

**P+**  
SPECIAL  
Jaargang 18  
Week 21 | 2020

Koperwinning  
zakt in na 2044

# Wat ons nog rest...

De laatste grondstoffen

# Wereldboekhouder

Hij is een wereldboekhouder. Niemand weet beter dan de Noorse hoogleraar Harald Sverdrup wat ons nog rest aan grondstoffen. Zijn computers berekenen wat er nog in de aarde zit, hoeveel we daar nog uit kunnen halen en zelfs hoeveel we de komende jaren nodig zullen hebben. Het enige dat hij niet kan is deze voorraden eerlijk verdelen. De laatste metalen zouden naar die bedrijven moeten gaan die het mogelijk maken ze weer volledig te hergebruiken. Anders zit de wereld echt heel snel zonder. Wie neemt deze taak op zich?

**W**ie houdt vandaag bij wat ons nog rest aan grondstoffen? Die vraag beantwoorden is een speurtocht op zich, die eindigt op IJsland en in het zuidoosten van Noorwegen, plaatsen waar hoogleraar Harald Sverdrup (1954) resideert. Hij voedt zijn computers met gegevens over 43 verschillende metalen en andere materialen. Hoe groot zijn de geschatte restvoorraden nog? Hoeveel gebruiken we? Wanneer is de piek in productie, waarna de aanvoer steeds minder gaat worden? Hoeveel van die materialen recylen we? Wanneer is alles op? De computers van Sverdrup stampen en in de collegalen toont hij grafieken die doen denken aan de curves die hoopvol zijn als het om de bestrijding van het coronavirus gaat. Maar de daling van de wereldwijde productie in de komende jaren is allerminst iets om erg blij

over te zijn. Daar zijn ook ertsen bij die hard nodig zijn om de energietransitie te realiseren. En die materialen zijn nu al schaars. Sverdrup toont zijn studenten ook de pick-jaren in productie, een begrip dat in 2012 het hoogtepunt van de winning van ruwe olie markeerde, en in 2016 voor goud, dat daarna dan ook steeds duurder werd. Het jaar van de omslag naar een productiedaling is voor kobalt – bijvoorbeeld – al in 2026 te verwachten. Is dit een echo van de oude boodschap van de Club van Rome, het gezelschap van kritische denkers dat in de vorige eeuw alarm sloeg met de constatering dat er grenzen aan onze economische groei zaten? Jazeker. Sterker nog: Sverdrup en zijn IJslandse collega Anna Olafsdottir werken aan het allernieuwste geïntegreerde assessment model van de Club van Rome, getiteld: WORLD7.

**Hij klinkt als** een bescheiden man, met dezelfde charmante Engelse tongval die ook Noorse acteurs in internetseries over Vikingen typeert. Een soort van stille strijdvaardigheid, die doorklinkt in zijn analyse van de coronacrisis. Sverdrup: “De wereld staat nu op zijn kop. Wat eerst waar was, is niet langer waar. En wat wel waar was, is dat niet meer. Veel is omgedraaid en dat creëert een milieu waarin veranderingen mogelijk worden die we ongemakkelijk vonden of zelfs onmogelijk. Het is zelfs onze plicht om dat te doen. Waarom niet, eigenlijk?”

**Daar komen** zijn lijsten goed van pas, die hij produceerde op de Universiteit van IJsland in Reykjavik en de Inland Norway Universiteit van Toegepaste Wetenschappen in het zuidoosten van Noorwegen. Hoe kwam hij aan alle

cijfers? Sverdrup: “Van slimme geologen die slimme statistieken gebruiken. Aan de huidige productiecijfers kunnen we daardoor zien hoeveel we in de toekomst nog kunnen vinden.”

Gebruikt u alleen gegevens van onafhankelijke onderzoekers of ook van commerciële mijnbouwbedrijven? “Het is een mix; ik neem naast geologische literatuur ook al hun research en assessments mee. Mijnbouwbedrijven maken een heel strikt verschil tussen de voorraden (*deposits*) en de *resources*. Geologen weten hoeveel er beschikbaar is in de geologische formaties op aarde en stellen de vraag: hoe groot is de voorraad waar we ook daadwerkelijk bij kunnen? En: tegen welke prijs? Het laatste is belangrijk. Voor sommige delfstoffen zijn de voorraden heel erg groot, maar economisch gezien onmogelijk om ze te benutten. Soms liggen ze diep onder de oceaanbodem, soms onder grote steden. Als jij een grote goudvoorraad onder het hart van New York City zou vinden, kun je daar geen mijn openen. Je krijgt niet eens een vergunning, laat staan dat je het voor elkaar krijgt om het Empire State Building af te breken. In andere gevallen liggen de voorraden zo diep, dat graven veel te duur wordt. Mijn-

bouwbedrijven schrijven dit dus allemaal af. We kunnen er gewoon niet bij.”

Bovendien hebben mijnbouwbedrijven een horizon die niet verder gaat dan zo’n twintig jaar. Wanneer je nog zo lang nog vooruit kunt produceren, zijn de aandeelhouders tevreden.

“Ze geven cijfers met een tijdshorizon van vijf jaar, tien jaar en twintig jaar. Maar daarnaast zijn er ook andere geologische onderzoeken. Als intermediair weten ook zij waar mijnbouwbedrijven naar op zoek zijn.”

Zoals de *United States Geological Survey*?

“Dat is er een. Maar Zuid-Afrika heeft ook zo’n onderzoeksinstituut. India. Saoedi-Arabië. De Chinezen ook, hoewel die niet veel informatie delen. De Britten. De Russen.”

En u beschikt over al deze bronnen?

“Ik heb een ongelooflijke hoeveelheid van deze informatie verzameld en lange, lange lijsten samengesteld. Dan krijg je een vrij aardig inzicht in wat er nog te vinden is. Daarna bekijken we deze cijfers in relatie tot de prijs. Zo van: OK, tegen deze marktprijs is er nog zoveel koper beschikbaar. Maar laten we nu ook eens kijken wat er gebeurt wanneer je de prijzen

verdubbelt: hoeveel meer koper kun je dan delven, op minder gunstige plaatsen? En verdriedubbel dan nog eens. Op zeker moment bereik je een limiet van wat nog mogelijk is. Je zult daarna niet meer koper delven, hoe hoog de koperprijs ook staat.”

Veel gehoord is de opmerking: er zijn nog heel wat restvoorraden op deze wereld gevonden. De planeet is zo groot... Is dat waar?

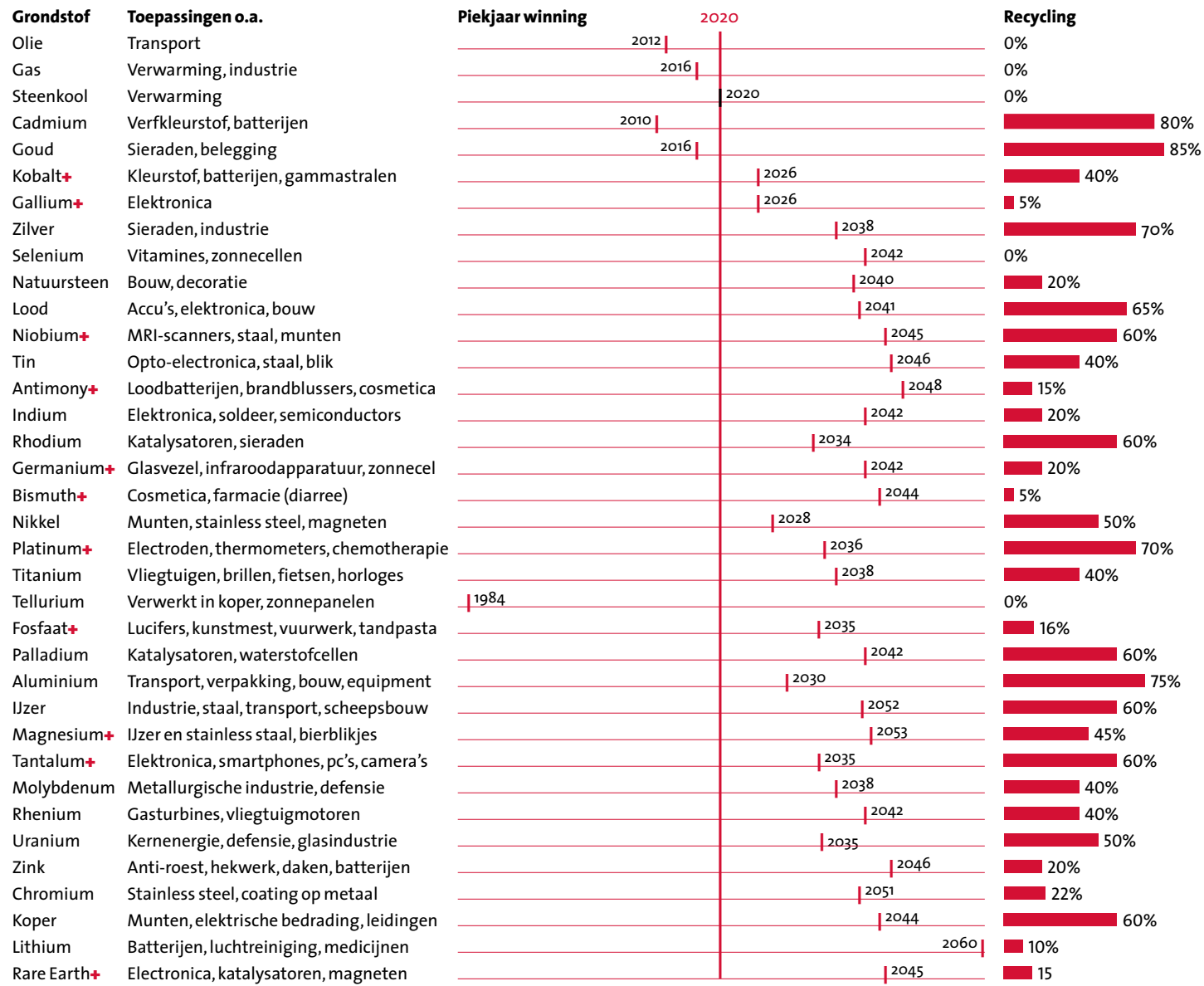
“Er is nog veel niet fysiek of legaal gevonden. Aan de andere kant: als geologen de bodem van



Hoogleraar Harald Sverdrup geeft college: “Tussen 2030 en 2070 bereiken wij een piek in winning van vrijwel alle grondstoffen. Daarna wordt het steeds minder.”

Eerst een mijn in Sonderhausen in Duitsland, toen een toeristische attractie, nu sinds 2006 weer een actieve mijn, waar steenzout wordt gewonnen.

## WANNEER EINDIGEN DE WERELDVOORRADEN GRONDSTOFFEN?



+ Staan ook op de EU-lijst van 'kritieke grondstoffen'

Bron: Harald Sverdrup en Anna Olafsdottir

➤ tweederde van een land in kaart hebben gebracht, dan weet je behoorlijk goed wat er nog in dat laatste stuk zal zitten. Het zijn dit soort statistieken waar we behoorlijk goed in zijn. We doen dit al zoveel jaren. De Finnen hebben hun land goed onderzocht. De Zweden hebben hun land al voor de helft in kaart gebracht, maar de rest is van dezelfde geologie. De cijfers zijn dus goed betrouwbaar. Jullie in Nederland kennen de bodem heel goed als het om aardgas gaat."

Dat is dus de basis voor uw berekening van piekmomenten. "Vanaf een bepaalde jaar zal de productie gaan afnemen. De delfstoffen zijn dan nog niet

fysiek op. We raken wel aan het einde van de voorraden die economisch nog goed te winnen zijn. Wanneer de prijs verder omhooggaat, kunnen de bedrijven deze niet meer doorberekenen aan de klant. Als de prijs van koper die van zilver gaat bereiken, dat gaan we heroverwegen of we nog wel koper kunnen gebruiken. En zo werkt dit voor alle metalen. We hebben al deze berekeningen voor de Club van Rome in modellen gestopt. Op zeker moment heette dit het World3, Limits to Growth, het beroemde rapport. Die waarschuwing schokte de wereld, maar het beschreef de resterende voorraden nog erg eenvoudig. Dat moest toen wel, in 1972, want computers konden nog niet meer berekeningen aan. Maar die beperking

bestaat nu niet meer. Computers kunnen alles doen wat ik van ze vraag. We hebben zo een nieuwe generatie van modellen gebouwd, die kunnen calculeren hoeveel materialen we nodig zullen hebben om alle producten te kunnen maken. De smartphone die ik nu vastheb, de computer waar jij achter zit, de deurklinken in jouw huis, het bestek in je keuken. De huidige modellen berekenen hoeveel materialen wij nodig hebben om dit alles te kunnen maken. En hoeveel er terugkomt en wordt gerecycled. We zien dan twee dingen. Er is een ongeloflijke hoeveelheid aan materialen in omloop, en we hebben steeds meer mensen die een hoge levensstandaard bereiken. Er komt een miljard Chinezen aan die net zulke deur-



Zuid-Afrikaanse mijnwerkers in een platijnmijn, een van essentiële metalen in de energietransitie.

krukken zoals wij willen hebben, tien stuks per huis. Dat gaat om enorme hoeveelheden. Wij zitten nu in een fase om aan die vraag te voldoen. Maar niet veel van die deurkrukken komen weer terug voor hergebruik. We gooien ze meestal weg. Dit lineair gebruik gaat snel. We verbranden spullen erg snel. Dit leidt tot een enorme accumulatie waardoor wij tussen 2030 en 2070 een piek bereiken voor vrijwel alle grondstoffen."

Het is toch ook zo wanneer je sommige materialen niet meer hebt, heel wat andere grondstoffen ook onbruikbaar zijn. Neem rubber. Een auto zonder rubberbanden kan niet meer rijden. Al die andere onderdelen zijn ineens nutteloos geworden.

"Voor sommige technische toepassingen zijn de gebruikte materialen zo specifiek, dat ze niet vervangen kunnen worden. Het betekent dat als je geen platina meer hebt, je een compleet product als een katalysator om elektriciteit om te zetten in waterstof niet meer kunt maken. Of het betekent dat wanneer je een product niet meer van ijzer maakt, het geen 140 gram meer weegt, maar 14 kilo. Productie is daardoor onmogelijk geworden. Wanneer jouw vliegtuig stuk is en je vlucht wordt geannuleerd, is dat vliegtuig niet meteen vervangbaar voor een andere: dat is ook al geboekt. Substitutie is erg beperkt. Het kan voor een nicheproduct worden ingezet, maar niet voor bulkproducten."

Dat maakt uw lijst dus alarmerend. Vooral ook omdat de recyclingpercentages niet al te hoog zijn. Gaat dit om huidige of toekomstige percentages? "Dit zijn de percentages van vandaag. Wanneer

in mijn lijst 30 procent recycling staat, dan betekent dit dat 70 procent wordt weggegooid."

En dat betekent weer dat we zonder een perfecte circulaire economie die naar 100 procent hergebruik gaat, het aantal beschikbare materialen snel afneemt. Misschien is het meeste in 2100 wel op?

"Er zullen tegen die tijd grote leveringsproblemen ontstaan. De generaties na 2100 zullen worden geconfronteerd met ernstige tekorten aan materialen. En als deze nog ergens kunnen worden gewonnen, zullen we ze in een minder pure vorm aantreffen dan de voorraden van vandaag. Dus zal de winning meer energie gaan kosten. Die kosten gaan nu al omhoog, elk jaar. Het aantal beschikbare bronnen

## WANNEER GAAT METEN OVER IN VOORUITZIEN?

Het lectoraat Sustainable Finance and Accounting van Avans Hogeschool doet onderzoek naar hoe landen en organisaties beter hun waardecreatie kunnen laten zien. Dit aan de hand van zes kapitalen. Een van die kapitalen is natuurlijk kapitaal en dat laat vooral waardevernietiging zien. Door een wereldwijde boekhouding op te zetten voor natuurlijk kapitaal - grondstoffen, water, biodiversiteit - wordt duidelijk dat hogere financiële prestaties door het uitputten van de natuurlijke hulpbronnen een financiële illusie is. En dat landen en bedrijven hun vermogen om welvaart te creëren uithollen. Meer geld op de bank nu leidt tot armoede in de toekomst.

Door onderzoek te doen naar hoe een bedrijf natuurlijk kapitaal als activa op de balans kan zetten en de waardevermindering zichtbaar wordt in de winst- en verliesrekening, zien aandeelhouders hoe ze in hun portemonnee worden geraakt. Onderzoek is nodig omdat de financiële-kapitaalverschaffers nu nog niet aan het rendement kunnen zien dat circulaire bedrijven aantrekkelijker zijn om in te investeren, omdat zij door hergebruik het natuurlijk kapitaal niet wordt uitgeput en zijn waarde behouden blijft.

Website Sustainable Finance and Accounting van Avans Hogeschool

"We zullen wat straf moeten zetten op die ondernemingen die herbruikbaarheid van grondstoffen niet in hun design meenemen"

neemt ook af, jaar op jaar. Alleen al het winnen van ijzer zal 30 procent van de totale energiebehoefte op deze aarde vragen. Dat is veel! Wat gaan we dan doen? Nemen we afscheid van het ijzeren tijdperk? Gaan we terug naar... wat? We kunnen het niet zo ver laten komen."

De EU hanteert een andere lijst dan u, van kritieke grondstoffen. Hoe kan het dat er twee totaal verschillende lijsten bestaan? Wat is het verschil daartussen?

"Dat is er vooral een van timing. De EU-lijst waarschuwt voor problemen wanneer sommige materialen op korte termijn niet langer beschikbaar zijn, om wat voor reden dan ook. Ik kijk naar de eindigheid van de voorraden. De lijsten conflicteren dus niet. Er staan inderdaad materialen op de lijst van de EU waar ik nog niet aan toe ben gekomen. Aan de andere kant leveren wij gegevens aan die door de ambtelijke verwerking door de EU pas over enkele jaren in de documenten zullen worden opgenomen. Dat is een standaard vertraging. Wij denken dat het de lange termijnberekeningen zijn die er uiteindelijk het meeste toe doen. Op de korte termijn zullen er altijd variaties zijn en een onevenwichtige balans tussen vraag en aanbod."

Op de EU-lijst staat welke landen over welke grondstoffen beschikken. Dat is bijna altijd China. "China heeft een grote hoeveelheid natuurlijke reserves en gebruikt daar zelf een groot deel van. De Chinezen exporteren deze ook in de

## WAT STAAT ER OP DE EU-LIJST VAN 'KRITIEKE GRONDSTOFFEN'?

Grondstof	Grootste winning	Input recycling
Baryte	China 44%	1%
Beryllium	VS 90%	0%
Borate	Turkije 38%	0%
Coking coal	China 54%	0%
Fluorspar	China 64%	1%
Hafnium	Frankrijk 43%	1%
Helium	VS 73%	1%
Indium	China 57%	0%
Natural graphite	China 69%	3%
Natural rubber	Thailand 32%	1%
Phosphorus	China 58%	0%
Scandium	China 66%	0%
Silicon metal	China 61%	0%
Tungsten	China 84%	42%
Vanadium	China 53%	44%



Het piekjaar in de oliewinning ligt al achter ons: dat was in 2012.

➤ vorm van verwerkte producten. China importeert ook veel. Als gevolg van ons huidige korte termijnbeleid om de productie naar China te outsourcen en niet meer in Europa, hebben we onszelf in deze positie gelaveerd. Ik sprak met een ondernemer uit Engeland. Hij vroeg zich af: waar is de Britse pompfabriek die ik heb geërfd? De productie zit in China, de assemblage zit in India, het ontwerp wordt in Pakistan gedaan, de invoicing zit in Spanje. Is dit nog wel een Brits bedrijf? Bizar. We zijn heel kwetsbaar geworden.”

U bent een soort wereldboekhouder van wat ons nog rest. Maar boekhouders adviseren hun klanten ook om uitgaven en investeringen even anders te spreiden. Zou er een wereldboekhouder moeten zijn die de restvoorraden verdeelt? De laatste metalen gaan alleen nog naar die bedrijven die er producten mee maken waar die grondstoffen na gebruik weer uit te halen zijn? En de bedrijven die dat niet doen, krijgen simpelweg de grondstoffen niet meer?

“Die denkrichting moeten we uit. We moeten bedrijven gaan belonen die herbruikbaarheid van grondstoffen in hun design meenemen. En we zullen wat straf moeten zetten op die ondernemingen die dit niet doen.”

Maar wie gaat dit doen? Welke regering of organisatie is bij machte om dit wereldwijd in te voeren? “Zo’n aanpak vergt governance, dus het moet van regeringen komen. Een EU of een nationale overheid, want er is geen wereldregering. De Verenigde Naties kunnen alleen aanbevelingen doen. Er is een International Resource Panel, maar dat kampt met gebrek aan middelen en is gepolitiseerd. Daar gebeurt dus niet veel. We hebben efficiënte instituten nodig.”

Die er nu nog niet zijn. En regeringen hebben geen policy op dit gebied.

“Heel weinig, maar ze zijn er wel. De Chinezen hebben een uitgesproken grondstoffenbeleid. India ook, maar de uitvoering is niet erg efficiënt. De Russen hebben een beleid, maar dat is in handen van het leger. In de Verenigde Staten heeft de regering geen policy, maar ook daar heeft defensie dat wel. Het is een erg gefragmenteerd beeld. Heel wat landen denken er niet eens over na. Nooit. Sommige landen hadden strategische voorraden maar verkochten deze. De Amerikanen privatiseerden hun heliumvoorraden. Hun rare earth deden ze ook weg. Met hogere overheidsschulden is het plezierig iets te gelde te maken. De Russen raakten veel van hun grondstoffen kwijt in de chaotische jaren na het vallen van de Muur. De opbrengst vulde vele gaten en ook broekzakken waar je uit kon stelen. Allerlei motivaaties om te verkopen aan wie er ook maar belangstelling voor had.”

Maar wij in Europa hebben geen grondstoffenstrategie? “De Duitsers werken eraan. Daar gaat het om een totale strategie. Waar halen we het vandaan? Wie heeft deze grondstoffen? Hoe houden we die in stand? Hoe creëren we in ons eigen nationale systeem een efficiënt gebruik? Hoeveel service halen we uit elke kilo grondstof en hoe houden we dit vast?”

Dus Duitsland loopt voor op de EU? “Duitsland heeft veel studies gedaan naar de Energiewende, de omschakeling naar duurzame energiebronnen. Harry Lehmann was de mastermind hierachter. Hij realiseerde zich dat bij een Energiewende ook een Resourcewende hoorde.

Om de omslag te realiseren heeft Duitsland al die kritieke materialen nodig, om op de juiste tijd de juiste technologie te kunnen bouwen. Maar ook is een Socialwende nodig, waarbij ons gedrag verandert, ons bedrijfsleven, onze samenleving. Het zal ons leven niet slecht maken, maar toch wel een beetje anders.”

Zal de coronacrisis ons doen inzien dat we ons gedrag moeten veranderen en met minder bezittingen genoegen moeten nemen?

“Ik denk dat deze viruscrisis zich snel in een stevige economische crisis zal voortzetten. Pak deze kans om in nieuwe dimensies te gaan denken. Hoe gaan we het verder doen?” ■

Harald Sverdrup wordt op zondag 6 september in Nederland verwacht, waar hij een door Wouter van Dieren georganiseerde conferentie bijwoont in het kerkje van Broek in Waterland. Een internationaal gezelschap denkers werkt hier verder aan het Club van Rome-rapport WORLD7.

### Websites

- + 246 studies van prof. Harald Sverdrup
- + EU over de ‘kritieke grondstoffen’

- + TEKST MARLEEN JANSSEN GROESBEEK EN JAN BOM
- + FOTOGRAFIE MICHAEL TURNER E.A. DREAMSTIME
- + ART DIRECTION BUREAU BOUDEWIJN BOER EN STUDIO 10
- + UITGEVERIJ ATTICUS BV
- + [WWW.P-PLUS.NL](http://WWW.P-PLUS.NL)

Ter voorbereiding op dit interview werd gesproken met Wouter van Dieren (Club van Rome), Ralph Thurm (r3.o, [www.r3-o.org](http://www.r3-o.org)) Benjamin Sprecher (Universiteit Leiden), Gert Jan Kramer (Universiteit Utrecht), Sybren Bosch (Copper8) en Elmer Rietveld (TNO).