



**Informeel advies  
Bijdrage grondwaterlaag en  
toplaag aan circulaire economie**

**TCB A086(2013)**

De TCB is een onafhankelijke adviescommissie die in 1987 bij wet is ingesteld. De TCB adviseert hoofdzakelijk de ministers van Infrastructuur en Milieu en Economische Zaken over technisch-wetenschappelijke aspecten van milieubeleid voor de bodem. Het gaat daarbij om het vertalen en toepasbaar maken van wetenschappelijke kennis voor het beleid.

De leden van de TCB zijn afkomstig uit disciplines zoals bodemkunde, chemie, geohydrologie, ecologie en toxicologie. Zij adviseren vanuit een brede oriëntatie.

De TCB adviseert onder meer over bodemnormstelling en risicobeoordeling van bodemverontreiniging, bodembeheer in de landbouw, beheer van het bodemwatersysteem inclusief grondwater, en ruimtelijke ordening in relatie tot bodemkwaliteit. De duurzaamheid van het bodemgebruik en het bodembeheer is daarbij het uitgangspunt.

---

## **Contactgegevens**

Technische commissie bodem

Postbus 30947

2500 GX Den Haag

T 070 – 456 6596

E [info@tcbodem.nl](mailto:info@tcbodem.nl)

W [www.tcbodem.nl](http://www.tcbodem.nl)

Aan  
De voorzitters van de werkgroepen  
Toplaag en Grondwaterlaag Structuurvisie Ondergrond  
Ministerie van Infrastructuur en Milieu  
Postbus 20901  
2500 EX Den Haag

TCB A086(2013)

Den Haag, 5 juni 2013

Betreft: Informeel advies Bijdrage grondwaterlaag en toplaag aan circulaire economie

Geachte voorzitters,

Het Rijk werkt met vele partners aan de Structuurvisie Ondergrond (STRONG). De structuurvisie ondergrond krijgt vorm door uit te gaan van een lagenbenadering waarin worden onderscheiden: de mijnbouwlaag, de grondwaterlaag en de toplaag. De Technische commissie bodem (TCB) heeft al verschillende publicaties uitgebracht die bruikbaar zijn bij de voorbereiding van STRONG, zoals het advies Elementen voor duurzaam gebruik van de ondergrond, het rapport van de werkgroep Duurzaam gebruik van de ondergrond en het advies Beter besluiten met ecosysteemdiensten. Voor 2013 zijn er twee formele adviesmomenten gepland: over de gedeelde visie op maatschappelijke opgaven en uitgangspunten zoals die door Rijk en andere overheden en partijen worden geformuleerd, en over het concept van de structuurvisie.

In STRONG zijn aan de onderscheiden lagen in de ondergrond werkgroepen verbonden, die als opdracht hebben zich te buigen over de uitwerking van de ruimtelijke en kwaliteitsaspecten die in de respectievelijke lagen van belang zijn. Daarbij wordt een koppeling gelegd met de prioriteiten van het kabinet: behoud van natuurlijk kapitaal via een circulaire economie. Met deze werkgroepen wordt invulling gegeven aan de verbreding van STRONG. Aanvankelijk zou STRONG zich beperken tot de onderwerpen en opgaven waarvoor het Rijk bevoegd gezag is (m.n. activiteiten in de diepe ondergrond). De ministers van Infrastructuur en Milieu en Economische Zaken lichtten de verbreding toe in hun brief van 21 maart 2013 aan de Tweede Kamer.

Vooruitlopend op de genoemde adviesmomenten legden de voorzitters van de werkgroepen grondwaterlaag en toplaag via de memo 'Structuurvisie ondergrond: grondwaterlaag en toplaag in relatie tot de circulaire economie' informeel een aantal vragen voor aan de TCB<sup>1</sup>. De TCB heeft deze vragen op haar vergadering van 3 april 2013 besproken. Dit informele advies bevat de reactie van de TCB op deze vragen, gezien de beschikbare tijd geformuleerd op hoofdlijnen. Verder wordt verwezen naar eerdere advisering van de TCB. Deze reactie is gebaseerd op de bespreking in de TCB,

---

<sup>1</sup> Zie bijlage 1.

gecombineerd met informatie uit eerdere adviezen van de TCB, toegepast op het begrip circulaire economie.

#### REACTIE VAN DE TCB

De TCB kan zich in het algemeen vinden in het onderscheiden van lagen van de ondergrond, maar benadrukt de overlap tussen de lagen. Microbiologisch werd een analogie gezien met de zuurstofrijke laag (toplaag), de zuurstofarme laag (grondwaterlaag) en 'anders' (mijnbouwlaag). Er wordt steeds meer bekend over micro-organismen die op grote diepte in de ondergrond leven en vaak bijzondere eigenschappen bezitten.

#### *Vraag 1. Op welke wijze leveren de grondwaterlaag en de toplaag een bijdrage aan de circulaire economie?*

De TCB ziet de ondergrond, en dus ook de genoemde lagen, als drager van een circulaire economie. De ondergrond levert producten, zoals hout, zand en grind, en diensten, zoals waterzuivering en nutriëntenkringlopen die essentieel zijn voor de economie. Deze producten en diensten noemen we natuurlijk kapitaal. Een circulaire economie kan worden gedefinieerd als een economie waarin alle gebruikte materialen in een product nuttig kunnen worden ingezet in hetzelfde of een ander product zonder kwaliteitsverlies. Wanneer alle restproducten hergebruikt kunnen worden en de producten milieuneutraal zijn is deze kringloop compleet<sup>2</sup>. Een circulaire economie richt zich dus op het in standhouden en bevorderen van kringlopen. Kringlopen kenmerken zich door het in principe eendeloos opnieuw gebruiken van materialen.

De ondergrond is dienstbaar aan de circulaire economie door zijn betrokkenheid in een aantal kringlopen voor een aantal basisstoffen en verbindingen daarvan (voor bijvoorbeeld water, koolstof, stikstof, fosfor). Deze kringlopen spelen zich af op lokale tot mondiale schaal. Ook kan de ondergrond dienen als tijdelijk opslagmedium voor energie, water en afvalstoffen en kan de ondergrond fungeren als zuiveringsmedium voor infiltrerend water. Deze eigenschappen staan ten dienste aan een circulaire economie.

Meer concreet kan onder andere gedacht worden aan:

- Grondwater: drink- en industriewater, vochtvoorziening in de landbouw en opslag van energie,
- Biomassa: voedsel, vezels, energie en grondstoffen,
- Ruimte: ondergronds bouwen en infrastructuur, opslag, leegstand, krimp, *brownfields*,
- Habitat: voor mens dier en plant, biodiversiteit,
- Aardwarmte<sup>3</sup> en
- Gas, olie, zout, grind, zand, klei, kalksteen.

Het belang van natuurlijk kapitaal voor de circulaire economie en de koppeling tussen natuurlijk kapitaal en circulaire economie wordt verder toegelicht in bijlage 2.

De TCB benadrukt dat de ondergrond veel geeft, maar de continuïteit daarvan alleen is gegarandeerd als belangrijke randvoorwaarden in acht worden genomen. Gericht beheer en investeringen zijn

---

<sup>2</sup> Definitie ontleend aan [http://www.cradletocradle.nl/home/430\\_meer-begrippen.htm#row1420](http://www.cradletocradle.nl/home/430_meer-begrippen.htm#row1420).

<sup>3</sup> De winning van aardwarmte en fossiele brandstoffen behoort meer tot het domein van de werkgroep mijnbouw, maar kan consequenties hebben voor de daarboven gelegen lagen.

nodig om de diensten van de ondergrond duurzaam te benutten<sup>4</sup>. Onder de randvoorwaarden valt ook een basisbeschermingsniveau tegen verschillende stressfactoren zoals in het huidige beleid is vastgelegd<sup>5</sup>. Stressfactoren waaraan gedacht kan worden zijn: verontreinigingen, overbemesting, erosie, versnippering, bodemdaling en gevolgen van klimaatverandering.

Essentieel vindt de TCB het onderscheid tussen hernieuwbare (bijvoorbeeld biomassa) en niet-hernieuwbare grondstoffen (bijvoorbeeld fosfaat), omdat dit onderscheid tot verschillende benaderingen leidt. Het onderscheid is uitgewerkt in het Preadvies Duurzaam gebruik van de ondergrond<sup>6</sup> (zie box 1). Bij een circulaire economie hoort duurzaam gebruik van hernieuwbare grondstoffen en processen. Als het noodzakelijk is niet-hernieuwbare grondstoffen te verbruiken, dan zijn schaarste en efficiëntie kernbegrippen<sup>7, 8</sup>. De TCB ziet een belangrijke rol voor biomassa in de circulaire economie, als hernieuwbare grondstof. De ondergrond is een productie- en verwerkingsfactor en opslagmedium voor biomassa en heeft daarvoor beheer en investeringen nodig.

**Box 1. Uit het Preadvies Duurzaam gebruik van de ondergrond, A043(2008)**

*De Wet bodembescherming (Wbb) heeft als uitgangspunt dat de bodem functionele eigenschappen voor mens, plant en dier heeft en dat die functionele eigenschappen behouden moeten blijven. De TCB heeft in een eerder advies<sup>9</sup> over duurzamer bodemgebruik de term ecosysteemdiensten geïntroduceerd. Ecosysteemdiensten kunnen worden gezien als een concretisering van 'functionele eigenschappen van de bodem' zoals bedoeld in de Wbb. In genoemd advies lag het accent op de ecosysteemdiensten van de bovenste laag van de ondergrond zoals bodemvruchtbaarheid en ziekte- en plaagwering. Gebruik van de ondergrond gaat zowel over het gebruik van deze ecosysteemdiensten als over het gebruik van de diensten van de diepere lagen van de ondergrond. Om die reden wordt in dit advies in het algemeen gesproken over 'diensten'. Met het oog op duurzaamheid lijkt het zelfs vollediger het gebruik van de ondergrond onder te verdelen in gebruik dat eenmalig is (verbruik) en gebruik dat herhaald kan worden. De bodem biedt met andere woorden 'goederen en diensten'.*

*Onder goederen verstaat de commissie die eigenschappen van de ondergrond, die door benutting verbruikt worden. Dit is bijvoorbeeld het geval bij het winnen van delfstoffen zoals olie en aardgas. De ondergrond is niet in staat de eenmaal gewonnen delfstoffen weer aan te maken op een voor mensen realistische tijdschaal. Ook de ruimte die de ondergrond biedt voor bouwwerken kan gezien worden als een 'goed'. Daar waar een ondergronds bouwwerk verrijst wordt de ondergrond verwijderd en kan dus voor geen enkele andere dienst meer worden benut. De voorraad aan goederen is eindig. In de beoordeling van duurzaamheid bij verbruik van goederen die de ondergrond ons biedt, gaat de aandacht uit naar het voorkomen van onnodig verbruik en het minimaliseren van de gevolgen voor de omgeving.*

*Bij het gebruik van diensten blijft zowel de ondergrond als de dienst intact. De bodem zet bijvoorbeeld mineralen om, die via bodemorganismen beschikbaar komen voor opname door planten. Deze processen kunnen voortbestaan bij gelijkblijvende omstandigheden en is daarmee theoretisch eeuwigdurend. Onder diensten valt naast groeimedium voor biomassa bijvoorbeeld ook het opslaan van warmte of koude in het grondwater. Een dienst zou in principe een oneindige tijd geleverd kunnen worden. De mogelijkheid om een dienst te kunnen blijven benutten, is dus een maat voor de duurzaamheid van het gebruik. Diensten worden eindig als de*

<sup>4</sup> In het Doenderzoek worden dit 'wederdiensten' genoemd (<http://prezi.com/5vsnnxj-ggki/doenderzoek/>) en in het advies Beter besluiten met ecosysteemdiensten noemt de TCB het 'investeren in ecosysteemdiensten'.

<sup>5</sup> Zie onder andere het advies Beter besluiten met ecosysteemdiensten, A073(2012).

<sup>6</sup> Preadvies Duurzaam gebruik van de ondergrond, A043(2008).

<sup>7</sup> Rapport Duurzaam gebruik van de ondergrond, gereedschap voor structuur en visie, R22(2012).

<sup>8</sup> Advies Elementen voor duurzaam gebruik van de ondergrond, A067(2011).

<sup>9</sup> Advies Duurzamer bodemgebruik op ecologische grondslag. TCB A33(2003).

*omstandigheden in de bodem zodanig veranderen dat de functionele eigenschappen van de bodem voor die dienst verloren gaan. In zekere zin is een dienst dus ook als voorraad te benaderen. Hoewel iedere dienst een zekere reservering legt op een deel van de ruimte in de ondergrond, wordt de ondergrond niet verbruikt. De ondergrond blijft ter plaatse bestaan en na beëindiging van het gebruik kan de ondergrond weer een andere, of nogmaals dezelfde dienst leveren.*

*Bovenstaande geeft aan dat de voorraden van goederen en diensten niet alleen door de functionele eigenschappen van de ondergrond worden bepaald, maar dat de voorraden ook variëren in ruimte en in tijd. De eindigheid van de voorraad goederen behoeft weinig uitleg. De voorraad ligt geologisch vast en verbruik ervan zal uiteindelijk leiden tot uitputting van de voorraad. Ook de voorraad diensten heeft een theoretische begrenzing. De voorraad ondergrond op zichzelf is namelijk beperkt tot de eerste kilometers van de aardkorst. Binnen deze hoeveelheid ondergrond legt het gebruik van een dienst, een reservering op een gedeelte van de ondergrond voor een bepaalde tijd. Gedurende die tijd is de voorraad ondergrond die voor andere diensten gebruikt kan worden verkleind. De reservering van ondergrondse ruimte voor een bepaalde dienst kan via ruimtelijke ordening van de ondergrond worden ingevuld*

***Vraag 2. Gelet op de verschillende vormen van gebruik die in de toplaag en de grondwaterlaag plaats vinden, op welke wijze is een duurzame ordening van de ondergrondse ruimte bevorderlijk voor het vitaal houden van het natuurlijk kapitaal?***

*In het advies Elementen voor duurzaam gebruik van de ondergrond<sup>9</sup> adviseert de TCB “voorraadgestuurd beheer als sturingsfilosofie achter duurzaam gebruik van de ondergrond. Door het gedeelte van de ondergrond dat geschikt is voor een bepaald gebruik (de voorraad) als basis te nemen van het beheer wordt uitgegaan van de schaarste van (diensten van) de ondergrond. Op die manier kan prioriteit aan schaarse of exclusieve diensten worden beargumenteerd. Daarnaast ziet de TCB koppeling aan de ruimtelijke ordening als belangrijkste manier om regie te voeren. Een plan waarin wordt aangegeven welk gebruik waar mag plaatsvinden is op zowel rijks-, provinciaal- als gemeentelijk niveau van belang. Dergelijke plannen moeten meer dan 10 jaar kunnen overzien.”*

Geschiktheid van de ondergrond voor het gebruik, balans tussen de verschillende vormen van gebruik van de ondergrond en het ruimtelijk matchen van vraag en aanbod vanuit de ondergrond (bijvoorbeeld CO<sub>2</sub>-afvang en mogelijkheden voor opslag<sup>8</sup>) zijn vanuit de ondergrond cruciale elementen bij ruimtelijke ordening.

Het is hierbij belangrijk te inventariseren welke bodeminformatie nodig is en op welke schaal, om goede beslissingen te kunnen nemen, hoe deze informatie gewogen kan worden en hoe de koppeling tussen de onderscheiden lagen in de ondergrond tot stand kan worden gebracht. Een voorbeeld van het laatste zijn waterwingebieden en natuurgebieden: welke consequenties heeft de aanwezigheid van een waterwingebied of een natuurgebied voor het verder gebruik van de ondergrond ter plaatse? Het stellen van prioriteiten op basis van geschiktheid voor gebruik en algemene maatschappelijke belangen en wensen is hierbij noodzakelijk. De TCB wijst hierbij ook op de Omgevingswet en vraagt zich af of die het juiste instrumentarium gaat bieden om de Structuurvisie Ondergrond, uit te voeren. Met betrekking tot de ondergrond gaat het dan specifiek om in deze alinea genoemde elementen. Verder wijst de TCB op de Basis Registratie Ondergrond en de Digitale Atlas Natuurlijk Kapitaal (in wording), die informatie opleveren ten behoeve van afwegingen in het kader van de Omgevingswet en de uitvoering van de Structuurvisie Ondergrond. De TCB adviseert dat vooral moet worden geïnventariseerd waar kennis momenteel ontoereikend is.

De TCB signaleert dat er in de ondergrond tot dusver nauwelijks geordend werd, maar er wel veel activiteiten vergund zijn. Via vergunningen en concessies ligt al veel vast. De TCB vindt dat er aandacht moet zijn voor de consequenties van het vergunningstelsel voor het gebruik van de ondergrond. Ook vraagt zij zich af of er overzicht is van de omvang van vergunningverlening voor activiteiten in de ondergrond en de consequenties hiervan voor de ruimtelijke ordening van de ondergrond.

*Vraag 3. Zijn accenten aan te leggen die onderscheid maken tussen het regionale niveau en het landelijk niveau?*

Op regionaal niveau komen alle wensen ten aanzien van de ondergrond samen en afwegingen kunnen dan ook het beste regionaal gemaakt worden. Daarbij moet bedacht worden dat de administratieve indeling van regio's niet altijd goed aansluit bij de grenzen van natuurlijke systemen en karakteristieke landschappen. De TCB vraagt tevens aandacht voor de verdeling van de kosten en de baten van het gebruik van de ondergrond. Onduidelijkheid over de verdeling hiervan belemmert niet alleen investeringen in de ondergrond, maar leidt ook tot "wie het eerst komt, wie het eerst maalt".

In het geval van landelijke doelstellingen voor te realiseren ambities met de ondergrond moet bedacht worden dat niet alles overal even goed gerealiseerd kan worden. De vraag daarbij moet zijn waar en hoe op een duurzame wijze het meeste nut uit de ondergrond gehaald kan worden met de minst mogelijke (negatieve) effecten.

Hoogachtend,

Het origineel van dit advies is gestuurd aan de verantwoordelijke bewindspersoon/personen.
--

Ali Edelenbosch  
Voorzitter van de Technische commissie bodem





BIJLAGE 1: MEMO STRUCTUURVISIE ONDERGROND: GRONDWATERLAAG EN TOPLAAG IN RELATIE TOT DE  
CIRCULAIRE ECONOMIE





De voorzitter van de TCB

**Directoraat-Generaal  
Milieu en Internationaal  
Directoraat-Generaal  
Ruimte en Water**

Duurzaamheid  
Water en Bodem  
Plesmanweg 1-6  
Den Haag  
Postbus 20901  
2500 EX Den Haag  
www.rijksoverheid.nl

**Contactpersoon**  
drs. F.M.C. van Dreumel

M +31(0)6-15093717

# memo

Structuurvisie ondergrond: grondwaterlaag en toplaag in relatie tot de circulaire economie

De structuurvisie ondergrond krijgt vorm door uit te gaan van een lagenbenadering:

- De **mijnbouwlaag**: hier gaat het om de vraag waar en hoe ingrepen op grotere diepte (dieper dan 500 m tot enkele kilometers diep) moeten en kunnen worden toegestaan. In deze 'laag' komen vragen aan bod die gaan over de winning van gas, opslag van CO<sub>2</sub>, opslag van kernafval, schaliegaswinning enz.
- De **grondwaterlaag**: hier gaat het om de vraag hoe grondwaterbeheer vorm kan krijgen. Grondwater beweegt zich grosso modo tussen de enkele honderden meters diep (tot 700-800 m) tot soms bijna maaiveld-niveau. In deze laag komen vraagstukken aan de orde als peilbeheer, paalrot, drinkwaterbronnen, proces- en industriewater, warmte-koude opslag, brijnlozingen enz.
- De **toplaag**: hier gaat het om de vraag hoe op kleinere diepte activiteiten en handelingen kunnen worden uitgevoerd met behoud van de kwaliteit van de toplaag en de wisselwerking met 'de bovengrond'. Vraagstukken die hier passeren zijn: landbouw (mest & gewasbeschermingsmiddelen), grondverzet en oppervlaktewinningen, ecosysteemdiensten, archeologische waarden, Basisregistratie ondergrond, tunnels, kabels & leidingen enz.

De lagen lopen in elkaar over; er is geen scherpe grens tussen lagen. Bovendien interacteren lagen met elkaar. Tunneling kan effecten hebben op grondwaterstromen. Maar ook het onttrekken van grondwater voor drinkwaterwinning heeft gevolgen voor natuurontwikkeling

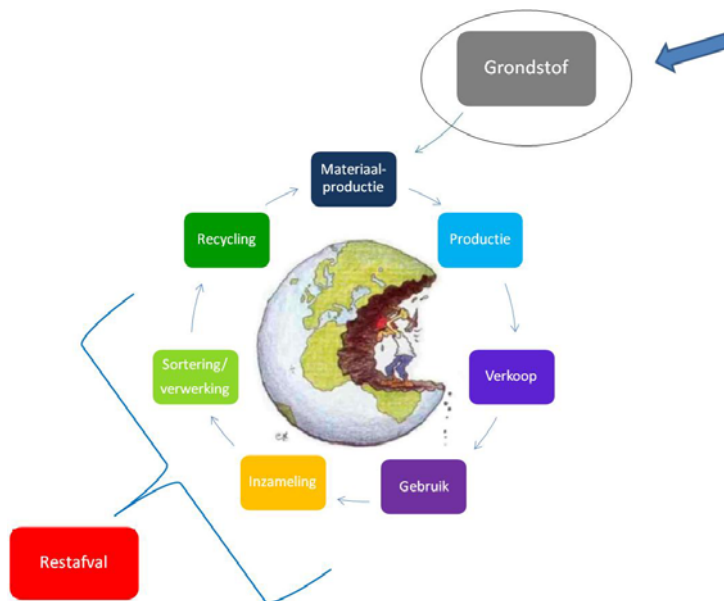
De totale opgave voor de structuurvisie ('probleemstelling') wordt geformuleerd vanuit deze lagen. Voor iedere laag is een werkgroep ingesteld die aan deelopgaven werkt. Die deelopgaven hebben betrekking op de ruimtelijke en kwaliteitsaspecten die zijn verbonden aan het gebruik van de ondergrond in deze specifieke lagen.

De **ambitie** is om met behulp van deze benadering een afwegingskader te ontwikkelen voor de ordening van de ondergrond met een doorlooptijd tot 2050. Tegelijk sluit deze structuurvisie ook aan bij de prioriteit van dit kabinet wat betreft het leveren van een bijdrage aan het vitaliseren (en vitaal houden) van het natuurlijk kapitaal. Daarin speelt het vermogen van ecosystemen om een bijdrage te leveren – hetzij direct, hetzij in ondersteunende zin – aan de circulaire economie. Daarmee wordt verder verbruik van natuurlijke hulpbronnen zoveel mogelijk voorkomen. Hierbij horen ook begrippen als duurzame energie (en de

positionering van de ondergrond in de energiemix), het klimaatvraagstuk, de biobased economy en ecodesign.

**Directoraat-Generaal  
Milieu en Internationaal  
Duurzaamheid**

Schematisch ziet dit er als volgt uit:



Voor de toplaag geldt deze opgave in versterkte mate, zeker in combinatie met de grondwaterlaag. Veel functies komen in deze la(a)g(en) samen. Daarom leggen de voorzitters van de werkgroepen grondwaterlaag resp. toplaag de volgende vragen voor:

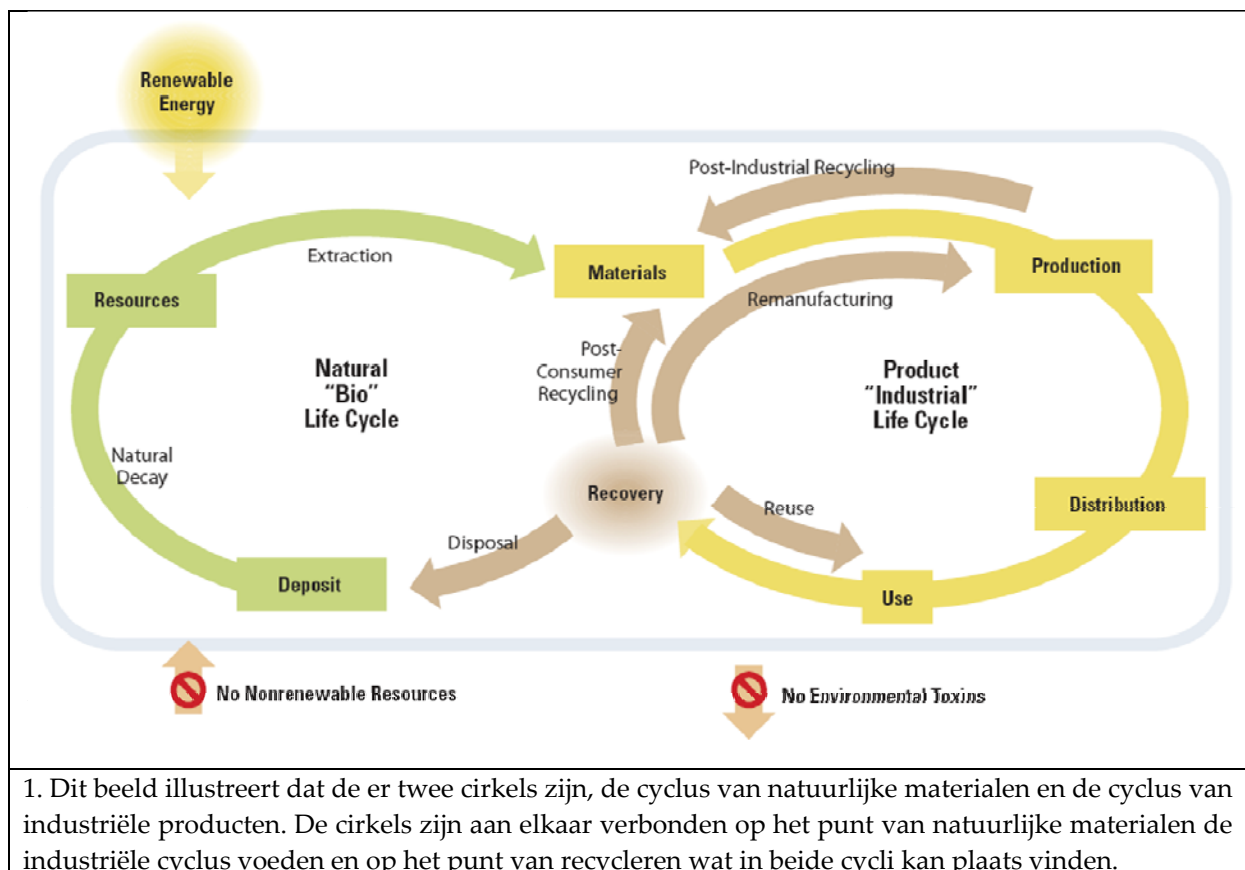
- 1) Op welke wijze leveren de grondwaterlaag en de toplaag een bijdrage aan de circulaire economie?
- 2) Gelet op de verschillende vormen van gebruik die in de toplaag en de grondwaterlaag plaatsvinden, op welke wijze is een duurzame ordening van de ondergrondse ruimte bevorderlijk voor het vitaal houden van het natuurlijk kapitaal?
- 3) Zijn hierbij accenten aan te leggen die onderscheid maken tussen het regionale niveau en het landelijke niveau?

## BIJLAGE 2: NATUURLIJK KAPITAAL EN CIRCULAIRE ECONOMIE

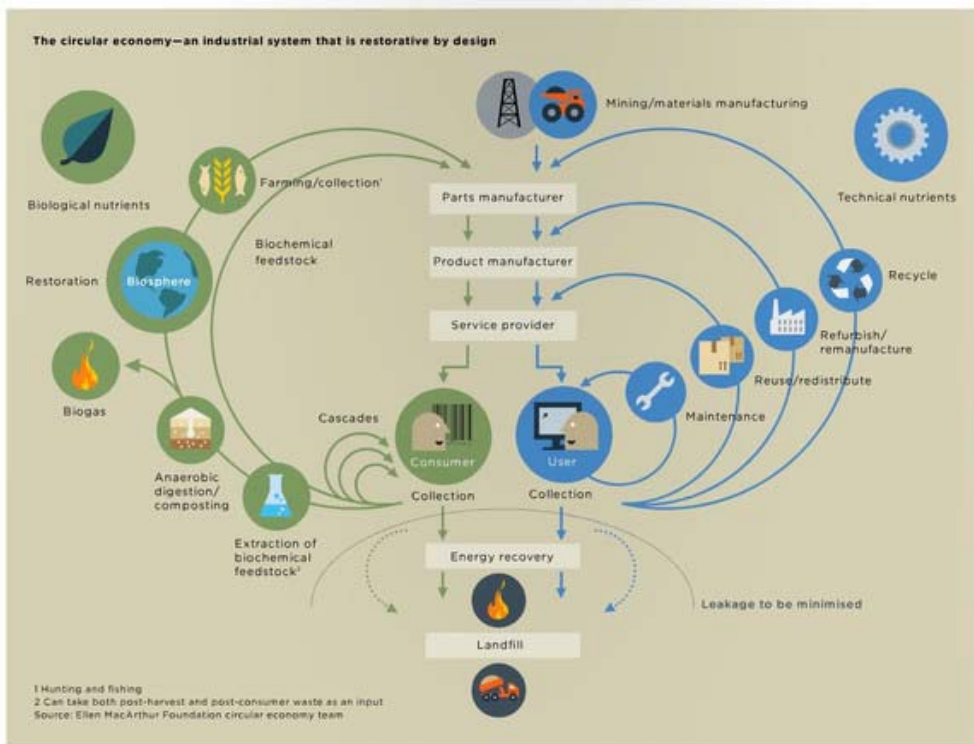
In deze bijlage wordt de koppeling tussen natuurlijk kapitaal en circulaire economie geschetst aan de hand van het vele beeldmateriaal dat op internet beschikbaar is. Hieruit zijn aansprekende beelden geselecteerd<sup>10</sup>; de herkomst van de beelden is onderaan deze bijlage vermeld. Er is voor gekozen verschillende beelden van circulaire economie te laten zien, om te illustreren dat er meerdere interpretaties mogelijk zijn.

### Betekenis natuurlijk kapitaal voor circulaire economie

Hieronder volgen verbeeldingen van de circulaire economie met een beknopte toelichting.



<sup>10</sup> Ongeacht de aard van de website waarvan de beelden afkomstig zijn.

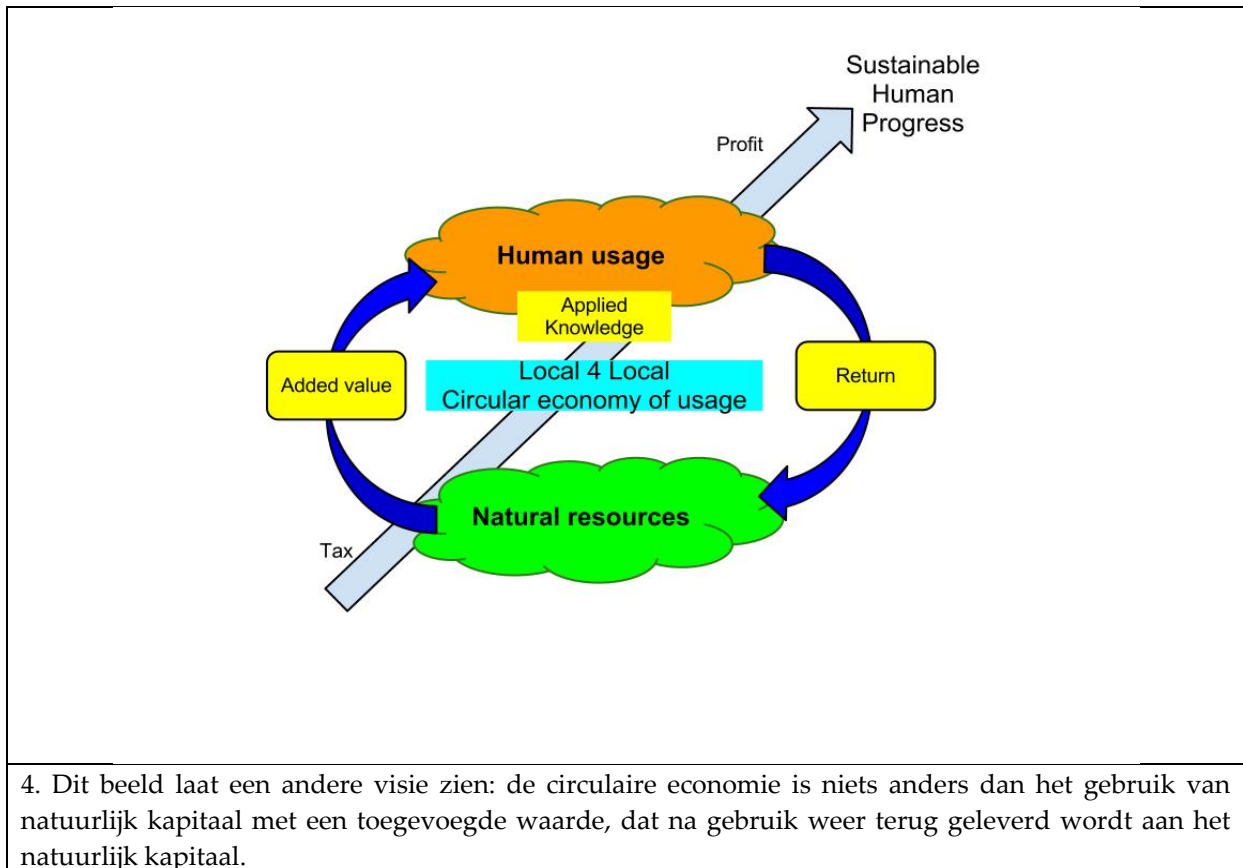


2. Ook dit beeld gaat uit van twee gerelateerde cirkels, waarbij in het midden wordt gelaten wat de aard van de relatie is. De groene cirkel wordt gedreven door zonne-energie en zal ook zonder input (minder) actief zijn; de blauwe cirkel heeft veel input nodig en wordt gedreven door (niet-hernieuwbare) energie en grondstoffen.

**DIAGRAM 1 - THE CIRCULAR ECONOMY MODEL - A PROPOSAL**  
The model below illustrates a proposed circular economy, highlighting the economic and waste management cycles.  
Source: SIDA UK 2009



3. Dit beeld heeft de circulaire economie beperkt tot een cirkel, die externe input ontvangt, bestaande uit ruwe materialen, energie uit primaire bronnen en materialen en energie uit secundaire bronnen. Significant is de notie dat de stromen binnen de cirkel aanzienlijk groter zijn dan de input.



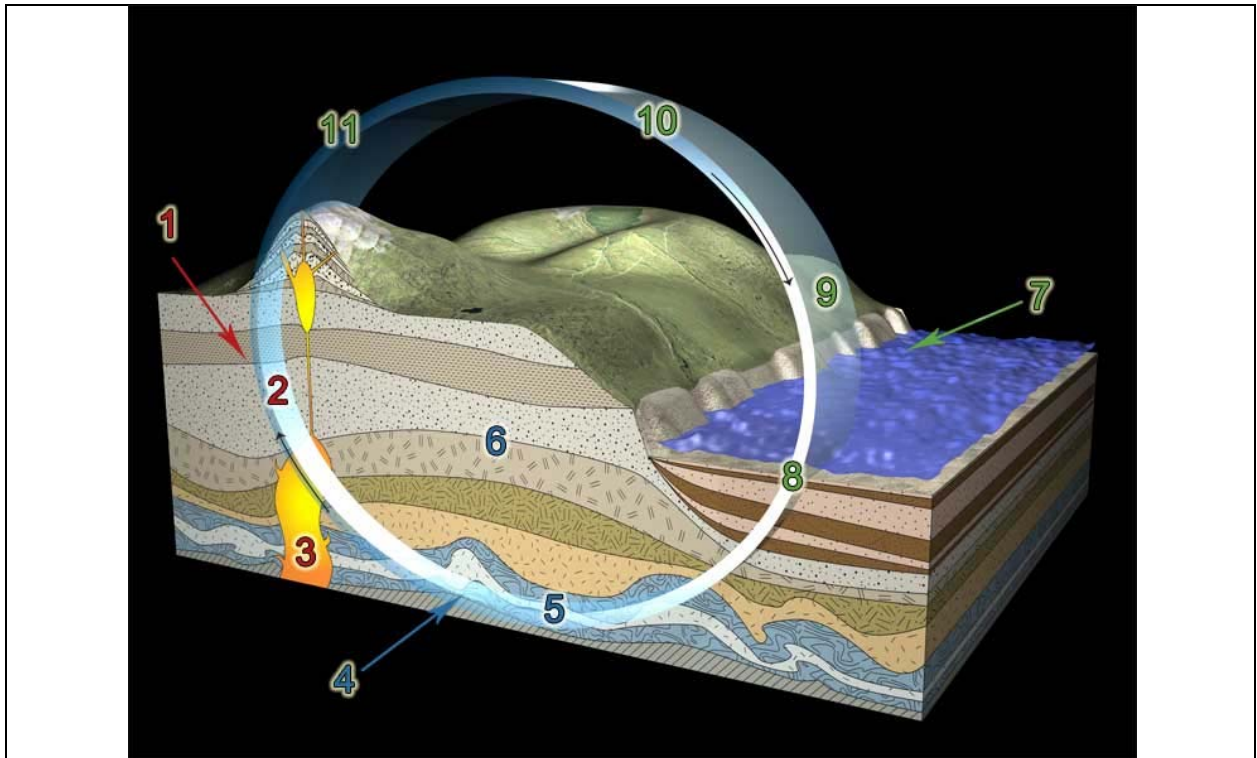
De conclusie uit deze beelden zou kunnen zijn dat er bij circulaire economie in alle gevallen een relatie wordt gelegd met natuurlijke kapitaal. De gemeenschappelijke noemer is dat er altijd sprake is van twee cirkels en/of compartimenten: natuurlijk en technisch. De wijze waarop deze verbonden zijn is verschillend.

### Betekenis van natuurlijke kringlopen voor de circulaire economie

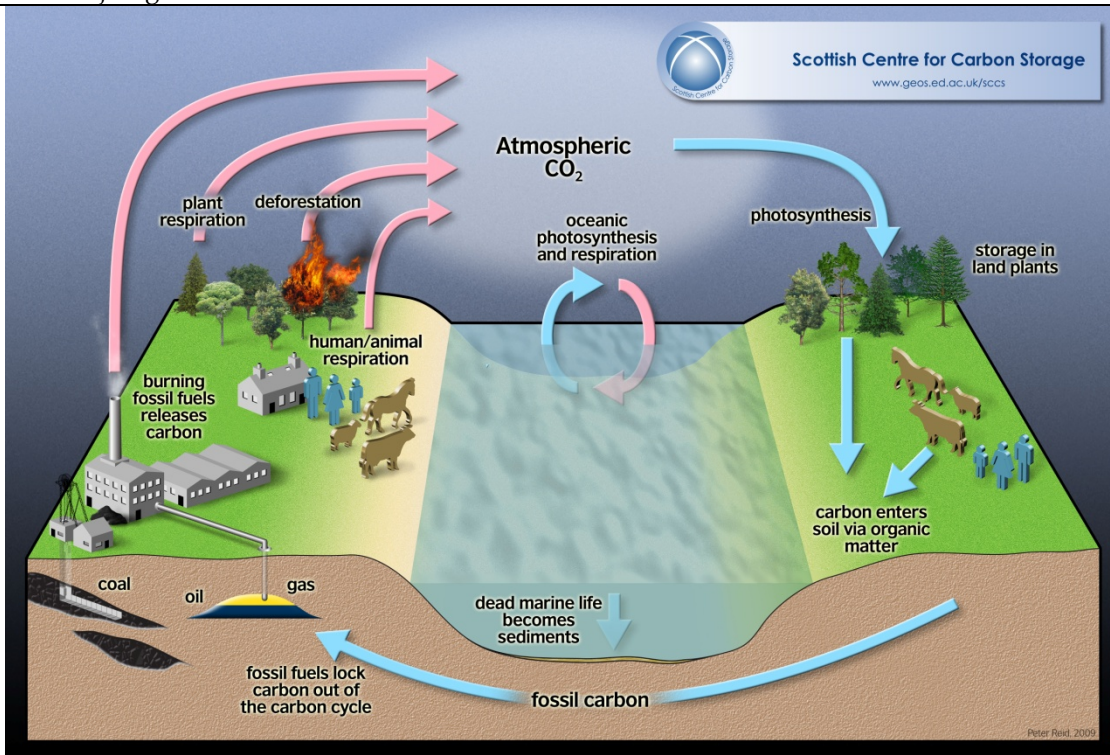
In ecosystemen zijn kringlopen van materialen (stoffen) en energie de basis van alle processen. Denk aan de citroenzuurcyclus, watercyclus, koolstofcyclus, nutriëntencycli, voedselwebben, leven en dood. De productie van voedsel, hout, veevoer, groene grondstoffen voor de bio-economie, schoon water etc., is gebaseerd op deze cycli. In natuurlijke systemen zijn deze kringlopen grotendeels gesloten, al het afval en een deel van de gebruikte energie komt weer ten goede aan nieuwe materialen en processen. Menselijke activiteiten grijpen diep in op kringlopen door er grote hoeveelheden materialen en energie aan toe te voegen (bijvoorbeeld voedingsstoffen, bestrijdingsmiddelen, fossiele brandstoffen) of aan te onttrekken (bijvoorbeeld: grondstoffen) of door grote hoeveelheden materialen over lange afstanden te verplaatsen (bijvoorbeeld soja) zodat de kringlopen (lokaal) ernstig verstoord raken, wat tot een scala aan milieuproblemen leidt. In een circulaire economie worden de kringlopen zoveel mogelijk intact gehouden. Ook maken we gebruik van de cycli om reststromen te verwerken. Dat kan alleen als de kwaliteit van de reststromen goed is en de hoeveelheden verwerkbaar zijn. Ideaal is als de reststroom energie levert aan de cyclus.

Hierna volgt een aantal afbeeldingen van natuurlijke kringlopen en de betekenis daarvan voor de circulaire economie, met een beknopte toelichting.



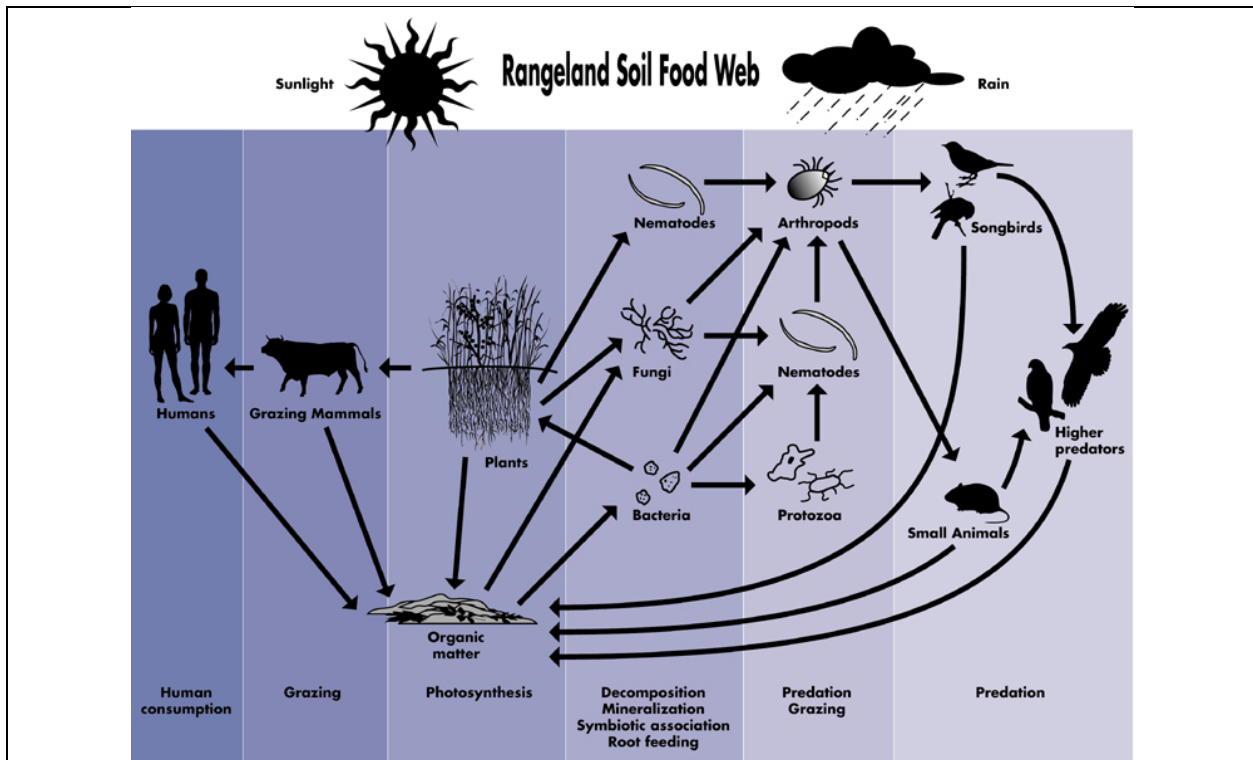


5. Dit beeld laat zien dat de aardkorst zelf een kringloop in zich heeft. Er worden gebergten gevormd, die eroderen. Het geërodeerde materiaal bezinkt in oceanen, en onder hoge druk en vulkanisme ontstaan weer nieuwe bergketens. Dit proces speelt zich af op een geologische tijdschaal en is deels niet te beïnvloeden. De menselijke bijdrage aan erosie is substantieel door mijnbouwactiviteiten, ontbossing en verwoestijning.

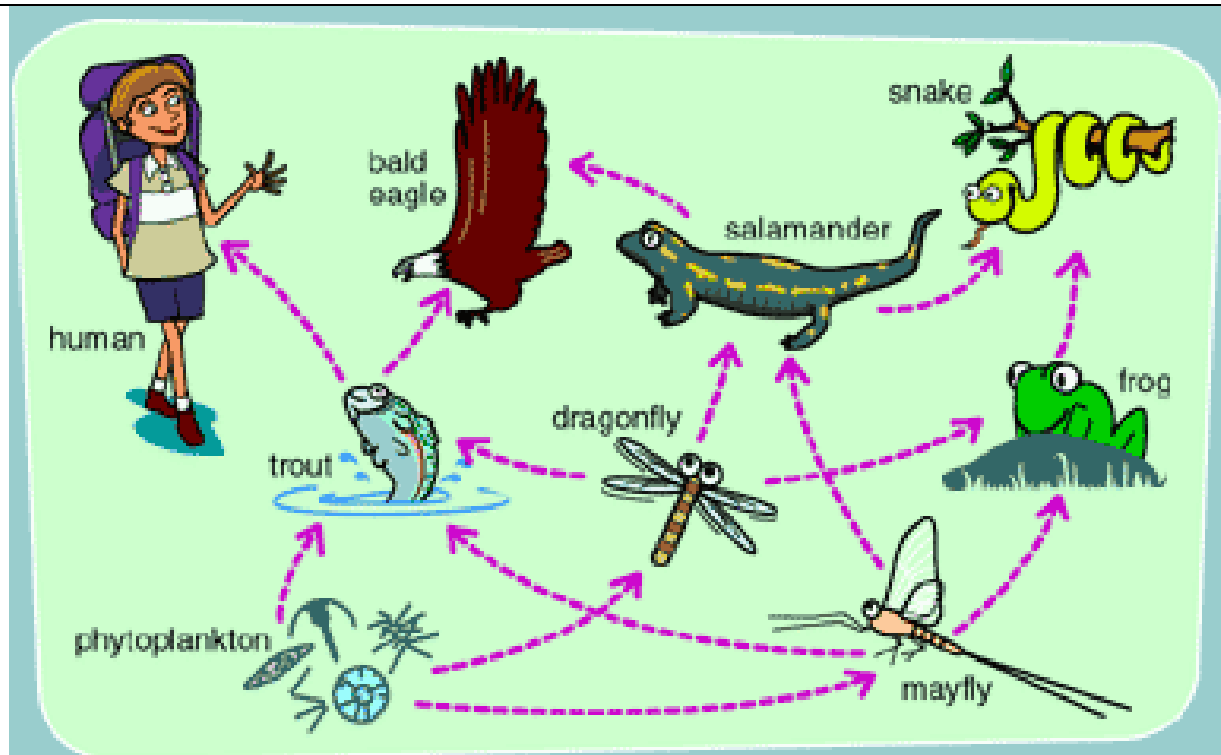


6. Deze cyclus verplaatst grote hoeveelheden koolstof op wereldwijde schaal. De processen zijn traag. Door het op grote schaal verbranden komt er naar verhouding meer CO<sub>2</sub> in de atmosfeer, wat nadelige gevolgen heeft voor het klimaat. In een circulaire economie wordt het gebruik van fossiele brandstoffen daarom vermeden.





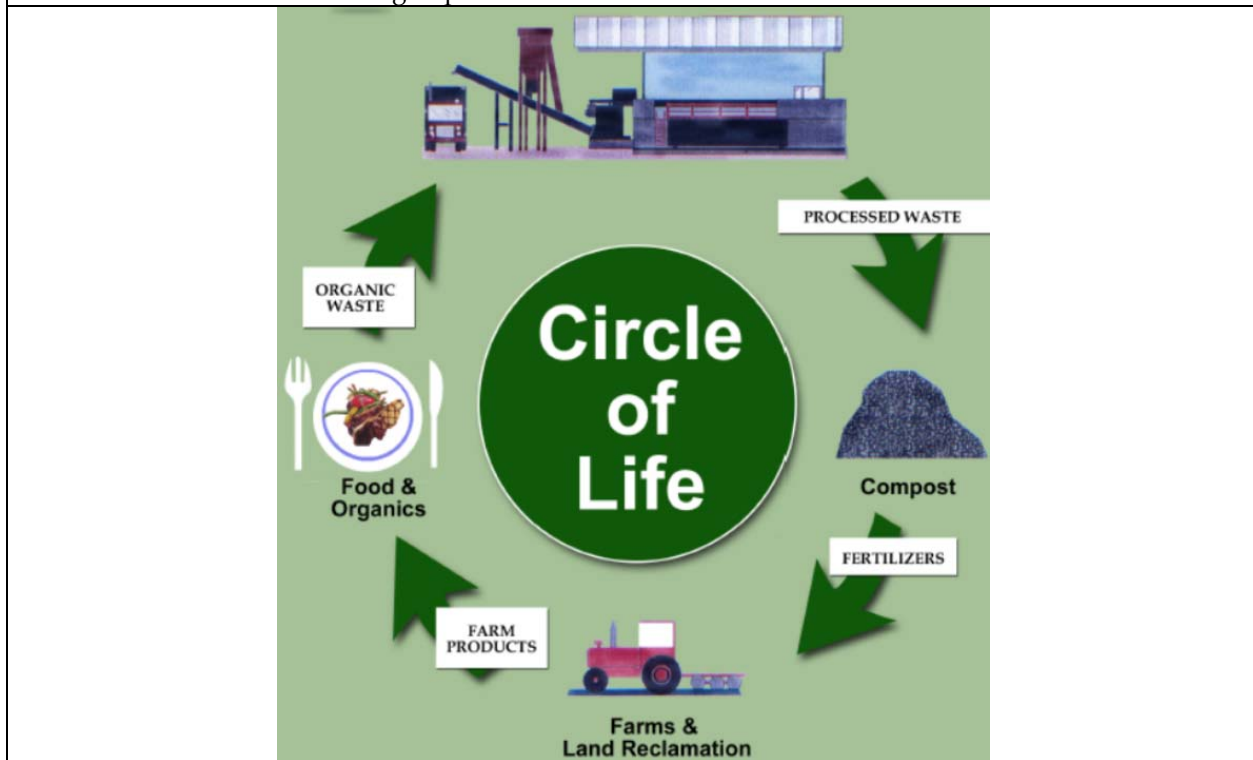
7. Nauw verbonden aan de koolstofcyclus zijn voedselwebben. In voedselwebben wordt zonne-energie omgezet in biomassa in planten, die als voedsel dienen voor dieren hoger in het web. Dode biomassa van planten en dieren wordt afgebroken tot organisch materiaal en de daarbij vrijkomende voedingsstoffen worden samen met zonne-energie weer omgezet in plantenbiomassa. Stabiël organisch materiaal is een bodemkwaliteitswaarde.



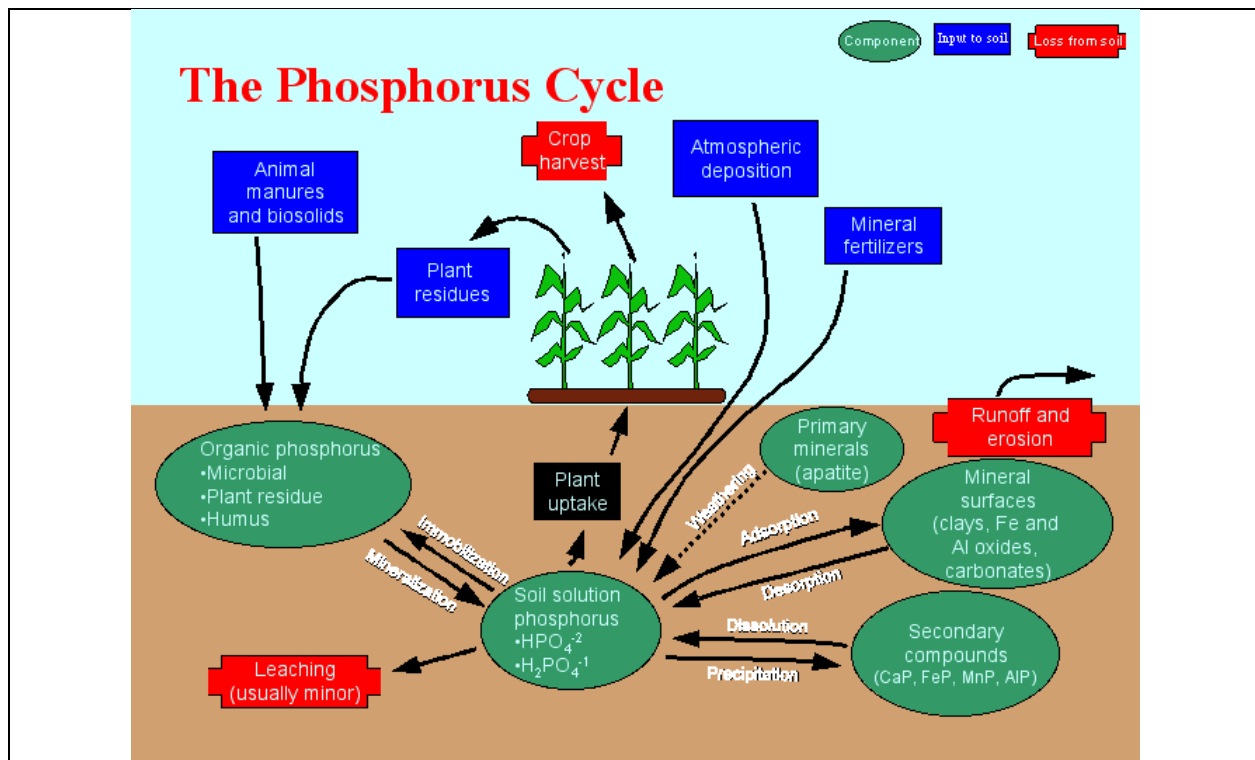
8. Ander voorbeeld van een voedselweb, waarin aandacht is voor de waarde van het voedselweb voor mensen, niet alleen als voedsel maar ook als culturele en esthetische waarden. Deze waarden zijn ook economisch kapitaal in een circulaire economie.



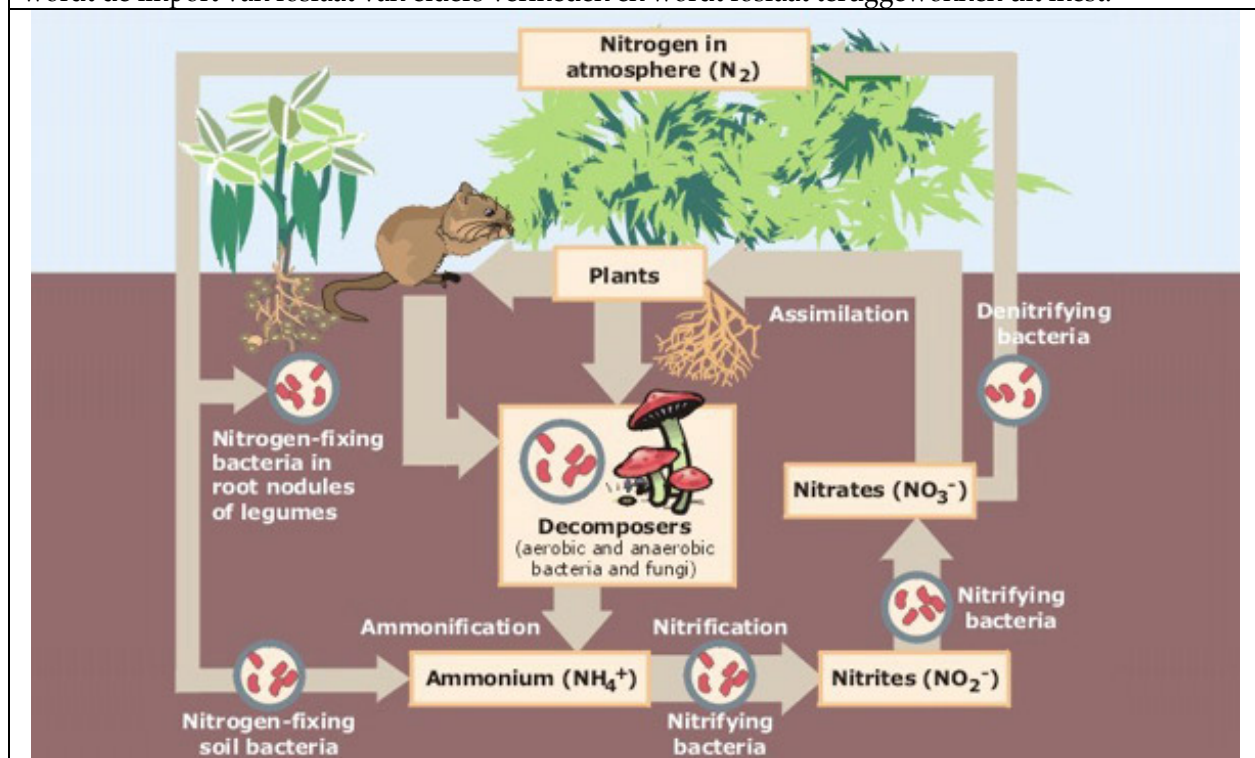
9. Door toenemende urbanisatie zijn veel mensen zich niet meer bewust van de kringloop van het leven. Aandacht voor deze kringloop is cruciaal in een circulaire economie.



10. Dit beeld illustreert dat de landbouw van de kringloop van het leven heeft afgekeken. In deze afbeelding is de cirkel gesloten. In de moderne landbouwpraktijk worden externe inputs als kunstmest en bestrijdingmiddelen gebruikt en is er sprake van plaatselijke tekorten of overschotten door transport van onderdelen uit de cirkel.



11. Fosfaat cyclus. Dit is een van nature gesloten systeem. In de moderne landbouw leidt de grote hoeveelheid aangevoerde kunstmest en dierlijke mest, met daarin fosfaat uit veevoer aangevoerd van elders, tot fosfaatverzadigde bodems en schaarse voorraden fosfaaterts. In een circulaire economie wordt de import van fosfaat van elders vermeden en wordt fosfaat teruggewonnen uit mest.



12. Stikstof cyclus. Is een op mondiale schaal gesloten systeem. Door gebruik van stikstofhoudende kunstmest is de hoeveelheid vrij beschikbare stikstof wereldwijd enorm toegenomen, waardoor het uit de kringloop lekt, wat leidt tot ongewenste plantengroei in wateren, verdringing door stikstofminnende planten en ongewenst hoge gehalten aan nitraat in grondwater. In een kringloop economie wordt stikstof in de cyclus gehouden.



# Rare Earth Elements Supply Chain

## Mining

From the ground to crushed ore

## Milling

Grinding and beneficiation of REE minerals

## Hydro-metallurgy

Cracking the REE minerals to produce mixed REE oxides concentrate

## Separation

Separating and purifying the individual REE oxides

## Refining

To meet specific downstream technology applications

## Products

Permanent magnets, LED's, consumer electronics



13. In de aardkorst bevinden zich zeldzame metalen. De winbare voorraad hiervan raakt uitgeput door de toenemende vraag. Uit het vorige beeld blijkt dat de aanvoer van winbare voorraden niet plaats vindt op een realistische tijdschaal. Voor de circulaire economie betekent dit dat deze metalen moeten worden teruggewonnen uit de producten waarin ze verwerkt zijn. Voor niet zeldzame metalen en grondstoffen als zand en grind geldt dit ook, behalve dat de winbare hoeveelheden veel groter zijn.

De conclusie uit deze beelden kan zijn dat een circulaire economie een randvoorwaarde is voor het behoud van natuurlijke kringlopen en natuurlijk kapitaal.

## BRONNEN FIGUREN

1. <http://oliveventures.com.sg/act/2012/11/05/sustainable-events-management-iso-20121-explained/>
2. <http://www.duurzaamgeproduceerd.nl/nieuws/20121105-regeerakkoord-moet-kracht-economische-verduurzaming-beter-benutten>
3. [http://umprun.com/?page\\_id=278](http://umprun.com/?page_id=278)
4. <http://stadvanmorgen.wordpress.com/2012/11/>
5. [http://www.onegeology.org/extra/kids/rocks\\_and\\_minerals.html](http://www.onegeology.org/extra/kids/rocks_and_minerals.html)
6. <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carbon-cycle-full.jpg>
7. [http://mobile-wallpapers.feedio.net/rangeland-soil-foodweb/blm.gov\\*nstc\\*soil\\*Kids\\*images\\*FOOD%20WEB.jpg/](http://mobile-wallpapers.feedio.net/rangeland-soil-foodweb/blm.gov*nstc*soil*Kids*images*FOOD%20WEB.jpg/)
8. [http://www.epa.gov/acidrain/education/site\\_students/foodweb.html](http://www.epa.gov/acidrain/education/site_students/foodweb.html)
9. <http://www.fanpop.com/clubs/natalie-dee/images/24388490/title/circle-life-photo>
10. <http://www.recyclonpowermaster.com/id57.html>
11. <http://slc4u.org/moodle20/mod/page/view.php?id=9>
12. [http://en.wikipedia.org/wiki/Nitrogen\\_cycle](http://en.wikipedia.org/wiki/Nitrogen_cycle)
13. [http://www.avalonraremetals.com/\\_resources/pdfs/20111014\\_booth.pdf](http://www.avalonraremetals.com/_resources/pdfs/20111014_booth.pdf)

*TCB publicaties gerelateerd aan dit advies:*

Advies Sluiten nutriëntenkringlopen, A059(2010)

Advies Elementen voor duurzaam gebruik van de ondergrond, A067(2011)

Advies Beter besluiten met ecosysteemdiensten, A073(2012)

*De commissieleden van de TCB zijn:*

**Mevr. A. Edelenbosch**, voorzitter TCB, openbaar bestuur

**Dr. A.P. van Wezel**, vicevoorzitter TCB, hoofd kennisgroep waterkwaliteit en gezondheid, KWR  
*Watercycle Research Institute*, Nieuwegein

**Prof.dr. M.A.P.A. Aerts**, hoogleraar systeemecologie aan de Vrije Universiteit Amsterdam, en directeur van de afdeling Ecologische Wetenschappen van de VU

**Prof.dr. J. Griffioen**, bijzonder hoogleraar waterkwaliteitsbeheer aan de faculteit Geowetenschappen van de universiteit Utrecht en onderzoeker milieugeochemie, Deltares, Utrecht

**Drs. C. Hegger**, arts maatschappij en gezondheid bij GGD Rotterdam-Rijnmond

**Prof.dr.ir. T. J. Heimovaara**, hoogleraar *geo-environmental engineering*, Technische Universiteit Delft

**Dr.ir. J.J. Neeteson**, manager business unit Agrosysteemkunde van Plant Research International, Wageningen UR

**Dr.ir. MP.W. Sonneveld**, universitair docent bodemgeografie en landschap, Wageningen Universiteit

**Prof.dr. J.C.H.M. Vangronsveld**, hoogleraar biologie en milieukunde aan de universiteit van Hasselt en directeur van het Centrum voor Milieukunde van de Universiteit Hasselt, België

**Prof.dr. J.A. van Veen**, hoogleraar microbiële ecologie aan de universiteit van Leiden en hoofd van de afdeling microbiële ecologie, Nederlands Instituut voor Ecologie, Wageningen

**Prof.dr. W.P. de Voogt**, bijzonder hoogleraar milieuchemie verbonden aan leerstoelgroep *Earth Surface Science (ESS)*, Instituut voor Biodiversiteit en Ecosysteem Dynamica, Universiteit van Amsterdam en *principal scientist* bij KWR *Watercycle Research Institute*, Nieuwegein

**Drs. K. de Snoo**, ministerieel vertegenwoordiger, directeur Duurzaamheid, Ministerie van Infrastructuur en Milieu

*Het secretariaat van de TCB:*

**Dr. J. van Wensem**, algemeen secretaris/ directeur

**Dr.ir. A.E. Boekhold**, adviseur, tevens plaatsvervangend algemeen secretaris

**Drs. J. Tuinstra**, adviseur

**Drs. M. ten Hove**, adviseur

**Drs. C.C.M. Gribling**, adviseur

**J.A. Oudshoorn**, ondersteuner

Dit advies is opgesteld door Joke van Wensem.