

Duurzaamheid gebruik natuurlijke hulpbronnen: de technische mogelijkheden

L. Reijnders

Intellectuele traditie

- 'stationary economy' volgens J. Stuart Mill (1842)
- 'justice between the generations'
- 'internaliseren van afgewentelde kosten' (Pigou, Kapp e.a.; sinds ~ 1920)
- 'Steady state economy' (H. Daly, 1973)

Operationalisering duurzaamheid met oog op milieu

- Aansluitend bij 'stationary' of 'steady state economy'
- Conservering hulpbronnen op zelfde niveau
&
- Geen export schadelijke vervuiling naar volgende generaties
- Behoud ecosysteemdiensten

Soorten natuurlijke hulpbronnen

- 'Stroom' (bijvoorbeeld zonne-energie, wind)
- Gevormd in trage geologische processen (bijvoorbeeld ertsen, fossiele koolstofverbindingen)
- 'Vernieuwbaar', (bijvoorbeeld water, biomassa)

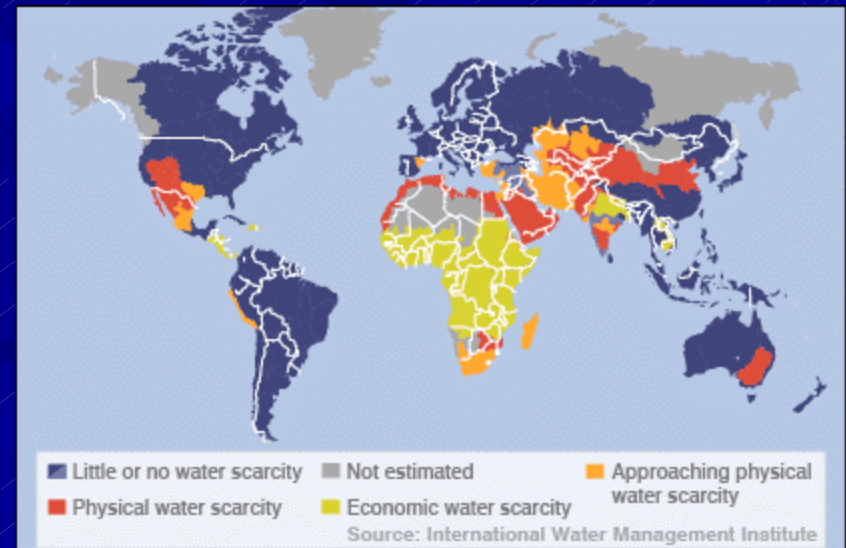
Focus

- Vernieuwbare hulpbron zoet water van goede kwaliteit
- Hulpbronnen gevormd in trage geologische processen
 - Fossiele koolstofverbindingen
 - Fosfaat
 - Metalen

Zoet water van goede kwaliteit

■ In forse delen van de wereld afname watervoorraden van goede kwaliteit, waaronder

- Noorden China
- Delen India, Pakistan & Iran
- Delen Middellandse Zee gebied
- Midden-Westen Verenigde Staten
- Delen van Zuid Afrika
- Deel Australië



(Zoet) waterkrapte als bron van conflicten (1)

- Zeer oud, bijvoorbeeld: Bijbel
 - Abraham versus koning Abimelech over bronnen tussen Gaza & Beer-Sheva



Zoet waterkrapte bron van conflicten (2)

- Belangrijkste slachtoffer waterkrapte: landbouw
- In oude Midden Oosten, na ontstaan landbouw.
Bij waterkrapte:
 - Vaak: roof oogst + gewapende verhuizingen om tekorten aan voedsel aan te vullen & uitbreiding areaal begrazing ten koste van burens
- Collaps klassieke Maya beschaving sterk gelieerd aan droogte
- Migratie nog altijd belangrijk effect waterkrapte
 - recent: Darfoer, Ethiopië, ontvolking dorpen India

Waterkrapte als wapen

- Onklaar maken putten
- Bombarderen waterleiding (oorlogsvoering met Israel, Kossovo-oorlog, Irakoorlog)

Oude & nieuwe technieken van waterkrapte-bestrijding

- Aanpassen:
 - teelt droogteresistente gewassen
 - verbeteren waterproductiviteit
 - aanleggen voedselvoorraden vgl. Jozef in Egypte: zeven vette & magere jaren
- Waterwerken & irrigatie
- Import virtueel water
- Goede arrangementen *verdeling* krap water belangrijk voor vreedzame oplossing

Verbruik fossiele koolstofverbindingen

Fossiele koolstofverbinding	Jaarlijkse wereldwijde consumptie in aantal jaren vorming
Minerale olie (conventioneel)	1 miljoen
Aardgas (conventioneel)	3 miljoen
Kolen	60.000 (?)

What Do We Know About Metal Recycling Rates?

1																	2		
H																	He		
3	4													5	6	7	8	9	10
Li	Be													B	C	N	O	F	Ne
11	12													13	14	15	16	17	18
Na	Mg													Al	Si	P	S	Cl	Ar
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54		
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
55	56	*	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86		
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		
87	88	**	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	(117)	118		
Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	(Uus)	Uuo		
* Lanthanides			57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71		
			La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu		
** Actinides			89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103		
			Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr		
			<1% 1-10% >10-25% >25-50% >50%																

Recycling percentages afgedankte metalen

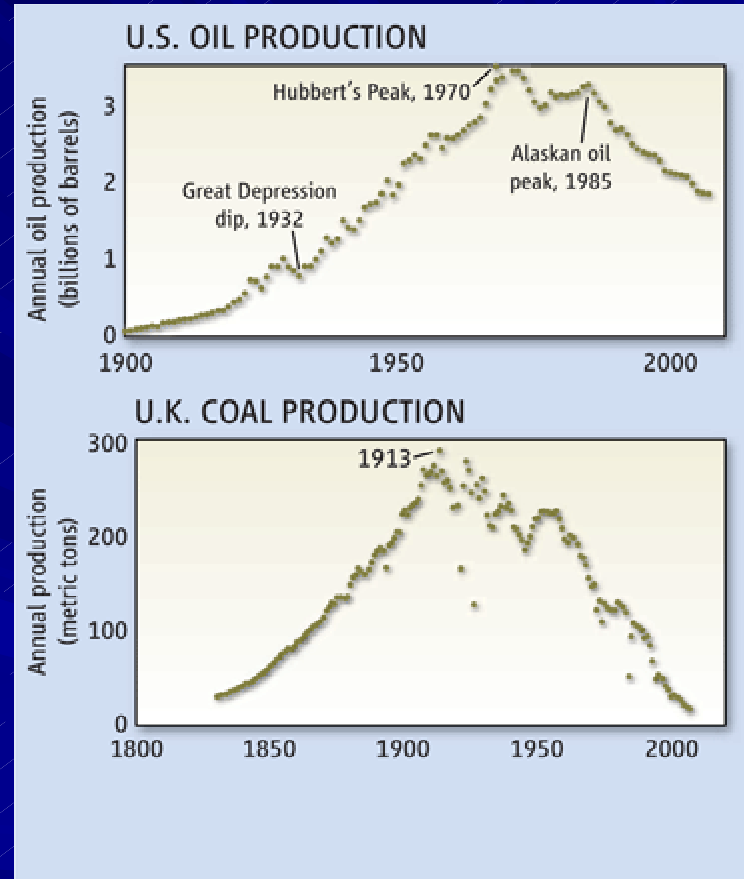
- Koper: ~60%
- Platina van autokatalysatoren: ~50%
- Zilver in afgedankte e-apparatuur: ~11.5%
- Goud en palladium in afgedankte e-apparatuur: ~25%

Verliezen uit fosfaat kringloop

- Fosfaat van wezenlijk belang voor sterke verhoging productiviteit landbouw
- Retour van stad naar land: nu enkele procenten
 - Orde van grootte minder dan in Gouden Eeuw
- Grote verliesposten huidige stad:
 - Via verbranding vast afval
 - Via rioolwater systeem

Gevolgen (1)

- 'peak oil'
- 'peak natural gas'
- 'peak coal'



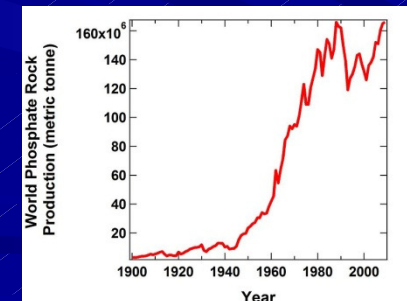
Gevolgen (2)

- Wereldwijde piek conventionele olie (vermoedelijk): nu - 2030
 - Niet conventionele olies (schalieolie, teerzanden) geven beperkte verschuiving
- Wereldwijde piek aardgas (vermoedelijk): rond 2030
 - Niet conventioneel gas (schaliegas) geeft beperkte verschuiving
- Wereldwijde piek kolen (vermoedelijk): 2020 - 2070

Gevolgen (3)

& ook bijvoorbeeld:

- 'peak platinum'
- 'peak silver'
- 'peak copper'
- 'peak phosphate'



Gevolgen (4)

- Opwaartse druk op prijzen
- Geopolitieke spanningen door geografische variatie in beschikbaarheid

Bijvoorbeeld:

- Positie Midden Oosten bij olievoorziening
- Marokko als fosfaaterts grootmacht
- Zuid Afrika als platina metalen grootmacht

Oplossingsrichtingen

- Zuiniger gebruik
- Hergebruik
- Vervanging
- Illustraties

Aanpak energetisch verbruik fossiele koolstof verbindingen

- Energie-efficiency

- AER: in 21ste eeuw verbetering met factor 4 mogelijk

- Duurzame energie

Duurzame energie & energieverbruik wereldwijd

- Zonne-energie: $\sim 121300 \times 10^{12}$ Watt
- Windenergie: $\sim 600 \times 10^{12}$ Watt
- Totale vermoedelijke voorraad fossiele brandstoffen + uraan < 1 maand zonne-energie
- Aanbod zon en wind energie nog ongeveer 5 miljard jaar op tenminste het huidige niveau
- Geothermische energie: 30×10^{12} Watt
- Input in wereld economie 14×10^{12} Watt

Zonnecellen



Zon-thermische centrale



Zonnecellen voor Lage Landen

- PV cellen op alle gunstig gelegen daken & muren geeft waarschijnlijk meer kWh dan huidige elektrische centrales

Supernet



Opslagmogelijkheden elektriciteit nodig (1)

- 'Omkeren' stuwmeren
- Batterijen

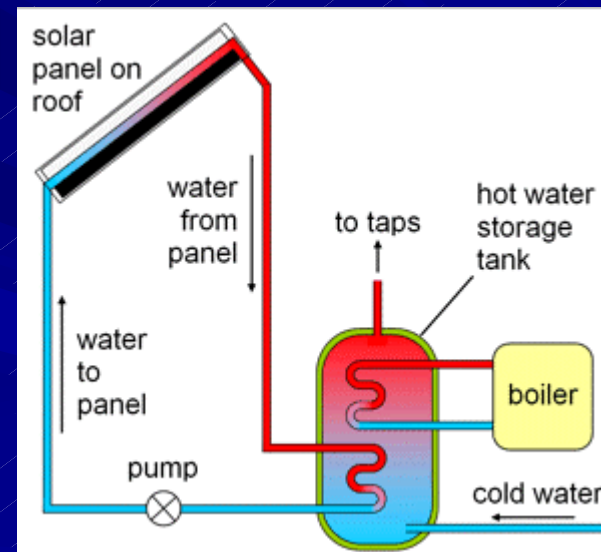


Opslagmogelijkheden elektriciteit (2)

- Drukopslag zoutkoepels
- H₂

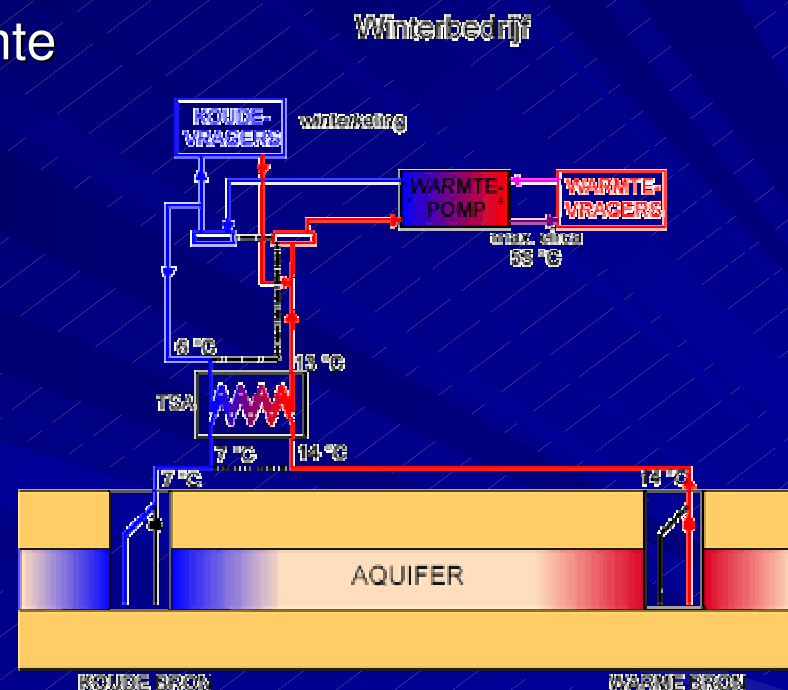
Zonnewarmte (1)

■ Zonnecollectoren



Zonnewarmte (2)

- Gesloten kas met seizoensopslag warmte; kan ook woningen van warmte voorzien tegen ~ zelfde prijs als fossiel stoken (exclusief externe kosten)



Moraal

- Afkicken gebruik fossiele brandstoffen technisch gezien mogelijk
- Historie energie-transities leert dat zulks decennia vraagt

Hoe verder met reductie gebruik fosfaatters ? (1)

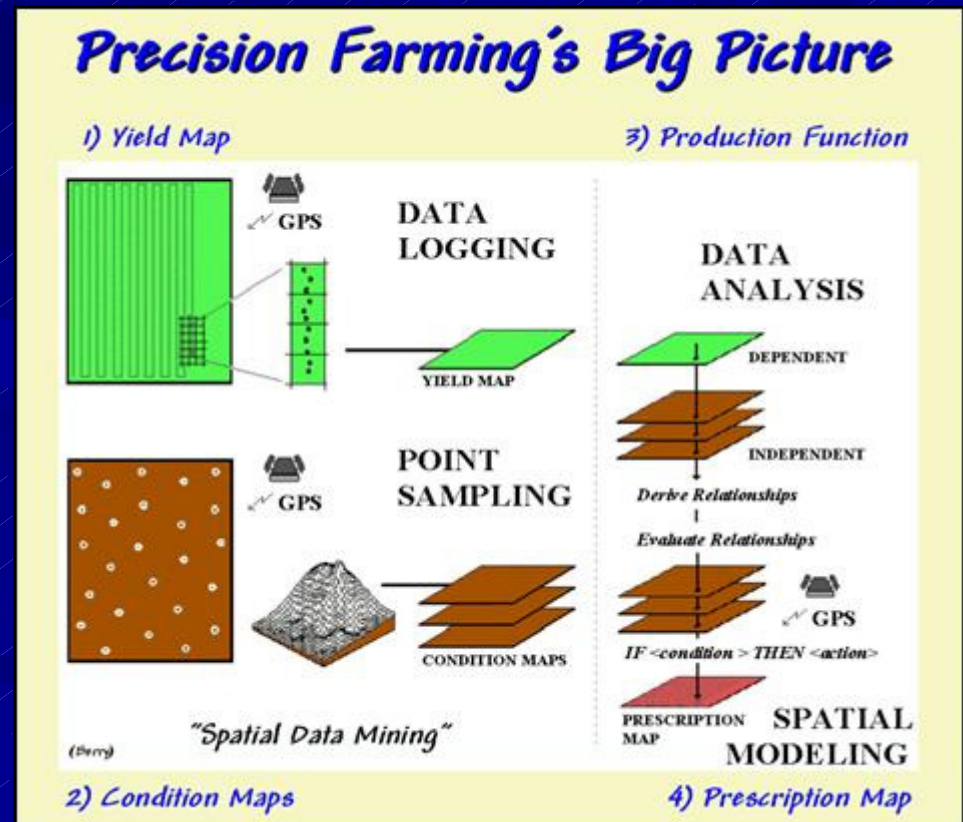
- Plantaardig voor dierlijk eiwit (scheelt ongeveer een factor 7)
- Fosfaat niet toepassen waar het niet strikt nodig is, bijvoorbeeld:
 - fosfaat uit wasmiddelen voor vaatwasmachine
 - beëindigen toepassing fosfaat als 'waterbinder' in vlees(waren) en vis
- Recyclen fosfaat aanwezig in afvalstromen (zoals afvalwater & vaste afvallen)

Hoe verder met reductie gebruik fosfaaters ? (2)

- Precisielandbouw
- No-till landbouw
- Voorkomen fosfaat-verzadigde grond

Echter:

- Bij huidige bevolking & eetgewoonten duurzaamheid buiten bereik



Hoe verder met metaalerts?

- Hergebruik metalen sterk opvoeren
- beëindigen niet-essentiële dispersieve toepassingen
- 'Design for reuse'
- Zeer efficiënte terugname systemen (leasen, statiegelden)

Moraal:

- 'Steady state economy' niet altijd binnen technisch bereik
- Technisch gezien wel grote stappen in die richting mogelijk