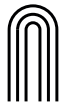


**Karine Van Doorselaer
Els Du Bois**

ECODESIGN

Ontwerpen voor een
duurzame en circulaire economie



**ACADEMIA
PRESS**

© Academia Press
Ampla House
Coupure Rechts 88
9000 Gent
info@academiapress.be
www.academiapress.be

Uitgeverij Academia Press maakt deel uit van Lannoo Uitgeverij,
de boeken- en multimediativisie van Uitgeverij Lannoo nv.

Vormgeving: Press Point.be
Cartoons: Simon De Meulenaer

Karine Van Doorselaer & Els Du Bois
Ecodesign. Ontwerpen voor een duurzame en circulaire economie
Gent, Academia Press, 2018, 260 pp.

Eerste editie, 2015
Tweede, herziene editie, 2018

ISBN 978 94 014 4592 4
D/2017/45/393
NUR 964

Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgeverij.

INHOUD

	Leeswijzer	5
1	Inleiding	7
2	Noodzaak van ecodesign	9
	2.1 Problemen	11
	2.1.1 Explosieve toename van de wereldbevolking	11
	2.1.2 Aantasting van het ecosysteem	12
	2.1.3 Uitputting van grondstoffen	13
	2.2 Grenzen aan de groei	16
	2.2.1 Milieugebruiksruimte	17
	2.2.2 Ecologische voetafdruk	19
	2.3 De alarmklok luidt reeds lang!	20
	2.4 Aanpak milieuproblemen door de jaren heen	24
	2.5 Stakeholders in een duurzame maatschappij	25
	2.6 Besluit	27
3	Begrippen	29
	3.1 Duurzame ontwikkeling	31
	3.2 Eco-efficiëntie	34
	3.3 Ecodesign	35
	3.4 Stappen van de levenscyclus van producten (Design for X)	37
	3.4.1 Grondstoffen en materialen	37
	3.4.2 Technieken (Design for Manufacturing)	39
	3.4.3 Assembleren (Design for Assembly)	40
	3.4.4 Verpakking en distributie (Design for Logistics)	41
	3.4.5 Gebruiksfase	43
	3.4.5.1 Gedrag van de gebruiker (Design for Sustainable Behaviour)	44
	3.4.5.2 Energieverbruik (Design for Energy Efficiency)	48
	3.4.5.3 Verbruiksgoederen	50
	3.4.5.4 Verlenging van de levensduur	50
	3.4.6 Afdankingsfase	51
	3.4.6.1 Preventie	53
	3.4.6.2 Hergebruik	53
	3.4.6.3 'Remanufacturing' of 'Refurbishing'	54
	3.4.6.4 Recycleren	56
	3.4.6.5 Composteren	65

3.4.6.6	Verbranden	68
3.4.6.7	Storten	70
4	Duurzaam ondernemen	71
4.1	Drijfveren om duurzaamheid/ecodesign te integreren in het bedrijf	73
4.1.1	Interne en externe stakeholders	73
4.1.2	Kosten en baten	76
4.2	Integratie op verschillende niveaus	78
4.2.1	Beleidsniveau: duurzaamheid als bedrijfsstrategie	78
4.2.1.1	Maatschappelijk verantwoord ondernemen	79
4.2.1.2	Global Reporting Initiative	81
4.2.1.3	Andere duurzaamheidsanalyses	83
4.2.1.4	Tools voor strategisch denken	84
4.2.2	Procesniveau: schoner produceren	87
4.2.3	Productniveau: ecodesign	88
5	Hulpmiddelen voor ecodesign	91
5.1	Kwantitatieve tools	94
5.1.1	Life Cycle Assessment (LCA)	94
5.1.1.1	Aanpak	95
5.1.1.2	Besluit	104
5.1.2	Eco-indicatoren	105
5.1.2.1	Aanpak	107
5.1.2.2	Besluit	111
5.1.3	(Product) Carbon Footprint	112
5.1.3.1	Aanpak	113
5.1.3.2	Besluit	115
5.1.4	Energiebalansen	116
5.1.5	Exergetic life cycle analysis (ELCA)	118
5.1.6	Life cycle sustainability assessment (LCSA)	121
5.2	Kwalitatieve tools	124
5.2.1	MET-matrix	125
5.2.2	ERP-matrix	129
5.2.3	LiDS-wiel	130
5.2.3.1	Opbouw	130
5.2.3.2	Gebruik	137
5.2.4	Eco-Ster	137
5.2.4.1	Opbouw	138
5.2.4.2	Gebruik	139
5.2.5	Checklist	142

5.2.6	Ecodesign-vuistregels voor een circulaire economie	150
5.2.6.1	Algemene vuistregels	150
5.2.6.2	Focus op hergebruik door dezelfde consument	152
5.2.6.3	Focus op hergebruik door verschillende consumenten	153
5.2.6.4	Focus op opwaarderen/herfabricatie (remanufacture/refurbish)	153
5.2.6.5	Focus op recycleren	153
5.3	Keuze ecodesign-tools	154
6	Ecodesign integreren in het ontwerpproces	157
6.1	Fase 1: strategische keuze	162
6.2	Fase 2: productideeën genereren	163
6.3	Fase 3: productdefinitie	165
6.4	Fase 4, 5 en 6: systeem-, concept- en detailontwerp	165
6.5	Besluit	166
7	Ecodesign-stimuli	169
7.1	Cradle to cradle	172
7.2	Circulaire economie	177
7.2.1	De principes van de circulaire economie	179
7.2.2	De relatie ecodesign - circulaire economie	181
7.2.3	Ecodesign-vuistregels voor de implementatie van de circulaire economie	182
7.3	Bio-gebaseerde economie	184
7.4	Biomimicry	186
7.5	Blue Economy	189
7.6	Green Economy	192
7.7	Product-dienstcombinaties	193
7.8	Leren van het verleden	195
7.9	Systeemdenken	197
7.10	Industrie 4.0	198
7.11	Besluit	200
8	Duurzaam besturen	203
8.1	Normen	205
8.1.1	ISO-normen	206
8.1.1.1	ISO 9000-familie	208
8.1.1.2	ISO 14000-familie en EMAS	208
8.1.1.3	ISO 26000-familie	210
8.1.1.4	ISO 14080	211

8.1.2	Europese normen	212
8.1.2.1	Technische Specificatie 'Mechanische producten – Methodologie voor het optimaliseren van milieu- invloeden in productontwerp en -ontwikkeling'	212
8.2	EU-richtlijnen	212
8.2.1	Ecodesign voor energieverbruikende producten	213
8.2.2	Product Environmental Footprint (PEF)	216
8.2.3	REACH	216
8.2.4	WEEE	218
8.2.5	RoHS	219
8.3	Stimuli van de Vlaamse overheid	219
8.3.1	Vlaams materialenprogramma/Vlaanderen circulair	219
8.3.2	Uitgebreide producentenverantwoordelijkheid in het afvalbeleid	220
8.3.2.1	Aanvaardingsplicht	221
8.3.2.2	Collectief plan	222
8.3.2.3	Terugnameplicht	223
8.4	Duurzame overheidsopdrachten	224
9	Duurzaam consumeren	227
9.1	De duurzame consument, feit of fictie?	230
9.2	Stimuleren duurzaam aankoopgedrag	232
9.2.1	Ecolabels	232
9.2.2	Stimuli vanuit de overheid en consumentenorganisaties	233
9.2.3	Design for Sustainable behaviour	234
10	Besluit	237
	Epiloog	243
	De geschiedenis van Paaseiland als metafoor voor onze toekomst	245
	Referenties	247

LEESWIJZER

Deze leeswijzer gidst je door het boek. Afhankelijk van je reeds aanwezige expertise kan je sommige hoofdstukken overslaan, zodat je je onmiddellijk kan verdiepen in de begeerde kennis en informatie.

Dit boek is als volgt opgebouwd:

Hoofdstuk 1 geeft een inleiding op het boek. We schetsen waar het vakgebied ecodesign zich bevindt in het kluwen van begrippen gerelateerd aan duurzaamheid en de circulaire economie. Ook duiden we kort en bondig de opzet van dit boek en wat je ervan mag verwachten. Als je je na het lezen van dit hoofdstuk niet aangesproken voelt en niet geboeid bent, mag je het boek doorgeven.

Hoofdstuk 2 kadert de noodzaak om ecodesign te implementeren in het ontwerpproces binnen de milieuproblemen waar de huidige en komende generaties mee geconfronteerd (zullen) worden. Je mag dit hoofdstuk overslaan als je je reeds volledig van deze noodzaak bewust bent en niet meer overtuigd moet worden om zelf stappen te zetten.

Hoofdstuk 3 legt het begrip ecodesign klaar en duidelijk uit. We starten met de plaats van ecodesign binnen het containerbegrip 'duurzame ontwikkeling' te duiden. Ecodesign staat voor levenscyclus-denken, en dus worden alle stappen van de levenscyclus van een product grondig besproken (Design for X-aanpak). Na het lezen van dit hoofdstuk ken je alle begrippen die aan ecodesign gerelateerd zijn.

Hoofdstuk 4 staat in het teken van duurzaam ondernemen, de actor in de transitie naar een duurzame wereld en circulaire economie. Allereerst wordt geschetst wat de drijfveren zijn voor een bedrijf om duurzaamheid te integreren in de bedrijfsvoering en op welke niveaus dit kan gebeuren. Op productniveau tonen we aan dat het implementeren van ecodesign voor een bedrijf geen bedreiging hoeft te vormen, maar een stimulans tot innovatie kan zijn.

Hoofdstuk 5 bekijkt de diverse hulpmiddelen die de ontwerper ondersteunen om ecodesign op een gestructureerde manier te integreren in het ontwerpproces. We bespreken de mogelijkheden en beperkingen, de voor- en nadelen van de kwantitatieve en kwalitatieve tools, zodat de keuze en het gebruik van de tools op een doordachte manier kan gebeuren.

In Hoofdstuk 6 gaan we dieper in op het ontwerpproces met de focus op waar en wanneer welke ecodesign-hulpmiddelen kunnen ingezet worden.

In Hoofdstuk 7 worden diverse aanpakken geschetst die elk vanuit een eigen visie streven naar de transitie naar een duurzame maatschappij, zoals biomimicry en blue economie. Ruime aandacht gaat naar de principes van de circulaire economie. We bespreken concrete vuistregels om vanuit ecodesign aan de slag te gaan bij het ontwerpen van producten en diensten die passen in een circulaire economie. Op het einde van dit hoofdstuk weet je precies welke vlag welke lading dekt en kan je inspiratie putten uit elk van deze benaderingen gelinkt met ecodesign.

In Hoofdstuk 8 richten we het vizier op de tweede actor in duurzame ontwikkeling, namelijk de overheid. Na dit hoofdstuk heb je zicht op de relevante normen, richtlijnen, wetgevingen en labels die gerelateerd zijn aan ecodesign.

In Hoofdstuk 9 gaan we dieper in op de rol van derde spilfiguur in de transitie naar een duurzame maatschappij, met name de consument. De focus ligt op de mogelijkheden die de ontwerper/ingenieur heeft om via ontwerpstrategieën het consumentengedrag te sturen naar meer zorg voor het ecosysteem.

Hoofdstuk 10 besluit met de boodschap dat er nog werk aan de winkel is en moedigt je aan om zelf aan de slag te gaan.

Opmerkingen en suggesties zijn steeds welkom op:
karine.vandoorsselaer@uantwerpen.be of els.dubois@uantwerpen.be.

1

INLEIDING

Ecodesign, milieugerichte productontwikkeling (MPO), milieuvriendelijke productontwikkeling, Design for Environment (DfE), eco-efficiëntie, duurzaam ontwerpen, duurzame productontwikkeling, ... Allemaal termen met een belangrijk gezamenlijk uitgangspunt, namelijk ontwerpen met zorg voor het milieu. Toch is er een zekere diversiteit aangaande de lading die de termen dekt. We stellen vast dat de begrippen met betrekking tot duurzaam ontwerpen door elkaar gebruikt worden en niet steeds in de correcte context. Het doel van dit boek is dan ook om hierin duidelijkheid te scheppen en dieper in te gaan op al deze termen.

De term ecodesign roept meestal het beeld op van stoelen uit karton, lampenkappen uit hout, afgedankte LP's die omgevormd zijn tot fruitschalen, spullen voor mensen die 'in boomhutten wonen', kortom 'geitenwollensokken'-voorbeelden en dat is wat ecodesign niet is.

De term design heeft voor de doorsnee-consument betrekking op de vorm, kleur, uitstraling en dergelijke van het product. Binnen de context van ecodesign is de term design synoniem van productontwikkeling en gaat het veel verder dan het ontwerpen van producten die er goed uitzien. Een product moet vooral functioneel, produceerbaar, ergonomisch, betaalbaar ... zijn. Kortom, productontwikkeling houdt in dat men producten ontwerpt die een meerwaarde bieden, rekening houdend met alle technische, economische en menskundige aspecten.

Ecodesign neemt het milieu mee als copiloot in het ontwerpproces. De aandacht tijdens het ontwerpen gaat, naast alle andere eisen, ook naar zorg voor milieu. Voor sommige bedrijfsleiders (en gelukkig langsom minder) roept echter aandacht schenken aan de milieuaspecten de kwalijke connotatie op van 'investeren', 'problemen', 'economisch niet rendabel'.

Een antwoord op deze misvatting is eco-efficiënt ontwerpen. Eco-efficiënt ontwerpen houdt in dat men economie en ecologie naast elkaar plaatst met als bedoeling een win-winsituatie te creëren. Dit inzicht is voor bedrijven een grote stimulans om ecodesign te integreren in het ontwerpproces.

De term duurzame productontwikkeling (sustainable design) wordt ook gebruikt. Deze term is afgeleid van het begrip duurzame ontwikkeling (sustainable development). Duurzame (product)ontwikkeling is gebaseerd op drie pijlers: economie, ecologie en de sociale aspecten. Hierbij heeft men, naast de economische en ecologische pijlers, ook ruime aandacht voor sociale aspecten zoals werkomgeving, verloning, betrokkenheid van de werknemers, leefruimte en noord-zuidrelatie. De integratie van de sociale aspecten in het duurzaam ontwerpproces staat weliswaar nog in de kinderschoenen. De uitdaging voor de toekomst is de evaluatie en meting van deze aspecten uit te werken en te optimaliseren.

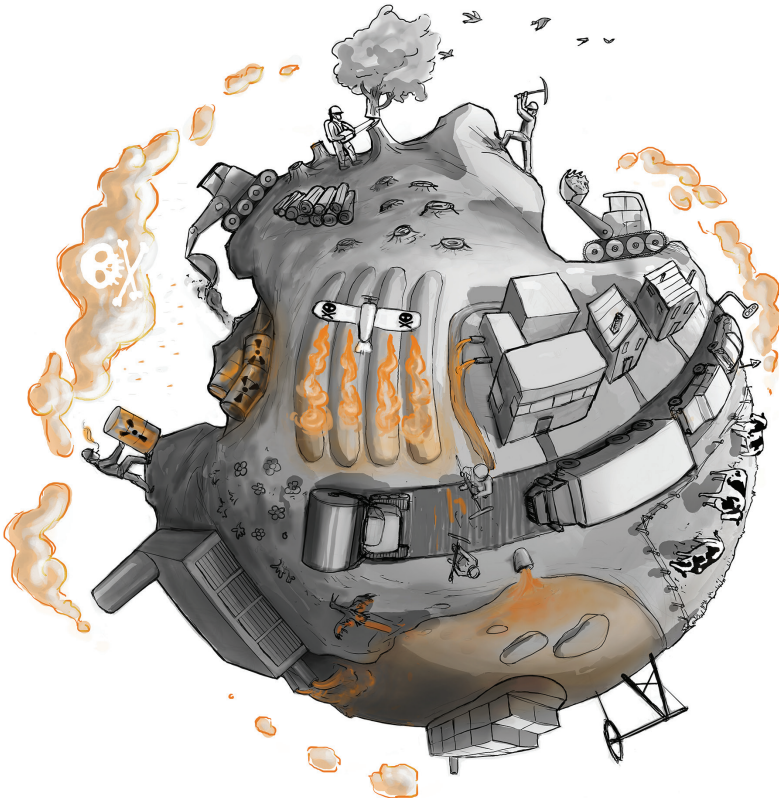
Deze publicatie staat in het teken van ecodesign en richt zich op de ecologische pijler van duurzame productontwikkeling. Het opzet van dit boek is dubbel. Ten eerste willen we de talrijke begrippen en aanpakken verwant aan ecodesign schetsen en situeren ten opzichte van elkaar. Ten tweede willen we de ontwerper/ingenieur een leidraad aanbieden om ecodesign te integreren in het ontwerpproces. De in Nederland en Vlaanderen meest gebruikte hulpmiddelen/tools om bestaande producten te screenen op hun milieu-impact en/of als checklist bij het ontwerpen van nieuwe, innovatieve, ecologische producten worden besproken. Tevens wordt aandacht besteed aan de diverse aanpakken die richting geven aan een duurzame samenleving en die gerelateerd zijn aan ecodesign.

Zoals reeds aangehaald in het voorwoord, wordt in deze herwerkte versie de link tussen ecodesign en de circulaire economie besproken. De kennis en aanpak van ecodesign vormt de basis voor de implementatie van de principes van de circulaire economie in het ontwerpproces.

Ontwerpers/ingenieurs hebben een grote verantwoordelijkheid voor de milieu-impact van de producten die ze ontwerpen. Neem deze verantwoordelijkheid en laat dit boek je leiden en inspireren!

2

NOODZAAK VAN ECODESIGN



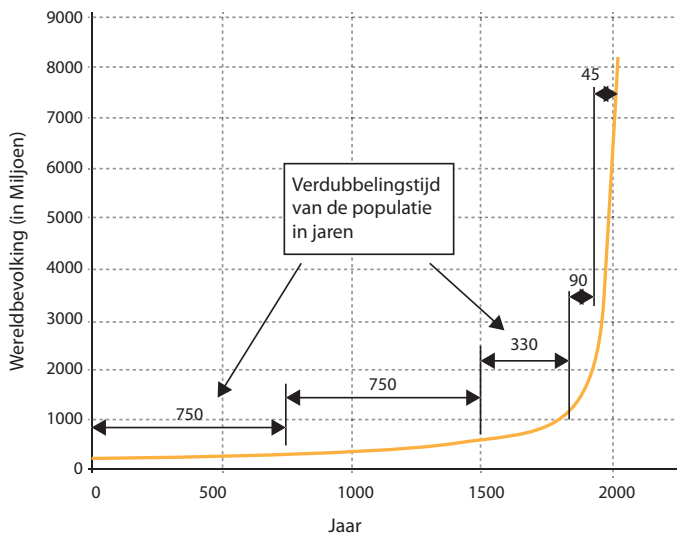
2.1 Problemen

De huidige generatie wordt geconfronteerd met drie immense problemen die een bedreiging vormen voor ons ecosysteem:

1. De explosieve toename van de wereldbevolking.
2. De aantasting van het ecosysteem door emissies in lucht, water en bodem.
3. De uitputting van de grondstoffen.

2.1.1 Explosieve toename van de wereldbevolking

Onderstaande grafiek (Figuur 2.1) toont het verloop van de wereldbevolking doorheen de loop der tijden. De pijl geeft de tijdspanne aan waarin de wereldbevolking verdubbelt.



Figuur 2.1 Evolutie van de wereldbevolking [1]

Anno 2018 bedraagt de wereldbevolking ruim 7,6 miljard mensen [2] en verdubbelt het aantal in een tijdspanne van één generatie!

Wetenschappers stellen dat de wereldbevolking slechts zal stagneren en afnemen indien in de derde wereldlanden de vrouwen op dezelfde trede van de sociale ladder staan als de mannen en ze van dezelfde educatie kunnen genieten. [3]

Eenzelfde scenario heeft zich afgespeeld in de Westerse landen. Pas sinds vrouwen voldoende geëmancipeerd werden, daalde het aantal grote gezinnen drastisch. Andere modellen die de toekomst van de ontwikkeling van de wereldbevolking voorspellen, stellen dat de populatie zal afnemen naarmate de energieproductie vermindert als gevolg van de verminderde of uitgeputte aardolievoorraden. [4]

Bijkomend aan de explosieve bevolkingsgroei is de toenemende consumptie van de wereldburgers. Niet alleen het consumptiegedrag in de Westerse wegwerpmaatschappij, maar ook de toenemende consumptie in de ontwikkelingslanden zet enorme druk op onze grondstofreserves en ons ecosysteem. Een scenario dat zich nu volop afspeelt, is dat de ontwikkelingslanden een inhaalmaneuver maken om te komen tot de levensstandaard van de Westerse consumptielanden. In eerste instantie kunnen we hierbij verwijzen naar de BRICS-landen (Brazilië, Rusland, India, China en Zuid-Afrika), maar we kunnen ervan op aan dat andere landen zullen volgen. Indien deze landen eenzelfde consumptie- en productiepatroon zullen aannemen als de Westerse consumptielanden, dan stevent ons ecosysteem af op een regelrechte crash.

Voorspellingen over de evolutie van de wereldbevolking laten we verder over aan de demografen. Wat we concluderen is dat de explosieve groei van de wereldbevolking en de wereldwijde ontwikkeling van de levensstandaard, naar analogie met het Westerse model, een enorme aanslag op ons ecosysteem betekent.

2.1.2 Aantasting van het ecosysteem

Als gevolg van onze huidige levensstandaard, worden we mondiaal en lokaal geconfronteerd met tal van milieuproblemen zoals klimaatverandering, aantasting van de ozonlaag, fotochemische luchtverontreiniging (ozon), verontreiniging van lucht, water en bodem met giftige of schadelijke bestanddelen, vermisting, verzuring, afvalproblematiek, hinder door lawaai, geur en licht, ioniserende straling en nood aan drinkbaar water.

De diverse milieuproblemen worden niet besproken in dit boek. We verwijzen hiervoor naar de literatuur.

Meer info

Vlaanderen:

- >> www.lne.be
- >> www.milieurapport.be
- >> statbel.fgov.be/nl/statistieken/cijfers/leefmilieu

Europa:

- >> europa.eu/pol/env
- >> www.eea.europa.eu/: Europees Milieuagentschap

Wereldwijd:

- >> www.unenvironment.org: organisatie van de Verenigde Naties die de milieuactiviteiten van de VN coördineert
- >> www.oecd.org: organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling

2.1.3 Uitputting van grondstoffen

De gevolgen van de huidige lineaire economie, waarbij grondstoffen onttrokken worden aan de aarde, gebruikt en gedumpt worden, zijn meetbaar.

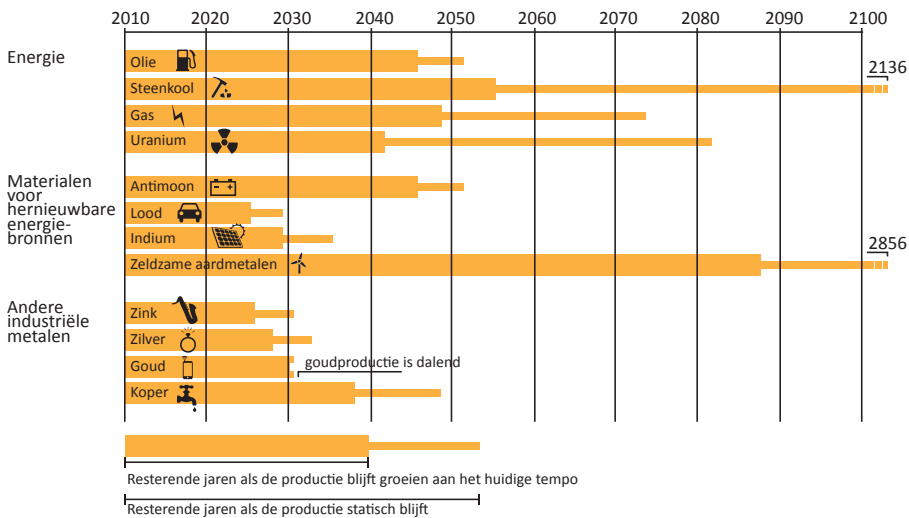
Vele grondstofbronnen zijn niet onuitputtelijk.

Volgens diverse voorspellingen en berekeningen stevenen we af op een dramatische uitputting van onze grondstoffen als we het huidige productie- en consumptiepatroon blijven aanhouden. In dit boek citeren we één van de vele studies hierover. Het onderzoek is uitgewerkt door de experts van Plan C, het voormalig Vlaamse transitienetwerk voor duurzaam materialenbeheer, nu 'Vlaanderen circulair'. De onderzoekers zochten het antwoord op de vraag 'Stel dat iemand werd geboren in 2010, hoeveel jaar zijn volgende grondstoffen nog beschikbaar?'

Twee scenario's werden berekend (Figuur 2.2):

- >> De korte tijdspanne komt overeen met het scenario dat de snelheid van produceren/consumeren evenredig blijft toenemen. Dit zijn de brede balken in de grafiek.
- >> De langere tijdspanne staat voor het scenario indien de snelheid vanaf 2010 constant blijft. Dit zijn de smalle balken in de grafiek.

De grafiek spreekt voor zich: wanneer iemand die geboren werd in 2010 de pensioengerechtigde leeftijd bereikt heeft, zijn reeds vele grondstoffen uitgeput.



Figuur 2.2 Uitputbaarheid van diverse grondstoffen in kaart gebracht (gebaseerd op [5])

Een opmerking die bij deze berekening dient gemaakt te worden is dat men uitgaat van bekende economisch winbare hoeveelheden die aanwezig zouden zijn in de aardkorst. De economisch én technisch haalbare mogelijkheden om grondstoffen te ontginnen zijn echter variabel in de tijd. Als voorbeeld kunnen we de voorspellingen van de aardolievoorraden aanhalen. Door de ontwikkeling van de technologie en de mogelijkheid om schaalolie te ontginnen, is het mogelijk om steeds nieuwe olievoorraden aan te boren en schommelt het aantal jaren voor uitputting al 50 jaar tussen de 35 en 50 jaar.

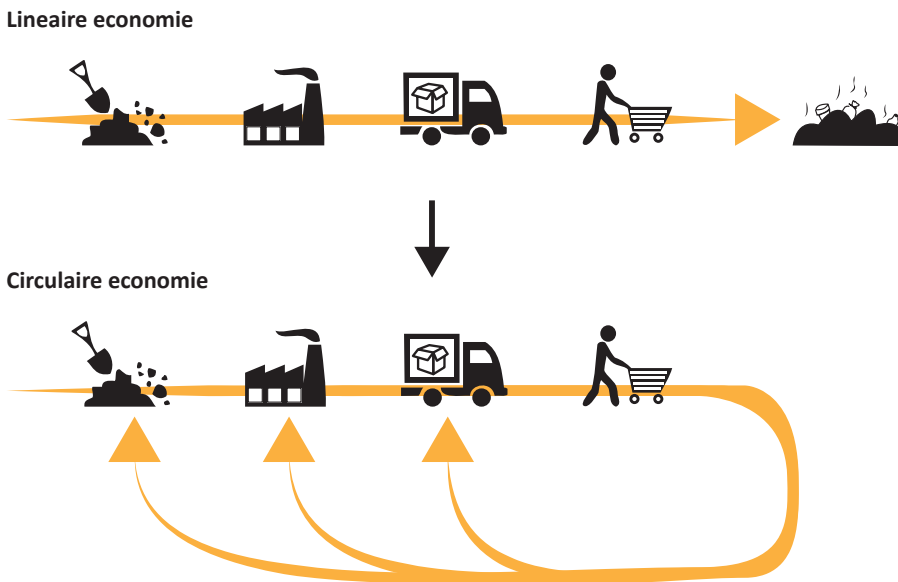
Het is wel een feit dat de aardkorst als grondstofbron eindig is én de ontginning van grondstoffen zijn impact heeft op lucht-, water- en bodemverontreiniging.

Aansluitend op de diverse studies over de uitputting van grondstoffen heeft de Europese commissie in 2008 een lijst opgesteld met 'kritieke grondstoffen' (Europese Ruwe Grondstoffeninitiatief (RMI), Critical Raw Materials (CRM)). Deze kritieke grondstoffen zijn relatief schaars en hebben een grote economische waarde daar ze heel veel gebruikt worden in alle mogelijke technologische toepassingen. Voorbeelden hiervan zijn indium en tantaal, twee metalen die in veel elektronica worden gebruikt – van zonnecel tot smartphone. In 2017 werd de lijst nogmaals uitgebreid: momenteel zijn 27 kritieke grondstoffen opgenomen. [6]

De economische wetmatigheid van 'vraag en aanbod' zal er tevens toe leiden dat de prijzen van de grondstoffen bij toenemende schaarste zullen stijgen. Een bijko-

mend probleem voor Vlaanderen en Nederland is dat de grondstofvoorraden zich buiten de grenzen van Europa bevinden. De Europese bedrijven zullen dus wat betreft grondstoffen sterk afhankelijk worden van de wereldeconomie. Grondstoffen vertegenwoordigen tussen de 30 en de 45% van de kostenstructuur van Vlaamse KMO's. [7] De materiaalkost is dus een hele hap uit het budget. In het licht van voortdurend stijgende prijzen van grondstoffen is het zuinig omspringen met materialen een zeer doeltreffende manier om de efficiëntie en het concurrentievermogen van bedrijven te vergroten.

De grote uitdaging van de huidige generatie en komende generaties is het realiseren van een succesvolle transitie van een lineaire economie ('take, make and waste'-aanpak) naar een circulaire economie (Figuur 2.3), waarbij materialen in gesloten kringlopen gehouden worden, hetzij via recycleren, hetzij via composteren.



Figuur 2.3 Transitie van de lineaire economie naar de circulaire economie

De ontwerper kan in de evolutie naar een circulaire economie een belangrijke rol spelen door rekening te houden met tal van ecodesign-richtlijnen die het sluiten van materiaalkringlopen bevordert. In Hoofdstuk 7.2 gaan we dieper in op het begrip circulaire economie en worden de relevante ecodesign-richtlijnen verder besproken.

[It's a waste to waste the waste !]

Meer info

- >> Leonard Annie, *The Story of Stuff*, A.W. Bruna Uitgevers B.V., Utrecht, 2010.
- >> Stappenplan voor efficiënt hulpbronengebruik in Europa: eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=celex:52011DC0571
- >> Stand van zaken over de uitputting van kritische grondstoffen: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=COM:2017:0490:FIN

2.2 Grenzen aan de groei

[Too much and for too long, we seemed to have surrendered personal excellence and community values in the mere accumulation of material things.]

Robert Kennedy

De toenemende wereldbevolking, het wereldwijd overnemen van het verspillend Westers consumptiepatroon en het roekeloos omspringen met allerlei chemicaliën leidt tot verloedering van het milieu en de uitputting van grondstoffen. Deze ecologische crisis heeft ook economische en sociale gevolgen. De drie pijlers van duurzaamheid interageren namelijk sterk met elkaar. Op het World Economic Forum (Wereld Economisch Forum of WEF) worden jaarlijks de grote sociale en economische problemen van de aarde besproken. Het WEF is een bijeenkomst van de CEO's van de grootste bedrijven ter wereld, internationale politici (presidenten, ministers-presidenten en anderen), intellectuelen en journalisten. Elk jaar wordt aansluitend op het forum een rapport, het Global Risk Report, opgesteld met de grootste risico's en hun impact die een bedreiging vormen voor de wereld. In het Global Risk Report 2017 zijn de 5 belangrijkste risico's geselecteerd die een grote bedreiging vormen voor de wereldwijde sociale én economische omstandigheden. Een daarvan is klimaatverandering gepaard gaande met extreme weersomstandigheden, verlies van biodiversiteit, instorten van het ecosysteem en door de mens geïnitieerde natuurrampen. [8]

De mensheid belast de natuur en het vermogen tot herstel heeft grenzen. De kunst bestaat erin om, te streven naar evenwicht tussen vraag en aanbod. Eens de vraag (= belasting door de maatschappij) het aanbod (= herstel van het milieu) overstijgt dan loopt het mis. Het is van belang om de grenzen van het ecosysteem in kaart te brengen. Enerzijds om de huidige situatie te kunnen inschatten in relatie tot de absoluut ecologische grens én anderzijds om met gestaafde, wetenschappelijke informatie iedereen in de maatschappij, wereldwijd, bewust te maken van de noodzaak om in te grijpen. We gaan dieper in op twee modellen die de relatie tussen de rooibouw op ons beperkt ecosysteem en de economische expansie in cijfers uitdrukt: de milieugebruiksruimte en de ecologische voetafdruk.

2.2.1 Milieugebruiksruimte

De Amerikaanse bioloog Paul Ehrlich wees in zijn controversiële boek 'The Population Bomb' uit 1968 reeds op de impact van de exponentiële bevolkingsgroei. [9], [10] Hij ontwikkelde de IPAT-vergelijking om de impact van de mens op de natuur uit te drukken:

$$\text{Environmental Impact (I)} = \text{Population (P)} \times \text{Affluence (A)} \times \text{Technology (T)}$$

('Affluence' staat voor de welvaart van de bevolking gekoppeld aan het consumptiegedrag, 'Technology' staat voor de productie van die welvaart)

Deze formule vormt een denkkader om de impact van de mens op de natuur te begrijpen en vooral om tijdig te kunnen anticiperen. Deze IPAT-vergelijking ligt ook aan de basis van het begrip 'milieugebruiksruimte'. De factor 'technology' wordt vervangen door de factor 'milieugebruiksruimte'.

Milieu-econoom Hans Opschoor definieert milieugebruiksruimte als: '... de mogelijkheden die natuur en milieu aan de maatschappij nu bieden voor benutting, zonder afbreuk te doen aan toekomstige gebruiksmogelijkheden. De "basis" voor dat milieugebruik, die intact moet blijven, wordt gevormd door onder andere:

- » Het zelfreinigend vermogen van het milieu.
- » Het vermogen om hulpbronnen voort te brengen.
- » De draagkracht voor menselijke activiteiten.

Menselijke activiteiten leiden tot beslag op de milieugebruiksruimte. Het milieu heeft tot op zekere hoogte het vermogen tot herstel dankzij een aantal buffers, waaronder de genoemde, die samen de veerkracht of opvangcapaciteit van het milieu bepalen.' [8]

De milieudruk (MD) wordt bepaald door het aantal wereldburgers (B), hun welvaart (W) (uitgedrukt in materiële welstand) en het beslag op de milieugebruiksruimte per persoon (M). In een formule uitgedrukt:

$$MD = B \times W \times M$$

De huidige milieudruk mag niet toenemen en moet zelfs liefst verkleinen. Aangezien zowel de wereldbevolking toeneemt alsook de welvaart zal de milieugebruiksruimte per persoon moeten dalen om de milieudruk over de tijd heen niet te doen toenemen.

De milieugebruiksruimte per persoon wordt bepaald door hun leefpatroon en de producten die ze hierbij gebruiken. Stel dat het gedrag van de consument niet verandert en dat de reductie van de milieu-impact enkel kan gerealiseerd worden door de verminderde milieu-impact van de producten, dan kan men de gewenste impactreductie van producten over één generatie tijd (50 jaar) als volgt berekenen:

$$MD = B \times W \times M$$

Stel situatie nu: $1 = 1 \times 1 \times 1$

MD De milieudruk die de huidige wereldeconomie op het globale ecosysteem uitoefent mag zeker niet toenemen (MD blijft 1). Het is wenselijk dat dit halveert (MD wordt 1/2).

B Over 50 jaar zal de wereldbevolking ongeveer met een factor 1,5 tot 2 toegenomen zijn.

W Ook de economische welvaart neemt toe, op globale schaal gezien is dit 2,5 tot 4% (westerse landen 2%, ontwikkelingslanden 5% per jaar). Gezien over 50 jaar is dit dus een toename met factor 3,5 tot 7,5.

Dan is de situatie over 50 jaar:

$$1 = 1,5 \times 3,5 \times M \Rightarrow M = 1/5 \quad \text{tot} \quad 1 = 2 \times 7,5 \times M \Rightarrow M = 1/15$$

Dit betekent dus dat als de milieudruk gelijk moet blijven over een periode van 50 jaar, dan zullen de producten een factor 5 tot 15 keer minder milieubelastend moeten zijn. Willen we echter de huidige milieudruk halveren, dan zullen de producten een factor 10 tot 30 keer minder milieubelastend moeten zijn.

$$1/2 = 1,5 \times 3,5 \times M \Rightarrow M = 1/10 \quad \text{tot} \quad 1/2 = 2 \times 7,5 \times M \Rightarrow M = 1/30$$

Algemeen streefdoel voor de vermindering van de milieubelasting van producten is een reductie met factor 10: