

## Essay: De Hernieuwingstijd van *alle* bronnen- Maxergy 3.0

een verkenning

toevoegen: als je daar overheen gaat, dan CE weer!

In beginsel lijkt het eenvoudig: De thermodynamica leert dat alles degradeert, energie en grondstoffen, binnen een gesloten systeem. Dat wil zeggen het raakt verdund en bruikbaarheid neemt af. En wat betreft grondstoffen is de aarde een gesloten systeem. Dus ondanks wellicht grote voorraden aan materialen hier op aarde, het gebruik ervan degradeert de kwaliteit, daar kunnen we niks aan doen. Of dat nu steen is, ertsen en metalen, of fossiele brandstoffen. Nog afgezien van de vervelende neveneffecten als vervuiling en klimaatverandering. Dus op lange termijn blijft er sowieso alleen stof over. Denk aan roestend ijzer, afbladderende verf etc. Tenzij we er weer energie in stoppen. Maar als die ook weer van binnen het systeem is, dan degradeert dat alsnog.

En het enige dat niet 'opraakt' of degradeert is wat van buiten ons systeem komt: en dat is maar 1 ding: uitsluitend zonne-energie. En toevallig hebben enkele aardse stoffen de neiging zich onder invloed van die zonne-energie te reorganiseren tot weer bruikbare concentraties, de organische stoffen: in de vorm van hout in bossen, van vruchten en groenten aan planten, etc. (en ja zelfs in de vorm van dieren en mensen). Dat is het deel waarvan volhoudbaar geprofiteerd kan worden, dat elkaar voedt en dat arbeid kan leveren /verrichten. En dat is weer uitsluitend gelieerd aan 'land' als medium om die zonne-energie te absorberen, vast te leggen, om te zetten. (Land te zien als oppervlak met lucht erboven of land oppervlak met water erboven). Alles wat we dus van die niet-organische stoffen gebruiken, degradeert het systeem, of kost land om dat te compenseren vanuit de enige bron die van buiten systeem bijdraagt, zonne-energie.

Daarop is Maxergy gebaseerd, om dat in land uitgedrukt berekenbaar te maken : wat het aan land kost: om te leven van die zichzelf reorganiserende bronnen, of te compenseren /herstellen voor dat uitputtende bronnen gebruik, dat deel dat we vaak als 'niet hernieuwbaar' aanduiden. [1]

Dat wil zeggen, zo zijn die stoffen geframed, als niet hernieuwbaar, en MAXergy heeft dit opgelost door te berekenen wat er nodig is om de oorspronkelijke voorraad te herstellen. Anders hou je niks over, en anders zou het ook een ongelijk vergelijking zijn: de een wel inclusief herstel ( groei) berekenen, en de ander niet, daarvan vrijstellen.

Echter een stap verder denkend, is feitelijk alles stromend en hernieuwbaar : alles hernieuwt zich op aarde, zelfs niet hergroeibare stoffen zoals metalen. Alleen, waar de cyclus voor organische materialen jaren of decennia is, is dat voor anorganische materialen miljoenen jaren. En ook die natuurlijke hernieuwing is in land oppervlak uit te drukken.

Beide 'toestands-redeneringen', uitputting met herstel impact, of natuurlijke stromings impact, zijn het gevolg van de unieke situatie van enerzijds de positie van de aarde tov een kernreactor, de zon, en de nog korte levensuur van de planeet, die op weg is naar een inerte toestand, maar waar nu nog voldoende leven in de kern zit (vulkanisme, tektoniek) om dat oppervlak, dat land en zijn samenstelling, te wijzigen, te hernieuwen, te reorganiseren.

Maxergy is oorspronkelijk gebaseerd op de eerste variant: het berekenen van het herstel van het exergie verlies ( de thermodynamische degradatie, entropie groei), ofwel het verlies aan

geconcentreerde stof, dat gecompenseerd diende te worden, en dat dan uit te drukken in land nodig om die enige bron van buiten systeem, zonne-energie, vast te leggen voor dat herstelproces. ( het – door de mens – te organiseren concentratieproces )

*Dat leekt de meest eenvoudige en praktische manier om het sluiten van kringlopen berekenbaar te maken en te waarderen. Zeker tov andere pogingen zoals van Odum , die het ontstaan van grondstof concentraties en bergketens op aarde in energie input wilde uitrekenen, en ook deed. [2] Erg complex, en het leek handiger dat ontstaan (zoals nu aanwezig op aarde) als gegeven aan te nemen en slechts het herstel in die gegeven vorm te berekenen.*

*Dat is wellicht nog steeds een logisch weg, maar het is voor velen niet de meest begrijpelijke route. Wat nu als ik daar tussen ga zitten: Niet zou berekenen hoe het allemaal is ontstaan, of hoe het verlies is te herstellen, maar wat er nog steeds jaarlijks ontstaat, cq bijkomt, cq gevormd wordt. Als in feite het jaarlijks budget. Wellicht is dat een begrijpelijker route. Want ik realiseerde me dat in feite dus alles hernieuwbaar is.*

Ergo: Ieder materiaal is hernieuwbaar... als je maar minder gebruikt als er in de tijd hernieuwd wordt.

Hernieuwbaar wil overigens nog niet zeggen: hergroeibaar. Dat is een categorie met zeer korte hernieuwingstijd, op basis van vooral zonne-energie, die ook nog eens CO2 bindt. Dat noemen we ook wel biobased materialen.

Niet alles is hergroeibaar, maar alles is dus wel hernieuwbaar! Zij het soms snel, soms langzaam en soms extreem traag. Dat wil zeggen, ze zijn onderdeel van een continue stromend proces op aarde, in het ene geval in voldoende volume zodat de mens er (min of meer) ongestraft gebruik van kan maken.. in het ander geval zo langzaam groeiend ( cq stromend) dat, tenzij zeer hoge energie inzet, er niet op permanente basis ( stromend) gebruik van kan worden gemaakt. De ‘hernieuwingstijd’ loopt op tot millennia en zelfs miljoenen jaren. Zoals kolenvorming . Of zoals erts deposities door vulkanisme bijvoorbeeld. Tenzij je daar zelf als mens weer (veel) energie in investeert om verdunde moleculen uit de achtergrond te verzamelen . (die circulaire energie) ( zie ook het platinum voorbeeld in [3] )

De stoffen met de kortste hernieuwingstijd, zijn de hergroeiers, dat moge duidelijk zijn, zoals planten.

Van de tweede categorie, die ik even de stromers noem , is leem een voorbeeld; dat is geen hergroeibaar maar wel relatief ‘snel’ stromend hernieuwbare stof, in die zin dat het erosie materiaal is, afkomstig van bergketens die door wind en water afslijten maar op hun beurt ook weer omhoog geduwd worden door tektonische krachten. In tijd niet zo snel, maar het geheel zorgt toch voor een aanzienlijke continue volume stroom. En het is natuurlijk snelheid maal volume dat bepalend is voor de mogelijkheden. Bijvoorbeeld als slib dat jaarlijks door rivieren uit bergketens wordt aangevoerd. Wat traditioneel (nog voor fossiele energie) dan ook een basis materiaal was, als leem om direct mee te bouwen, of als input voor baksteen fabrieken langs de rivieren. Bakstenen zijn leemstenen die door combinatie met een tweede bron ( destijds meestal energie uit biomassa) verhard zijn, en daarmee ‘onderhoudsarm’ geworden. Overigens hoeft voor bijvoorbeeld een gebouw van een of twee verdiepingen hoogte niet per definitie gebakken leem gebruikt te worden. En zo lang het gebruik van leem, direct of door fabrieken, niet meer is dan er via rivieren beschikbaar komt, is het een stroom, cq van een zich hernieuwend materiaal. Volhoudbaar dus. De eerste categorie de hergroeiers , is vooral aangedreven door zonne-energie, de 2<sup>e</sup> categorie , de stromers , door enerzijds van zon afgeleide wind en water erosie, en anderzijds door aardkern activisme voor het opstuwen van bergketens.

Van de derde groep , de extreem trage hernieuwers, (‘de slomen’) zijn metalen het beste voorbeeld: dat zijn geconcentreerde deposities, van alleen de aardkern via tektonische werking of vulkanisme. Echter, dat gaat zeer, zeer traag, waardoor het tempo waarin de mens die stoffen momenteel gebruikt niet door het systeem kan worden bijgehouden. Wat ook zichtbaar is aan het afnemen van concentraties in de gevonden ertsen. Het duurt miljoenen jaren voordat die concentraties weer

hersteld zijn. Bovendien vergt het nog eens zeer veel energie, om die ertsen daadwerkelijk te ontleden en zuivere stoffen eruit te filteren en bruikbaar te maken. Zelfs voor ertsen in redelijk geconcentreerde vorm in dat opzicht een niet volhoudbare keuzes. En die concentraties nemen snel af, bij de huidige volumes. Ze verdwijnen overigens niet van de aarde, maar wel als sterk verdunde en verspreide stof in de achtergrond.

Er is nog een vierde categorie, stoffen die niet natuurlijk in de omgeving voorkomen, die wij als mens ten koste van veel energie en inspanning samen stellen. Wel uiteraard afgeleid van bestaande stoffen cq moleculen, maar opnieuw georganiseerd en gecombineerd tot 'kunst-stoffen', veelal uit olie, dat tot de 3<sup>e</sup> categorie behoort.

Dat alles brengt me bij de volgende categorisering van beschikbare grondstoffen (voor de bouw): (dus nog niet als producten, dat kan energie inzet nog aanzienlijk verhogen)

tabel 1

Cat.		Basis.	Voorb
1	<b>Hergroeibare stoffen</b> (‘biobased’)	(land-zon-arbeid	Hout, bamboe, hennep vlas, stro, koolzaad, etc
2A	<b>Stromende stoffen</b> (‘hernieuwd’, stromend)	Erosie-zw.kracht-arbeid	Leem, zand, grind, rotssteen,
2B			
3	<b>Slome stoffen</b> ( ‘niet-hernieuwd’ langzaam stromend, uitputtend)	energie-arbeid	Ertsen, mineraal, metalig, fossiele brandstoffen,
4	<b>‘Kunst’ stoffen</b> (an-organisch. niet stromend)	Energie chemie	Pvc, ppe, etc

De vraag is, kunnen we daar ook cijfers aan hangen? Daarom een kleine verkenning.

### Categorie 1 hergroeibaar

De cijfers in deze categorie zijn redelijk bekend: een bos levert tussen **6 en 8 m3 hout per hectare** per jaar, tussen 3 en 5 ton, andere gewassen zitten in dezelfde range. (Aardappelen kunnen wel 50 ton per hectare leveren, maar dat is niet de natuurlijke groei, dat is opgevoerde groei vanwege toevoeging van weer ander stoffen (van binnen het systeem) , bestrijdingsmiddelen en kunstmest en zo, waardoor de EROI, de energie return on energy investment, omlaag gaat. En dus het systeem van binnenuit versneld aan kwaliteit verliest, ten koste van korte termijn verhoogde output. Hetzelfde voor de kassen teelt. Gemiddeld in Nederland gaat er 6x meer energie in dan er aan voedsel energie uitkomt [4] De landbouw zal naar een modus moeten zonder kunstmest en bestrijdingsmiddelen, en zonder zware materieel inzet. Maar dat is een ander verhaal. (?) [5]

### Categorie 2 : Sediment berekening

**2Leem** . Als voorbeeld die leem voor bakstenen, dat als sediment via rivieren ons land bereikt. [6] [7]. De Rijn heeft een ‘sediment belasting’ bij binnenkomst in Nederland van 3,25 mega ton/jaar , plus nog eens 0,9 Mton bodem belasting ( afkomstig van land – een tussenstation, en dat had het sediment eerder van wind en water erosie gekregen) .

Die 4,15 megaton is afkomstig vooral uit een deel van de Alpen, maar in feite dus te rekenen als afkomstig uit het hele ‘stroomgebied’ , dat is voor de Rijn een gebied van ongeveer 168.000 km<sup>2</sup> . [8][9]

Veronderstel Duitsland heeft zijn deel aan leem al onttrokken, dan is dat deel wat Nederland binnenkomt geheel voor het Nederlandse stroomgebied. Daarnaast draagt de Maas dan ook nog wat bij: 0,4 Megaton.

Samen dus 4.55 Mt voor 40.000 km<sup>2</sup> (zijnde Nederland). Bedenk overigens wel dat we deel van die 40.000 km<sup>2</sup> alleen maar hebben omdat we juist eeuwenlang datzelfde sediment niet hebben opgevist, en er dus land is ontstaan..... Dat we overigens zelf weer ondermijnen , eerst door turfwinning ( de polders!), en nu door de zand en grind winningen, waar water voor

terugkomt...Dat is wel weer handig vanwege waterberging op momenten van piekbelastingen. Zou daar een relatie zijn....? )

Maar goed dat is **1,85 ton per hectare aan leem** dat er in Nederland beschikbaar is op jaar basis<sup>1</sup>!  
Dat is dus de 'stroom snelheid van leem door de keten.

### **categorie 3**

#### **3a) Olie**

Eerder al had ik verkenningen gemaakt van de vorming van fossiele brandstoffen. [10]

Bijvoorbeeld Olie, zoals in Gebroken Kringlopen [11] uitgerekend:

De (nu nog steeds actieve) aangroei van olie is ca 14000 ltr per jaar , mondiaal!

En stel 1 ltr is ong 1 kilo. 14000 kilo is dan 14.000.000 gram , ofwel na deling door de wereldoppervlakte: 510 miljoen km<sup>2</sup> . = 0,027 gram per km<sup>2</sup> per jaar , dat is ongeveer het gewicht van 1 druppel(1 druppel is ong. 0,02 gr). Ofwel: = **0,00027 gr/ha** ca 1/10 druppel.

(ofwel op een eiland van 2 ha pp groeit de oliebron met 1 druppel per 5 jaar...)

Overigens, ook hier is een andere meer directe route denkbaar: olie uit koolzaad, ofwel bijvoorbeeld biodiesel. Dat levert een hoger rendement, als het natuurlijke miljoenen jaren durende kook en drukproces van biomassa in de aardkorst. Dan hebben we een oogst per hectare per jaar. En dat levert ongeveer 700 liter op, bij 4 ton per hectare aan koolzaad en na aftrek van inputs.

Het is duidelijk dat we voor fossiele olie al lang voorbij het gebruik in evenwicht met feitelijk productie zijn, Dukes schat dat dat in 1888 is gebeurd. De koolzaad route geeft het echte potentieel, gerelateerd aan land, waarbij de mens dus zorgt voor regeneratie, en in in balans met het systeem ( tenminste dat zou kunnen...)

#### **3b) ijzer**

Zoals boven beschreven is de redenering binnen Maxergy steeds geweest te berekenen hoe het verlies is goed te maken, maw: herstel van de ( geconcentreerde) voorraad, net zoals we dat rekenen bij biobased grondstoffen. Dat wordt uitgedrukt in de energie daarvoor nodig ofwel de circulaire energie: de energie nodig voor Exergie herstel, entropie vermindering, etc via een land-zon-conversie-route . Tot nu toe is daar steeds de energie voor berekend om uit de verdunde achtergrond, zoals opgeloste ijzerionen in zeewater, weer materiaal te concentreren, bijvoorbeeld door filtering uit dat zeewater. Die filtering uit de zogenaamde thermodynamische referentie achtergrond, is een lastige voor het begrip van de methode. "Wie gaat nu ijzerionen uit oceanen filteren?", is de reactie, er is ijzer genoeg. Zeker, ijzer genoeg, en andere metalen, maar de concentratie neemt af , en wat geldt voor organische grondstoffen geldt ook voor anorganische en schaarsere grondstoffen: herstel moet meegenomen worden, anders discrimineer je tussen grondstoffen, en gaat de kwaliteit op aarde achteruit.

En trouwens, het zeewater filteren gebeurt al: voor drinkwater ( desalinisatie van zeewater) , en zelfs voor lithium wordt nu al gepoogd uit zeewater te winnen. [12]

In recente projecten ontstond het inzicht dat het beter is om net als hierboven met olie, de aangroei van de jaarlijkse voorraad te nemen als maximum te gebruiken, zonder uit te putten ( te concentreren). Dat is veel begrijpelijker wellicht. Voor olie is dat bij benadering gelukt. Maar kan dat ook met ijzer erts voorraden....?

Daarvoor gebruiken we een benadering, via een vereenvoudigde route: ijzerafzettingen langs waterstromen, zogenaamde 'oer' banken. Daar zijn wat gegevens over , zoals dat de vorming van ijzer-oerbank slechts enkele decennia hoeft te duren . ( afzettingen van ijzer via grondwater route) [13] [14]

---

1 noot: en nog was dat niet genoeg: In Limburg konden ze niet wachten op dat sedimentatieproces, en begonnen ze de mergelbergen zelf af te graven om te bouwen met mergelblokken. Kostte wat arbeid maar scheelde weer in de energie voor het stenen bakken van het sediment. Die mergel was overigens ook een resultaat van een organisch proces in de tijd, dus met een bepaald stromings-debiet.

Om daarvan een kilo bruikbaar ijzer te winnen, was ongeveer dertien kilo ijzererts en honderddertig kilo houtskool nodig. Om honderddertig kilo houtskool te maken, was weer 760 kilo eikenhout nodig. Deze hoeveelheid staat ongeveer gelijk aan twee tot drie eikenbomen.

Maw: 1 kilo ijzer=760 kilo eikenhout = 2 a 3 bomen. In een WUR rapport vinden we:

“Wanneer die cijfers worden vertaald naar de hoeveelheid ijzeroer die tussen 1700 en 1900 in de Achterhoek werd verwerkt, dan komen we op ongeveer 450.000 ton uit.” [15]

Die gegevens allemaal gecombineerd levert het volgende geschatte beeld op :

Stel, dat dit verwerkte ‘oer’ uit afzettingen in ‘oost Nederland’ kwam, te weten Groningen 2324 km<sup>2</sup> Friesland 3336 Overijssel 3319 Drenthe 2633 en Gelderland 4964 ( Limburg had eigen oerbanken) en dat de helft daarvan die aangroei in ‘decennia’ was, en dat de rest oudere oudere aangroei was (als voorraden) . Dan zou ( zeer speculatief) 225.000 ton zijn aangegroeid in dat gebied groot: 16500 km. Dan komt dat neer op 136 kilo per hectare per die 200 jaar is **0,7 kilo per ha-jaar**. \* Dat is dus de snelheid, ofwel de ruimte-tijd van hernieuwbaarheid van ijzer... !

Dat is de jaarlijkse aangroei per hectare! Maximaal, want dit is nog zeer optimistisch: waarschijnlijk is het veel minder want er zijn beperkt aantal vindplaatsen, en dat soort grote voorraden heeft zich waarschijnlijk over veel langere tijd opgebouwd. En sowieso, de grote voorraden in ijzerertsmijnen die via tektoniek en vulkanisme gedeponeed worden, kennen een veel trager proces. Maar die oer berekening levert ons een eerste referentie maat. Als we daaronder zouden blijven is al een enorme stap gemaakt in het gebalanceerd gebruiken van grondstoffen.

(En voor die oer afzettingen moet het land ook nog in ongerepte toestand verkeren, Nederland gaat nu iedere 30 jaar op de schop, dus krijgt dat oer niet de kans zich te vormen. )

#### 4 ‘kunst’stoffen

voor kunststoffen geldt dat ze in de basis van olie afkomstig zijn en we daar dus dezelfde cijfers voor kunnen gebruiken, aangevuld met een veel hogere secundaire energie input om ze in weer een tweede stap van olie om te vormen tot die kunststoffen. ( of we kunnen de hernieuwbare grondstof route gebruiken, die van bio-olie van koolzaad bijvoorbeeld. )

Met die gegevens kunnen de tabel uitbreiden, en daar oa de ‘hernieuwingssnelheid’ of het stroomdebiet aan toe voegen. (tabel verder uit te werken).

	categorie	Basis.	Voorb	‘Stroom debiet’	Energieinzet ruwe grondstof	EE range /kg (raw mat.)	CO2 effect (huidige net)	CE range (in EL )
1	<b>Hergroeibare stoffen</b> (‘biobased’)	(land-zon-arbeid	Hout, bamboe, hennep vlas, stro, koolzaad, etc	Hoog: 2-20 ton/ha-jaar	beperkt	0-10	Positief-neutraal tbd	CE = groeisnelheid
2A	<b>Stromende stoffen</b> (‘hernieuwd’, stromend)	Erosie-zw.kracht-arbeid	Leem, zand, grind, rotssteen,	1-2 ton/ha-jaar	gemiddeld	5-30	Neutraal- little negative* 0,5-4	Leem: Gips: 0,5 m <sup>2</sup> -jaar/kg biodiesel
2B								
3	<b>Slome stoffen</b> (‘niet-hernieuwd’ langzaam stromend, uitputtend)	energie-arbeid	Ertsen, mineraal, metalig, fossiele brandstoffen,	0-1 <b>kg</b> /ha-jaar	hoog	20-220 MJ	Negatief 3-30 kg/kg	Ijzer: ~100 ha-jaar/kg koper: ~ 400 ha-jaar/kg
4	<b>‘Kunst’ stoffen</b> (an-organisch. niet stromend)	Energie chemie	Pvc, ppe,	< 1 kg/ha-jaar	hoog	60-140	Negatief 9-20 kg/kg	3600 ha-jaar/ <b>gram</b> (oliebasis)

ijzer 2.650.000 MJ/kg / 700x 35 = 24500 MJ 108 ha=-jaar/kg(via koolzaaddiesel

*Deze benadering, die van hernieuwbaarheid van alle stoffen, lijkt dus toepasbaar, al zal nog voor diverse grondstoffen uitgezocht moeten worden wat dat debiet dan is, al is het bij benadering. Maar het maakt het rekenwerk eenvoudiger, dan alle circulaire energie terugrekenen via een conversietechnologie (die dus zelf ook weer grondstof compensatie behoeft). Nu kan direct de link naar ruimte-tijd cq land gemaakt worden.*

*Echter: Is het gebruik van een bron de natuurlijke snelheid van vorming overtijgt, is het nog steeds nodig om met herstel van de voorraad te rekenen, maar dan door de mens zelf geïnitieerd, maw: Circulaire energy toevoegen aan de berekening.*

## **ALLES IS HERNIEUWBAAR**

*1 Alles is dus hernieuwbaar, en wordt hernieuwd in een bepaald volume in bepaalde tijd, met verschillende energietoevoer processen daaronder.*

*Direct of indirect, snel of traag. Zo levert een hectare land ieder jaar een nieuwe oogst aan voedsel of materiaal op. Zo komt er dus ook ieder jaar ca 14000 ltr olie wereldwijd bij. [10] Als we niet meer als dat deel gebruiken, is zelfs olie en gas een vorm van hernieuwbaar grondstoffen gebruik!*

*En eenzelfde verhaal mbt metalen: ieder jaar komt er Maximaal 35 miljoen ton ijzer bij, optimistisch gerekend, als oer. Laten we aannemen dat het langs verschillen de geofysische processen, oa tektoniek en vulkanisme, hetzelfde is, maar dan als erts: als we dan niet meer gebruiken dan dat, is het een hernieuwbare stroom cq bron! (momenteel is gebruik ca 2160 miljoen ton erts, een factor 60 meer)*

*We zeggen wel dat het niet hernieuwbaar is, maar alleen omdat we meer gebruiken dan er hernieuwd wordt! En dat geldt voor nagenoeg alle grondstoffen.*

*2 Maar met die hernieuwbaarheid zijn we er niet: dan hebben we ruwe grondstoffen. Die door de aarde geconcentreerde grondstoffen zijn dan nog niet direct bruikbaar, daar moet nog energie in gestoken worden om ze te (ver-)vormen, om er producten van te maken. En dat heet embodied energy, en die moet ook van hernieuwbare oorsprong zijn. Of in ieder geval weer passen binnen die stroom in de tijd. (= EE etc) En die zal dus sowieso van de zon en haar afgeleiden moeten komen, om enige kans te houden binnen de volhoudbare hoeveelheden te blijven. Maar hoe bewerkelijker, hoe meer land nodig is om die hoeveelheid te oogsten. Denk niet alleen aan materialen, ook als we voedsel koken voegen we daar weer energie aan toe, direct of indirect van de zon, of als we hout bewerken om mee te bouwen, zoals voedselenergie in de vorm van arbeid bijvoorbeeld, of energie van wind. Zie de kolom Embodied energie in de tabel, ook dat zijn aanzienlijke hoeveelheden, zeker als we als mens daar in moeten investeren. Overigens, de embodied energie cijfers zijn vaak primaire input, allerlei secundaire input is daar meestal niet in meegenomen.*

### **Land**

*Het is steeds een combinatie van volume, tijd cq snelheid, en gerelateerd aan zonne energie (van buiten systeem), is dat dus allemaal in land uit te drukken, zoals reeds deels gedaan in bovenstaand stuk: direct, voor de hergroeiende grondstoffen, zoals hout of fossiele brandstof, of indirect: ruimte tijd benodigd per volume.*

*4 En wat als we toch meer gebruiken? Dan dienen we te compenseren, zoals voorheen, in CE Circulaire energie. Ofwel het herstel van de voorraden in rekening brengen, wat extra land cq ruimte tijd vergt.*

### **conclusie**

*Alles is hernieuwbaar, en wordt hernieuwd. Op deze planeet dan wel. Vanwege de bijzondere omstandigheid dat aan de ene zijde de aardkern nog steeds borrelt en bruist, en aan de ander kan de zon dagelijkse een portie energie in precies de juiste verhouding op ons af stuurt.*

*Wel beide steeds langzamer , de aarde koelt af en is op weg naar een dode planeet. Net zoals de zon ooit op is, uitdooft. Dat is nu eenmaal de onvermijdelijke richting in het heelal. De aarde verkeerd in een zeer bijzondere omstandigheid ,precies in een balans om evolutie te laten plaatsvinden , al zal ze uiteindelijk ook dat lot ondergaan Al duurt een en ander nog miljarden jaren.*

*Wij hebben dat gegeven een tijd genegeerd, en stookten voorraden op die juist opgeslagen waren om die toestand-balans te creëren. Maar goed, we zijn er inmiddels achter en dat doen we niet meer. We gaan naar hernieuwbare energie toe. Maar dat niet alleen , voor materialen geldt hetzelfde : alleen nog hernieuwbare materialen, binnen het maximale stromingsdebiet.*

*Alles wat niet hernieuwd wordt,aan bronnen, is waardeloos.*

*\*Dat weer omgerekend per persoon mondiaal, is dat dus ( want 2 ha/pp ) 1,4 kg ijzer per jaar als maximaal beschikbaar.... Ofwel, 1 elektrische fiets ( 21 kg), in 15 jaar.... En 1 e-auto, gewicht 2 ton, in 1450 jaar ( argument voor ombouwen bestaande auto's... ) ;-)*

## Referenties

- [1] [www.maxergy.org](http://www.maxergy.org)
- [2] Odum, Howard, Environmental Accounting: Emergy and Environmental Decision Making 1995 ISBN: 978-0-471-11442-0
- [3] platinum: <http://www.maxergy.org/platinum-embodied-land-urban-harvesting/>
- [4] De duurzaamheid van de Nederlandse landbouw : 1950 – 2015 – 2040, Meino Smit, 2018 WUR, isbn 9789463432894; 9463432892 , <http://library.wur.nl/WebQuery/wda/2244882>
- [5] <http://ronaldrovers.nl/discussie-nav-800-000-hectare-voor-biobased-materiaal/>
- [6] <https://www.geologievannederland.nl/landschap/vormende-krachten/rivieren-stromende-kracht>
- [7] <https://www.iksr.org/nl/themas/waterkwaliteit/oppervlaktewater/sediment>
- [8] [https://www.researchgate.net/publication/245327878\\_Successful\\_International\\_Cooperation\\_in\\_the\\_Rhine\\_Catchment\\_Area](https://www.researchgate.net/publication/245327878_Successful_International_Cooperation_in_the_Rhine_Catchment_Area)
- [9] [https://www.researchgate.net/publication/30019497\\_The\\_Rhine\\_River\\_Basin](https://www.researchgate.net/publication/30019497_The_Rhine_River_Basin)
- [10] <http://ronaldrovers.nl/fossils-versus-renewables-embodied-land/>
- [11] boek Gebroken Kringlopen. Naar een volhoudbaar gebruik van bronnen, Ronald Rovers, Uitg Eburon, isbn 9789463012034
- [12] Lithium uit oceaanwater:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011916414006560>  
en <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2021/ee/d1ee00354b#!divAbstract>
- [13] <https://www.geologievannederland.nl/zwerfstenen/beschrijvingen/ijzeroer#head2>
- [14] <https://ijzertijdboerderij.wordpress.com/2007/10/18/over-ijzeroer-klapperstenen-en-houtskool/>
- [15] <https://edepot.wur.nl/148787>