten. Onder andere CIRCONNECT en het Uitvoeringsprogramma Circulaire Maakindustrie bieden daarvoor een reeks toegankelijke en praktijkgerichte tools en tracks aan (CIRCONNECT, z.d.; Stichting Circulaire Maakindustrie, z.d.). Deze instrumenten en workshops helpen bedrijven in de maakindustrie om circulaire ambities te vertalen naar ontwerpkeuzes, strategieën en samenwerkingsvormen. Hoewel veel van deze tools aansluiten bij circulaire strategieën, is er niet altijd sprake van een één-op-één relatie; sommige overlappen meerdere strategieën of benaderen circulariteit vanuit een bredere invalshoek. De onderstaande tabel biedt een overzicht van de genoemde tools, geordend op basis van hun inhoudelijke scope.

Circulaire datacategorie	Doel van het hulpmiddel	Scope
<u>Framework Circular Design</u>	Uitgebreidere uitleg nodig van het FCD? De Framework Circular Design tool helpt je bij het toepassen van circulaire ontwerpprincipes in je producten, diensten en businessmodellen. Het raamwerk biedt praktische handvatten en is gebaseerd op de 'Products that Last'-methode van de TU Delft.	Overkoepelend
<u>CIRCO Track</u>	Wil je circulaire businessmodellen ontwikkelen en je product of dienst herontwerpen? De CIRCO Track is een driedaagse workshop waarin je samen met andere bedrijven en onder begeleiding van ervaren trainers circulaire kansen ontdekt en omvormt tot concrete plannen. De Track is geschikt voor bedrijven in de maakindustrie die willen starten met circulair ondernemen.	Overkoepelend
<u>Circulair Filter Programma van Eisen Tool</u>	Wil je circulaire principes stevig verankeren in je Programma van Eisen? Door een circulair filter kijk je naar de set van eisen waar jouw product aan moet voldoen en worden de principes van de circulaire economie tastbaar en geïntegreerd in het ontwerpproces.	Overkoepelend
<u>Rethink & Reuse Tool</u>	Durf je jouw ontwerp vraagstukken opnieuw te benaderen en kritisch na te denken over de primaire functie van je product? De Rethink & Reuse Tool helpt je dit proces praktisch vorm te geven, met directe aansluiting op de R-ladder strategieën Rethink en Reuse.	Rethink
<u>Safe by Design en Zeer Zorgwekkende Stoffen</u>	Wil je vroeg in het ontwerpproces mogelijke risico's van schadelijke stoffen uitsluiten en tegelijkertijd circulaire waarde behouden? De Safe by Design & Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS) Tool ondersteunt ontwerpers bij het identificeren van risico's van ZZS in producten en processen, en biedt ontwerpstrategieën om deze stoffen veilig te vermijden.	Product & Dienst
<u>Tool circulair ontwerp en invloed op gebruikers</u>	Wil je met ontwerp en communicatie je klanten effectief aanzetten tot circulaire keuzes? De Circulair Ontwerp & Invloed op Gebruikers Tool helpt je te begrijpen hoe afnemers kunnen worden gestimuleerd om producten langer te gebruiken, terug te brengen of te hergebruiken.	Rethink/Gebruik/ Einde gebruik
<u>Design for Maintenance</u>	Wil je installaties ontwerpen die eenvoudig te onderhouden, te refurbishen en te upgraden zijn en daarmee hun levensduur verlengen? De ontwerpprincipes uit Mulder et al. (2012) helpen bij het verbeteren van onderhoud, betrouwbaarheid en ondersteuning tijdens de hele levenscyclus. Denk aan modulaire opbouw, goede toegankelijkheid en standaardisatie van onderdelen.	Product & Dienst + Gebruik
<u>Closing the Loop</u>	Wil je effectief circulaire inzamelsystemen integreren in je supply chain? Met de Closing the Loop Tool krijg je inzicht in twee archetype inzamelsystemen en leer je hoe je deze effectief kunt organiseren binnen jouw keten. De tool biedt praktische handvatten om circulaire waarde te behouden en te vergroten.	Waardesysteem + Einde gebruik
<u>Circulaire Volwassenheidsmeting</u>	Wil je weten waar jouw organisatie staat in de transitie naar circulariteit? De Circulaire Volwassenheidsmeting biedt inzicht in jouw circulaire prestaties op tien belangrijke thema's, zoals strategie, ketensamenwerking en milieu-impact, en reikt praktische aanbevelingen om deze te verbeteren.	Overkoepelend
<u>Circularity Calculator</u>	Wil je de circulariteit en economische waarde van je ontwerp in één oogopslag in kaart brengen? De Circularity Calculator geeft je inzicht in materiaalstromen, hergebruik, recycling en potentiële waarde vangsten van je product. Met overzichtelijke scores kun je circulaire ontwerp-opties vergelijken en beoordelen in de vroege ontwerpfase.	Overkoepelend

Tabel 7. Een overzicht van beschikbare hulpmiddelen

Circulaire datacategorie	Doel van het hulpmiddel	Scope
<u>Milieu impact Tool</u>	Wil je weten hoe circulaire ontwerpkeuzes de milieu-impact van een klimaatinstallatie kunnen verminderen? Deze op levenscyclusanalyses gebaseerde tool stelt gebruikers in staat om verschillende ontwerpkeuzes te vergelijken en te begrijpen waar de grootste milieu-impact ligt.	Overkoepelend
<u>Grondstoffen Scanner</u>	Benieuwd in hoeverre jouw grondstoffen in de toekomst schaars worden of een risico gaan vormen voor mens en milieu? De Grondstoffen Scanner geeft je inzicht in leveringszekerheid, prijsvolatiliteit, milieu- en maatschappelijke risico's per grondstof of product. Na het invullen van enkele vragen ontvang je een risicoprofiel met actuele data en bijpassende handelingsperspectieven om grondstoffen duurzamer en toekomstbestendiger in te zetten.	Product & Dienst + Rethink/ Grondstoffen & Productie
<u>Restwaarde Tool</u>	Wil je weten wat jouw klimaatinstallatie waard is aan het einde van de levenscyclus? Met de Restwaarde Tool krijg je inzicht in zowel de hergebruikswaarde als de recyclingwaarde op materiaalniveau. Deze tool helpt je bij het onderbouwen van circulaire businessmodellen, het optimaliseren van aanbestedingen en het aantrekken van circulaire financiering.	Businessmodel
<u>Quickscan Circulaire Businessmodellen</u>	Wil je weten waar jouw organisatie staat in de transitie naar een circulaire economie? De Quickscan Circulaire Businessmodellen biedt inzicht in jouw huidige positie en helpt bij het formuleren van een circulaire ambitie. Het resultaat bestaat uit een beknopte analyse van waar jouw organisatie staat op het gebied van circulair ondernemen, het formuleren van jouw ambitie voor de komende jaren, en een verkenning van het businessmodel dat daar het beste bij past.	Businessmodel
<u>Circulaire wet- en regelgeving gids</u>	Wil jij grip krijgen op wettelijke kaders en ontwerp verplichtingen? Deze gids biedt helder inzicht in bestaande én toekomstige Europese en nationale regelgeving op het gebied van circulair ontwerp – cruciale kennis voor ontwerpers en bedrijven die willen voldoen aan steeds strengere normen omtrent duurzaamheid.	Overkoepelend
<u>Routekaart Remanufacturing</u>	Waar loop je tegenaan als je met remanufacturing aan de slag gaat, en hoe los je dat op? De Routekaart Remanufacturing biedt een praktische leidraad met zeven stappen, van het terugvinden van gebruikte producten tot het ontwikkelen van een doorlopend businessmodel. Deze routekaart is een waardevolle bron voor als je aan de slag wil met de R-ladder strategie Remanufacture.	Businessmodel
<u>CESI supply Tool</u>	Ben je een toeleverancier en wil je in de maakindustrie circulaire waardecreatie stimuleren? De CESI Supply Tool helpt je inzicht te krijgen in de mogelijkheden voor circulaire ketensamenwerking met jouw klanten. Door twee gerichte vragenlijsten in te vullen, krijg je een duidelijk beeld van de relatie met je klant en de potentie voor circulaire samenwerking. De tool biedt praktische aanbevelingen om het gesprek over circulariteit aan te gaan.	Waardesysteem
<u>Ketensamenwerking tool</u>	Wil je de samenwerking binnen je keten verbeteren en circulaire waarde creëren? Met de Ketensamenwerking Tool krijg je snel inzicht in de succesfactoren en belemmeringen van ketensamenwerking. Deze tool is ontwikkeld voor maakbedrijven die een circulaire ketensamenwerking willen starten of verbeteren. Door samen te werken met leveranciers, retailers, consumenten, afvalverwerkers en logistieke dienstverleners, kun je efficiënter en duurzamer met grondstoffen omgaan en werken aan kwalitatieve producten met lagere milieu-impact.	Waardesysteem

Tabel 7. Een overzicht van beschikbare hulpmiddelen

4.6 Voorbeelden uit de praktijk

Introductie

Steeds meer bedrijven ontdekken dat circulair ondernemen niet alleen bijdraagt aan een duurzamer milieu, maar ook aan hun eigen concurrentiekracht. Door producten en processen zo in te richten dat waarde behouden blijft en verspilling wordt geminimaliseerd, kunnen bedrijven zowel economische als ecologische voordelen behalen. In dit hoofdstuk belichten we enkele inspirerende voorbeelden van bedrijven die circulaire principes succesvol hebben geïntegreerd in hun bedrijfsvoering. Deze voorbeelden tonen aan hoe innovatie, samenwerking en slimme strategieën kunnen leiden tot zowel economische voordelen als positieve milieu-impact. Het eerste voorbeeld richt zich specifiek op kapitaalgoederen voor de voedingsmiddelenindustrie; de overige voorbeelden komen uit de machinebouw in het algemeen.

Case 1: Lely

Lely biedt via hun platform used.lely.com gecertificeerde tweedehands melkrobots aan (Reuse). Daarbij kunnen boeren kiezen voor een standaard revisie (Repair) of het premium Taurus Certified-programma (Remanufacture en Refurbish). Gereviseerde robots krijgen de nieuwste software-update, leveren vergelijkbare functionaliteit als nieuwe machines, inclusief onderhoudscontract en garantie, maar kosten slechts een fractie van de newwprijs. Boeren kunnen ook hun huidige robot inruilen.



Figuur 10. Lely Astronaut Taurus Certified melkrobot

Case 2: Schelde Exotech

Schelde Exotech, een fabrikant van industriële druk- en vacuümapparatuur, heeft refurbishment en remanufacturing structureel ingebed in het bedrijfsmodel. Via een CIRCO-track ontwikkelden zij een commerciële propositie waarbij ze gebruikte apparaten grondig renoveren of verbeteren, waardoor klanten een “zo goed als nieuw” product ontvangen tegen slechts een derde tot de helft van de prijs van nieuwbouw. In 2020 genereerde deze dienstverlening al 5–10 % van de omzet—met hogere marges en minder concurrentie dan bij verkoop van nieuwe apparatuur.



Figuur 10. Lely Astronaut Taurus Certified melkrobot

Case 3: Aebi Schmidt

Aebi Schmidt biedt gemeenten geen strooi- of veegmachines meer als product, maar levert prestatiegerichte diensten (Rethink) en rekent af op resultaat: 100 % beschikbaarheid en betrouwbaarheid. Door modulair ontwerp, data-gedreven onderhoud, refurbishing en remanufacturing verlengen zij de levensduur van machines aanzienlijk en besparen gemeenten tot 80 % CO₂ ten opzichte van een nieuwe strooier, terwijl grondstoffen en materiaalwaarde behouden blijven.



Figuur 12. De Swingo 200 veegwagen van Aebi Schmidt

Case 4: Meulenbroek Machinebouw

Meulenbroek Machinebouw maakt afvalperscontainers die modulair, robuust en onderhoudsvriendelijk zijn ontworpen, met als doel maximale levensduur (Reuse) en eenvoudige reparatie (Repair). Klanten kunnen kiezen tussen huur (Rethink) waarbij Meulenbroek eigenaar blijft, of verkoop met een terugkoopgarantie. Hierdoor blijven de containers in de keten en behoudt Meulenbroek controle over de inzameling en hoe containers worden hergebruikt of technisch opgeknapt.

Benieuwd naar meer inspirerende voorbeelden van circulair ondernemen? Op de site van het Uitvoeringsprogramma Circulaire Maakindustrie staan tientallen praktijkvoorbeelden van bedrijven uit de maakindustrie die circulaire principes succesvol hebben geïntegreerd in hun bedrijfsvoering.



Figuur 13. Een afvalperscontainer gemaakt door Meulenbroek Machinebouw

Meer inspiratie

Wil je meer inspirerende voorbeelden van circulair ondernemen? Op de website van het Uitvoeringsprogramma Circulaire Maakindustrie vind je tientallen praktijkcases van bedrijven die circulaire principes succesvol toepassen in hun ontwerp- en bedrijfsvoering. Daarnaast biedt de Circulaire Database van Circulaire Maakindustrie een rijke bron van inspiratie, met honderden voorbeelden van duurzame en circulaire initiatieven uit uiteenlopende sectoren.

Bronnenlijst

Boost Smart Industry. (z.d.). *Ondernemersverhaal*.

<https://boostsmartindustry.nl/blog-ondernemersverhaal>

CIRCONNECT. (z.d.). *Praktisch alles voor circulair ontwerp*. <https://www.circonnect.org>

Copper8 (2024). *Analyse wet- en regelgeving – machines en klimaatinstallaties*.

European Commission, Joint Research Centre (JRC). (z.d.). *Developer Environmental Footprint (EF)*. In *Life Cycle Data Network (LCDN)*.

Europese Commissie. (2000). *Richtlijn 2000/60/EG tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid*.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=CELEX:32000L0060>

Europese Commissie. (2004). *Verordening (EG) nr. 648/2004 betreffende detergenten*.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/ALL/?uri=celex:32004R0648>

Europese Commissie. (2006). *Richtlijn 2006/42/EG betreffende machines*.

<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:157:0024:0086:nl:PDF>

Europese Commissie. (2006). *Verordening (EG) nr. 1907/2006 betreffende de registratie en beoordeling van chemische stoffen (REACH)*.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/ALL/?uri=CELEX:32006R1907>

Europese Commissie. (2009). *Richtlijn 2009/125/EG inzake ecologisch ontwerp van energieregelende producten*.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0125>

Europese Commissie. (2010). *Richtlijn 2010/31/EU betreffende de energieprestatie van gebouwen*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/ALL/?uri=celex%3A32010L0031>

Europese Commissie. (2011). *Richtlijn 2011/65/EU betreffende beperking van gevaarlijke stoffen in elektrische en elektronische apparatuur (RoHS)*.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011L0065>

Europese Commissie. (2011). *Verordening (EU) nr. 305/2011 tot vaststelling van geharmoniseerde voorwaarden voor de verhandeling van bouwproducten*.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=celex:32011R0305>

Europese Commissie. (2012). *Richtlijn 2012/19/EU betreffende afgedankte elektrische en elektronische apparatuur (AEEA)*.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=CELEX:32012L0019>

Europese Commissie. (2014). *Verordening (EU) nr. 2024/573 betreffende gefluoreerde broeikasgassen*. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/573/oj?locale=nl>

Europese Commissie. (2017). *Richtlijn (EU) 2017/1369 betreffende het vaststellen van een kader voor energie-etikettering*.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/ALL/?uri=CELEX:32017R1369>

Europese Commissie. (2018). *Richtlijn (EU) 2018/844 tot wijziging van Richtlijn 2010/31/EU en Richtlijn 2012/27/EU inzake energie-efficiëntie*.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX%3A32018L0844&from=EN>

Europese Commissie. (2020). *Een nieuw actieplan voor een circulaire economie: Voor een schoner en concurrerender Europa (COM(2020) 98 final; Catalogusnr. KH-04-20-290-NL-N)*. Luxemburg: Publications Office van de Europese Unie.

<https://doi.org/10.2779/811121>

Europese Commissie. (2023). *Verordening (EU) 2023/1230 betreffende machines*.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/ALL/?uri=CELEX:32023R1230>

Europese Commissie. (2023). *Verordening (EU) 2023/1542 betreffende batterijen en afval van batterijen*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/ALL/?uri=CELEX:32023R1542>

Europese Commissie. (2024). *Richtlijn (EU) 2024/1275 betreffende de energieprestatie van gebouwen*.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/ALL/?uri=CELEX%3A32024L1275>

Europese Commissie. (2024). *Verordening (EU) 2024/1252 betreffende kritieke grondstoffen (CRMA)*.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/ALL/?uri=CELEX:32024R1252>

Europese Commissie. (2024). *Verordening (EU) 2024/1781 betreffende ecologisch ontwerp van duurzame producten (ESPR)*.
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401781

Europese Commissie. (2024). *Verordening (EU) 2024/3110 betreffende bouwproducten*.
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/ALL/?uri=OJ:L_202403110

European Commission. (2025). *Ecodesign for Sustainable Products and Energy Labelling Working Plan 2025-2030 (COM(2025) 187 final; SWD(2025) 112 final)*.
https://environment.ec.europa.eu/document/5f7ff5e2-ebe9-4bd4-a139-db881bd6398f_en

Internationale Organisatie voor Standaardisatie. (2024). *ISO 59020:2024 – Circular economy — Measuring and assessing circularity*. <https://www.iso.org/standard/80650.html>

Kishna, M. & A.G. Prins (2024), *Monitoring van circulariteitsstrategieën: Uitgangspunten voor toepassing bij het PBL*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
https://www.pbl.nl/system/files/document/2024-05/PBL-2024_Monitoring_van_circulariteitsstrategie%C3%ABn_4469.pdf

Meulenbroek Machinebouw B.V. (z.d.). *Homepagina*. <https://www.meulenbroek.nl>

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. (2023). *Nationaal Programma Circulaire Economie 2023–2030*.
<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/beleidsnotas/2023/02/03/nationaal-programma-circulaire-economie-2023-2030>

Mulder, W., Blok, J., Hoekstra, S., & Kokkeler, F. (2012). *Design for maintenance: guidelines to enhance maintainability, reliability and supportability of industrial products*. University of Twente.

Orange Climate. (z.d.). *Renovatie en onderhoud van luchtbehandelingskasten*.
<https://www.orangeclimate.com/producten/luchtbehandelingskasten/renovatie-en-onderhoud>

Regeling Afgedankte Elektrische en Elektronische Apparatuur (AEEA) – o.b.v. Richtlijn 2012/19/EU. <https://wetten.overheid.nl/BWBR0034782/2024-01-01>

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2020, 30 juli). *R-ladder - Strategieën van circulariteit*. RVO.nl. <https://www.rvo.nl/onderwerpen/circulaire-economie/r-ladder>

Stichting Circulaire Maakindustrie. (z.d.). *Circulaire Maakindustrie*.
<https://circulairemaakindustrie.nl>

TNO. (2021). *Leidraad Circulair Productpaspoort Machinebouw Food – Versie 2.0*. TNO.
<https://www.tno.nl/nl/duurzaam/circulaire-economie/circulair-ontwerp/leidraad-cpp/>

Uitvoeringsprogramma Circulaire Maakindustrie (UPCM). (2020). *Leidraad materialenpaspoort – Versie 1.0*.
<https://circulairemaakindustrie.nl/publicaties/leidraad-materialenpaspoort>

Uitvoeringsprogramma Circulaire Maakindustrie. (z.d.). *Warmte-as-a-service (WaaS)*.
<https://circulairemaakindustrie.nl/projecten/warmte-as-a-service-waas/>

Vereniging Circulaire Maakindustrie. (z.d.). *Lely: gereviseerde melkrobots op een online marktplaats*. <https://circulairemaakindustrie.nl/case/lely-gereviseerde-melkrobots-op-een-online-marktplaats/>

Vereniging Circulaire Maakindustrie. (z.d.). *Aebi Schmidt: afrekenen op resultaat maakt je circulairder*.
<https://circulairemaakindustrie.nl/case/aebi-schmidt-stuurt-op-resultaat-en-is-daarmee-circulairder/>

Vereniging Circulaire Maakindustrie. (z.d.). *Schelde Exotech: Refurbishment en remanufacturing als concurrentievoordeel*.
<https://circulairemaakindustrie.nl/case/schelde-exotech/>

Bijlage A. Overzicht en Ontwerpimplicaties Wet- en Regelgeving

Regelgeving + status	Samenvatting	Productontwerp-gerelateerde implicaties
Batterij-verordening Verordening (EU) 2023/1542 In werking sinds augustus 2023; gefaseerde implementatie loopt tot 2030.	In deze verordening worden eisen vastgesteld inzake duurzaamheid, veiligheid, etikettering, markering en informatie om het in de handel brengen of in gebruik nemen van batterijen in de Unie toe te staan. Daarnaast worden minimumeisen vastgesteld voor de uitgebreide producentenverantwoordelijkheid, voor de inzameling en verwerking van afgedankte batterijen en voor rapportage. Het doel van de verordening is om Europees geharmoniseerde productnormen voor alle types van batterijen te bewerkstelligen, een goed functionerende interne Europese markt voor secundaire grondstoffen voor batterijen op te zetten en de negatieve milieueffecten in de productie-, gebruiks- en einde-levensfase van alle batterijen sterk te verminderen.	De Batterijverordening (EU) 2023/1542 heeft verschillende product-specifieke implicaties: • Toepassingsgebied: De verordening geldt voor alle batterijen, inclusief draagbare batterijen, start-, verlichtings- en ontstekingsbatterijen, industriële batterijen, batterijen voor elektrische voertuigen en batterijen voor lichte vervoermiddelen. • Nieuwe categorieën: Er zijn twee nieuwe categorieën toegevoegd: batterijen voor elektrische voertuigen en batterijen voor lichte vervoermiddelen. • Prestatienormen: Batterijen moeten voldoen aan specifieke prestatienormen om een lange levensduur en goede energie-efficiëntie te garanderen. • Verwijderbaarheid: Draagbare batterijen in apparaten moeten door de eindgebruiker kunnen worden verwijderd en vervangen. Voor lichte vervoermiddelen moeten batterijen door een onafhankelijke professional kunnen worden verwijderd en vervangen. • Reserveonderdelen: Batterijen voor lichte vervoermiddelen moeten minstens jaar als reserveonderdelen beschikbaar blijven. • Etikettering: Er zijn nieuwe eisen voor etikettering en markering van batterijen. • Duurzaamheid: De verordening stelt eisen aan de duurzaamheid, veiligheid en recyclebaarheid van batterijen. • Digitale productpaspoorten: Er worden digitale productpaspoorten geïntroduceerd voor batterijen

Regelgeving + status	Samenvatting	Productontwerp-gerelateerde implicaties
Beperking van Gevaarlijke Stoffen (RoHS) Richtlijn 2011/65/EU Sinds 2 jan 2013 van kracht; nog steeds actueel, regelmatig geüpdatet.	De richtlijn heeft tot doel de risico's voor de menselijke gezondheid en het milieu in verband met het beheer van elektronisch en elektrisch afval te voorkomen. De RoHS Richtlijn stelt limieten aan het gebruik van gevaarlijke stoffen, zoals zware metalen (lood, kwik, cadmium, zeswaardig chroom), vlamvertragers (PBB, PBDE's) en weekmakers (DEHP, BBP, DBP en DIBP). Er volgen een aantal wettelijke verplichtingen uit de richtlijn. Deze verplichtingen hebben betrekking op: • De conformiteit of conformiteitsbeoordeling van de producten; • De technische documentatie; • Vermelding van product-identificatienummers en naam/postadres van de fabrikant en importeur op het product; • CE-markering; • EU-conformiteitsverklaring. Op apparatuur onder de RoHS-richtlijn kunnen ook andere richtlijnen van toepassing zijn die CE-markering vereisen. Dit zijn bijvoorbeeld de richtlijnen voor elektromagnetische compatibiliteit, laagsp	De RoHS-richtlijn 2011/65/EU, aangevuld door Gedelegeerde Richtlijn (EU) 2015/863, bevat de volgende product-gerelateerde implicaties: • Toepassingsgebied: Geldt voor elektrische en elektronische apparatuur (EEA) die in de EU op de markt wordt gebracht, met enkele uitzonderingen. • Beperkte stoffen: Maximaal toegestane concentraties van 0,1% (0,01% voor cadmium) voor lood, kwik, cadmium, zeswaardig chroom, polybroombifenylen (PBB), polybroomdifenylethers (PBDE) en vier ftalaten (DEHP, BBP, DBP, DIBP). • CE-markering: Producten die voldoen aan de RoHS-eisen moeten voorzien zijn van de CE-markering. • Conformiteitsverklaring: Fabrikanten moeten een EU-conformiteitsverklaring opstellen voor elk product. • Technische documentatie: Producenten moeten technische documentatie bijhouden om naleving aan te tonen. • Traceerbaarheid: Producten moeten voorzien zijn van type-, partij- of serienummer voor identificatie. • Uitzonderingen: Bepaalde toepassingen zijn vrijgesteld van de beperkingen, zoals sommige medische apparatuur en militaire toepassingen. • Reparatie en hergebruik: Specifieke bepalingen voor reparatie en hergebruik van oudere apparatuur • Productcategorieën: Geldt voor verschillende categorieën, waaronder huishoudelijke apparaten, IT-apparatuur, • Handhaving: Lidstaten zijn verantwoordelijk voor markttoezicht en handhaving van de richtlijn.

Regelgeving + status	Samenvatting	Productontwerp-gerelateerde implicaties
Bouwproducten-verordening Verordening (EU) 305/2011 Sinds 1 juli 2013 van kracht	Deze verordening stelt geharmoniseerde voorwaarden en een aantal fundamentele eisen vast voor het verhandelen van bouwproducten binnen de Europese Unie. Bedrijven moeten prestatieverklaringen opstellen voor hun producten, waarin de essentiële kenmerken en prestaties worden vermeld, waardoor de kwaliteit en veiligheid van bouwproducten worden gewaarborgd (bv. materiaalgedrag bij brand, thermische geleiding of geluidsisolatie). Dit betekent onder anderen dat ze verplicht zijn om het volgende op te stellen: • Prestatieverklaring: Fabrikanten moeten een prestatieverklaring opstellen waarin de essentiële kenmerken en prestaties van hun bouwproducten worden vermeld. Hiervoor wordt ook technische documentatie gespecificeerd waarin alle toepasselijke elementen met betrekking tot het vereiste beoordelingssysteem en verificatie van de prestatiebestendigheid worden omschreven. • CE-markering: Bouwproducten die onder de verordening vallen, moeten voorzien zijn van een CE-markering om aan te geven dat ze voldoen aan de opgegeven prestaties en de toepasselijke EU-voorschriften. • Informatie over Gevaarlijke Stoffen: Fabrikanten moeten informatie verstrekken over eventuele gevaarlijke stoffen in de bouwproducten, in overeenstemming met de REACH-verordening	De Verordening 305/2011/EU (Bouwproductenverordening) heeft verschillende product-specifieke implicaties: • Toepassingsgebied: De verordening geldt voor alle bouwproducten die permanent worden verwerkt in bouwwerken, zoals gebouwen en civieltechnische werken. • Prestatieverklaring: Fabrikanten moeten een prestatieverklaring (DoP) opstellen voor bouwproducten die onder een geharmoniseerde Europese norm vallen of waarvoor een Europese technische beoordeling is afgegeven. De prestatieverklaring moet de productprestaties voor de zogenaamde essentiële kenmerken bevatten. • CE-markering: Het aanbrengen van de CE-markering is verplicht voor bouwproducten waarvoor een prestatieverklaring is opgesteld. • Geharmoniseerde technische specificaties: De verordening voorziet in een systeem van geharmoniseerde technische specificaties (h'EN en ETA) voor het testen en beoordelen van bouwproducten. • Conformiteitsbeoordeling: Er is een overeengekomen systeem van conformiteitsbeoordeling voor ieder bouwproduct (European Assessment Documents). • Productiecontrole: Fabrikanten moeten een systeem voor productiecontrole implementeren om consistente productprestaties te garanderen. • Vereenvoudigde procedures: Voor individueel ontworpen en vervaardigde bouwproducten kunnen fabrikanten vereenvoudigde procedures voor prestatiebeoordelingen toepassen. • Traceerbaarheid: Bouwproducten moeten voorzien zijn van een type-, partij- of serienummer of een ander identificatiemiddel. • Informatie over Gevaarlijke Stoffen: Fabrikanten moeten REACH-informatie verstrekken als onderdeel van de documentatie voor bouwproducten

Regelgeving + status	Samenvatting	Productontwerp-gerelateerde implicaties
Bouwproducten-verordening (herzien) Verordening (EU) 2024/3110 In werking per 7 jan 2025; overgangsregels voor oude normen	De Bouwproductenverordening 2024 is een geplande herziening van de CPR 2011 en zal aanvullende eisen stellen voor duurzaamheid en circulariteit. De nieuwe verordening introduceert eisen voor CO₂-uitstoot, milieu-impact, en recycleerbaarheid van bouwmaterialen gedurende de hele levenscyclus van een product. Het zal fabrikanten verplichten om digitale productpaspoorten te verstrekken met gedetailleerde informatie over de samenstelling en herkomst van grondstoffen, evenals recycling- en hergebruiksmogelijkheden. Bovendien zullen strengere regels gelden voor veiligheid en gezondheid in bouwproducten, inclusief beperking van gevaarlijke stoffen.	De Verordening (EU) 2024/3110 (nieuwe Bouwproductenverordening) brengt de volgende veranderingen ten opzichte van Verordening 305/2011/EU: • Digitale productpaspoorten: Introductie van digitale paspoorten die alle relevante productinformatie bevatten, inclusief prestatieverklaring, conformiteitsverklaring en gebruiksaanwijzingen. • Duurzaamheidscriteria: Invoering van nieuwe regels voor verklaringen over ecologische duurzaamheid van bouwproducten en mogelijkheid tot vaststelling van drempelniveaus en klassen voor milieuprestaties. • Uitgebreide marktverantwoordelijkheid: Uitbreiding van wettelijke verplichtingen naar dienstverleners zoals fulfilmentdienstverleners en onlinemarktplaatsen. • Innovatieondersteuning: Expliciete ondersteuning voor innovatieve bouwtechnieken, waaronder geprefabriceerde en modulaire elementen. • Harmonisatie met EU-wetgeving: Vermindering van overlappingsen en tegenstrijdigheden met andere EU-wetgeving om de rechtszekerheid te vergroten. • Circulaire economie: Bevordering van de circulariteit van bouwproducten en ondersteuning van de transitie naar een duurzamere gebouwde omgeving. • Vereenvoudiging: Vermindering van administratieve lasten voor marktdeelnemers door vereenvoudiging van procedures. • Digitalisering van informatie: Verbetering van informatiestromen in de toeleveringsketen, met gebruik van elektronische en machineleesbare formats. • Implementatietermijn: De nieuwe verordening treedt in werking op 7 januari 2025 en is van toepassing vanaf 8 januari 2026. • Concurrentiebevordering: Maatregelen gericht op het stimuleren van het concurrentievermogen en de productiviteit van de bouwsector.

Regelgeving + status	Samenvatting	Productontwerp-gerelateerde implicaties
Critical Raw Materials Act (CRMA) Verordening (EU) 2024/1252 In werking sinds 23 mei 2024; implementatiefase loopt tot 2030.	Het Critical Raw Materials Act (CRMA) van de EU richt zich op het veiligstellen van een duurzame en betrouwbare aanvoer van kritieke grondstoffen zoals lithium, aluminium, silicium, koper en zeldzame aardmetalen, die essentieel zijn voor sectoren als hernieuwbare energie en digitale technologie. Het doel van CRMA is om de problematiek rondom kritieke materialen aan te pakken. Organisaties moeten inzichtelijk maken welke kritieke materialen ze gebruiken, strategieën ontwikkelen om risico's te mitigeren (zoals diversificatie van de leveringsketen en grondstof efficiëntie), en voldoen aan sociale, milieu- en bestuursnormen bij inkooppraktijken. Verder bevordert het Act strategische projecten, recycling en internationale samenwerkingen om Europese waardeketens te versterken en afhankelijkheid van import te verminderen.	Het Critical Raw Materials Act (CRMA) heeft de volgende product-specifieke implicaties: • Inzicht in materiaalgebruik: Organisaties moeten identificeren en rapporteren welke kritieke materialen in hun producten worden gebruikt, zoals lithium, aluminium, silicium, koper en zeldzame aardmetalen. • Risicobeheerstrategieën: Verplichting tot het ontwikkelen van strategieën om risico's te mitigeren, waaronder diversificatie van de leveringsketen, substitutie van materialen en verbetering van grondstofefficiëntie. • Verantwoorde inkoop: Organisaties moeten zich houden aan verantwoorde inkooppraktijken, waarbij de winning, verwerking en handel van kritieke grondstoffen moeten voldoen aan sociale, milieu- en bestuursnormen. • Recycling en circulariteit: Stimulering van recyclingprocessen om tegen 2030 ten minste 25% van de jaarlijkse behoefte te recycleren, wat kan leiden tot ontwerpaanpassingen voor betere terugwinning van grondstoffen. • Productie- en verwerkingsdoelen: Doelstellingen voor de EU om tegen 2030 ten minste 10% van de jaarlijkse behoefte aan strategische grondstoffen te winnen en 40% te verwerken, wat invloed kan hebben op productielocaties en toeleveringsketens. • Diversificatie van importbronnen: Om de afhankelijkheid van één land te verminderen, mag tegen 2030 niet meer dan 65% van een kritieke grondstof uit één niet-EU-land worden geïmporteerd, wat invloed kan hebben op inkoopstrategieën. • Versnelling van vergunningsprocedures: Strategische projecten krijgen versnelde vergunningsprocedures, wat bedrijven in staat stelt sneller nieuwe productiefaciliteiten en recyclinginitiatieven te lanceren.

Regelgeving + status	Samenvatting	Productontwerp-gerelateerde implicaties
Detergenten-verordening Verordening (EG) 648/2004 Sinds 31 jan 2005 van kracht.	De Europese Detergentenverordening (648/2004/EG) geldt voor alle was- en reinigingsmiddelen en geldt in alle landen van de Europese Unie. De verordening stelt eisen voor het milieu (biologische afbreekbaarheid). Dit gebeurt bijvoorbeeld in een waterzuiveringsinstallatie of een composthoop.	Er komen weinig ontwerp specifieke implicaties voort uit de Detergentenverordening, behalve dat machines in de voedingsmiddelenindustrie geschikt moeten zijn voor gebruik met hygiënisch gecertificeerde reinigings- en smeermiddelen (ISO 21469).
Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR) – Verordening (EU) 2024/1781 Sinds 18 juli 2024 van kracht; bevindt zich in implementatiefase; oude eisen blijven onder overgangsperiode tot 2026–2030 van kracht.	De Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR) verbreedt het toepassingsgebied van Eco-Design (2009) van energie naar eisen omtrent Product levensduur, herbruikbaarheid, upgradebaarheid, repareerbaarheid, aanwezigheid van stoffen die circulariteit remmen, energie- en materiaalefficiëntie, gerecyclede inhoud, Remanufacturing en recycling, CO2- en ecologische voetafdrukken en als laatste informatievereisten, waaronder een digitaal productpaspoort. Ook wordt er gebruik gemaakt van nieuwe sturingsmethodieken zoals de Provisions of Unsold Consumer Goods, waarmee het verboden wordt om onverkochte consumentengoederen te vernietigen. Voor bedrijven betekent deze verordening dat producten moeten worden ontworpen met minimale ecologische impact over de gehele levenscyclus. Bovendien moeten ze transparanter zijn over de milieueffecten van hun producten. De Europese Commissie zal stapsgewijs gedelegeerde handelingen vaststellen met specifieke productregels. Het eerste werkplan, dat uiterlijk op 19 april 2025 wordt gepubliceerd, zal zich richten op productgroepen zoals ijzer en staal, aluminium, textiel, meubelen, banden, detergents, verven, smeermiddelen, chemische stoffen en energiegerelateerde producten.	Op termijn komen productgroep specifieke eisen aan de volgende productaspecten: Prestatie- en informatievereisten: • Duurzaamheid en levensduur van producten verbeteren • Repareerbaarheid verhogen, inclusief beschikbaarheid en betaalbaarheid van reserveonderdelen • Herbruikbaarheid en recyclebaarheid vergroten • Energie- en hulpbronefficiëntie verbeteren • Gehalte aan gerecyclede materialen verhogen • Koolstof- en milieuvoetafdruk verminderen Digitaal Productpaspoort (DPP): • Verplichte digitale identiteitskaart voor producten, onderdelen en materialen • Bevat informatie over technische prestaties, materiaalherkomst, reparatieactiviteiten en recyclingmogelijkheden • Toegankelijk via een code op de verpakking of het product zelf Aanvullende maatregelen • Verbod op vernietiging van onverkocht textiel en schoeisel, met mogelijke uitbreiding naar andere productgroepen • Verplichting voor grote en middelgrote bedrijven om jaarlijks informatie te verstrekken over weggegooid producten.

Regelgeving + status	Samenvatting	Productontwerp-gerelateerde implicaties
Ecodesign Richtlijn Richtlijn 2009/125/EG Vervangen per 18 juli 2024 door ESPR; overgangsperiode laat sommige oude eisen doorlopen tot 2026–2030.	Het doel van de richtlijn is om energieverbruik te reduceren voor zowel het productontwerp als ook voor de productie, transport en verpakking. Ook is het een belangrijk middel om fabrikanten en importeurs te stimuleren om efficiëntere energie-gerelateerde producten te ontwikkelen. Daarnaast zijn er inmiddels ook eisen voor levensduur en beschikbaar stellen van reserve onderdelen. De Ecodesign richtlijn werkt o.a. samen met Energie label richtlijn (Richtlijn 2017/1369) om energie-efficiëntie en milieuprestaties te verbeteren. Deze schrijft voor dat producten voorzien moeten zijn van energie labels die hun energie-efficiëntieklasse aangeven. Deze richtlijn vormde de basis voor de nieuwe, uitgebreidere Ecodesign Verordening die in 2026 van kracht wordt en een breder scala aan producten en duurzaamheidsaspecten zal omvatten.	De Ecodesign Richtlijn 2009/125/EG, die nu vervangen is door de nieuwe Ecodesign Verordening, bevatte de volgende hoofdpunten: • Energie-efficiëntie eisen: Geldt voor de meeste elektrische en elektronische apparaten, met enkele uitzonderingen zoals bepaalde vaste installaties en medische hulpmiddelen. • Informatieverstrekking: Producenten moeten specifieke productinformatie verstrekken, zoals energieverbruik en gebruiksaanwijzingen voor efficiënt gebruik. • CE-markering: Producten die oldeden aan de eisen mochten de CE-markering dragen. • Prestatienormen: Specifieke prestatienormen voor verschillende productcategorieën, zoals minimale efficiëntie voor elektromotoren. • Standby-verbruik: Limieten aan het energieverbruik van producten in standby- of uit-modus.

Regelgeving + status	Samenvatting	Productontwerp-gerelateerde implicaties
Energielabeling Richtlijn 2017/1369 Sinds 11 juli 2017 van kracht.	De Energielabeling Verordening (EU 2017/1369) verplicht fabrikanten om energie-efficiëntie-informatie te verstrekken op huishoudelijke apparaten, zoals koelkasten, wasmachines, vaatwassers en verlichting. De energielabels moeten de energie-efficiëntieklasse (A tot G), jaarlijks energieverbruik, en aanvullende prestatiekenmerken tonen. Dit maakt vergelijkingen tussen producten mogelijk op basis van energieverbruik en andere milieu-impactfactoren. Fabrikanten moeten hun producten registreren in de EPREL-database (European Product Database for Energy Labelling), waarin gedetailleerde productinformatie openbaar beschikbaar is.	Richtlijn 2017/1369 en de laatste versie Richtlijn (EU) 2023/1791 stellen verschillende product-specifieke eisen voor energieregerelateerde producten: • Etikettering: Leveranciers moeten etiketten en productinformatiebladen meegeven, met een A-G schaal. • Productinformatie: Handelaren moeten etiketten aanbrengen en productinformatie beschikbaar stellen, ook online. • Europese databank: Leveranciers moeten gegevens invoeren voordat ze nieuwe producten op de markt brengen. • Softwareupdates: Consumenten moeten worden geïnformeerd als updates de energie-efficiëntie verminderen. • Verbod op manipulatie: Het gebruik van manipulatievoorzieningen, die de prestaties van een product in testomstandigheden veranderen, is verboden.

Regelgeving + status	Samenvatting	Productontwerp-gerelateerde implicaties
Energieprestatie van gebouwen Richtlijn 2018/844/EU Sinds 19 mei 2010 van kracht; aangevuld door latere versies.	Sinds 9 juli 2018 van kracht; maakt deel uit van de doorlopende herziening van de EPBD (2010/31/EU). Deze richtlijn introduceert aanvullende eisen voor technische bouwsystemen, zoals verwarmings-, koelings-, ventilatie- en verlichtingssystemen, evenals energieprestatiecertificering. Doel is het verbeteren van de energie-efficiëntie van gebouwen en het bevorderen van slim energiebeheer.	De Richtlijn 2018/844/EU heeft de volgende product-specifieke implicaties voor machinebouw: • Toepassingsgebied: Geldt voor technische bouwsystemen die deel uitmaken van gebouwen, waaronder industriële installaties zoals HVAC-systemen, warmtepompen, ventilatie-units, verlichting en gebouwautomatiserings- en controlesystemen. • Energieprestatie-eisen: Machines die in gebouwen worden geïntegreerd moeten voldoen aan specifieke minimeisen voor energie-efficiëntie. Dit kan ontwerpaanpassingen vereisen, zoals betere isolatie, efficiëntere motoren of geoptimaliseerde regelstrategieën. • Gebouwautomatisering en -controle: Nieuwe en gerenoveerde niet-residentiële gebouwen met grote technische systemen moeten gebouwautomatiseringssystemen (BACS) hebben. Machinebouwers van HVAC, pompen of productiegebonden installaties moeten compatibiliteit met BACS-systemen voorzien. • Inspectie en monitoring: Apparatuur kan onderworpen worden aan verplichte inspectieprogramma's voor energieprestatie. Machinebouwers moeten meet- en diagnosefuncties integreren voor energieverbruik en systeemstatus. • Smart readiness: Producten die bijdragen aan een hogere "smart readiness" van gebouwen (zoals load balancing, voorspellende regeling en integratie met hernieuwbare energie) krijgen meerwaarde en kunnen in aanbestedingen of certificeringssystemen verplicht worden. • Documentatie en certificering: Machines moeten voorzien zijn van gegevens die gebouweigenaren in staat stellen om te voldoen aan energieprestatiecertificering, inclusief technische specificaties en meetrapporten.

Regelgeving + status	Samenvatting	Productontwerp-gerelateerde implicaties
Gefluoreerde broeikasgassen (F-gassen) Verordening (EU) 2024/573 Originele verordening sinds 1 jan 2015; herziene limieten en regels vanaf 11 maart 2024.	Deze Verordening reguleert gefluoreerde broeikasgassen (F-gassen) in de EU. Belangrijke punten: • Gericht op vermindering van F-gasemissie • Geleidelijke afbouw van HFK's op de EU-mark • Verbod op gebruik van F-gassen in bepaalde nieuwe apparatuur • De laatste versie van deze verordening, Verordening (EU) 2024/573 heeft de volgende Kernpunten • Verdere aanscherping van regels voor F-gassen • Drastische verlaging van toegestane F-gasproductie en -import • Uitbreiding van certificeringseisen voor technici, inclusief voor natuurlijke koudemiddelen	De geïntegreerde F-gassenverordeningen 517/2014 en 2024/573, voortbouwend op eerdere regelgeving, hebben de volgende belangrijke implicaties: • Quotasysteem: Strengere quota voor productie en import van HFK's, gebaseerd op CO2-equivalenten, met versnelde afbouw tot 2050 • Certificering: Uitgebreide certificerings- en trainingsvereisten, nu ook geldend voor HFO's en natuurlijke koudemiddelen • Productverboden: Uitgebreide lijst van verboden toepassingen, inclusief koudemiddelen met hoge GWP in specifieke systemen • GWP-limieten: Strikte grenswaarden voor GWP in verschillende toepassingen, zoals warmtepompen en airconditioning • Rapportage: Versterkte verplichting tot monitoring en rapportage van productie, import, export en gebruik van F-gassen • Lekdetectie: Verplichte regelmatige controles op lekkages voor systemen met bepaalde hoeveelheden F-gassen • Terugwinning: Verplichting tot terugwinning van F-gassen uit apparatuur tijdens onderhoud en bij einde levensduur • Etikettering: Duidelijke etikettering vereist voor producten en apparatuur die F-gassen bevatten Deze maatregelen zijn gericht op het drastisch verminderen van de uitstoot van fluorhoudende broeikasgassen en het stimuleren van de overgang naar milieuvriendelijke alternatieven.

Regelgeving + status	Samenvatting	Productontwerp-gerelateerde implicaties
Kaderrichtlijn Water (KRW) Richtlijn 2000/60/EG Sinds 22 dec 2000 van kracht; continue implementatie door lidstaten.	Richtlijn 2000/60/EG, bekend als de Kaderrichtlijn Water (KRW), vormt het fundament van het Europese waterbeleid en streeft naar een goede ecologische en chemische toestand van alle waterlichamen binnen de EU. Hoewel de KRW zelf geen specifieke geharmoniseerde normen voorschrijft, zijn er diverse normen en richtlijnen ontwikkeld die ondersteuning bieden bij de implementatie en naleving van de KRW.	De KRW richt zich primair op milieu- en waterkwaliteitsbeheer, maar heeft indirecte implicaties voor productontwerp en -gebruik, met name voor sectoren die emissies naar water veroorzaken. Belangrijke implicaties zijn: • Gebruik van gevaarlijke stoffen: Producten die stoffen bevatten die in oppervlakte- of grondwater kunnen belanden (via lozing, afspoeling of lekkage) moeten heroverwogen worden. Denk aan microplastics, zware metalen of persistente organische stoffen. • Afvalwateremissies: Apparaten of installaties die bijdragen aan watervervuiling moeten zo ontworpen worden dat ze emissies minimaliseren.

Regelgeving + status	Samenvatting	Productontwerp-gerelateerde implicaties
Kunststoffen voor voedselcontact Verordening (EU) 10/2011 in combinatie met (EG) 2022/1616 (Recycalaat kunststoffen) Sinds 1 jan 2011 van kracht; updates via verordening 2022/1616 ingevoerd.	Verordening (EU) nr. 10/2011 van de Commissie, vastgesteld op 14 januari 2011, betreft kunststofmaterialen en -voorwerpen die bestemd zijn om met levensmiddelen in contact te komen. Deze verordening stelt specifieke eisen aan de samenstelling en eigenschappen van dergelijke materialen om de veiligheid van consumenten te waarborgen.	Uit Verordening (EU) 10/2011 in combinatie met (EG) 2022/1616 (Recycalaat kunststoffen) volgen de volgende ontwerp-implicaties voor machinebouwers: • Materiaalkeuze op positieve lijst. Specificeer polymeren en additieven die op de lijsten van 10/2011 staan. Vraag per partnummer een verklaring van overeenstemming met vermelding van SML controles. Bewaar dit in het technisch dossier. • Ontwerp op migratie. Reken met de algemene migratielimiet van 10 mg per dm² en relevante specifieke limieten. Let op hoog oppervlak tot volume bij kleine onderdelen zoals pakkingen en slangen. Kies materiaal en wanddikte zodat worst case testen gehaald worden. • Testcondities meenemen in ontwerp. Definieer contacttijd, temperatuur en voedsel simulant volgens 10/2011. Leg vast dat een receptuurtwijziging of wissel van leverancier een herbeoordeling vereist. • Functionele barrière alleen met onderbouw. Toepassen kan, maar onder de voorwaarden van 10/2011 en met bewijs dat migratie onder de limieten blijft. • Inkten, lijmen, coatings. Geen directe voedselcontactzone. Waar dat onvermijdelijk is moet de laag voldoen aan 10/2011 en 1935/2004 en in de DoC zijn afgedekt. • Alleen goedgekeurde processen: Gebruik gerecycled kunststof uitsluitend uit door de EU goedgekeurde recyclingprocessen met EFSA beoordeling. Leg de proces identiteit en autorisatie vast. • Kwaliteitssysteem en traceerbaarheid: Eis van je leverancier een aantoonbaar kwaliteitssysteem voor inzameling, sortering, decontaminatie en batch traceerbaarheid. Neem lotnummers op in je machine dossier. • Decontaminatie aantonen: Vraag challenge test rapporten en procescontrole gegevens op. Gebruik gerecycled materiaal niet in kritische contactzones als deze onderbouw ontbreekt • CIP en SIP meenemen: Kies kunststoffen die bestand zijn tegen reiniging en desinfectie zonder dat migratie toeneemt. Leg verouderingstesten vast in het dossier. (Eis volgt uit 10/2011)

Regelgeving + status	Samenvatting	Productontwerp-gerelateerde implicaties
Machineverordening Verordening (EU) 2023/1230 Publicatie 10 nov 2023; inwerkingtreding gepland voor 2027.	De Machineverordening vervangt de Machinerichtlijn (2006/42/EG). Deze verordening (let op: het was een richtlijn) stelt uniforme veiligheids- en gezondheidsvoorschriften vast voor machines op de EU-markt om werknemers en consumenten te beschermen. Fabrikanten moeten een conformiteitsbeoordeling uitvoeren en een CE-markering aanbrengen op conformiteit. Enkele belangrijke wijzigingen waar rekening mee moet worden gehouden, zijn dat nieuwe technologieën zoals AI en IoT onder de Machineverordening vallen voor zover dit de veiligheid van machines aangaat. Bovendien introduceert de nieuwe verordening een nieuwe lijst van 'machines met een hoog risico', waarmee de oude lijst komt te vervallen. Deze verordening verandert qua productontwerp weinig t.o.v. de voorgaande richtlijn, maar stelt wel eisen aan bijvoorbeeld de gebruiksaanwijzing (die mag nu digitaal). Voor machines die gebruik maken van kunstmatige intelligentie, het 'Internet of Things' of robotica zijn er wel eisen voor productveiligheid waar een producent rekening mee moet houden.	De Machineverordening (EU) 2023/1230 introduceert belangrijke wijzigingen ten opzichte van de voorgaande Machinerichtlijn 2006/42/EG: • Uitbreiding toepassingsgebied: De verordening is nu ook van toepassing op nieuwe technologieën zoals AI, IoT en cybersecurity voor zover deze de veiligheid van machines betreffen. • Digitale documentatie: Handleidingen mogen in digitaal, printbaar formaat worden verstrekt. Fabrikanten moeten echter zorgen dat papieren versies op verzoek kosteloos beschikbaar zijn. • Hoog-risico machines: Er is een nieuwe lijst van 'machines met een hoog risico' geïntroduceerd, waarvoor specifieke conformiteitsbeoordelings-procedures gelden • Conformiteitsbeoordeling: Nieuwe procedures zijn geïntroduceerd, waaronder conformiteit op basis van volledige kwaliteitsborging. • Risicobeoordeling: Fabrikanten moeten rekening houden met toekomstige software-updates en de ontwikkeling van autonoom gedrag tijdens de levensduur van het product

Regelgeving + status	Samenvatting	Productontwerp-gerelateerde implicaties
Materialen in contact met levensmiddelen Verordening (EG) 1935/2004 i.c.m. GMP Verordening (EG) 2023/2006 Sinds 27 okt 2004 van kracht.	Verordening (EG) nr. 1935/2004, ook bekend als de Kaderverordening voor materialen en voorwerpen bestemd om met levensmiddelen in contact te komen, stelt algemene veiligheids- en conformiteitseisen vast voor alle materialen en voorwerpen die bedoeld zijn om met voedsel in aanraking te komen. Deze verordening vormt de basis voor specifieke maatregelen die van toepassing zijn op verschillende materialen, zoals kunststoffen, keramiek en metalen.	Uit Verordening (EG) 1935/2004 i.c.m. GMP Verordening (EG) 2023/2006 volgen de volgende ontwerp implicaties voor machinebouwers in de foodindustrie: • Basisveiligheid: Materialen in voedselcontact mogen geen stoffen overdragen die de gezondheid schaden of het voedsel onaanvaardbaar veranderen in samenstelling, geur of smaak. Ontwerp en materiaalkeuze toetsen aan dit uitgangspunt. • Etikettering en symbolen: Voor losse onderdelen en wisseldelen die niet evident voor voedselcontact zijn gebruik je de tekst voor voedselcontact of het glas en vork symbool. • Traceerbaarheid: Leg per contactdeel vast: materiaal, leverancier, batch, DoC en toepasselijke specifieke maatregel zoals 10/2011. Dit moet door de keten heen traceerbaar zijn. • Gedocumenteerd kwaliteitssysteem: Procedures voor inkoop, ontvangstcontrole, bewerking, reiniging, opslag en wijzigingsbeheer. Training en registraties verplicht. • Wijzigingsbeheer: Elke wijziging in materiaal, leverancier, receptuur of proces vereist een herbeoordeling van conformiteit en zo nodig nieuw migratieonderzoek. • Leveranciersverklaringen: Verzamel en onderhoud verklaringen van overeenstemming voor alle contactmaterialen en verwerk deze in het machine dossier en in reserveonderdelenbeheer.

Regelgeving + status	Samenvatting	Productontwerp-gerelateerde implicaties
Machinerichtlijn Richtlijn 2006/42/EG Sinds 29 dec 2009 (herzien) van kracht; blijft geldig tot vervanging.	De Machinerichtlijn 2006/42/EG is een belangrijke Europese richtlijn voor de machine-industrie die uniforme veiligheidseisen stelt voor machines in de Europese Unie. De richtlijn bevat essentiële veiligheids- en gezondheidseisen voor het ontwerp en de productie van machines, en draagt bij aan een gelijk speelveld voor fabrikanten, importeurs, distributeurs en leveranciers. Belangrijke aspecten van de Machinerichtlijn 2006/42/EG zijn: • Toepassingsgebied: De richtlijn is van toepassing op machines, niet-voltooid machines, hijs- en hefgereedschap, en veiligheidscomponenten. • Verplichtingen: Fabrikanten moeten een technisch constructiedossier samenstellen, een gebruiksaanwijzing leveren, een EG-verklaring van overeenstemming opstellen en CE-markering aanbrengen. • Toezicht: In Nederland is de Nederlandse Arbeidsinspectie (voorheen Inspectie SZW) verantwoordelijk voor het toezicht op de naleving van de richtlijn. • Vervanging: De Machinerichtlijn 2006/42/EG zal worden vervangen door de nieuwe Europese Machineverordening, die vanaf 20 januari 2027 volledig van toepassing zal zijn. De richtlijn bevordert het vrije verkeer van machines op de interne markt en garandeert een hoog bescherming	De Machinerichtlijn 2006/42/EG heeft specifieke implicaties voor producten die onder haar toepassingsgebied vallen: • CE-markering: Machines, veiligheidscomponenten, hijs- en hefgereedschappen, kettingen, kabels, banden, verwijderbare mechanische overbrengingssystemen en niet-voltooid machines moeten voldoen aan de essentiële veiligheids- en gezondheidseisen van de richtlijn. Pas na naleving mag de CE-markering worden aangebracht, waarmee wordt verklaard dat het product voldoet aan de richtlijn. • Risicobeoordeling: Fabrikanten zijn verplicht een risicobeoordeling uit te voeren en documenteren om ervoor te zorgen dat hun producten veilig zijn. • Technisch dossier: Voor elke machine moet een technisch constructiedossier worden opgesteld en 10 jaar worden bewaard. Dit dossier bevat onder andere ontwerptekeningen, gebruikte normen en testresultaten. • Gebruiksaanwijzing: Machines moeten worden geleverd met een gebruiksaanwijzing in de taal van de eindgebruiker. Deze handleiding moet duidelijke instructies bevatten over veilig gebruik, onderhoud en installatie. • EG-verklaring van overeenstemming: Fabrikanten moeten een verklaring opstellen waarin zij bevestigen dat het product voldoet aan de richtlijn. Voor voltooid machines is dit een model IIA-verklaring.

Regelgeving + status	Samenvatting	Productontwerp-gerelateerde implicaties
Ozonlaagafbrekende stoffen Verordening (EG) (EU) 2024/590 In werking sinds 1 januari 2010; herzien per 11 maart 2024.	Verordening (EG) nr. 1005/2009 reguleert de productie, handel en gebruik van ozonlaagafbrekende stoffen (OAS) in de EU. Belangrijke punten: • Gericht op eliminatie van chloorfluorkoolwaterstoffen (HCFK's) • Beperking van OAS waar alternatieven beschikbaar zijn • Versnelling van de transitie naar natuurlijke koudemiddelen • Uitbreiding van kwalificatie-eisen voor technici • Naleving van het Protocol van Montreal Beide verordeningen dragen bij aan de bescherming van de ozonlaag en de beperking van klimaatverandering, in lijn met de EU Green Deal. Ze zorgen voor strikte regulering van schadelijke stoffen, stimuleren innovatie in milieuvriendelijke alternatieven, en versterken de Europese inzet voor mondiale milieubescherming.	De geïntegreerde Verordeningen 1005/2009 en 2024/590 betreffende ozonlaagafbrekende stoffen (OAS) hebben de volgende belangrijke product-specifieke implicaties: • Productieverbod: Verbod op de productie van ozonlaagafbrekende stoffen, met enkele uitzonderingen voor essentiële toepassingen • Importrestricties: Strengere beperkingen op de invoer van OAS, alleen toegestaan voor specifieke doeleinden zoals gebruik als grondstof of voor laboratoriumtoepassingen • Exportcontrole: Regulering van de uitvoer van OAS om wereldwijde verspreiding te beperken • Gebruiksverboden: Uitgebreide lijst van verboden toepassingen voor OAS, met enkele uitzonderingen voor kritische gebruiken • Terugwinning: Verplichting tot terugwinning en vernietiging van OAS uit apparatuur en producten • Isolatieschuim: Nieuwe verplichting voor zorgvuldige verwerking van bepaalde soorten isolatieschuim uit gebouwen om gasemissies te voorkomen • Rapportage: Verplichte rapportage over productie, import, export en gebruik van OAS • Vergunningensysteem: Invoering van een vergunningensysteem voor bepaalde toepassingen van OAS Deze maatregelen zijn gericht op het verder terugdringen van het gebruik van ozonlaagafbrekende stoffen, het beschermen van de ozonlaag en het verminderen van de milieu-impact, in lijn met internationale afspraken zoals het Montreal Protocol

Regelgeving + status	Samenvatting	Productontwerp-gerelateerde implicaties
Regeling Afgedankte Elektrische en Elektronische Apparatuur (AEEA) o.b.v. Richtlijn 2012/19/EU Sinds 14 feb 2014 van kracht; sinds 15 aug 2018 uitgebreid naar alle elektronische apparaten.	De Regeling afgedankte elektrische en elektronische apparatuur stelt producenten of importeurs van elektrische en elektronische apparatuur (mede) verantwoordelijk voor het beheer van dat product in de afvalfase. Minimaal 65% van de gemiddelde gewichtshoeveelheid elektrische en elektronische apparatuur die in de voorgaande drie jaren in Nederland in de handel is gebracht, aan afgedankte elektrische en elektronische apparatuur (AEEA of e-waste) moet worden ingezameld en verwerkt. Voor bedrijven is dit een stimulans om bij productontwerp beter na te denken over hoe grondstoffen na de levensduur van een product op een goede manier teruggewonnen kunnen worden, en om elektronisch afval te minimaliseren.	De Regeling afgedankte elektrische en elektronische apparatuur (AEEA) implementeert de Europese AEEA-richtlijn in Nederland. Deze regeling stelt producenten, importeurs, distributeurs en verwerkers verantwoordelijk voor het beheer van elektrische en elektronische apparatuur in de afvalfase. Hier volgt een overzicht van de belangrijkste product-specifieke implicaties: • Toepassingsgebied: Geldt voor de meeste elektrische en elektronische apparaten, met enkele uitzonderingen zoals bepaalde vaste installaties en medische hulpmiddelen. • Markering: Apparaten moeten gemarkeerd zijn met een symbool dat aangeeft dat ze niet bij het huishoudelijke afval mogen worden weggegooid. • Innameplicht distributeurs: Bij verkoop van een nieuw apparaat moet een oud, gelijkwaardig apparaat gratis worden ingenomen. • Innameplicht detailhandel: Grote detailhandelszaken moeten kleine AEEA gratis innemen zonder aankoopverplichting. • Ingebouwde batterijen en accu's: Deze moeten eenvoudig kunnen worden verwijderd, tenzij dit noodzakelijk is voor veiligheid, prestaties, medische redenen of data-integriteit. De gebruiksaanwijzing moet instructies voor verwijdering bevatten. • Registratieplicht: Producenten, importeurs en verwerkers moeten zich registreren bij het Nationaal (W)EEE Register en jaarlijks rapporteren over de hoeveelheden in de handel gebrachte, ingezamelde en verwerkte apparatuur. • Inzameling Doelstellingen: Producenten moeten voldoen aan specifieke inzamelingsdoelstellingen, zoals vanaf 2019 jaarlijks minimaal 65% van de gemiddelde gewichtshoeveelheid in de handel gebrachte apparatuur inzamelen en verwerken.

Regelgeving + status	Samenvatting	Productontwerp-gerelateerde implicaties
Registratie, Evaluatie en Autorisatie van Chemische stoffen (REACH) Verordening (EG) 1907/2006 Sinds 1 juni 2007 in werking; nog actueel, maar continu geüpdatet en in revisie (REACH 2.0 op komst).	REACH staat voor registratie, evaluatie, autorisatie en beperking van chemische stoffen. REACH is een verordening van de Europese Unie die werd vastgesteld om de gezondheid van mens en milieu beter te beschermen tegen gevaren die van chemische stoffen uitgaan en om het concurrentievermogen van de chemische industrie in de EU te versterken. Om aan de verordening te voldoen, moeten organisaties de risico's van de chemische stoffen inventariseren en controleren. Als producent of importeur van chemische stoffen moet er worden aangetoond hoe de stoffen veilig gebruikt kunnen worden. Daarnaast moet er een veiligheidsinformatieblad opgesteld worden, dat gebruikers in de leveringsketen informatie geeft over eventuele veiligheidsmaatregelen die zij moeten treffen. Als downstreamgebruiker (distributeur/gebruiker) moeten er risicobeheersmaatregelen worden getroffen, zoals gespecificeerd in de veiligheidsinformatiebladen. Controleer hiervoor of de toepassing van de stof in het registratiedossier is opgenomen en neem contact op met uw leveranciers en afnemers in de leveringsketen. Meer informatie is te vinden op de website van de European Chemicals Agency (ECHA) of op de website van de Rijksoverheid. De Zeer Zorgwekkende Stoffen regeling (ZZS) valt samen met het kader dat wordt geboden door REACH. Andere relevante kaders zijn het OSPAR verdrag, de Kaderrichtlijn Water en de POP verordening. Deze lijsten zijn door het RIVM gecombineerd tot een ZZS-lijst. Voor producten waar gebruik wordt gemaakt van deze chemische stoffen kunnen strategieën als substitutie worden overwogen om te kunnen voldoen aan de verordening.	De REACH-verordening (EG) nr. 1907/2006 bevat de volgende product-gerelateerde implicaties: • Toepassingsgebied: Geldt voor vrijwel alle chemische stoffen die in de EU worden geproduceerd, geïmporteerd, verhandeld of gebruikt, met enkele uitzonderingen. • Registratieplicht: Producenten en importeurs moeten stoffen registreren bij het Europees Agentschap voor chemische stoffen (ECHA) als ze meer dan 1 ton per jaar produceren of importeren. • Veiligheidsinformatie: Bedrijven moeten informatie verzamelen en delen over de eigenschappen en risico's van stoffen, inclusief veilig gebruik. • Autorisatie: Voor zeer zorgwekkende stoffen (SVHC's) is een specifieke autorisatie nodig voor gebruik of in de handel brengen. • Beperkingen: REACH kan beperkingen opleggen aan de productie, het gebruik of de invoer van bepaalde schadelijke stoffen. • Informatieplicht: Leveranciers moeten informatie verstrekken over SVHC's in producten als de concentratie hoger is dan 0,1 gewichtsprocent. • Meldplicht: Producenten en importeurs moeten ECHA informeren over SVHC's in voorwerpen boven bepaalde drempelwaarden. • Veiligheidsinformatiebladen: Verplicht voor gevaarlijke stoffen en mengsels, met informatie over veilig gebruik voor professionele gebruikers. • Consumenteninformatie: Op verzoek moet informatie over SVHC's in producten binnen 45 dagen aan consumenten worden verstrekt. • Evaluatie: ECHA en lidstaten beoordelen de informatie die bedrijven verstrekken om de veiligheid van stoffen te garanderen.

Bijlage B. EN 15804



Figuur B.1 De systeemgrenzen en afbakening van een EPD volgens EN 15804

EN 15804 is de Europese norm die de basisregels vastlegt voor het opstellen van milieuproductverklaringen (Environmental Product Declarations, EPD's) voor bouwproducten. De norm zorgt ervoor dat EPD's op een uniforme manier worden opgesteld, zodat gegevens over verschillende producten transparant, consistent en vergelijkbaar zijn. Deze eigenschappen maakt de opdeling ook goed van toepassing op machinebouw.

De norm beschrijft onder meer de indeling van de levenscyclus in modules en fasen:

- **A1-A3 Productiefase:**
 - A1 – Winning en productie van grondstoffen, inclusief energie en hulpstoffen.
 - A2 – Transport van grondstoffen naar de productielocatie.
 - A3 – Fabricage van het product, inclusief alle interne processen en hulpbronnen.
- **A4-A5 Installatiefase:**
 - A4 – Transport van het product naar de bouwplaats of gebruikslocatie.
 - A5 – Installatie of montage, inclusief materiaalverliezen en installatiegebonden energie- en waterverbruik.
- **B1-B7 Gebruiksfase:**
 - B1 – Directe emissies en effecten tijdens gebruik.
 - B2 – Onderhoud.
 - B3 – Reparatie.
 - B4 – Vervanging van onderdelen of componenten.
 - B5 – Renovatie.
 - B6 – Energiegebruik tijdens gebruik.
 - B7 – Watergebruik tijdens gebruik.
- **C1-C4 End-of-life fase:**
 - C1 – Demontage of sloop.
 - C2 – Transport naar afvalverwerking.
 - C3 – Afvalverwerking voor hergebruik, recycling of andere terugwinning.
 - C4 – Verwijdering (storten of verbranden zonder energierugwinning).
- **Module D (buiten de systeemgrenzen):**
 - Informatie over potentiële voordelen en lasten buiten het beschouwde systeem, zoals energie- of materiaal terugwinning die andere processen kan vervangen.

Bijlage C - Restwaarde per fase berekenen

De restwaarde van een machine verschilt sterk per fase omdat elk niveau andere herstel- of hergebruik opties biedt. Er is een algemene formule voor het berekenen van de restwaarde. Deze is hieronder weergegeven. Echter verschillen de kosten die nodig zijn om voor iedere circulaire strategie een berekening te maken. Vandaar dat we in deze leidraad ook een specifieke formule en voorbeeld hebben opgesomd per circulaire strategie.

De restwaarde wordt uitgedrukt in twee verschillende waarden en is afhankelijk van het onderwerp en de fase waarin zich dat verkeerd. We onderscheiden daarin:

- Recyclewaarde
- Hergebruikwaarde

Recycle waarde

De recyclewaarde (RW) is de waarde van het overgebleven materiaal, berekend door het totale gewicht te vermenigvuldigen met de actuele schrootwaarde en daar de kosten voor sloop en vervoer vanaf te trekken.

Berekening als volgt:

$$RW = \sum sPi * sgi$$

sPi = schrootprijs van product component *i* per kg [€]

sgi = gewicht van product component *i* [kg]

De recyclewaarde geldt alleen voor op het materiaal niveau. Een object of element moet worden gedemonteerd tot losse bouwdelen die per materiaalsoort worden gescheiden, zonder duurzame verbindingen zodat recycling mogelijk blijft.

Hergebruikwaarde

Hergebruikwaarde betreft de financiële restwaarde van een product of onderdeel wanneer het wordt hergebruikt, in plaats van als afval of schroot te worden behandeld. Daarbij beoordeel je wat het product theoretisch nog waard is bij een tweede inzet, bijvoorbeeld in hetzelfde of een ander project. Van deze waarde worden diverse kosten afgetrokken, waaronder demontage, inspectie of renovatie, transport en eventuele opslag. Het resultaat hiervan is de hergebruikwaarde, die doorgaans aanzienlijk hoger uitvalt dan de pure recycle- of schrootwaarde, aangezien niet alleen het materiaal maar ook de functie behouden blijft.

De hergebruikwaarde betreft een theoretische waarde die afhankelijk is van het beoogde gebruik en de daaraan verbonden voorwaarden. Deze waarde wordt toegekend aan bouwproducten; materialen worden slechts eenmaal toegepast, waarna ze worden omgezet in een bouwproduct. Dit bouwproduct wordt vervolgens geïntegreerd in een element, object of uiteindelijk een unit.

De hergebruikwaarde wordt berekend als de som van alle kostprijzen (waardeopbouw), verminderd met een reeks correctiefactoren (waardeverlies).

Waardeopbouw (AK):

- Materiële aanschafkosten
- Arbeidskosten

Waarde verlies (V):

- KR = kwaliteitsreductie percentage van de aankoopwaarde
- DK = demontagekosten (uren x gemiddeld uurtarief)
- RK = reviseerkosten. (percentage van de kwaliteitsreductie)
- TK = transportkosten (gemiddelde afstand (km) en de kosten voor transport per m³ of kg/ton)
- OK = opslagkosten (gemiddelde opslagkosten per m² per maand en de tijd van opslag)
- VM = aantal keer dat het product wordt vervangen

De algemene formule voor het berekenen van de hergebruikwaarde (HW) is:

$$HW = (AK - V - KR - DK - RK - TK - OK) * VM$$

Per circulaire strategie kan de formule afwijken. Dit is afhankelijk van de betreffende invloed van de kosten en afspraken.

Specifieke berekening per circulaire strategie:

Narrow the loop		
Refuse	Product vermijden	Geen restwaarde (machine wordt niet aangeschaft).
Reduce	Minder materiaal gebruiken	Geen specifieke formule; besparingen op initieel materiaalgebruik worden meegenomen.

Slow the loop		
Reuse (hergebruik)	Hergebruik van de hele machine. → 90% is intact. Je hergebruikt de machine of component zonder grote aanpassingen. De restwaarde hangt af van de mate van slijtage (veroudering) en de waarde van direct herbruikbare delen.	$HW = (AK - KR - DK - TK - OK) * VM$
Repair (herstellen)	Herstellen van defecten. $RK < 30\% * AK$. De machine wordt hersteld om opnieuw in gebruik te worden genomen. De kosten voor herstel C-herstel verminderen de restwaarde.	
Refurbish (Revisie / opknappen)	Opknappen en reviseren. 70-80% in tact. $RK < 50\% * AK$ De machine wordt uitgebreid nagekeken en opgeknapt, mogelijk met het vervangen van belangrijke componenten. Kosten voor revisie verminderen de restwaarde, maar sommige componenten kunnen worden hergebruikt.	
Remanufacture (herfabricage)	Herfabricage van componenten of modules. 50-80% herbruikbaar. Onderdelen worden gedemonteerd, hersteld of vervangen, en opnieuw geassembleerd tot een 'nieuwe' machine of module	
Repurpose	Herbestemming van machine of onderdelen. Ca. 50% behoud. Bij repurpose krijgt de machine een compleet nieuwe herbestemming met een andere doelstelling.	

Close the loop		
Recycle	Herwinning van materiaal. 40-80% van de grondstoffen. Bij recyclen wordt de machine afgebroken tot grondstoffen (bijvoorbeeld staal, koper) met een restwaarde gebaseerd op materiaalprijzen.	$HW = (AK - KR - DK - TK - OK) + RW$
Recover	Terugwinning van energie of grondstoffen. 30-40% rendement.	$HW = AK - KR - DK - TK - OK$

Waarom monitoring essentieel is per circulaire strategie:

- Het optimaliseren van circulaire processen: Met behulp van IoT-technologie en sensoren kunnen veroudering en onderhoudskosten continu worden gevolgd. Dit maakt het mogelijk om op het juiste moment te kiezen voor hergebruik of revisie, waardoor materialen en onderdelen efficiënter worden ingezet.
- Het maximaliseren van waarde: Door bewust te kiezen voor een passende circulaire strategie, zoals bijvoorbeeld Refurbish in plaats van Recycle, kan de restwaarde van machines of onderdelen flink worden verhoogd. Zo blijft er meer waarde behouden in de keten.

Maak duidelijke afspraken met de leverancier en stel gezamenlijk een circulair plan op. Bepaal samen de criteria voor het Grondstof- en Productpaspoort, zodat de circulariteit meetbaar en transparant is.



Colofon

Amsterdam, Partners for Innovation, Hygienic Design
Network, Binnenklimaat Nederland en TNO, november 2025

Opdrachtgever: Circonnect, met subsidie vanuit het ministerie
van Economische Zaken

Leidraad Data voor een Grondstof & Productpaspoort

Regie op ketenrisico's en kansen

Circonnect is een programma van
CLICKNL Financiering door het
Ministerie van Economische
Zaken

Vormgeving

Moonatic Agency

Studio Mayra & Sam

Publicatie

November 2025

Meer informatie

www.circonnect.org

