



VOORWOORD

Natuurlijk kapitaal en **circulaire economie** zijn ‘hot’; je leest erover in (opinie)artikelen, onderzoeken worden uitgevoerd en best practices verzameld. Beschreven als een nieuw economisch model, een concept, ambitie of oplossing. Hoe verhouden **natuurlijk kapitaal** en **circulaire economie** zich tot elkaar? Waar kunnen ze elkaar aanvullen? Wellicht goed om hiervoor terug te gaan naar de grondslag van beide: het systeemdenken. Kenmerkend voor systeemdenken is het zien van relaties, afhankelijkheden en kringlopen. Kringlopen die bedrijven, burgers en overheden beïnvloeden, zowel positief als negatief. Kringlopen die onderdeel zijn van een groter geheel en op allerlei manieren met elkaar verbonden zijn.

Deze publicatie geeft met woorden, cijfers en figuren weer wat wordt verstaan onder **natuurlijk kapitaal** en **circulaire economie**, en waar deze elkaar tegenkomen en kunnen versterken.

Let wel: veel is (nog) in ontwikkeling als het gaat om cijfers. Verwachtingen, wensen en gedachten zijn vervlochten met berekeningen en ervaringen op kleine schaal worden soms terecht of onterecht geëxtrapoleerd. Met enige regelmaat bieden verschillende bronnen verschillende cijfers over eenzelfde onderwerp. Maar uiteindelijk gaat het niet om het cijfer achter de komma; het gaat om de richting die we op willen en kunnen gaan. Een richting waarbij **natuurlijk kapitaal** op duurzame en innovatieve wijze wordt benut en gewaardeerd en als basis dient voor een volwaardige **circulaire economie**. Doel van deze publicatie, die is gemaakt in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu, is om voeding te geven aan deze denkrichting en aan activiteiten die bijdragen aan het realiseren hiervan.



QUOTES

“Over 20 jaar is naar verwachting 50% meer voedsel nodig dan nu. De toename in de voedselproductie die we de komende 40 jaar moeten realiseren is zelfs even groot als die van de afgelopen 8000 jaar.”

Paul Polman, CEO of Unilever ¹

“We praten over de derde industriële revolutie, die wat mij betreft de groene industriële revolutie zal zijn. Waarbij we gewassen gaan gebruiken in plaats van delfstoffen. We gaan verschuiven van eerste naar tweede generatie biobrandstoffen. Gemaakt van restproducten van planten die niet als voedsel gebruikt kunnen worden.”

Feike Sijbesma, DSM ²

“Working with nature, rather than against it, can further pave the way towards a more resource efficient, competitive and greener economy. It can also help to create new jobs and economic growth, through the manufacture and delivery of new products and services, which enhance the natural capital rather than deplete it.”

European Commission, Policy Topics, Nature-Based Solutions ³

“Humans have changed ecosystems more rapidly throughout the past 50 years than in any other comparable period of time.”

Millennium Ecosystem Assessment, 2005 ⁴

“We have a lot to thank bees for. They pollinate everything under their noses – quinces, plums, raspberries and an abundance of orchard meadow trees. All of these are plants which form the basis for our Bionade.”

Bionade GmbH ⁵

“While many of us have not fully assessed whether we are protecting the natural capital on which our businesses rely, I wonder if we have asked what the consequences are if this disappears?”

Catherine Garrett Cox, CEO Alliance Trust ⁶

“We use it because it’s valuable, we lose it because it’s free.”

Pavan Sukhdev, UN Goodwill Ambassador ⁷

“We need 1.5 Earth’s to meet the demands we currently make on nature.”

Living Planet Report 2014, WWF ⁸

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord

Quotes

- 1 **Wat is natuurlijk kapitaal?**
- 2 **Wat biedt natuurlijk kapitaal?**
- 3 **De druk op natuurlijk kapitaal**
- 4 **Aandacht voor natuurlijk kapitaal: initiatieven komen tot stand**
- 5 **De circulaire economie**
- 6 **Natuurlijk kapitaal en circulaire economie**
- 7 **Verbindingen en strategieën**
- 8 **De waarde van natuurlijk kapitaal in een circulaire economie**
- 9 **Groene stappen naar een circulaire economie**

Bronnen

Colofon

1. WAT IS NATUURLIJK KAPITAAL?

Natuurlijk kapitaal bestaat uit alle hernieuwbare en niet-hernieuwbare grondstoffen en processen die de natuur ons levert, in goederen of diensten. In het verleden, heden en de toekomst. Dit kapitaal is de pijler onder ons welzijn en onze welvaart.

Natuurlijk kapitaal bestaat uit twee componenten:

Abiotisch natuurlijk kapitaal – de *niet-levende* natuur

- Ondergrondse voorraden die niet hernieuwbaar en eindig zijn. Denk aan fossiele brandstoffen, mineralen en metalen.
- Maar ook: stromen die hernieuwbaar en onuitputtelijk zijn, zoals wind- en zonne-energie.

Biotisch natuurlijk kapitaal – de *levende* natuur

Hier gaat het om **biodiversiteit** – de totale verscheidenheid van alle levende planten, dieren en andere organismen op aarde– en **ecosystemen**. Ecosystemen leveren een breed spectrum aan diensten met een maatschappelijke en/of economische waarde: de **ecosysteemdiensten**. Sommige diensten zijn meteen zichtbaar, zoals bescherming tegen overstroming door de duinen, en de productie van hout. Andere diensten zijn minder zichtbaar, zoals het vastleggen van CO₂ door bossen en laagvenen, en de bestrijding van plagen in de landbouw met natuurlijke vijanden.

Dit kapitaal is hernieuwbaar, maar kan ook uitgeput worden als er meer van gebruikt wordt dan er bijkomt (door reproductie en groei). Met andere woorden: het kan, net als elk kapitaal, zodanig beheerd worden dat de waarde behouden blijft, groeit of juist vermindert. Een voorbeeld van benutting waarbij de waarde behouden blijft of zelfs groeit is duurzame visserij waarbij de visstand op peil blijft.⁹

Er zijn verschillende typen ecosystemediensten die de natuur levert:

- *Producterende* diensten, zoals de productie van voedsel, hout, katoen en zoet water.
- *Regulerende* diensten, zoals het reguleren van de waterhuishouding, bestuiving en klimaatregulering.
- *Culturele* diensten, zoals het bieden van een omgeving voor ontspanning en recreatie en kennis ten aanzien van oplossingen in de natuur ('biomimicry').

Naast deze diensten, die een directe bijdrage leveren aan de economie, zijn er ook *ondersteunende* diensten die het leveren van alle andere diensten mogelijk maken. Bijvoorbeeld bodemvorming en fotosynthese.



Figuur 1: Ecosystemediensten, basis voor onze welvaart en ons welzijn.¹⁰

2. WAT BIEDT NATUURLIJK KAPITAAL?

Ieder jaar levert het natuurlijk kapitaal ons wereldwijd 125 biljoen euro aan (gratis) diensten ...¹¹

- Bossen bevatten 80% van de biodiversiteit op land en 70% van het zoetwater uit de bergen.¹²
- Bossen en bergen leveren het water voor meer dan 4 miljard mensen.¹³
- Oceanen beslaan 71% van de oppervlakte van de aarde, omvatten 95% van alle ruimte die voor leven beschikbaar is, produceren 70% van onze zuurstof en vormen wereldwijd de grootste opslag van koolstof.^{14 15}
- Vis is een eiwitbron voor meer dan 1 miljard mensen.¹⁶
- De maritieme sector levert wereldwijd 350 miljoen banen.¹⁷
- De jaarlijkse waarde van de bestuiving door insecten voor de wereldwijde landbouwproductie bedraagt 190 miljard dollar.¹⁸
- Het voorkomen van de emissie van broeikasgassen door het behoud van bossen heeft een waarde van 3,7 biljoen dollar.¹⁹
- 25-50% van de markt voor farmaceutische producten, met een waarde van 640 miljard dollar, is ontleend aan genetische bronnen.²⁰

		eenjarige planten	vaste weiden (voor begrazing)	hagen	boerenerven en schuren	loofbos	naaldbos	gemengd bos	
LIMBURG									
Omvang	ha	53.629	8.133	27.066	2.940	2.142	11.414	7.091	10.437
Producterende ecosysteemdiensten									
Gewassen	€	35.303.100	2.605.287	-	-	-	-	-	-
Veevoer	€	1.960.900	66.000	4.587.100	-	-	-	-	-
Vlees (wild)	€	817.700	112.900	223.400	-	9.600	186.800	192.700	261.100
Grondwater	€	3.861.200	607.200	1.802.300	193.900	61.800	824.200	63.500	218.700
Regulerende ecosysteemdiensten									
Afvang van fijnstof	€	301.200	54.300	173.700	30.400	11.700	200.200	185.700	200.700
Koolstofvastlegging	€	300	80.200	165.700	18.000	100	562.500	350.300	515.000
Culturele ecosysteemdiensten									
Natuurtoerisme	€	4.410.000	1.042.600	6.349.100	2.357.700	-	6.930.100	3.162.500	5.443.100
Recreatie (fietsen)	€	NA							
Totaal	€	46.654.400	4.568.487	13.301.300	2.600.000	83.200	8.703.800	3.954.700	6.638.600

Voorbeeld: Ecosysteem accounting in de provincie Limburg

De tabel hiernaast toont de waarde van ecosysteemdiensten (in euro's) in Limburg voor verschillende ecosystemen. Deze eerste, experimentele inschattingen laten zien dat bossen in Limburg een grote financiële waarde vertegenwoordigen vanuit het oogpunt van koolstofvastlegging en de watervoorziening vanuit het grondwater. De grootste financiële waarde van deze bossen is echter de bijdrage aan het toerisme.²¹

Figuur 2: Ecosysteem accounting in de provincie Limburg

...maar 60% van deze diensten is vandaag de dag gedegradeerd of wordt niet duurzaam gebruikt...²²

- De kosten van het verlies aan biodiversiteit op land bedroegen in 2010 zo'n 500 miljard dollar, uitgaande van de waarde van ecosystemendiensten die geleverd hadden kunnen worden als de biodiversiteit op het niveau van 2000 was gehandhaafd.²³
- Bescherming en herstel van de wereldwijde visserij kan ervoor zorgen dat er jaarlijks tot 50 miljard dollar meer verdiend wordt.²⁴
- De kosten van landdegradatie bedragen wereldwijd zo'n 40 miljard dollar per jaar.²⁵
- Ontbossing is verantwoordelijk voor zo'n 15% van de wereldwijde emissie aan broeikasgassen.²⁶

1
2
3
4
5
6
7
8
9

'Earth Overshoot Day' markeert de datum waarop de milieu-impact van de mens de draagkracht van wat de aarde in een jaar kan produceren overschrijdt. Vanaf die datum opereren we 'in het rood'. Earth Overshoot Day lag in 2000 in oktober, in 2015 lag deze op 13 augustus. Dit betekent een overschrijding van 50% van de productiecapaciteit van de aarde.²⁷



De economische activiteiten van de 3.000 grootste beursgenoteerde bedrijven ter wereld zijn verantwoordelijk voor een jaarlijkse schade aan het milieu van een geschatte 2.150 miljard dollar. Het grootste deel van de niet-beprijste kosten van het verlies aan natuurlijk kapitaal wordt veroorzaakt door broeikasgasemissies (38%), gevolgd door watergebruik (25%), landgebruik (24%), luchtvervuiling (7%), land- en watervervuiling (5%) en afval (1%).²⁸

3. DE DRUK OP NATUURLIJK KAPITAAL

De hoeveelheid natuurlijk kapitaal is niet statisch, het volume en de samenstelling wijzigen continu. Over de jaren heen gemeten is de beschikbare hoeveelheid natuurlijk kapitaal aan het dalen. Natuurlijke processen dragen hieraan bij, maar **vooral het menselijk handelen** heeft een grote impact. We gebruiken meer voor onze productie, consumptie en leefomgeving dan de aarde **in één jaar** kan produceren. Een groeiende wereldbevolking en hogere levensstandaard vergroten de **druk op het natuurlijk kapitaal**; de vraag naar voedsel, grondstoffen en energie stijgt. Voorbeelden van drukfactoren zijn:

Verandering/verlies/degradatie van natuurlijke gebieden

Enkele oorzaken

Op land: Omzetting van natuurlijke gebieden naar landbouwgrond, monoculturen, groeiende steden, uitbreiding van infrastructuur, overbeweiding, niet-duurzaam bosgebruik, erosie en verdroging.

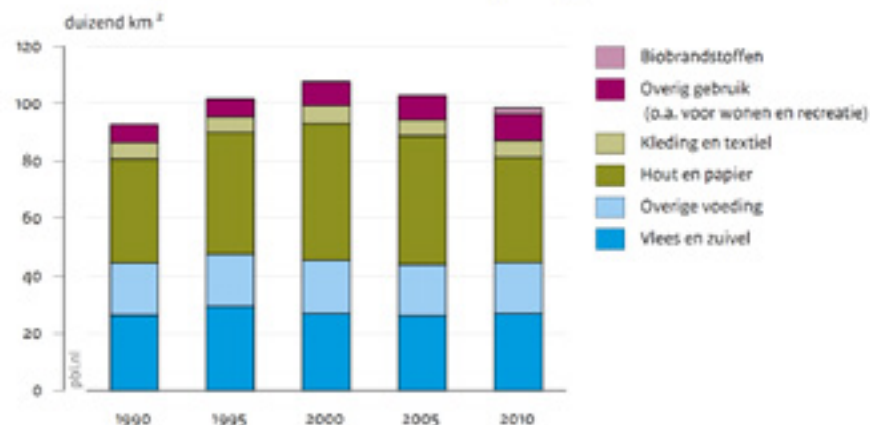
Op zee: Verzuring van de zee (als gevolg van stijgende concentraties koolstofdioxide in de atmosfeer), stijging zeespiegel, introductie van invasieve soorten door bijvoorbeeld aquacultuur, scheepsvaart en olie- en gasboringen.

Enkele gevolgen

- 1/4 van al het land in de wereld is in hoge mate gedegradeerd.²⁹
- 1/3 van al het land in de wereld is onderhevig aan verwoestijning (voornamelijk door ontbossing, overbegrazing en onduurzame landbouwpraktijken).³⁰
- De biodiversiteit neemt af in gebieden met intensieve zalmkweek; o.a. door vervuiling met meststoffen, gebruik antibiotica en ontsnapte kweekzalm.³¹

Landvoetafdruk Nederlandse consumptie

De hoeveelheid land die nodig is om te voorzien in de Nederlandse consumptie (productie en diensten) besloeg in 2010 ongeveer drie keer het landoppervlak van Nederland. De belangrijkste productgroepen voor deze voetafdruk zijn voedsel (akkerbouw en veeteelt), en hout en papier (zie figuur 3). Ruim 80% van de voetafdruk ligt in het buitenland, vooral in West-Europa, Brazilië en Zuidoost-Azië.

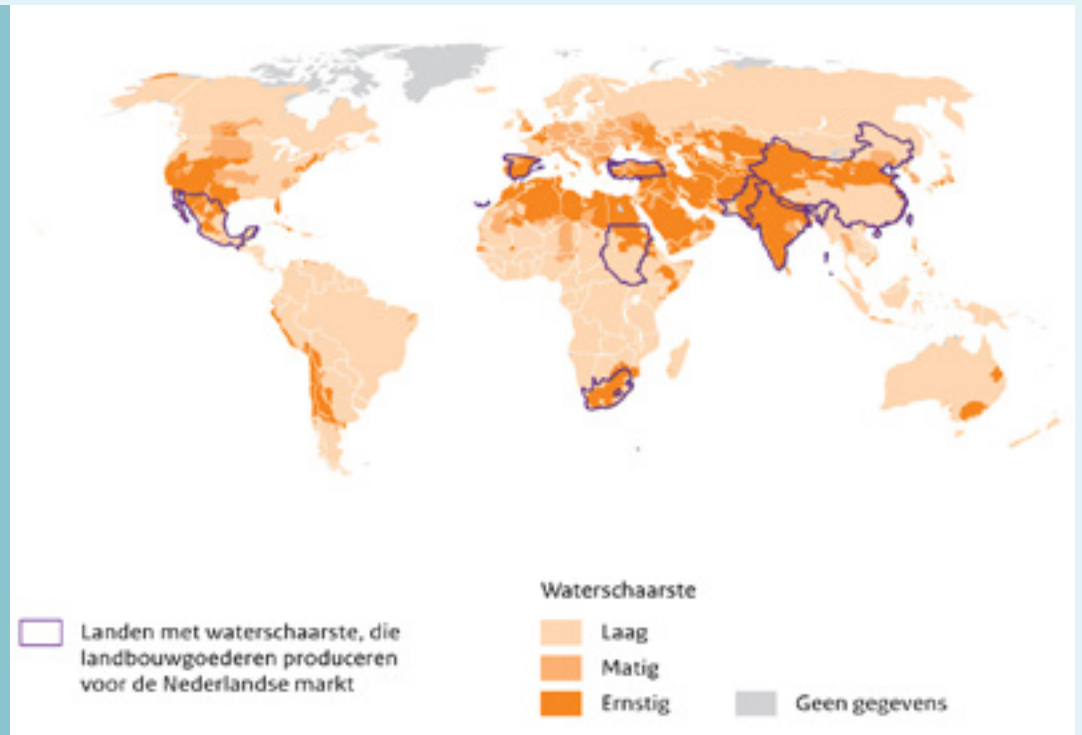


Figuur 3: Mondiaal landgebruik door Nederlandse consumptie, 1990-2010 (PBL³²)

Watervoetafdruk

De watervoetafdruk geeft inzicht in de hoeveelheid (zoet) water die nodig is voor bijvoorbeeld consumptie. Een significante bijdrage aan de Nederlandse voetafdruk ten aanzien van consumptie komt van de hoeveelheid water die nodig is voor de teelt en verwerking van grondstoffen. Ongeveer tweederde van de voetafdruk is toe te rekenen aan wateronttrekking in de landbouw, meestal via geïmporteerde producten.

De ongelijke geografische verdeling van het beschikbare water zorgt ervoor dat in delen van de wereld ernstige waterschaarste is. Watervervuiling door productieprocessen draagt nog eens bij aan de waterschaarste ter plekke. Berekend is dat 16% van de Nederlandse voetafdruk in 2000 afkomstig was uit waterschaarse gebieden (zie figuur 4).



Figuur 4: Nederlandse agrarische import uit gebieden met waterschaarste, 1996-2005 (PBL³³)

Vervuiling

Enkele oorzaken

Op land: (o.a. gebruik agrochemicaliën, emissies uit afval en mijnbouw), van **water** (o.a. door afvalwater, instroom nutriënten en agrochemicaliën) en **lucht** (o.a. door emissies fabrieken, energieproductie en verkeer), en **lichtvervuiling/ geluidshinder** (o.a. door verkeer, glastuinbouw, boorplatforms, steden).

Enkele gevolgen

- Door verandering in bodemcondities kan de natuurlijke soortensamenstelling van de vegetatie veranderen. Voorbeelden zijn de vergrassing van heide en open duinen. Verzuring en vermesting verminderen ook de kwaliteit van het grondwater.³⁴
- Schade aan de koralen in het Great Barrier Reef komt onder andere door vervuiling van het rif met meststoffen uit de landbouw en klimaatverandering.³⁵

Klimaatverandering

Enkele oorzaken

Ontbossing, emissies fossiele brandstoffen (aardolie, aardgas, steenkool), uitstoot landbouw (o.a. methaan in de veehouderij), industriële processen en drooglegging veenweidegebieden.

Enkele gevolgen

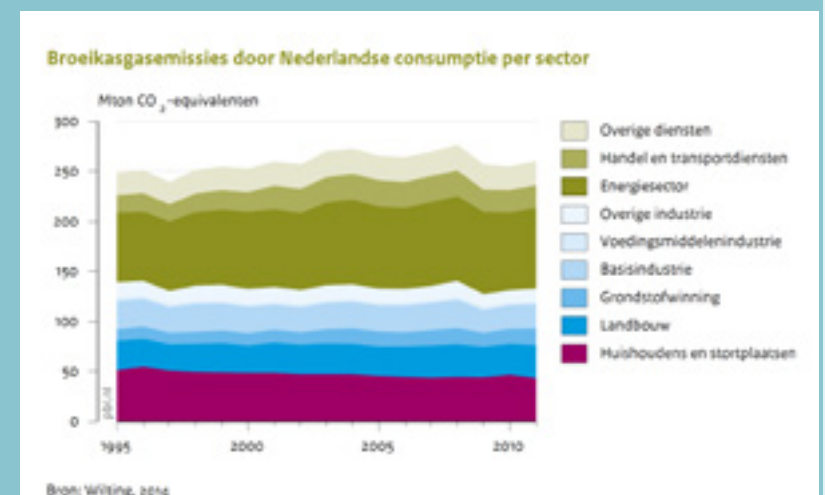
- Wereldwijd is het aantal geregistreerde weergeerelateerde natuurrampen in 2015 meer dan verdrievoudigd sinds de jaren '60.³⁶
- Klimaatverandering zorgt voor temperatuurstijging en deze zorgt, op twee manieren, voor zeespiegelstijging: (1) Water neemt, als het warmer wordt, meer *volume* in. (2) Daarnaast kan door smelt van ijskappen en gletsjers ook de *hoeveelheid water* in de oceanen toenemen. Hierbij is het verschil tussen landijs en zee-ijs van belang. Wanneer landijs smelt, stroomt er extra water in de zee, waardoor de zeespiegel stijgt. Zee-ijs ligt al in zee. Wanneer zee-ijs smelt, neemt het weer het (iets kleinere) volume van water aan, waardoor de zeespiegel niet wordt beïnvloed.³⁷
- Impact op flora en fauna en hun samenhang, zoals: wijziging van de lengte van het broeiseizoen, veranderingen in verspreidingsgebied en soorteninteracties, en effecten op beschikbaarheid van zoet water.³⁸

Koolstofvoetafdruk

De koolstofvoetafdruk is (bijvoorbeeld) de mondiale uitstoot van broeikasgassen als gevolg van Nederlandse consumptie: vooral koolstofdioxide (CO₂), methaan (CH₄) en distikstofoxide (N₂O).

De koolstofvoetafdruk nam licht toe in de periode 1995-2011. Het binnenlandse deel van de koolstofvoetafdruk werd kleiner, die in het buitenland groter. Een groter deel van de koolstofvoetafdruk wordt dus via importen gerealiseerd.

Figuur 5 laat zien dat de energiesector het grootste aandeel heeft in de voetafdruk. Dit is logisch aangezien elektriciteit belangrijk is in veel productieprocessen.



Figuur 5: Broeikasgasemissies door Nederlandse consumptie per sector (PBL³⁹)

Overexploitatie

Enkele oorzaken

Overbevising, handel in wilde dieren, onduurzaam oogsten van wilde planten, jacht en bijvangst – ten behoeve van voedsel, kleding, huisdieren, medicijnen, onderzoek, sport e.d.

Enkele gevolgen

- Geschat wordt dat 40% van alle visvangst bijvangst is; deze gaat voor een groot deel beschadigd of dood overboord.⁴⁰
- Ongeveer 80% van alle visvoorraden die zijn onderzocht worden maximaal bevestigd of overbevestigd.⁴¹
- Tegen de 30% van de wereldwijd bedreigde vogels wordt bedreigd door overexploitatie; vooral papegaaien, duiven en fazanten.⁴²

Introductie van invasieve soorten

Invasieve exoten zijn **uitheemse soorten (exoten)** die invasief zijn (zich verspreiden en inheemse soorten verdringen). Het zijn dieren, planten en micro-organismen die als gevolg van menselijk handelen in een nieuw leefgebied terecht zijn gekomen, waar ze van oorsprong niet thuishoren. **Opzettelijk**, zoals bij de handel in exotische (tuin)planten of (huis)dieren. Maar het kan ook zijn dat ze **per ongeluk** als verstekeling meekomen met geïmporteerde producten. Bijvoorbeeld: de tijgermug die in zeecontainers met bamboe uit China meelift. Ook kan het zijn dat mensen natuurlijke barrières opheffen, waardoor de soorten in staat zijn in een nieuw leefgebied te komen. Voorbeeld is het kanaal tussen Donau en Rijn, waardoor aquatische exoten vanuit de Donau in de Rijn terechtkomen. 'Invasief' houdt in dat een exoot zich in zijn nieuwe leefgebied *kan* gaan vestigen en verspreiden.

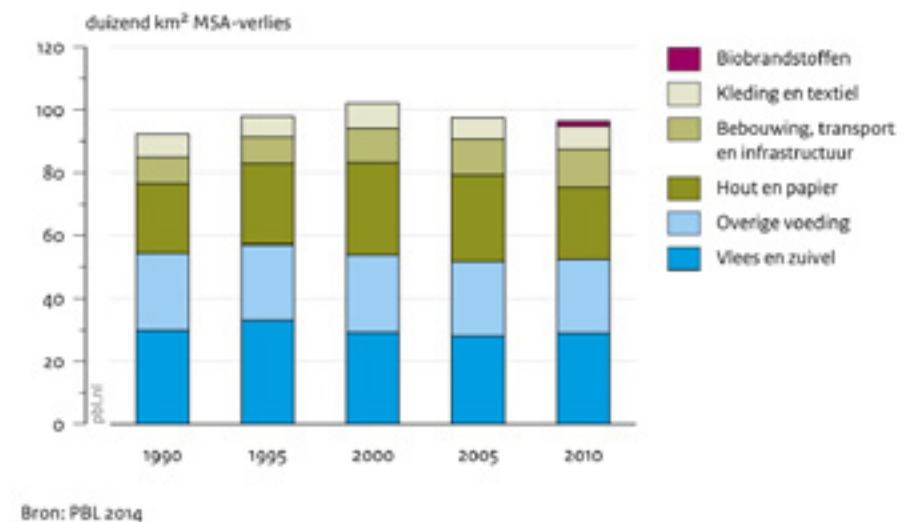
Enkele oorzaken en gevolgen

- De invasieve soort is (of verspreidt) een ziekteverwekker of parasiet waar de inheemse soort geen weerstand tegen heeft. Voorbeeld: verschillende exotische eekhoornsoorten (zoals de grijze eekhoorn) kunnen een virus bij zich dragen waar ze zelf niet ziek van worden, maar de inheemse rode eekhoorn wel.
- De invasieve soort concurreert met een inheemse soort om leefruimte, voedsel en nestgelegenheid. Planten zoals reuzenberenklauw, Amerikaanse vogelkers, parelvederkruid en Japanse duizendknoop kunnen grote gebieden geheel bedekken en ander leven (vrijwel) onmogelijk maken.
- Er zijn invasieve exoten die schade kunnen opleveren voor de land- en tuinbouw (bijvoorbeeld schimmels en bacteriën) of de veehouderij (met name dierziekten).⁴³

Biodiversiteitsvoetafdruk

Een biodiversiteitsvoetafdruk is de optelsom van meerdere milieudrukken op de biodiversiteit (zoals landgebruik, fragmentatie en stikstofdepositie). Figuur 6 laat het Nederlandse aandeel zien in het mondiale verlies aan biodiversiteit als een gevolg van de Nederlandse consumptie. De landbouw heeft een relatief groot aandeel in deze voetafdruk. In deze biodiversiteitsvoetafdruk is geen rekening gehouden met het biodiversiteitsverlies door uitstoot van broeikasgassen.

De mondiale biodiversiteitsvoetafdruk van Nederlandse consumptie neemt sinds 2000 af, vooral als gevolg van een lager hout- en papiergebruik. De daling wordt verder veroorzaakt door een afnemend landgebruik voor voeding en kleding/textiel door hogere opbrengsten per hectare.



Figuur 6: Mondiaal biodiversiteitsverlies door Nederlandse consumptie (PBL⁴⁴)

4. AANDACHT VOOR NATUURLIJK KAPITAAL: INITIATIEVEN KOMEN TOT STAND

De Nederlandse overheid ontwikkelt in samenwerking met stakeholders (zoals kennisinstututen, NGO's en bedrijven) kennis, beleid en initiatieven gericht op het verduurzamen van productketens, het beïnvloeden van consumptiepatronen en het efficiënter omgaan met grondstoffen. Zo wordt de voetafdruk van Nederland verkleind en duurzamer gebruik van natuurlijk kapitaal gestimuleerd.

Kennisopbouw

De **Atlas Natuurlijk Kapitaal (ANK)**⁴⁵ is ontwikkeld in het kader van het VANG programma (Van Afval Naar Grondstof). Deze brengt in beeld welke diensten het natuurlijk kapitaal in Nederland kan leveren. ANK levert informatie voor (onder andere):

- **bedrijven** om inzicht te krijgen in hun relatie met natuurlijk kapitaal en de kansen om natuurlijk kapitaal duurzamer te benutten;
- **maatschappelijke organisaties** om gericht actie te kunnen ondernemen;
- **lokale overheden** om betere (onderbouwing van) besluitvorming en vergunningverlening te realiseren;
- de **rijksoverheid** om te rapporteren over de staat van het natuurlijk kapitaal;
- **consumenten** om informatie voor (bijvoorbeeld) een vergunningsaanvraag te krijgen.

Duurzaam gebiedsbeheer

In een VCA (Verified Conservation Area)⁴⁶ wordt met gerichte maatregelen gezorgd voor behoud, herstel en duurzaam gebruik van natuurlijk kapitaal. Daarmee worden tevens belangrijke doelen ondersteund op het gebied van klimaat, circulaire economie en welvaart. Het **VCA-register** biedt deelnemende bedrijven of gebiedsbeheerders zichtbaarheid en erkenning voor de duurzame wijze waarop zij hun gebied of terrein beheren. Centraal daarbij staan transparantie en accountability. De meerwaarde van VCA is ook een verantwoord gebruik van natuurlijke hulpbronnen en een versterking van de relatie met omwonenden en medegebruikers.

Economische waardering

Wat zijn de economische baten van biodiversiteit en de kosten van verlies daarvan? Sinds 2007 worden op diverse schalen zogenoemde 'TEEB' studies uitgevoerd. **TEEB staat voor: 'The Economics of Ecosystems and Biodiversity'**. Zo ook in Nederland sinds 2011. Met **TEEB-NL**⁴⁷ wil de Rijksoverheid de economische waarde in termen van baten en kosten van ecosysteemdiensten voor Nederlandse overheden, bedrijfsleven en burgers inzichtelijk maken. De studies zijn in de eerste plaats bedoeld voor verdere bewustwording van de noodzaak om het belang van biodiversiteit en ecosysteemdiensten mee te wegen bij beleidsbeslissingen en investeringen. Daarnaast worden concrete handelingsperspectieven ontwikkeld.

Economische waardering

Het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) stelt de nationale rekeningen samen. Dit resulteert onder andere in het BBP (Bruto Binnenlands Product). CBS experimenteert met het opstellen van natuurlijk kapitaal rekeningen, waarbij op macro-economisch niveau zicht wordt gekregen op de (positieve en negatieve) impact van economische activiteiten op de kwantiteit en kwaliteit van producten en diensten die de natuur voortbrengt (**Natuurlijk Kapitaalrekeningen**⁴⁸). CBS onderzoekt hoe de diensten kunnen worden weergegeven in fysieke termen (bijvoorbeeld CO₂-vastlegging of watergebruik). Aan **monetarisatie** (waardering in geld) werkt vooral Wageningen University & Research Centre (WUR).

Kennisopbouw

Kenniskaarten zijn ontwikkeld voor **natuurlijk kapitaal** en de **circulaire economie**.⁴⁹ Deze kaarten bieden een toegankelijk en actueel overzicht van een grote hoeveelheid informatie rondom deze thema's. Gebaseerd op de hoofdinzichten uit de meest prominente rapporten en literatuur, met als resultaat vraaggestuurde gidsen.

Transparantie en accountability

De Green Deal Samenwerken aan Transparantie van Natuurlijk en Sociaal Kapitaal liep van 2014 tot 2016. Hoofddoel van de Green Deal was de transitie naar een duurzame economie te versnellen via het ontwikkelen van methoden en tools gericht op het vaststellen van de impact op – en afhankelijkheid van – natuurlijk en sociaal kapitaal. De Green Deal werd uitgewerkt in drie werkgroepen: ketenanalyse, monetarisering en Integrated Reporting. Diverse bedrijven hebben hieraan deelgenomen.⁵⁰

5. DE CIRCULAIRE ECONOMIE

Bij een circulaire economie draait het in de basis om het **systemdenken**; aandacht voor de grenzen van de planeet en de interactie tussen en binnen kringlopen staan centraal. Kernpunten bij het realiseren van een circulaire economie zijn het **behoud** van natuurlijke hulpbronnen, (oneindig) **hergebruik** van producten en grondstoffen door het sluiten van kringlopen, waardeontwikkeling op basis van **gebruik in plaats van verbruik**, en waardecreatie voor mens, natuur en economie in **iedere schakel van het systeem**.

Het concept van een circulaire economie is een inspirerende stip aan de horizon. Gaandeweg schuift onze economie van een lineaire economie naar een keteneconomie met recycling, waarbij een groeiend aantal activiteiten wordt ingestoken volgens het gedachtegoed van een circulaire economie. Hiermee komen we steeds dichterbij de gewenste circulaire economie.

Lineaire economie



Onze huidige economie kan (grotendeels) worden gekarakteriseerd als een lineaire economie waarin we continu nieuwe grondstoffen onttrekken om iets te maken en te vernietigen ('take, make, waste'). Veel van het natuurlijk kapitaal gaat hierbij verloren.

Keteneconomie met recycling



In deze imperfecte circulaire economie worden grondstoffen steeds vaker hergebruikt, maar blijft er een significante stroom restafval. Het natuurlijk kapitaal gaat deels verloren of wordt (nog) niet optimaal benut.

Circulaire economie

Een circulaire economie kent 2 kringlopen van materialen.

- Een **biotische kringloop**, waarin een deel van de reststoffen na gebruik weer wordt opgenomen in de natuur (*het systeem*) dankzij ecosysteemdiensten als de afbraak van biomassa (denk aan agrarische reststoffen). Een ander deel wordt blijvend onttrokken (zoals de inzet van biomassa voor energie), of wordt hergebruikt (zoals hergebruik van papier). Een duurzame productie/exploitatie stelt de natuur in staat zich te herstellen en voorkomt uitputting, waardoor de biotische grondstoffen blijvend worden geleverd. Het natuurlijk systeem blijft intact.
- Een **abiotische kringloop**, waarbij (onderdelen van) producten zo zijn ontworpen dat deze op kwalitatief hoogwaardige wijze opnieuw kunnen worden gebruikt (denk aan hergebruik en recycling). Ecosysteemdiensten faciliteren het sluiten van de kringloop door de levering van de voor deze processen noodzakelijke input, bijvoorbeeld hernieuwbare energie en water.



Van Afval Naar Grondstof



Figuur 7: Van afval naar grondstof⁵¹

6. NATUURLIJK KAPITAAL EN CIRCULAIRE ECONOMIE

Een relatie gebaseerd op wederzijdse baten en nature-based solutions

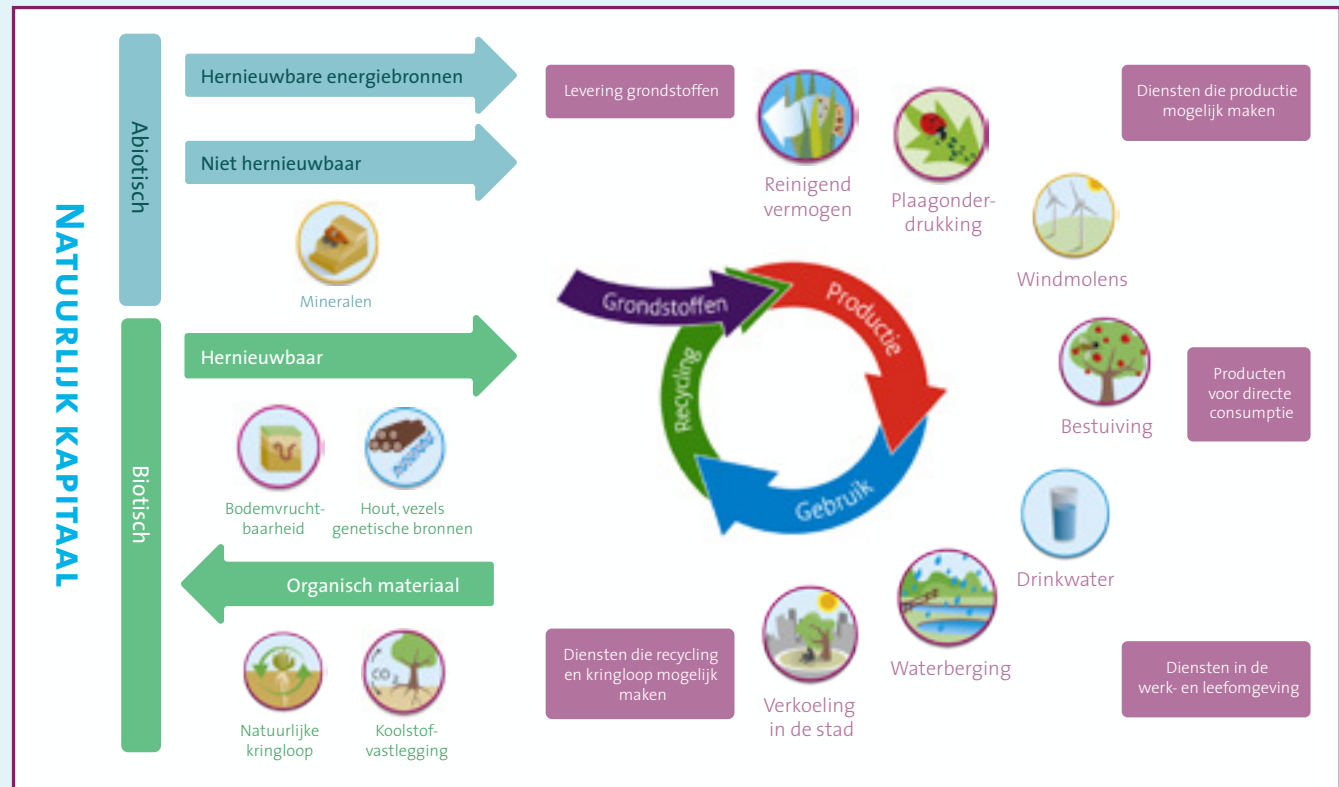
Het natuurlijk kapitaal levert:

- ▶ de biotische en abiotische grondstoffen voor een circulaire economie (zoals delfstoffen, voedsel, biomassa en medicijnen);
- ▶ besparingen op grondstoffen door de vervanging van producten door ecosysteemdiensten;
- ▶ besparing van niet-hernieuwbare, abiotische grondstoffen door de vervanging met biotische (hernieuwbare) grondstoffen;
- ▶ de diensten die nodig zijn om kringlopen te sluiten:
 - de afbraak van biomassa en de instandhouding van de bodemvruchtbaarheid voor het sluiten van biotische kringlopen;
 - de levering van hernieuwbare energiebronnen (wind, zon, energie uit biomassa) en water om de abiotische kringloop te sluiten;
- ▶ de diensten die we in een circulaire economie benutten, zoals schoon water, bestuiving, waterberging, koolstofvastlegging en kustbescherming;
- ▶ inspiratie uit de natuur voor duurzame, circulaire oplossingen (biomimicry).

De circulaire economie draagt bij aan behoud en versterking van natuurlijk kapitaal via:

- ▶ een systeembenadering waardoor de afwenteling van milieueffecten wordt voorkomen;
- ▶ een duurzame productie/exploitatie van biotische grondstoffen, waardoor deze ook daadwerkelijk hernieuwbaar zijn;
- ▶ een rem op de uitputting van abiotische, niet-hernieuwbare grondstoffen door ketens te sluiten.

Figuur 8: Inrichting van een circulaire economie in verbinding met natuurlijk kapitaal⁵²



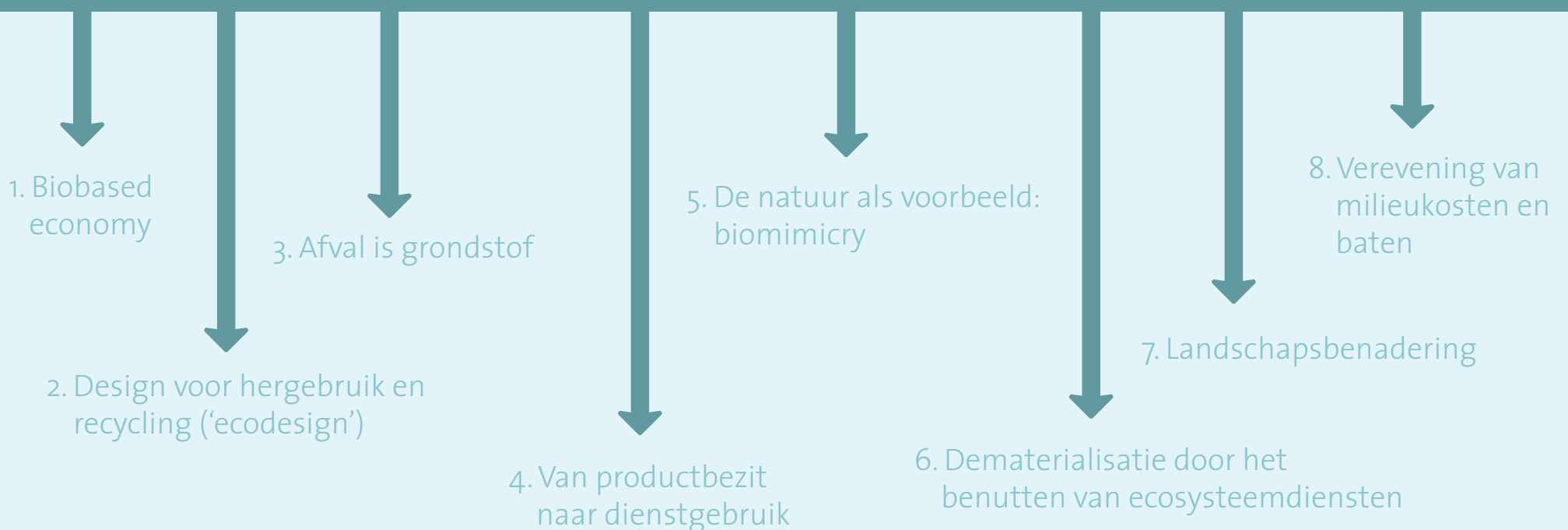
1
2
3
4
5
6
7
8
9

7. VERBINDINGEN EN STRATEGIEËN

Hoe werkt dat in de praktijk, het verbinden van een circulaire economie en natuurlijk kapitaal? Volledig circulair werken is misschien nog niet mogelijk, doorontwikkelen richting circulariteit wel. Onder de paraplu van het systeemdenken zijn verschillende strategieën mogelijk waarbij het natuurlijk kapitaal een belangrijke rol vervult.⁵³

Denken in systemen

Zowel bij natuurlijk kapitaal als de circulaire economie staat het **denken in systemen** centraal. Daarbij is alles verbonden en beïnvloeden de elementen elkaar. Denk aan het gebruik van meer zonne-energie dat positief uitwerkt op de koolstofbalans, maar de vraag naar metalen voor de productie van zonnepanelen verhoogt. En water onttrekken in een waterschaars gebied om recycling mogelijk te maken moet ook zorgvuldig worden overwogen. Anderzijds bieden natuur en ecosystemen ons materialen en diensten die bijdragen aan **duurzame en circulaire oplossingen**. De uitdaging is om deze oplossingen te herkennen en op een duurzame manier toe te passen. Het begrijpen van onderliggende relaties en mogelijke trade-offs is belangrijk; zo kunnen activiteiten plaatsvinden met respect voor de grenzen en draagkracht van de systemen.



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

DENKEN IN SYSTEMEN

DE STRATEGIE IN EEN CIRCULAIRE ECONOMIE

1. Biobased economy

Een biobased economie draait niet op fossiele, maar op hernieuwbare grondstoffen. De focus is op grondstoffen die door een biotische variant kunnen worden vervangen. Het gaat dan om hernieuwbare bronnen voor niet-voedsel toepassingen, zoals chemie en energie.

2. Design voor langdurig gebruik, hergebruik en recycling ('ecodesign')

Bij design voor hergebruik en recycling worden biologische en technologische componenten zo ontworpen dat ze weer in een nieuwe kringloop kunnen worden gebruikt. Dus demonteerbaar / herbruikbaar / opneembaar in de natuur. Dit principe wordt ook gehanteerd in het Cradle-to-Cradle model: ontwerp van wieg tot wieg.

3. Afval is grondstof

Producten worden na gebruik teruggebracht in de productieketen: afval wordt dus een grondstof. Beoogd wordt dat biotische grondstoffen zonder vervuiling terugkomen in de biosfeer, en abiotische grondstoffen worden hergebruikt zonder verlies van kwaliteit. Uitdaging is een zo hoogwaardig mogelijk hergebruik van de grondstof (cascadering).

4. Van productbezit naar dienstgebruik

Niet het eigendom maar het gebruik van producten staat centraal in een circulaire economie. Zo blijven producten en materialen in bezit van (bijvoorbeeld) een bedrijf, wat leidt tot een efficiëntere inzet van grondstoffen, een langere levensduur en meer hergebruik.

DE RELATIE MET NATUURLIJK KAPITAAL

1. Biobased economy

Meer gebruik van hernieuwbare grondstoffen verlaagt de noodzaak om fossiele grondstoffen (olie, gas) en nieuwe abiotische grondstoffen als metalen en mineralen te winnen. Het natuurlijk kapitaal levert de biotische grondstoffen. Belangrijk is dat de biotische grondstoffen duurzaam worden geproduceerd, verwerkt en benut: dus geen overexploitatie van hernieuwbare bronnen of ecosysteemdiensten.

2. Design voor langdurig gebruik, hergebruik en recycling ('ecodesign')

De noodzaak voor (nieuwe) exploitatie van abiotische grondstoffen neemt af, en ecosysteemdiensten als bodemvruchtbaarheid en de afbraak van biomassa maken de biotische kringloop sluitend. Een duurzame aanpak is essentieel om het natuurlijk kapitaal te laten profiteren. Zoals recyclen zonder uitputting van lokale waterbronnen en met grondstoffen en energie afkomstig uit hernieuwbare bron. Het gebruik van natuurlijke oplossingen en natuurlijke grondstoffen wordt als basis en inspiratie gebruikt voor productontwerp.

3. Afval is grondstof

Uitgangspunt hierbij is dat biotische reststromen in veel gevallen bij uitstek ("van nature") geschikt zijn om circulair in te zetten of te hergebruiken. Wanneer het cascaderingsprincipe wordt toegepast, wordt het natuurlijk kapitaal optimaal benut en worden ecosystemen zo min mogelijk belast. Ecosysteemdiensten die het natuurlijk kapitaal levert zijn vaak noodzakelijk om het afval geschikt te maken als grondstof (hernieuwbare energiebronnen, water).

4. Van productbezit naar dienstgebruik

De noodzaak voor de winning/ productie van nieuwe grondstoffen neemt af. Uitputting van het natuurlijk kapitaal vermindert en de impact op de natuurlijke omgeving als gevolg van de winning/ productie daalt.

DENKEN IN SYSTEMEN

DE STRATEGIE IN EEN CIRCULAIRE ECONOMIE

5. De natuur als voorbeeld: biomimicry

Bij biomimicry gaat het er niet om wat we uit de natuur kunnen halen, maar om wat we van de natuur kunnen leren. Duurzame oplossingen voor uitdagingen van bedrijven en de maatschappij worden gezocht in de aanpak die de natuur succesvol heeft toegepast. Zowel op het niveau van producten en technieken, als op het niveau van systemen.

6. Dematerialisatie door het benutten van ecosysteemdiensten

De natuur biedt veel diensten die we slim(mer) kunnen benutten, zoals natuurlijke plaagbestrijding, waterberging, temperatuurregulatie en luchtfiltering. *Green Infrastructure* en *Building with nature* zijn strategieën die hier gebruik van maken. Door de natuur gericht te versterken worden diensten geactiveerd. Zo kunnen ecosysteemdiensten traditionele ingenieursoplossingen, producten en chemicaliën vervangen. Hierdoor wordt op grondstoffen en energie bespaard.

7. Kringlopen sluiten op regionaal niveau - landschapsbenadering

Voor het sluiten van kringlopen is het mondiale niveau meestal niet de beste schaal. Op regionale schaal is het vaak beter mogelijk te komen tot het sluiten van energie- en afvalkringlopen; is het voordeliger om kringlopen te sluiten doordat er minder transport nodig is en valt ook de controle op productieprocessen (koppelen van ketens) beter te organiseren. Maar uiteindelijk gaat het om 'juistschaligheid': het sluiten van kringlopen op het juiste schaalniveau.

8. Verevening van kosten en baten

Natuurlijk kapitaal levert niet alleen grondstoffen voor een circulaire economie, maar ook een veelheid aan diensten. Deze baten worden lang niet altijd (juist) betaald: denk aan bestuiving, schone lucht en bodemvruchtbaarheid. Hetzelfde geldt voor kosten die ontstaan als een gevolg van negatieve impacts (bijvoorbeeld door vervuiling of uitputting). Aandacht voor de berekening van deze 'verborgen' kosten en baten neemt toe, zowel bij bedrijven als overheden. Inzicht in deze kosten en de daadwerkelijke beprijzing draagt bij aan een duurzame benutting in een circulaire economie.

DE RELATIE MET NATUURLIJK KAPITAAL

5. De natuur als voorbeeld: biomimicry

Zonder natuurlijk kapitaal en biodiversiteit geen biomimicry. Het besef dat de natuur waardevolle inzichten kan bieden, draagt bij aan het vinden van circulaire oplossingen.

6. Dematerialisatie door het benutten van ecosysteemdiensten

Het natuurlijk kapitaal en zijn ecosysteemdiensten worden in deze strategie gericht benut en ingezet en de noodzaak voor exploitatie van abiotische grondstoffen (en de hiermee gepaard gaande impact) neemt af. Mits op de juiste manier toegepast, leidt deze strategie tot een versterking van de biodiversiteit en een verhoogde capaciteit van een gebied om ecosysteemdiensten te leveren.

7. Kringlopen sluiten op regionaal niveau - landschapsbenadering

Het sluiten van kringlopen op regionaal niveau maakt het mogelijk diverse functies zoals productie, recreatie en waterbeheer beter aan te laten sluiten op lokale behoeften en de draagkracht van de omgeving (het natuurlijk kapitaal). Door de keuze voor een landschapsbenadering (een gebied als systeem) worden eventuele trade-offs van keuzes binnen het systeem zichtbaar en kunnen deze worden voorkomen. Het natuurlijk kapitaal kan hierdoor voor de langere termijn duurzaam worden benut en versterkt.

8. Verevening van kosten en baten

Verevening van kosten en baten stimuleert partijen om het natuurlijk kapitaal te waarderen en eventuele negatieve impacts te verminderen, maar ook om duurzame 'nature-based' oplossingen te identificeren en te benutten. Zo worden baathebbers via een concept als 'payment for ecosystem services' gecompenseerd voor de levering en instandhouding van ecosysteemdiensten.

8. DE WAARDE VAN NATUURLIJK KAPITAAL IN EEN CIRCULAIRE ECONOMIE

Het benutten van natuurlijk kapitaal in een circulaire economie vindt plaats in verschillende deelsystemen.

Productie en consumptie



Werk- en leefomgeving



Figuur 9+10: Ecosysteemdiensten, basis voor onze welvaart en ons welzijn.⁵⁴

Op de volgende pagina's wordt ingegaan op de waarde van natuurlijk kapitaal in deze systemen. Geïllustreerd met voorbeelden en waar mogelijk voorzien van cijfers.

Productie en consumptie

Natuurlijk kapitaal is essentieel voor productie en consumptie. Als een bron van grondstoffen en een bron van diensten. Zonder de grondstoffen zou veel productie niet mogelijk zijn en zonder de diensten zou veel productie veel kostbaarder zijn. Denk bijvoorbeeld aan de bestuiving van gewassen door bijen en natuurlijke plaagbestrijding door insecten. Zonder natuurlijk kapitaal moeten deze diensten worden vervangen door kunstmatige alternatieven. Dit kost (veel) geld en grondstoffen, wat de kans op een circulaire economie verkleint.



Figuur 11: Ecosysteemdiensten, basis voor onze welvaart en ons welzijn. ⁵⁴

Natuurlijk kapitaal levert voor productie & consumptie:

Abiotische en biotische grondstoffen

De basis voor de materialen die in een circulaire economie worden ingezet. Denk aan delfstoffen, hout, vis en landbouwproducten.

Hernieuwbare energiebronnen

Wind, zon, waterkracht en duurzame biomassa als energiebron om processen op te starten en draaiende te houden.

Regulerende ecosysteemdiensten

Creëren van de juiste randvoorwaarden voor productie, zoals de beschikbaarheid van schoon water door natuurlijke waterzuivering, natuurlijke plaagregulatie en bescherming tegen de zee.

Culturele ecosysteemdiensten

Een bijdrage aan een circulaire economie door onder andere de voorbeeldfunctie van de natuur (biomimicry).

Voorbeelden?

De praktijk laat zien dat circulaire economie en natuurlijk kapitaal vaak worden verbonden op het niveau van *productie & consumptie*. Op de volgende pagina's volgen voorbeelden die de bijdrage van natuurlijk kapitaal laten zien.



ABIOTISCHE EN BIOTISCHE GRONDSTOFFEN



Moonen Packaging: Stack-It

Producent en leverancier van verpakkingen Moonen Packaging produceert wegwerpbekers van suikerrietafval. Deze worden na gebruik verzameld, effectief gestapeld en in een vergistingsinstallatie verwerkt tot compost en biogas. De compost dient vervolgens als voeding voor de bodem waarop planten groeien, waarvan nieuwe bekens zijn te maken. En op het biogas rijden de vrachtwagens die de bekens vervoeren.⁵⁵

Monitoring biobased economy (BBE) in Nederland 2014

In meer dan 800 projecten werken ongeveer 700 bedrijven aan de ontwikkeling en implementatie van de BBE, waarin, voor zover bekend, in 3 jaar tijd meer dan 1,5 miljard euro is geïnvesteerd. Hiervan is 1,1 miljard euro geïnvesteerd in bio-energie. De economische toegevoegde waarde van de BBE, inclusief de aanpalende activiteiten, bedraagt momenteel 4,3 miljard euro en levert 44.000 fte aan werkgelegenheid.⁵⁶

Asfalt-initiatieven

De universiteit van Wageningen is een bio-asfalt aan het ontwikkelen met als basis lignine. Lignine is, op cellulose na, het meest voorkomende organische materiaal op aarde. Dit materiaal met houtachtige kenmerken zou de basis van het uit aardolie geproduceerde bitumen in asfalt kunnen overnemen. Voor een pilot in Zeeland zijn de bitumen in het asfalt voor 50% vervangen door het hernieuwbare lignine. Wageningen UR gaat een project starten om de vervanging van een ander bitumenproduct – dakbedekking – te onderzoeken.

Het Franse CNRS is bezig om bio-asfalt te ontwikkelen op basis van microalgen. Volgens hen bieden microalgen een alternatief voor producten op oliebasis, zoals asfalt. Deze vorm van bio-asfalt zou niet concurreren met de productie van voedsel.

In Rotterdam is in december 2015 als eerste gemeente in Nederland 100% gerecycled asfalt toegepast in de onder-, tussen- én deklaag van een verhardingsconstructie op fietspaden. Het gerecyclede asfalt biedt vele economische én ecologische voordelen. Door een nieuwe productiemethode en het gebruik van een biobased 'verjongingsmiddel' zijn de eigenschappen volledig gelijkwaardig aan gewoon asfalt. Het 100% gerecycled asfalt is tot stand gekomen doordat Havenbedrijf Rotterdam, gemeente Rotterdam, KWS Infra en Arizona Chemicals hieraan hebben samengewerkt. Door de toepassing van een additief van Arizona Chemical kunnen de volledige eigenschappen van verouderd asfalt worden hersteld. De grondstoffen hiervoor worden verkregen uit restproducten van naaldbomen die voor de papierindustrie zijn gebruikt. Het verouderde asfalt wordt bovendien lokaal gesorteerd. Zo komt het voor dat asfalt van Rotterdam-Zuid nu in Noord een tweede leven krijgt.⁵⁷

1

2

3

4

5

6

7

8

9



ABIOTISCHE EN BIOTISCHE GRONDSTOFFEN



Vitens: drinkwater als bijproduct

Drie jaar geleden betaalde drinkwaterbedrijf Vitens jaarlijks 1,5 miljoen euro om restproducten van waterzuivering af te voeren. Het ging om 60.000 ton aan restproducten (zoals kalk, ijzer en humuszuur) bij de productie van 350 miljoen m³ drinkwater. Het bleek dat deze restproducten voor andere sectoren waardevol zijn. Zo worden kalkkorrels verkocht aan de agrarische sector. Ook werd een productieproces ontwikkeld waardoor het humuszuur een biologische bodemverbeteraar van hoge kwaliteit is geworden. In Spannenburg wordt nu elk jaar 4.000 ton humuszuren geproduceerd, waarvan tot nu 1.250 ton hoogwaardig is toegepast in de landbouw. Met de duurzame toepassing van humuszuur kan het gebruik van kunstmest en fosfaat door de land- en tuinbouwsector worden gereduceerd. Dit is beter voor het grondwater waar drinkwater uit wordt gemaakt, beter voor het milieu en de gewassen groeien er ook nog eens beter van. Een win-win situatie voor agrarische ondernemers en drinkwaterbedrijven. Vitens is inmiddels één van de grootste humuszuurproducenten van Europa en in 2015 is het product al winstgevend geworden. De internationale opschaalbaarheid is enorm; ook voor drinkwaterbedrijven in ontwikkelingslanden heeft dit potentie.⁵⁸

Natuurlijke isolatiematerialen

Natuurlijke isolatiematerialen hebben een bewezen technische meerwaarde. Zo kunnen de vezels van natuurlijke isolatiematerialen damp opnemen en vervoeren van de warme, vochtige binnenruimte naar buiten. Gevolg: binnenshuis een veel constantere luchtvochtigheid. Daarnaast kan een isolatiemateriaal met een natuurlijke vezel vaak veel meer warmte opslaan, waardoor de woning in de zomer veel langer koel blijft. De warmtepiek die buiten rond 2 uur 's middags ligt, kan met 20cm dikke dakisolatie naar 8 uur 's avonds verplaatst worden, wanneer het meestal buiten al lekker afgekoeld is en de ramen opengezet kunnen worden om te koelen.

Voorbeelden van natuurlijke isolatiematerialen zijn vlas, gerecycled katoen (gemaakt van tweedehands kleding), hennep, houtvezel van resthout en gebonden met harsen afkomstig van het hout zelf), leem en stro, schapenwol en kurk.⁵⁹

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9



HERNIEUWBARE ENERGIEBRONNEN



Groene cirkels in Zuid-Holland

Een klimaatneutrale Heineken-brouwerij, een duurzame economie én een aangename leefomgeving in Zoeterwoude: dat zijn de ambities waarvoor het initiatief 'Groene Cirkels' is gevormd door Heineken Nederland, Provincie Zuid-Holland en kennispartner Alterra Wageningen UR.⁶⁰ Met 'Groene Cirkels' willen de initiatiefnemers de Heineken-brouwerij in Zoeterwoude verduurzamen en tegelijkertijd van de regio een wereldvoorbeeld van groene economie en duurzame gebiedsontwikkeling maken. De ambities van de partners in 'Groene Cirkels' richten zich op vijf thema's: duurzame energie en reductie van broeikasgasemissies, toegang tot voldoende en goed water, het sluiten van grondstofkringlopen, verduurzaming van mobiliteit en logistiek, en verbetering van de leefomgeving en versterken biodiversiteit. Om een duurzame regio te creëren, moet er op meerdere terreinen tegelijk gewerkt worden.

Voorbeeld van invulling thema 'duurzame energie'

Biogas is een klimaatneutraal alternatief voor aardgas. De Zoeterwoude brouwerij heeft 20 miljoen m³ biogas nodig om op een klimaatneutrale wijze in zijn verwarmingsbehoefte te voorzien. Biomassa is nodig voor de productie van biogas. Er zijn voldoende mogelijkheden voor de productie van biomassa in de provincie. Potentiële bronnen zijn bermgras, gras, riet en mest van melkveehouders in het Groene Hart. Groene Cirkels kijkt naar mogelijkheden om de hoeveelheid biogas uit het landschap en de landbouw te vergroten. Samenwerking zou het verschil kunnen maken in schaalvoordeel en efficiëntie, bijvoorbeeld door het gas van producten te verzamelen door middel van een biogas pijpleiding.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9



REGULERENDE ECOSYSTEEDIENSTEN



Bijdrage van bestuiving

Door te zorgen voor bestuiving leveren insecten – met name honingbijen en hommels – essentiële ecosysteemdiensten bij de teelt van hard- en zachtfruit (zoals appels, peren, kersen, aardbeien), kasgroenten (bijvoorbeeld tomaten, aubergine, paprika) en bij de zaadteelt (bijvoorbeeld kool, sla, peen, ui).

Dit was de reden dat Nieuw Slagmaat, een gemengd bedrijf, een bloemenrand heeft aangelegd rondom zijn boomgaard. De bloemen blijven de hele winter staan. Met alle zaden en beschutting is dit een ideale plek voor insecten, kleine zoogdieren en vogels om te verblijven in de winter. Ook grotere zoogdieren zoals reeën stappen er rond. De bloemenranden hebben meerdere functies. Speciale bijenmengsels worden gebruikt, waar bijen baat bij hebben. Daarnaast trekken de bloemen insecten aan. Nieuw Slagmaat test of dit helpt om schadelijke insecten in het gewas te bestrijden. Tot slot verbeteren de bloemen de biodiversiteit op en rond de boerderij.⁶¹

Bijdrage van bodemvruchtbaarheid

Bodemleven (bodembiodiversiteit) is één van de drie sleutelfactoren voor bodemvruchtbaarheid, naast voedingsstoffen en organische stof. Een goede bodemvruchtbaarheid is onmisbaar voor het op peil houden van de productie. Deze vermindert erosiegevoeligheid, verbetert waterregulatie, verhoogt ziekte- en plaagwering, vergroot het zuiveringsvermogen en bevordert koolstofvastlegging in de bodem. Gangen van regenwormen kunnen een stevige stortbui (30 mm per uur per ha) opvangen en afvoeren. Bodembacteriën en bodemschimmels produceren antibiotica die helpen bij de ziekte- en plaagwering van gewassen.

Praktijkervaringen met minimale en niet-kerende grondbewerking zijn positief voor de duurzame instandhouding van de bodemvruchtbaarheid. Dergelijke grondbewerking resulteert in betere droogteresistentie, minder wateroverlast, minder erosie, ziektevering, en extra koolstofopslag in de bodem. Het kan bovendien 15-80% aan brandstofkosten en tot 60% aan arbeidskosten besparen.⁶²

De waarde van bestuiving⁶²

Schaal	Bijdrage van natuurlijk kapitaal	Waarde
Wereld	<ol style="list-style-type: none">1. De bijdrage van bestuiving van cultuurgewassen door insecten aan de wereldwijde voedselproductie2. Deel van wereldwijde agrarische productie dat baat heeft bij bestuivende insecten3. Waarde gewasbestuiving door insecten	<ol style="list-style-type: none">1. 10%2. 35%3. 153 miljard euro / jaar
Nederland	<ol style="list-style-type: none">1. Niet-geproduceerde oogst bij afwezigheid bestuiving cultuurgewassen door insecten2. Inzet hommels in de tomatenteelt3. De opbrengst van bestuivingsdiensten van imkers aan fruit en groentetelers	<ol style="list-style-type: none">1. 10%, 10 miljard euro2. Bestuivingskosten 3,9 miljoen euro in 2010 Bij handmatig tikken: 16,8 miljoen euro/ jaar Bij mechanisch trillen: 42 miljoen euro/jaar Inkomensdaling bij overgang van hommelsbestuiving naar handbestuiving: 30%3. 10 miljoen euro per jaar

De waarde van bodemvruchtbaarheid⁶²

Bijdrage van natuurlijk kapitaal	Waarde
Bodemvruchtbaarheid beperkt de inzet van meststoffen en bestrijdingsmiddelen. Dit bespaart de aanvoer van eindige grondstoffen zoals fosfaatmest en fossiele brandstoffen. Ook spoelen minder nutriënten en bestrijdingsmiddelen naar grond- en oppervlaktewater uit.	Uitspoelen van meststoffen en bestrijdingsmiddelen naar grond- en oppervlaktewater betekent hogere kosten voor drinkwaterzuivering. Dit kan oplopen tot circa 40 cent per kubieke meter, ofwel meer dan een kwart van de kostprijs van drinkwater (1,45 euro per kubieke meter in 2010).



REGULERENDE ECOSYSTEEMDIENSTEN



De Hoeksche Waard - bloemrijke akkerranden

In de Hoeksche Waard werken boeren, weg- en waterbeheerders, gemeenten en provincie aan een groenblauw netwerk om de ecosysteemdiensten te versterken. De aanleg van bloemrijke akkerranden draagt bij aan natuurlijke plaagregulatie, waardoor minder chemische bestrijdingsmiddelen nodig zijn. Zij zorgen er ook voor dat het oppervlaktewater schoner wordt, waardoor minder vaak hoeft te worden gebaggerd. Het landschap wordt aantrekkelijker voor recreanten. Ook bestuivers, zoals de honingbij, en allerlei bedreigde diersoorten profiteren van de akkerranden.

De baten voor natuurlijke plaagonderdrukking worden geraamd op ca. 1,4 miljoen euro per jaar, terwijl de baten voor verbeteren van de waterkwaliteit op ca. 6,2 miljoen euro per jaar worden geraamd. Het groenblauwe netwerk vormt bovendien een aantrekkelijker en cultuurhistorisch waardevol landschap waardoor recreatie toeneemt.

Deze verevening van kosten (gemaakt door boeren voor de aanleg van akkerranden) en baten (voor waterschappen en recreatie ondernemers) heeft veel aandacht gekregen in de Hoeksche Waard en heeft geresulteerd in samenwerking tussen regiopartners als het waterschap, de provincie en het samenwerkingsorgaan Hoeksche Waard.⁶³

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9



CULTURELE ECOSYSTEEMDIENSTEN



O-Foil voortstuwing

De Nederlandse onderneming O-foil heeft een duurzame voortstuwingstechnologie ontwikkeld voor (binnenvaart)schepen en andere schepen met een beperkte diepgang. Het bestaat uit een brede vleugel, een hybride aandrijving en een bijpassend manoeuvreersysteem. De op-en-neergaande beweging van de vleugel is geïnspireerd op zwembewegingen van dolfijnen.

De werking van O-foil is vergelijkbaar met die van de sloopsschroef. Het verschil met een sloopsschroef is dat het stuwingsoppervlak groter is en het rendement daardoor hoger. O-foil combineert deze technologie met de nieuwste aandrijftechnologieën en een optimaal sloopontwerp. Het brandstofverbruik is daardoor lager (tot 50%), evenals de uitstoot van schadelijke stoffen.⁶⁴

Blog Tim Lammers/ marketingmanager van Burgers' Zoo over biomimicry

“Slimmer vliegen

Als je vogels in een groep ziet vliegen, dan zie je ze vaak in een V-formatie vliegen. Wanneer de voorste vogel een wapperende beweging met zijn vleugels maakt dan ontstaat er een opwaartse luchtstroom voor de vogel achter hem. Zo helpen de vogels elkaar met energiebesparing, wat bij een V-formatie resulteert in het feit dat de vogels samen 70% meer afstand af kunnen leggen dan wanneer ze alleen hadden gevlogen. Door het rouleren van de plekken binnen de formatie verdelen zij hun inspanningen. Te vergelijken met een wielrennersformatie, maar eveneens een toegepaste techniek bij vliegtuigen. En de vorm van de Stealth bijvoorbeeld!

Een groep van onderzoekers aan de Stanford Universiteit gebruikte de vliegtechniek van vogels om te testen wat dit zou doen bij het vliegen van passagiersvliegtuigen. Wat bleek? Wanneer passagiersvliegtuigen in een V-formatie zouden vliegen en de koppositie zouden afwisselen, dan zouden ze tot wel 15% minder brandstof hoeven te gebruiken. Interessante materie voor vliegtuigen die bijvoorbeeld een groot stuk gezamenlijk zouden kunnen overbruggen. Denk bijvoorbeeld aan de vliegroute Amsterdam – Bangkok en Amsterdam – Kuala Lumpur.”⁶⁵

Nova Lignum

Nova Lignum maakt duurzame gevelbekleding uit louter plantenresten, zoals auberginevezels, bermgras, riet of snoei-afval. Door de vezelfractie van planten en een geopolymer is een gevelbekleding met een lage CO₂ footprint ontwikkeld die herbruikbaar is, 100% recyclebaar is, een lange levensduur heeft en goed verwerkbaar/monteerbaar is. Het productieproces is vergelijkbaar met de verstening van oud hout in de aardbodem, door de invloed van mineralen. Nova Lignum bootst dat proces met plantenvezels boven de grond na.⁶⁶

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

Natuurlijk kapitaal in de werk- en leefomgeving

In een circulaire economie vormt natuurlijk kapitaal een belangrijke basis voor een gezonde, veilige en inspirerende werk- en leefomgeving. Zo zorgen bomen in de stad en op bedrijfsterreinen voor verkoeling en schone lucht en dus voor een gezonde omgeving. Zonder natuurlijk kapitaal moeten deze diensten worden vervangen door kunstmatige alternatieven. Dit kost (veel) geld en grondstoffen, wat de kans op een circulaire economie verkleint.



Figuur 12: Ecosysteemdiensten, basis voor onze welvaart en ons welzijn.⁵⁴

Natuurlijk kapitaal levert voor de werk-en leefomgeving vooral:

Regulerende ecosysteemdiensten

Belangrijke bijdrage voor een leefbare omgeving, onder meer door het verkoelend effect van groen, het waterbergend vermogen, het afvangen van fijn stof en het beschermen tegen natuurgeweld.

Culturele ecosysteemdiensten

Een bijdrage voor een inspirerende omgeving waarin mensen gezond en veilig kunnen wonen, werken en recreëren.

Hernieuwbare energiebronnen

Wind, zon, duurzame biomassa, etc. als energiebron voor (bijvoorbeeld) transport en de verwarming van huizen.

Abiotische en biotische grondstoffen

De basis voor grondstoffen als hout en klei die in een werk- en leefomgeving worden ingezet voor de bouw van woningen en infrastructuur.

Voorbeelden?

De praktijk laat zien dat circulaire economie en natuurlijk kapitaal vaak worden verbonden op het niveau van de werk- en leefomgeving. Op de volgende pagina's volgen voorbeelden die de bijdrage van natuurlijk kapitaal laten zien.

NB: Deze gaan niet over hernieuwbare energiebronnen en grondstoffen. Zij spelen een rol bij producten die worden toegepast in de leefomgeving; hun bijdragen zijn al meegenomen onder 'productie en consumptie'.

1
2
3
4
5
6
7
8
9



REGULERENDE ECOSYSTEEMDIENSTEN



Venlo kiest voor groen

De gemeente Venlo heeft een nieuw stadskantoor, dat is gebouwd volgens de cradle-to-cradle principes. Een gezond en veilig werkklimaat staat centraal en veel groen zorgt voor een prettige werkomgeving. Een groene gevel zuivert de lucht en zorgt voor een natuurlijke ventilatie. Deze gevel wordt besproeid met opgevangen regenwater. Dankzij grote ramen en zonnepanelen maakt het gebouw optimaal gebruik van de zon als belangrijke energiebron. Omdat vrijwel alle onderdelen van het gebouw demontabel zijn, is er een continue kringloop van grondstoffen mogelijk. En alleen al door het ziekteverzuim met 1% te verlagen, kan de gemeente 480.000 euro per jaar besparen.⁶⁷

SIGMA plan

De Schelde en haar zijrivieren staan tot ver landinwaarts onder invloed van de getijden van de Noordzee. Bij extreme weersomstandigheden – stormtij en zware regenval bijvoorbeeld – kan dat leiden tot gevaarlijk hoge waterstanden en zelfs overstromingen. Dat was onder meer het geval in 1976, toen grote delen van de Schelderegio onder water liepen. Om vergelijkbare rampen te voorkomen, lanceerde de Belgische overheid in 1977 het Sigmaplan. In 2030 zullen ook de laatste overstromingsgebieden afgerond zijn. Dan zullen de Schelde en haar zijrivieren tot 2100 klimaatbestendig zijn.

Het Sigmaplan creëert ruimte voor 4.000 hectare natuur. Sommige gebieden komen op het ritme van eb en vloed onder water te staan. Daar ontwikkelen zich slikken en schorren met geulen en krekens. Die krioelen van het voedsel voor vogels en vissen, maar zijn ook voor de rivier zelf bijzonder nuttig. Ze zuiveren het water en herstellen het evenwicht van de natuurlijke voedselketen. Tegelijk vormen ze een natuurlijke buffer tegen overstromingen en temperen ze de golfslag, zodat dijken minder zwaar worden belast. Bovendien vangen slikken en schorren zand en slib af, zodat er minder vaak baggerwerken nodig zijn in de Schelde en haar zijrivieren.⁶⁸

CONCLUSIE

De natuur heeft een belangrijke rol te spelen in het aanpakken van klimaatverandering. Natuurlijke ecosystemen kunnen helpen om de gevolgen van klimaatverandering te beperken en de resiliëntie van onze samenleving te versterken. Het is belangrijk om de natuur te beschermen en te herstellen, en om de natuur te integreren in onze plannen en beleid. Dit kan helpen om de gevolgen van klimaatverandering te beperken en de resiliëntie van onze samenleving te versterken.

BRONNEN

1. De Schelde en haar zijrivieren staan tot ver landinwaarts onder invloed van de getijden van de Noordzee. Bij extreme weersomstandigheden – stormtij en zware regenval bijvoorbeeld – kan dat leiden tot gevaarlijk hoge waterstanden en zelfs overstromingen. Dat was onder meer het geval in 1976, toen grote delen van de Schelderegio onder water liepen. Om vergelijkbare rampen te voorkomen, lanceerde de Belgische overheid in 1977 het Sigmaplan. In 2030 zullen ook de laatste overstromingsgebieden afgerond zijn. Dan zullen de Schelde en haar zijrivieren tot 2100 klimaatbestendig zijn.

NOTEN

1. De Schelde en haar zijrivieren staan tot ver landinwaarts onder invloed van de getijden van de Noordzee. Bij extreme weersomstandigheden – stormtij en zware regenval bijvoorbeeld – kan dat leiden tot gevaarlijk hoge waterstanden en zelfs overstromingen. Dat was onder meer het geval in 1976, toen grote delen van de Schelderegio onder water liepen. Om vergelijkbare rampen te voorkomen, lanceerde de Belgische overheid in 1977 het Sigmaplan. In 2030 zullen ook de laatste overstromingsgebieden afgerond zijn. Dan zullen de Schelde en haar zijrivieren tot 2100 klimaatbestendig zijn.



REGULERENDE ECOSYSTEEDIENSTEN



Zoeken naar verkoeling

Natuur

Groen en water in de stad bieden verkoeling tot op grote afstand. In steden leveren bomen ecosysteemdiensten in de vorm van schaduw overdag en afkoeling door verdampen van water. Grasveldjes geven weinig schaduw, maar zorgen dat het 's nachts sneller afkoelt. Grotere vijvers zorgen ook voor koeling door de verdamping van het water.

Koudenetten

In Amsterdam zijn er twee koudenetten: op de Zuidas en in Amsterdam Zuidoost. Koudenetten zijn geschikt voor gebieden met een zeer grote koudevraag, bijvoorbeeld kantoorgebieden. Koudenetten werken op dezelfde manier als stadsverwarming, zij het dat er geen warmte wordt gedistribueerd, maar koude. De koudebron is het koude water (circa 4 graden Celsius) onderin een diep meer.⁶⁹

De waarde van stadskoeling

Bijdrage van natuurlijk kapitaal	Waarde / omvang
Het koelend effect van een stadspark	Merkbaar op een afstand van 2 tot 4 maal de breedte van het park
Koelend vermogen van één gezonde boom	Circa 10 airco's
Bijdrage extensieve groendaken aan verwarming en koeling	Reductie 0,12-0,2% op verwarmingskosten Reductie 6,2-6,4% op koelingskosten

In Nederland is het op zomerdagen in steden gemiddeld 2,3 °C warmer dan op het platteland, maar het temperatuurverschil kan oplopen tot 5,3 °C.⁷⁰

Groene daken

Groene daken of vegetatiedaken zijn platte of hellende daken met begroeiing. Ze hebben een toegevoegde waarde voor zowel de stedelijke omgeving als de eigenaren. Wat zijn zoal de voordelen?

- Temperatuurregulatie (regenwaterretentie, verminderen van stedelijk hitte-eiland effect, reguleren temperatuur van het gebouw)
- Waterkwaliteit en – kwantiteit (vasthouden regenwater, vertraging van de piekafvoer, zuivering regenwater door begroeiende daken)
- Luchtkwaliteit (fijn stof reductie, minder smogvorming)
- Meer stedelijk groen (verhoging biodiversiteit, verfraaiing van gebouwen, stijging vastgoedwaarde)
- Klimaatverandering (opname atmosferisch CO₂ door groeiende planten, verminderde uitstoot broeikasgassen door minder gebruik airconditioning)
- Mogelijkheden stadslandbouw (werkgelegenheid, vermindering van vervoersstromen van levensmiddelen)
- Geluiddempend vermogen (minder lawaai in en rond gebouwen)

Hoe groot de toegevoegde waarde in de praktijk is, hangt af van vele factoren, zoals dakopbouw, klimaat, intensiteit van de begroeiing en de gekozen bedekking.⁷¹



REGULERENDE ECOSYSTEEDIENSTEN



Duinen en kustbescherming

Van Cadzand tot de Waddeneilanden liggen er duinen langs de Nederlandse kust. De duinen fungeren als natuurlijke zeewaterkering die het achterland effectief beschermt tegen overstromingen. Dit is de belangrijkste ecosysteemdienst die duinen leveren. De duinen zijn verder belangrijk voor drinkwaterwinning.

De duinen herbergen een grote biodiversiteit dankzij hun grote variatie aan overgangen (zoet/zout en nat/droog). Hier groeit meer dan 60% van de Nederlandse flora, waaronder veel bedreigde soorten.⁷²

De waarde voor duinen en kustbescherming/ drinkwaterwinning⁷²

Bijdrage van natuurlijk kapitaal

De kust en het unieke duinlandschap als toeristische trekpleister

Waterzuivering in de duinen

Waarde / omvang

Jaarlijks ongeveer 17 miljoen dagtochten.
Ruim 5 miljoen toeristen overnachten in de badplaatsen aan de Noordzee - circa 21% van de overnachtingen in Nederland.

Winning van ruim 200 miljoen m³ gezuiverd water door de duinwaterleidingbedrijven; dit is 16% van al het drinkwater in Nederland

Amsterdam betreft ca. 70% van zijn drinkwater uit de duinen.

De jaarlijkse baten van de drinkwaterlevering door het Noord-Hollandse waterleidingbedrijf PWN bedragen ca. 15 miljoen euro.

Waterberging Volkerak-Zoommeer

Door klimaatveranderingen, stijging van de zeewaterspiegel en bodemdaling, komt de waterhuishouding van Nederland de komende eeuw steeds verder onder druk te staan. Periodes van extreme regenval en overstromingen zullen elkaar afwisselen met periodes van grotere droogte en een gebrek aan voldoende oppervlaktewater van goede kwaliteit. In antwoord worden projecten opgestart om de waterhuishouding beter te managen.

Zo ook het project Waterberging Volkerak-Zoommeer. Als bij hoogwater vanuit de Noordzee de stormvloedkeringen worden gesloten, kan rivierwater niet wegstromen. En als de rivieren op dat moment zeer veel water afvoeren, stijgt het waterpeil. Om te voorkomen dat omliggend gebied overstroomt, wordt Volkerak-Zoommeer geschikt gemaakt om water te bergen. Hoe? Door 200 miljoen m³ wateropvang in het Volkerak-Zoommeer en het aanpassen van oude zeedijken rondom het Volkerak-Zoommeer.⁷³

De waarde van waterberging⁷²

- Watergerelateerde ecosysteemdiensten dragen voor 82% bij aan het totaal van mondiale ecosysteemdiensten. De waarde van dit totaal wordt geschat op 2 keer het Bruto Mondiaal Product.
- Voor een incidentele hoogwatergolf in de grote rivieren dient Nederland een overloopgebied van 35.000 hectare te reserveren. De kosten (1,7 miljard euro) waren mogelijk lager uitgevallen bij meer natuurlijke waterberging stroomopwaarts.
- 60% van de mondiale voedselproductie komt van landbouwgronden die volledig afhankelijk zijn van natuurlijk waterberging.
- Boeren en tuinders kunnen het waterbergend vermogen van de bodem vergroten door het organische stof gehalte te verhogen en het bodemleven beter te benutten.

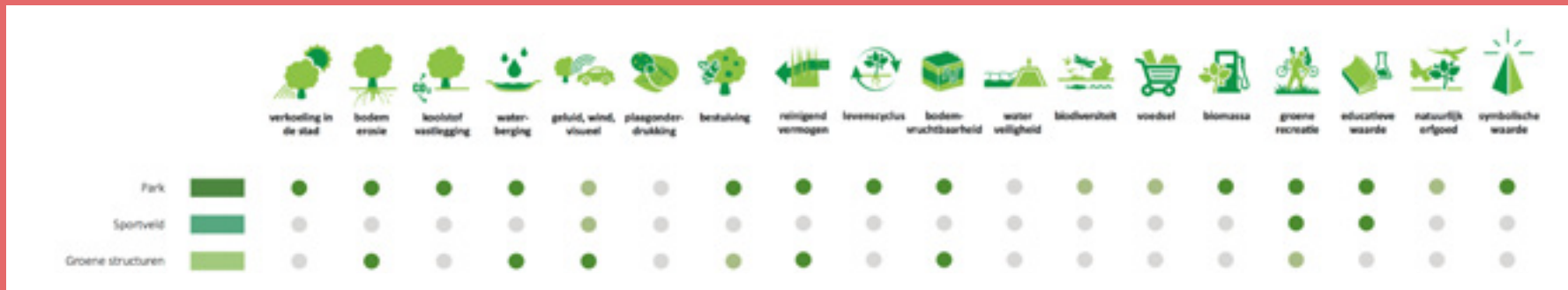


REGULERENDE ECOSYSTEEDIENSTEN



'Good green is golden'

Groen (natuur) en blauw (water) zie je in de stedelijke omgeving op tal van plekken. De verdiensten? Een betere luchtkwaliteit, hogere onroerend goed waarden en betere opvang/ afvoer van water na een pittige regenbui. In de meeste gevallen zijn deze meerwaarden niet op voorhand berekend; het ontwerp is er vaak niet op gericht om deze diensten te creëren of te maximaliseren. Het project 'Good Green is Golden' kijkt met een frisse blik naar groen-blaauwe netwerken in de stedelijke omgeving en denkt zo na over een combinatie van de traditionele waarden die men nastreeft voor publieke ruimtes en het optimaliseren van de groen-blaauwe waarden (lees: het leveren van ecosysteemdiensten). Deze aanpak is in 2015/2016 getest in Zwolle, één van de groenste steden in Nederland. Gekeken is naar de huidige groen-blaauwe infrastructuur en de ecosysteemdiensten die deze creëert voor de stad en haar inwoners. Vervolgens is onderzocht hoe publieke ruimtes kunnen worden opgewaardeerd tot groen-blaauwe netwerken die meer/ andere ecosysteemdiensten realiseren en tegelijkertijd de stedelijke agenda ondersteunen. De resultaten zijn indrukwekkend: zo kan jaarlijks 250.000 euro worden bespaard op energiegebruik (door natuurlijke koeling), 1.433.000 euro op vermeden waterzuiveringskosten en 5.033.000 euro door vermeden waterschade. De pilot leert dus dat een geïntegreerd ontwerp heel goed kan uitwerken en navolging verdient.⁷⁴



Figuur 13: Generiek overzicht van te leveren ecosysteemdiensten per type openbare ruimte; voorbeelden van stadspark, sportveld en 'generic green structure'⁷⁴

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9



CULTURELE ECOSYSTEEMDIENSTEN



Groene infrastructuur

Groene infrastructuur is een instrument waarbij de natuur wordt ingezet om ecologische, economische en sociale voordelen te genereren. Bijvoorbeeld: in plaats van infrastructuur ter bescherming tegen overstromingen te bouwen, kan ervoor worden gekozen het overtollige water (zoals na hevige regenval) te laten absorberen door een natuurlijk wetland.

Groene infrastructuur is vaak goedkoper en duurzamer dan conventionele civieltechnische alternatieven en hebben vaak een hoog rendement. Zo kunnen parken met een rijke biodiversiteit, groene ruimten en schone lucht de negatieve gevolgen van hittegolven in de zomer beperken. Groene infrastructuur is niet alleen nuttig op het vlak van gezondheid en het milieu, maar heeft ook veel maatschappelijke voordelen. Groene infrastructuur zorgt voor werkgelegenheid, maakt steden aantrekkelijker om er te wonen en te werken en biedt wilde dieren goede leefomstandigheden, zelfs in een stedelijke omgeving. Bij een project voor het herstel van de uiterwaarden langs de Elbe in Duitsland bleken de baten uit de verplaatsing van de dijken, de investeringen in aan overstromingsgebieden aangepast landbouwbeheer en de aanleg van vistrappen tot vier keer hoger te liggen dan de kosten. De voordelen op het vlak van recreatiemogelijkheden, overstromingsbescherming en koolstofuitstoot, die niet werden berekend, zouden het rendement van de investeringen nog hebben verhoogd.

Voorbeelden van stedelijke groene infrastructuur zoals groene daken, parken en groene corridors zijn goed voor de volksgezondheid, bevorderen de aanpak van maatschappelijke problemen, helpen energie besparen en zorgen voor een betere afwatering. Een betere infrastructuurplanning draagt ook bij tot een efficiënter mobiliteits- en bouwbeleid.⁷⁵

Blog *Duurzaam gebouwd: de termietenheuvel*

Termietenheuvels worden weleens bouwkundige wonderen genoemd. Deze indrukwekkende constructies van aarde en speeksel zijn soms wel zes meter hoog. De wanden ervan zijn zo'n 45 centimeter dik en worden door de zon gebakken totdat ze zo hard zijn als beton. Sommige heuvels zijn letterlijk van de ene op de andere dag gebouwd. Het grootste wonder van de heuvel is misschien wel het ventilatiesysteem. Een aantal kamers en tunnels houdt de temperatuur in de heuvel constant, ongeacht de wisselende omstandigheden buiten. In Zimbabwe kan de buitentemperatuur bijvoorbeeld variëren van 2 °C 's nachts tot 38 °C overdag. Toch blijft de temperatuur binnen in de heuvel constant 31 °C. Hoe komt dat?

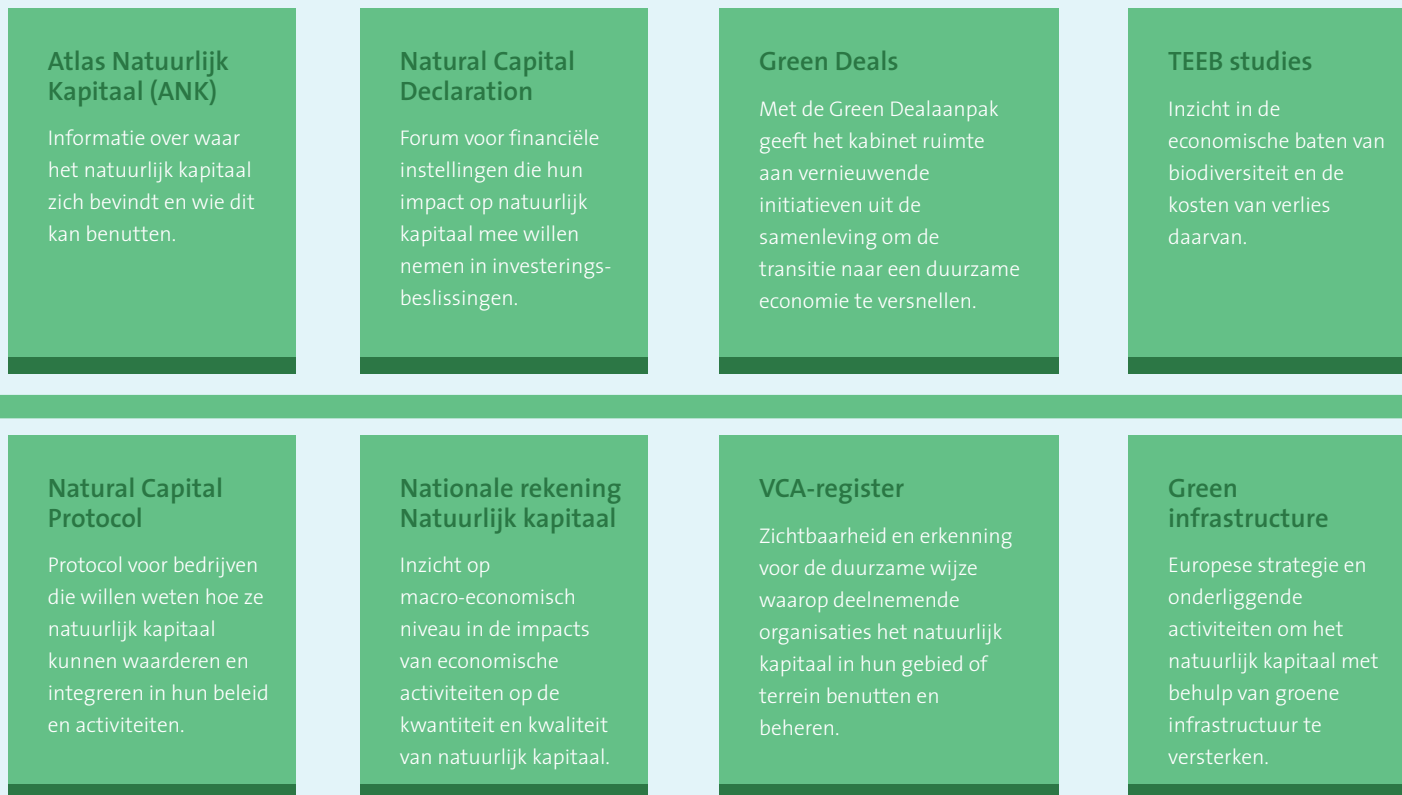
Op strategische plaatsen onder in de heuvel zitten ventilatiegaten waardoor frisse lucht binnenkomt, terwijl warme, bedompte lucht aan de bovenkant ontsnapt. Vanuit een ondergrondse kamer komt er koelere lucht de heuvel in, die vervolgens door de tunnels en cellen circuleert. Termieten openen en sluiten de gaten om de temperatuur waar nodig bij te stellen. De termieten hebben een constante temperatuur nodig om de schimmel te telen die als hun voornaamste voedselbron dient.

Het ontwerp van de termietenheuvel is zo indrukwekkend dat architecten een vergelijkbare techniek hebben toegepast op een kantoorgebouw in Zimbabwe. Het gebouw gebruikt slechts 10 procent van de energie die conventionele gebouwen van dezelfde afmetingen nodig hebben.⁷⁶

9. GROENE STAPPEN NAAR EEN CIRCULAIRE ECONOMIE

Zoals gezegd: **natuurlijk kapitaal** en **circulaire economie** zijn 'hot'. De cijfers en feiten in deze publicatie spreken voor zich: natuurlijk kapitaal kan slimme, innovatieve oplossingen leveren aan de circulaire economie, en zorgt voor minder materiaalbehoefte en alternatieven voor ingenieursoplossingen. Kortom, behoud van natuurlijk kapitaal als basis voor een **volwaardige** circulaire economie is essentieel. Dit gegeven verdient **meer aandacht**. Hoe? Zowel nationaal als internationaal worden er '**groene**' stappen gezet die het bewust omgaan met natuurlijk kapitaal en daarmee de transitie naar een circulaire economie dichterbij brengen. Hieronder is een aantal van deze stappen weergegeven: weet dat er **kansen** zijn om te benutten en doelen te bereiken, en **kennis** bij wetenschappers, overheden, consultants en bedrijven om in te zetten.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9



Figuur 14: Groene stappen die bijdragen aan het realiseren van een circulaire economie

BRONNEN

1. <https://acti-nl.org/nl/nieuws/acti-2011-manifest-global-challenges-smart>
2. <https://acti-nl.org/nl/nieuws/acti-2011-manifest-global-challenges-smart>
3. <https://ec.europa.eu/research/environment/index.cfm?pg=nbs>
4. Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis.
5. <http://www.bionade.de/en/bionade-honey/>
6. <http://www.naturalcapitalforum.com/about/contact-us/>
7. <http://www.business-biodiversity.eu/?Menue=49&News=1061>
8. WWF. 2014. Living Planet Report 2014: species and spaces, people and places.
9. <http://themasites.pbl.nl/natuurlijk-kapitaal-nederland/achtergronden/wat-is-natuurlijk-kapitaal>
10. <http://www.atlasnatuurlijkkapitaal.nl/natuurlijk-kapitaal>
11. Costanza, R., Rudolf, d., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S. J., Kubiszewski, I., et al. (2014). Changes in the Global Value of Ecosystem Services. *Global Environmental Change*, 26, 152–158
12. <http://www.fao.org/zhc/detail-events/en/c/278572/>
13. <http://www.un.org/en/ecosoc/docs/statemento8/djogh1af.pdf>
14. http://wwf.panda.org/about_our_earth/blue_planet/
15. <http://www.worldwildlife.org/initiatives/oceans>
16. <http://www.conservation.org/projects/Pages/Ocean-Health-Index.aspx>
17. <http://www.conservation.org/projects/Pages/Ocean-Health-Index.aspx>
18. www.naturalcapitalforum.com/about
19. www.naturalcapitalforum.com/about
20. The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) for National and International Policy Makers, 2009
21. CBS, Green Growth in the Netherlands 2015, CBS, <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/natuur-milieu/publicaties/publicaties/archief/2015/green-growth-in-the-netherlands-2015.htm>
22. Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis
23. The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) for National and International Policy Makers, 2009
24. <http://cdn.hetgroenebrein.nl/wp-content/uploads/2015/10/Het-Groene-Brein-Kenniskaart-Natuurlijk-Kapitaal-2015-12.pdf>
25. Towards a circular economy: business rationale for an accelerated transiation, Ellen MacArthur Foundation
26. <http://www.worldwildlife.org/threats/deforestation>
27. <http://cdn.hetgroenebrein.nl/wp-content/uploads/2015/10/Het-Groene-Brein-Kenniskaart-Natuurlijk-Kapitaal-2015-12.pdf>
28. <http://cdn.hetgroenebrein.nl/wp-content/uploads/2015/10/Het-Groene-Brein-Kenniskaart-Natuurlijk-Kapitaal-2015-12.pdf>
29. <http://www.fao.org/news/story/en/item/95153/icode/>
30. <http://www.worldwildlife.org/industries/beef>
31. <http://www.greenpeace.nl/Global/nederland/report/2010/5/duurzame-aquacultuur-de-uitda.pdf>
32. <http://www.pbl.nl/publicaties/trends-in-nederlandse-voetafdrukken>
33. <http://www.pbl.nl/publicaties/trends-in-nederlandse-voetafdrukken>
34. <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0178-Vermesting-en-verzuring%3A-oorzaken-en-effecten.html?i=11-60>
35. <http://www.parool.nl/binnenland/staat-van-great-barrier-reef-nu-officieel-pover~a3474813/>
36. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs266/en/>
37. <https://hier.nu/klimaatbureau/pagina/zeespiegelstijging-water-zet-uit-en-gletsjers-stromen-leeg>
38. <http://www.groeneruimte.nl/dossiers/klimaatverandering/>
39. <http://www.pbl.nl/publicaties/trends-in-nederlandse-voetafdrukken>
40. http://wwf.panda.org/wwf_news/?160861/Defining-and-estimating-global-marine-fisheries-bycatch

BRONNEN

41. http://www.un.org/depts/los/convention_agreements/reviewconf/FishStocks_EN_A.pdf
42. <https://www.nwf.org/Wildlife/Threats-to-Wildlife/Overexploitation.aspx>
43. www.invasieve-exoten.nl
44. <http://www.pbl.nl/publicaties/trends-in-nederlandse-voetafdrukken>
45. <http://www.atlasnatuurlijkkapitaal.nl/over-ank>
46. <http://v-c-a.org/>
47. <http://www.biodiversiteit.nl/teeb>
48. <http://www.atlasnatuurlijkkapitaal.nl/voorstelrondje-cbs>
49. <http://hetgroenebrein.nl/kenniskaarten/>
50. Het loont om transparant te zijn; geleerde lessen van de Green Deal Samenwerken aan Transparantie van Natuurlijk en Sociaal Kapitaal
<http://mvonederland.nl/sites/default/files/media/Eindrapport%20Green%20Deal%20Transparantie%20Natuurlijk%20en%20Sociaal%20Kapitaal%20-%20NL.pdf>
51. <http://www.c2cbouwgroep.nl/circulaire-economie/>
52. Figuur 8 is gebaseerd op beeldmateriaal ontworpen in het kader van het overheidsprogramma Van Afval Naar Grondstof (VANG). Zie:
<http://www.innovatie-estafette.nl/Projecten/article/11305/Onderzoek--en-Opleidingsprogramma-Van-Afval-Naar-Grondstof>
53. <http://www.atlasnatuurlijkkapitaal.nl/bedrijven-en-natuurlijk-kapitaal>; Publicatie LEI WUR: Circulaire economie en behoud van natuurlijk kapitaal, <http://www.degrotetransitie.nl/themas/circulaire-regionale-economie/>
54. <http://www.atlasnatuurlijkkapitaal.nl/natuurlijk-kapitaal>
55. Nederland circulair: 50 best practices; <http://www.circulairondernemen.nl/bibliotheek/circulair-ondernemen-50-best-practices>
56. http://www.rvo.nl/sites/default/files/2015/09/Monitoring%20Biobased%20Economy%20NL%202014_final%20versie.pdf
57. <http://www.wageningenur.nl/nl/nieuws/Zeeuwse-primeur-voor-proefvlak-bioasfalt-.htm>, <https://www.sciencedaily.com/releases/2015/04/150420084751.htm>;
http://www.rotterdamclimateinitiative.nl/nl/nieuws/nieuwsberichten/rotterdam-heeft-nederlandse-primeur-met-100procent-gerecycled-asfalt?news_id=2236
58. Nederland circulair: 50 best practices; <https://www.vitens.nl/overvitens/organisatie/nieuws/Paginas/Royal-Haskoning-DHV-haalt-wereldwijd-waarde-uit-water-met-innovatie-Vitens.aspx>,
<http://www.duurzaambedrijfsleven.nl/infra/12473/vitens-maakt-bodemverbeteraar-van-reststroom>; <http://www.circulairondernemen.nl/casussen/vitens-drinkwater-als-bijproduct>
59. <http://www.duurzaamthuis.nl/duurzaam-wonen/isolatiemateriaal>
60. <http://www.heinekenederland.nl/duurzaamheid/2013/duurzaam-inkoop/acties-en-resultaten/groene-cirkels>
61. Biodiversiteit werkt; <http://www.nieuwslagmaat.nl/nieuws-agenda/nog-steeds-bloeiende-bloemen-bij-nieuw-slagmaat/>
62. Biodiversiteit werkt; <http://www.biodiversiteit.nl/biodiversiteit-is-levensbelang/ecosysteemdiensten>
63. Groene Groei, 2011; <http://www.biodiversiteit.nl/biodiversiteit-is-levensbelang/ecosysteemdiensten>
64. <http://www.duurzaambedrijfsleven.nl/mobiliteit/1867/o-foil-stuwt-schepen-voort-als-een-dolfijn>; <http://www.ofoil.nl/product/>
65. <http://www.marketingonline.nl/blog/productontwikkeling-door-goed-naar-de-natuur-te-kijken-biomimicry>
66. <http://www.novalignum.nl/>
67. Nederland circulair: 50 best practices; <http://www.circulairondernemen.nl/bibliotheek/circulair-ondernemen-50-best-practices>
68. <http://www.sigmaplan.be/nl/sigmaplan/het-sigmaplan-noodzakelijk-en-succesvol/>
69. Biodiversiteit werkt; <https://www.amsterdam.nl/gemeente/volg-beleid/agenda-duurzaamheid/duurzame-warmte/stadskoeling/>
70. Biodiversiteit werkt; <http://www.biodiversiteit.nl/biodiversiteit-is-levensbelang/ecosysteemdiensten>
71. Maatschappelijk verdienen met groene daken: <http://library.wur.nl/WebQuery/hydrotheek/2161081>
72. Biodiversiteit werkt; <http://www.biodiversiteit.nl/biodiversiteit-is-levensbelang/ecosysteemdiensten>
73. <http://www.rijkswaterstaat.nl/over-ons/nieuws/nieuwsarchief/p2013/09/VolkerakZoommeer-wordt-grootste-waterberging-van-N.aspx>;
www.zeeuwsbodenvenster.nl/sites/zl-bodenvenster/files/waterberging_in_de_stad_een_opgave_met_kansen_voor_gemeenten_projectontwikkelaars_en_waterschap.pdf
74. De Urbanisten, Good Green is Golden, Exploring the value of green-blue networks for the city: case Zwolle, 2016; <http://www.urbanisten.nl/wp/?portfolio=good-green-is-golden-2>
75. http://europa.eu/rapid/press-release_IP-13-404_nl.htm

COLOFON

TEKST

Wijnand Broer

Jolanda van Schaick

CONTACTGEGEVENS

CREM

w.broer@crem.nl

jvanschaick@crem.nl

VORMGEVING

Pero Gouwerok – Design & Animation

MEDE MOGELIJK GEMAAKT DOOR:

Ministerie van Infrastructuur en Milieu