



Alternativa energisystemens varande eller icke varande

Göteborg

2019-11-05

Bengt Randers

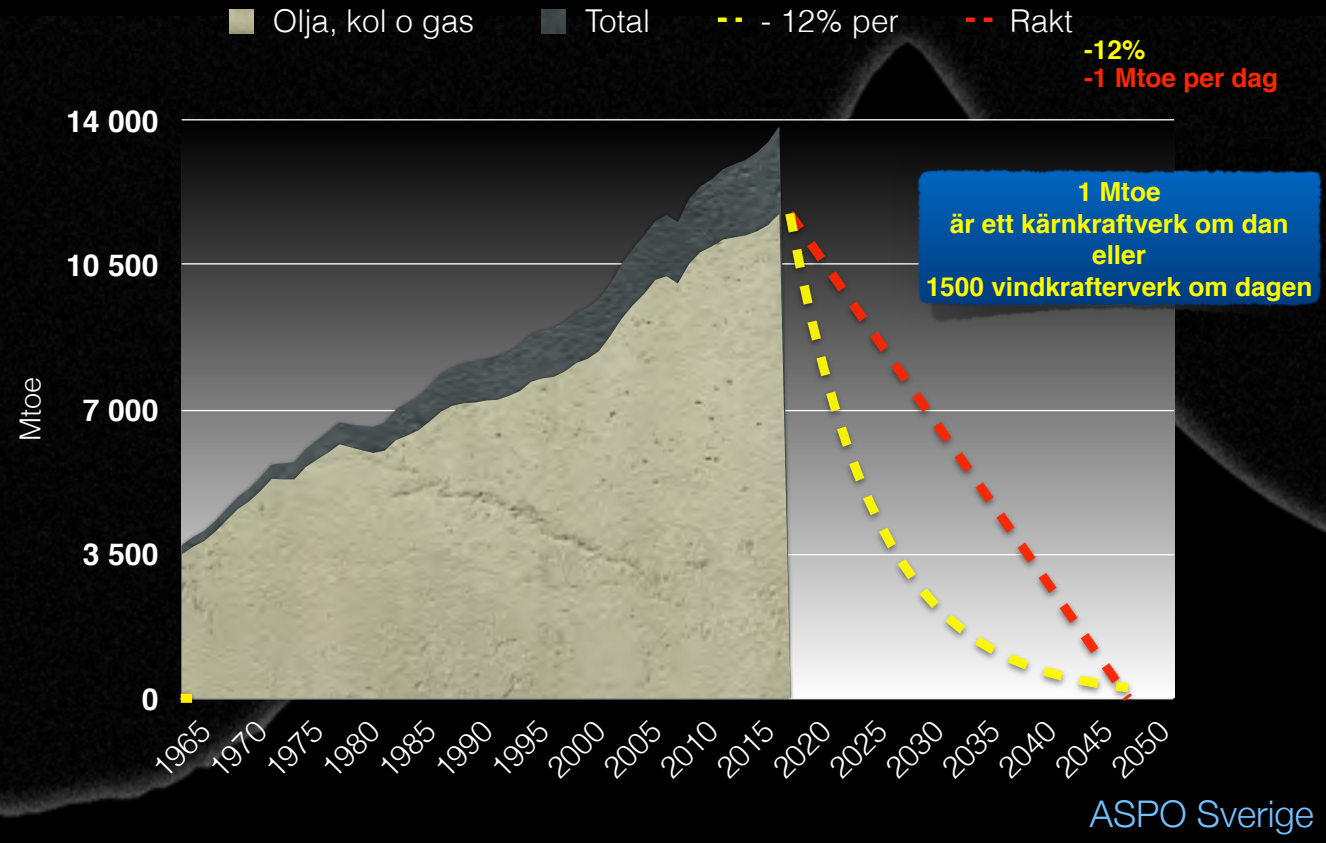
Association for the Study of Peak Oil & Gas

ASPO Sverige opolitisk och obunden.
Den lilla föreningen för de stora frågorna.

ASPO Sverige



COP21 Paris åtagande





Ekonomi

- ★Exponentiell penningtillväxt
- ★ZIRP, ECoE och SEE
- ★Framtiden = mer

Energi

- ★Peak olja, kol, gas
- ★Netto Energi
- ★Export Land Modellen

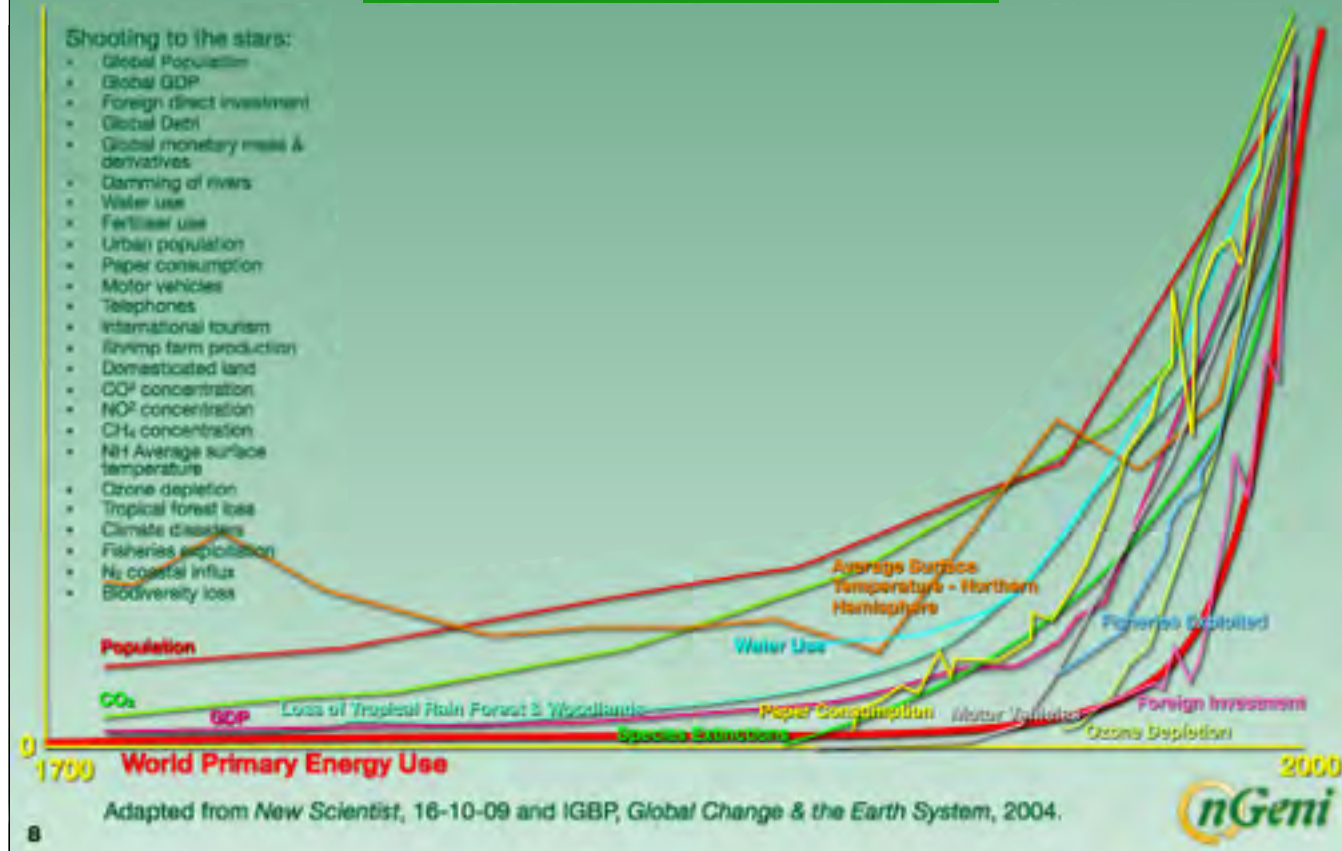
Ekologi

- ★Resurs utarmning
- ★Stressat biosystem

ASPO Sverige

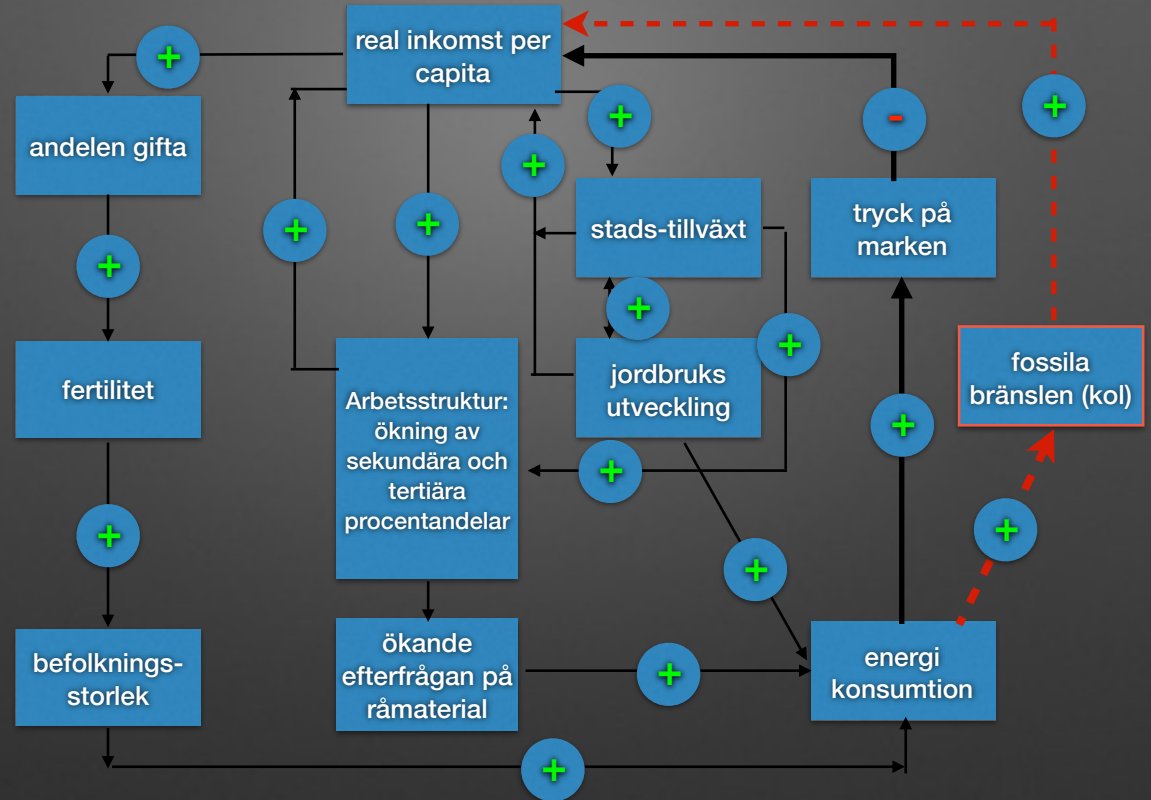
Klimathotet kräver en radikal omställning.
Peak oil förstärker denna omställning så takten måste öka.
Tillväxt kräver Energi, omställning kräver tillväxt.
Globalised Industrial World av Dr Louis Arnoux

Den stora accelerationen



Klimathotet kräver en radikal omställning.
 Peak oil förstärker denna omställning så takten måste öka.
 Tillväxt kräver Energi, omställning kräver tillväxt.
 Globalised Industrial World av Dr Louis Arnoux

~~Organisk~~ Organisk ekonomi



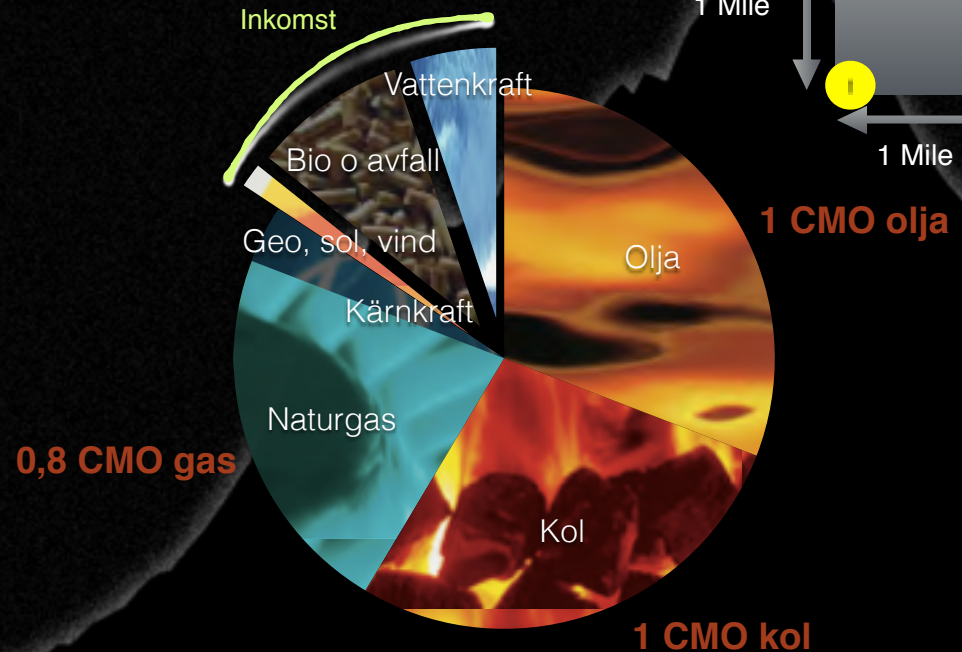
Energy and the English Industrial Revolution Fig 6.7

År 1700 var kol det förhärskande bränslet för nästan all energi konsumerande industrier och påverkade lokaliseringen a



Andel av världens primär energi. 2012

**Totalt:
3,55 CMO**



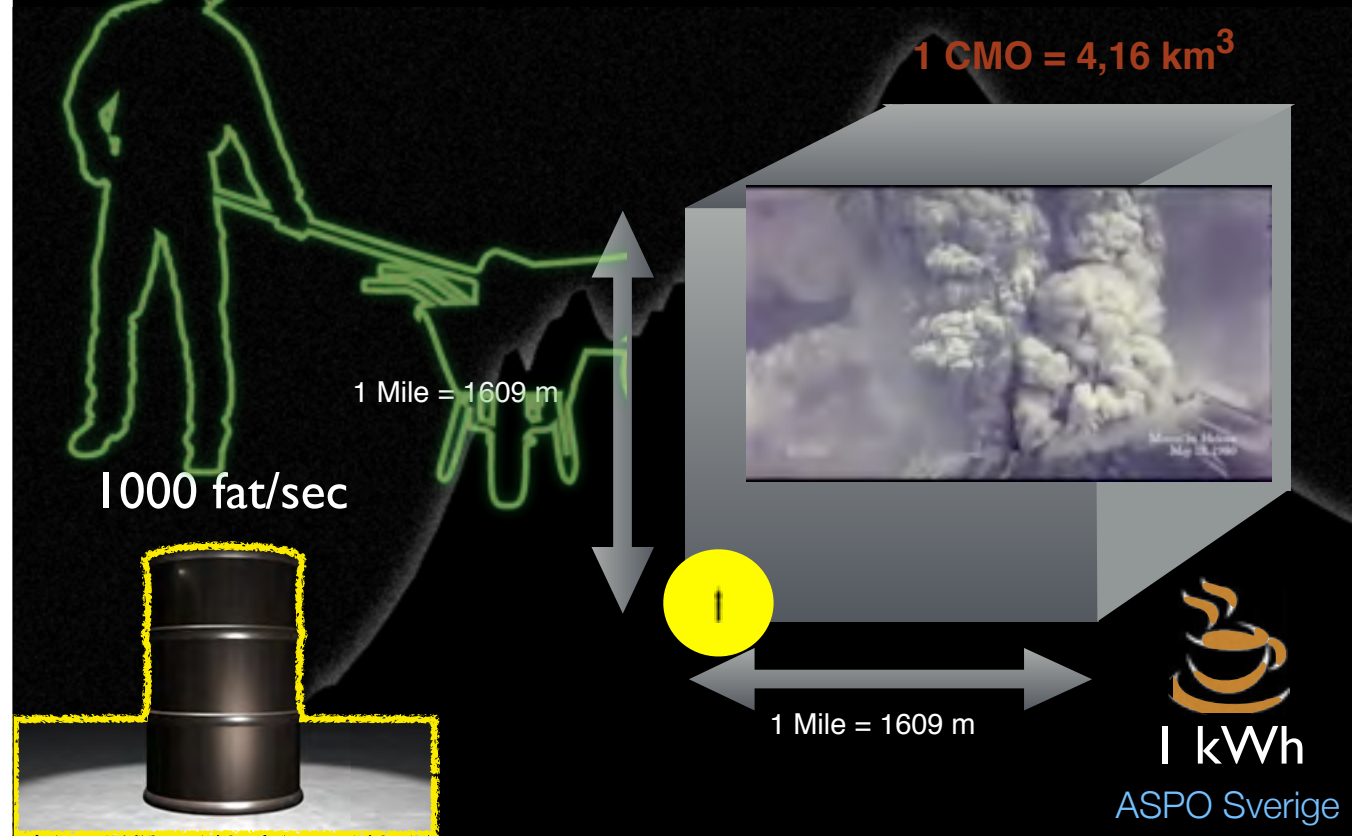
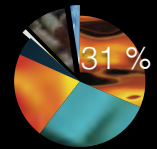
Ripudaman Malhotra

ASPO Sverige

Fyll Pekings stadion 850 ggr.
1 CMO = 44 400 TWh = 30 billion barrels of oil
Södermalm 731 m tjockt 5,71 km²
Ripudaman Malhotra



Olja



Ett fat 159 liter.
Ca 13000 man timmar.
2,8 km³ + 1,3 km³ i utbrottet.

Oilocene

Oil Discoveries Lowest Since 1947

Explorers slash spending after price collapse

■ Conventional Oil Discovered



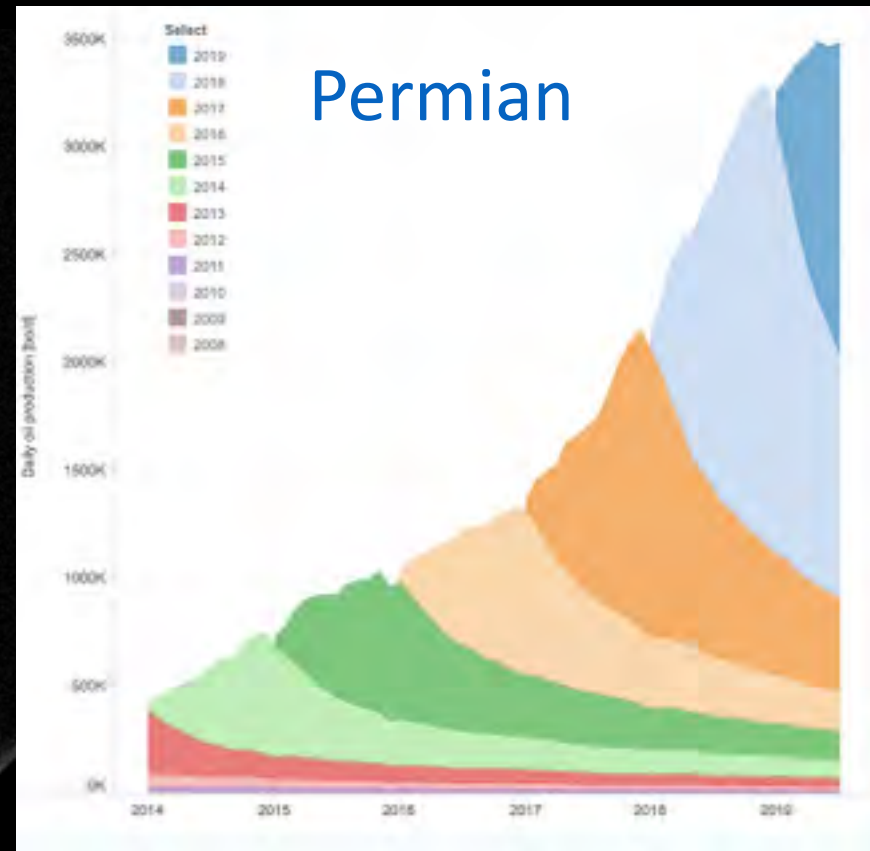
Source: Wood Mackenzie

Note: 2016 figure covers exploration results to August. Discoveries amounted to just 230 million barrels in 1947 but ballooned the following year with the Ghawar find in Saudi Arabia, still the world's biggest field.

Bloomberg

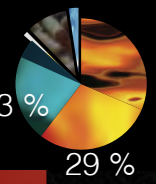
Oilocene

Permian



Kol o gas

21,3 %



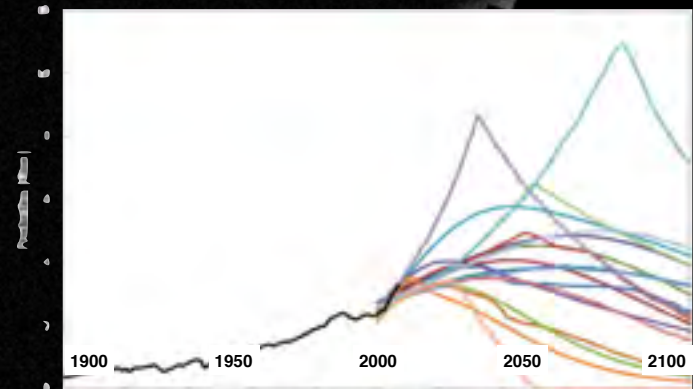
29 %



UPPSALA
UNIVERSITET

18 peer-reviewedade kolprognoser

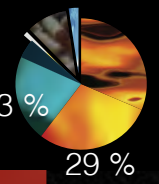
1 CMO kol



- 1. IPCC, 2007: The Working Group III Contribution to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, 2007.
- 2. IEA, 2006: World Energy Outlook 2006, International Energy Agency, Paris.
- 3. EIA, 2006: International Energy Outlook 2006, U.S. Energy Information Administration, Washington, D.C.
- 4. BP, 2006: Energy Outlook 2006, British Petroleum, London.
- 5. OPEC, 2006: World Oil Outlook 2006, Organization of the Petroleum Exporting Countries, Vienna.
- 6. AIEA, 2006: World Nuclear Outlook 2006, Atomic Energy Agency, Vienna.
- 7. IAEA, 2006: World Energy Outlook 2006, International Atomic Energy Agency, Vienna.
- 8. IAEA, 2006: World Nuclear Outlook 2006, International Atomic Energy Agency, Vienna.
- 9. IAEA, 2006: World Nuclear Outlook 2006, International Atomic Energy Agency, Vienna.
- 10. IAEA, 2006: World Nuclear Outlook 2006, International Atomic Energy Agency, Vienna.
- 11. IAEA, 2006: World Nuclear Outlook 2006, International Atomic Energy Agency, Vienna.
- 12. IAEA, 2006: World Nuclear Outlook 2006, International Atomic Energy Agency, Vienna.
- 13. IAEA, 2006: World Nuclear Outlook 2006, International Atomic Energy Agency, Vienna.
- 14. IAEA, 2006: World Nuclear Outlook 2006, International Atomic Energy Agency, Vienna.
- 15. IAEA, 2006: World Nuclear Outlook 2006, International Atomic Energy Agency, Vienna.
- 16. IAEA, 2006: World Nuclear Outlook 2006, International Atomic Energy Agency, Vienna.
- 17. IAEA, 2006: World Nuclear Outlook 2006, International Atomic Energy Agency, Vienna.
- 18. IAEA, 2006: World Nuclear Outlook 2006, International Atomic Energy Agency, Vienna.

Kol o gas

21,3 %



29 %

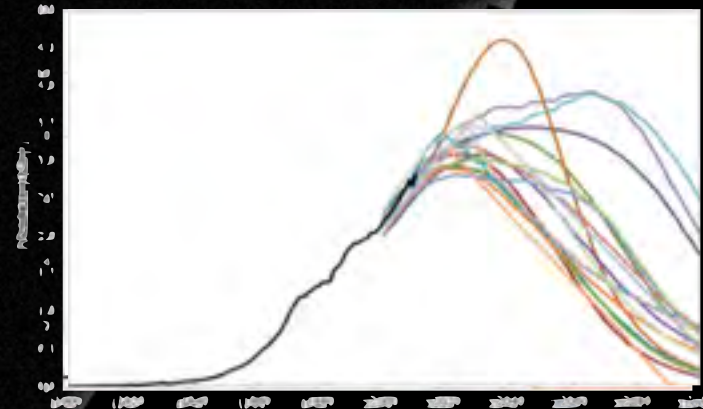


UPPSALA
UNIVERSITET

18 peer-reviewed gasprognoser

1 CMO kol

0,8 CMO gas

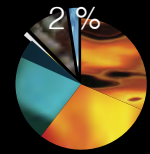


1. Uppsala University
2. Uppsala University
3. Uppsala University
4. Uppsala University
5. Uppsala University
6. Uppsala University
7. Uppsala University
8. Uppsala University
9. Uppsala University
10. Uppsala University
11. Uppsala University
12. Uppsala University
13. Uppsala University
14. Uppsala University
15. Uppsala University
16. Uppsala University
17. Uppsala University
18. Uppsala University

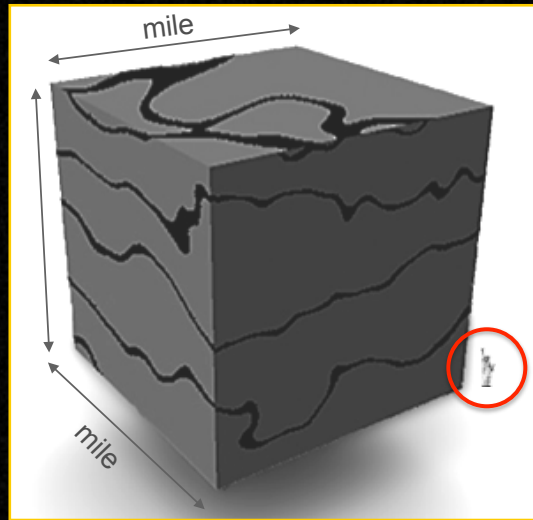


Vattenkraft

15% av Global elektricitet



0,2 CMO



16100 MW
98 TWh
6000 h



- Metanutsläpp
- folkförflyttningar
- stört djurliv

450 st

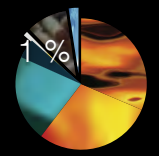
The world after cheap oil av Rauli Partanen

ASPO Sverige

Vi skulle teoretiskt kunna expandera vattenkraften 2–4 ggr.



Solenergi



Solstrålning är förnybart

Solenergi är inte förnybart

20 000 000 000 st

★ Aluminium, koppar, silver, plast, glas

★ $\text{SF}_6 = 25\,000 \cdot \text{CO}_2$

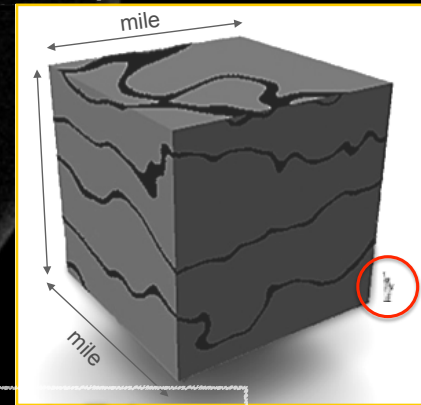
★ $\text{C}_2\text{F}_6 = 12\,000 \cdot \text{CO}_2$

★ $\text{NF}_3 = 17\,000 \cdot \text{CO}_2$

★ Slutar som e-skräp

11% per år!

Sol o vind
0,005 CMO



Green Illusions av Ozzie Zehner



ASPO Sverige

SF6, Svavelhexafluorid

C2F6 Hexafluoroethane överlever 10 000 år i luften.

NF3 Kvävetrifluorid

5 CMO motsvarar 18% tillväxt per år i 40 år.

2,1 kW vid 1000 h

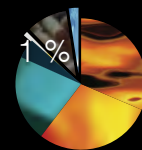
Bingham Canyon Mine i Utah



SF₆, Svavelhexafluorid
C₂F₆ Hexafluoroethane överlever 10 000 år i luften.
NF₃ Kvävetrifluorid
5 CMO motsvarar 18% tillväxt per år i 40 år.
2,1 kW vid 1000 h
Bingham Canyon Mine i Utah



Vindenergi

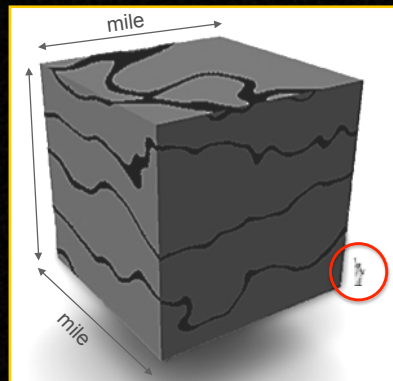


Vinden är förnybart

Vindkraftverk är inte förnybart

- ★ Stål, koppar, plast, glasfiber, betong
- ★ Neodym kopplat till radioaktiva tungmetaller
- ★ Okontrollerbart bränsle.

6 000 000 st



Vikt:
Nacelle 80-120 ton
Torn 280 – 350 ton
Rotorblad 10 – 15 ton/blad
Betong
- Fundament 800 – 1000 ton



ASPO Sverige

3,3 MW vid 2100 h

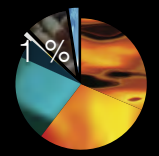
100+300+30+900 ~1200 ton

Liberty ship 14245 ton: /1200 ton = 11 st vindkraftverk för ett fartyg. > 545 000 fartyg.

Carajás Järnmalmsdagbrott i Amazons. Slavarbetare från Tibet, 1,2 milj dött.



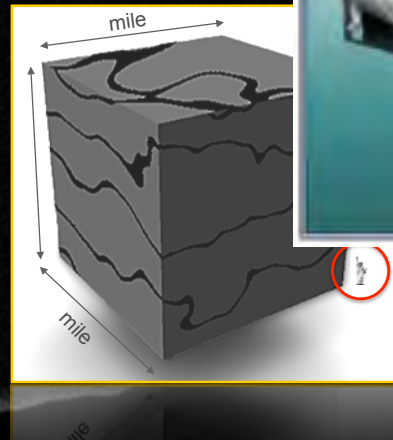
Vindenergi



Vinden är förnybart

Vin

- ★ Stål, koppar, ...
- ★ Neodym kopp...
- ★ Okontrollerba...



ASPO Sverige

3,3 MW vid 2100 h

100+300+30+900 ~1200 ton

Liberty ship 14245 ton: /1200 ton = 11 st vindkraftverk för ett fartyg. > 545 000 fartyg.

Carajás Järnmalmsdagbrott i Amazons. Slavarbetare från Tibet, 1,2 milj dött.



ASPO Sverige

3,3 MW vid 2100 h
 100+300+30+900 ~1200 ton
 Liberty ship 14245 ton: /1200 ton = 11 st vindkraftverk för ett fartyg. > 545 000 fartyg.
 Carajás Järnmalmsdagbrott i Amazons. Slavarbetare från Tibet, 1,2 milj dött.



Baotou, Kina

3,3 MW vid 2100 h
 100+300+30+900 ~1200 ton
 Liberty ship 14245 ton: /1200 ton = 11 st vindkraftverk för ett fartyg. > 545 000 fartyg.
 Carajás Järnmalmshöggruva i Amazons. Slavarbetare från Tibet, 1,2 milj dödd.



Energien i fossila bränslen är koncentrerad och lagrad naturligt. För vind och sol är det vi som står för koncentrationen och lagring.

ASPO Sverige



Mekaniserat jordbruk med syntetiska gödningsmedel ger mat för omkring 3 000 persons/km²



Avancerat ekologiskt jordbruk med naturliga gödningsmedel ger mat för omkring 200 persons/km²

- ★ 1 CMO = 85 gånger världens odling av sojabönor.
- ★ Dagens odling 249 miljoner ton på 99 600 km²

Överexploatering av förnybar energi kan mycket väl göra den ändlig och göra att den sinar



85 ggr S Korea 100 000 km² blir Namibia 825 000 km²
Soybean Produktion 2005 var 214,3 miljoner ton.

UPM Lappeenranta Biorefinery



6 000 fat/dag

2 200 st 880 TWh 4 000 miljoner m³ massaved



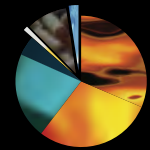
13 000 000 fat/dag

6 ggr den årliga skogstillväxten i EU!

85 ggr S Korea 100 000 km² blir Namibia 825 000 km²
Soybean Produktion 2005 var 214,3 miljoner ton.



BECCS



Koldioxid lagring av biomassa

- ★ El ca 60% dyrare
- ★ Kräver säker lagring för stora volymer
- ★ Ekonomin styr, leder till stor skala

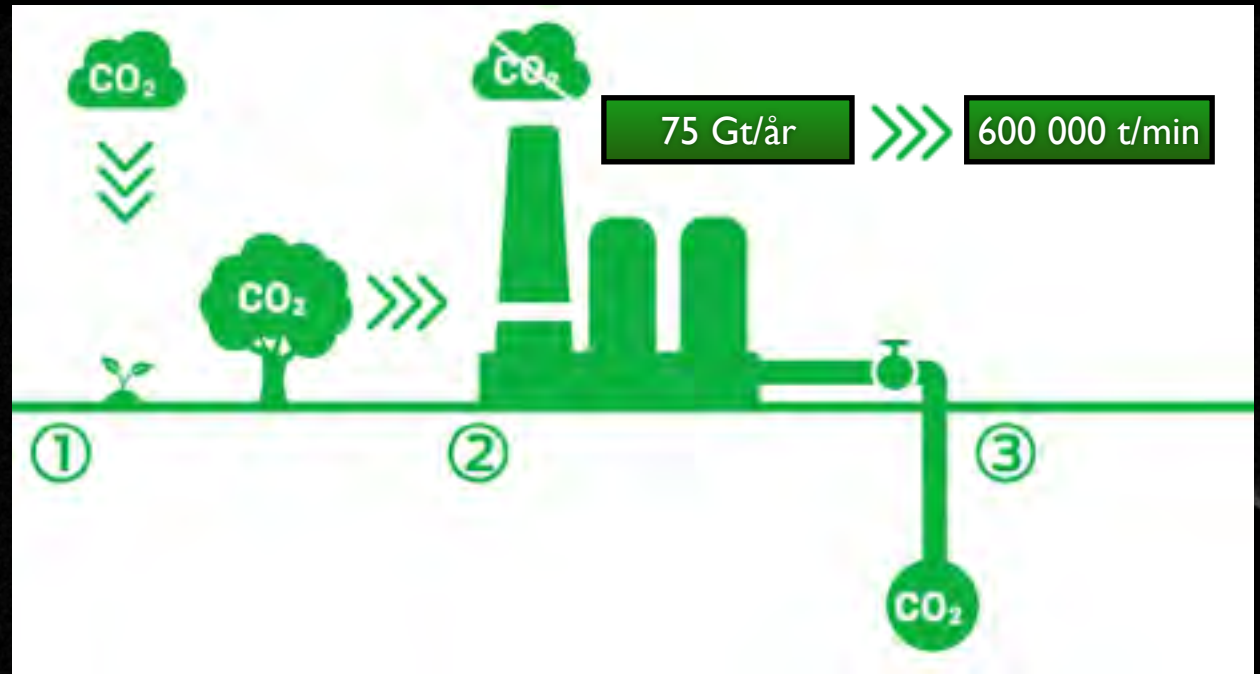
ASPO Sverige

M/T Sirius Star lastar 350000 m³ olja. VLCC

75 Gt/år så behövs 2 av dessa PER minut.

Scientific American bedömer (USD 100 – 300 per ton), 10 – 30 procent av global BNP.

Fem kronor kilot. Det svarar mot ungefär 12 kronor för en liter bensin



M/T Sirius Star lastar 350000 m³ olja. VLCC

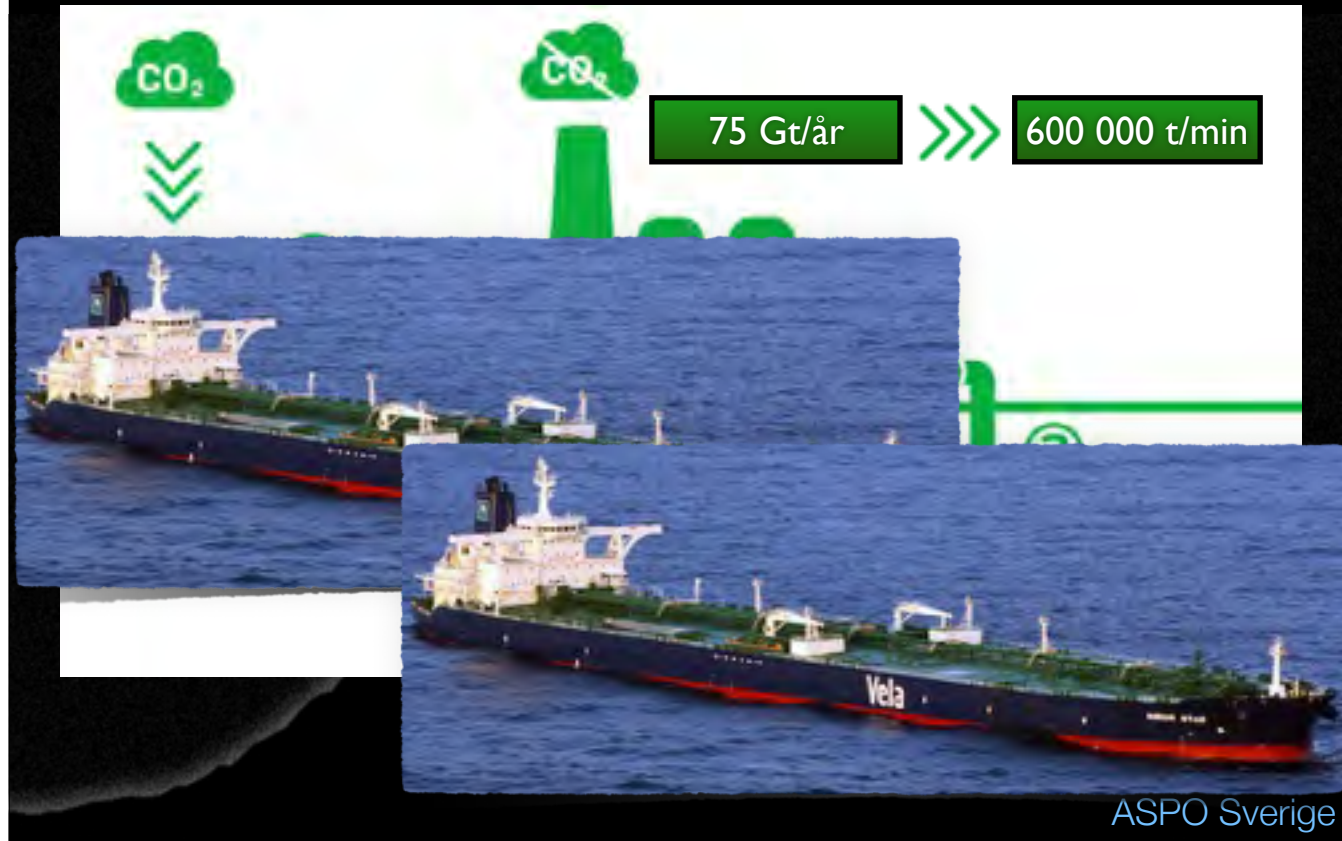
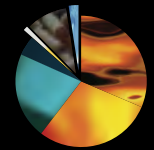
75 Gt/år så behövs 2 av dessa PER minut.

Scientific American bedömer (USD 100 – 300 per ton), 10 – 30 procent av global BNP.

Fem kronor kilot. Det svarar mot ungefär 12 kronor för en liter bensin



BECCS



M/T Sirius Star lastar 350000 m³ olja. VLCC

75 Gt/år så behövs 2 av dessa PER minut.

Scientific American bedömer (USD 100 – 300 per ton), 10 – 30 procent av global BNP.

Fem kronor kilot. Det svarar mot ungefär 12 kronor för en liter bensin



”Grön energi”

- 1) Gräva upp icke förnybara resurser.
- 2) Transportera det runt jorden.
- 3) Omvandla det till produkter.
- 4) Kalla det sedan för hållbart och miljövänligt.

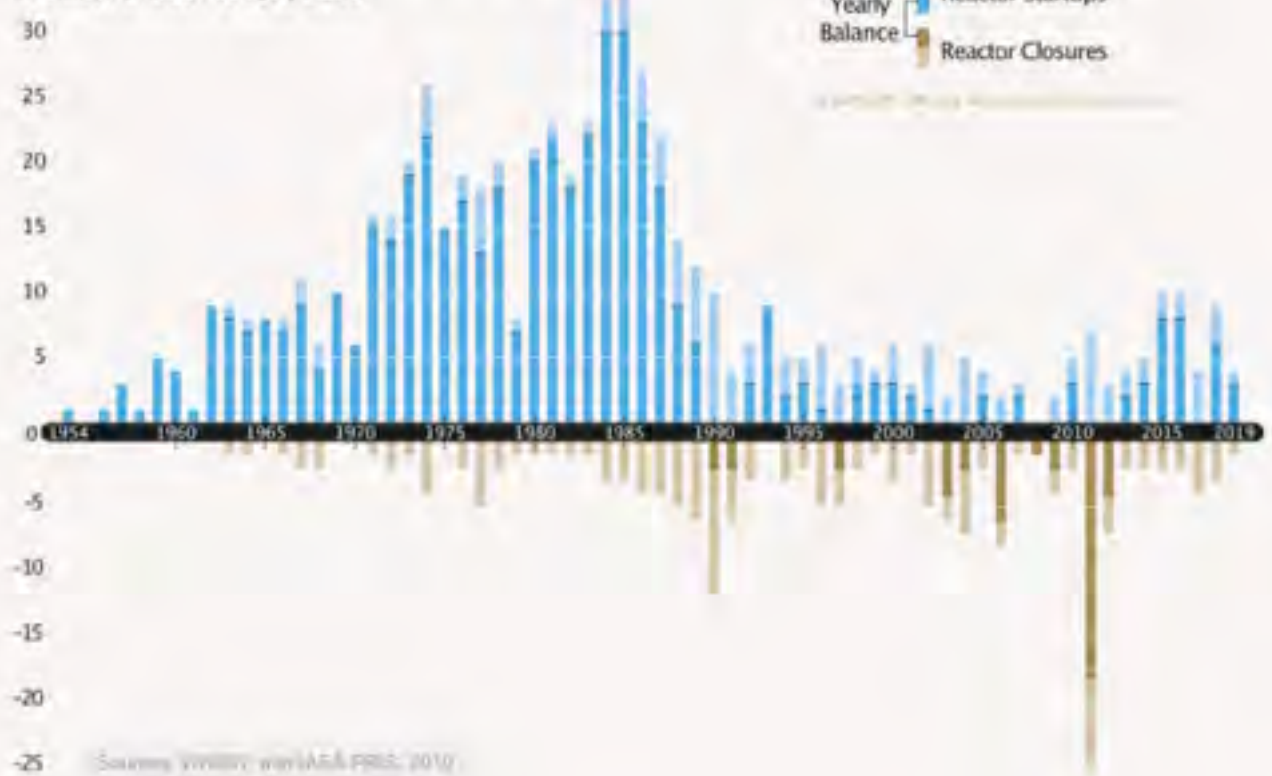


ASPO Sverige

	Fossila bränslen	"Grön teknologi"
Utvinning	Kräver storskalig ohållbar utvinning av metaller och andra resurser	Kräver storskalig ohållbar utvinning av metaller och andra resurser
Produktion	Globala industriella produktionsprocesser som kräver energiintensiva teknologier.	Globala industriella produktionsprocesser som kräver energiintensiva teknologier.
Föroreningar	Extrema föroreningar frigörs initialt vid exploatering, utvinning och genom konsumtion. Föroreningarna är ofta synliga vid platsen för konsumtionen.	Extrema föroreningar frigörs initialt vid exploatering, utvinning och avveckling. Föroreningarna är ofta osynliga vid platsen för konsumtionen.
Mänskliga rättigheter	Bidrar till resurs konflikter, exploatering av arbetskraft, och kränkning av Mänskliga rättigheter över hela världen.	Bidrar till resurs konflikter, exploatering av arbetskraft, och kränkning av Mänskliga rättigheter över hela världen.
Demokrati	Teknologin kontrolleras till stor del av multinationella företag. Mycket kapitalintensiv. Småskaliga lösningar i det närmast omöjliga.	Teknologin kontrolleras till stor del av multinationella företag. Mycket kapitalintensiv. Småskaliga lösningar i det närmast omöjliga.

Reactor Startups and Closures in the World

in Units, from 1954 to 1 July 2019



Average Annual Construction Times in the World from 1954 to 1 July 2019
by Grid Connection Date



Kärnkraft

1) Lättvatten reaktorn

2) Breeder reaktorn

3) Thorium reaktorn

4) Fusionsreaktorer

10) Dyrt

11) Begränsade resurs

12) Farligt avfall

13) Hög risk

20) Dyrt

21) Högaktivt avfall Pt

22) Hög risk

30) Dyrt

31) Inte tekniskt klart

32) Komplex

40) 40 år bort

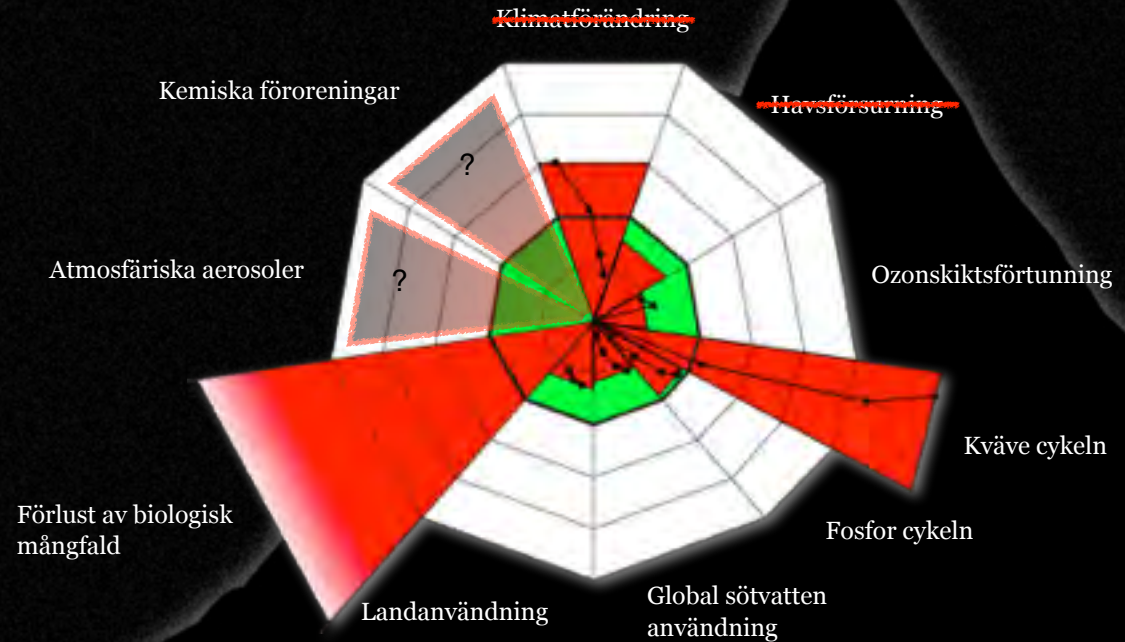
41) Dyrt

42) Komplex



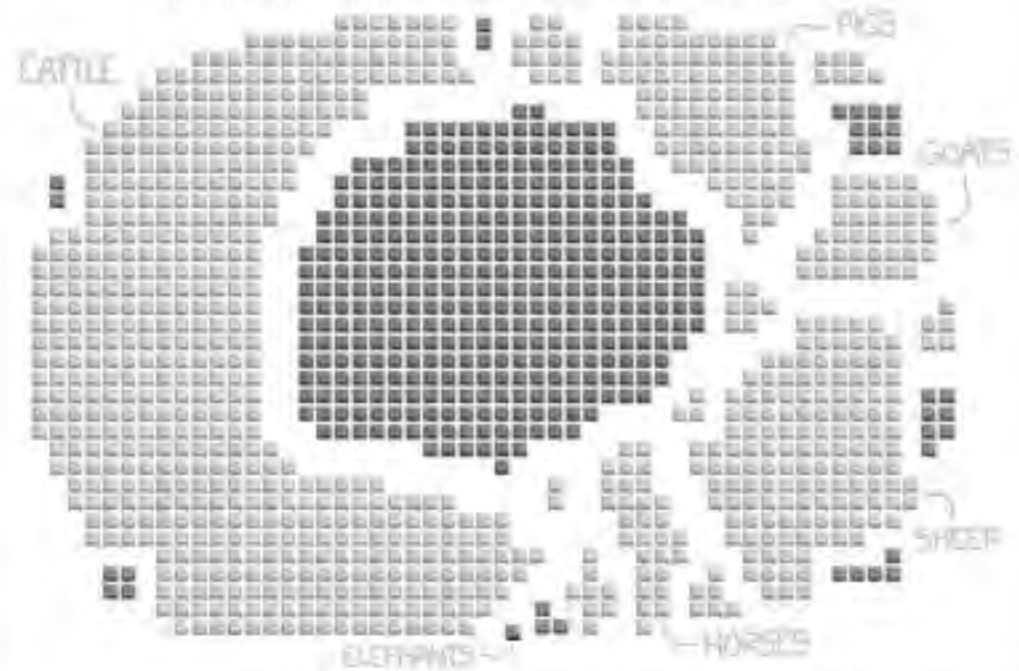
Kärnkraft som alternativ energi mot de 9 gränserna

- ★ Producerar el inte flytande bränslen
- ★ Kräver stabila samhällen.



EARTH'S LAND MAMMALS BY WEIGHT

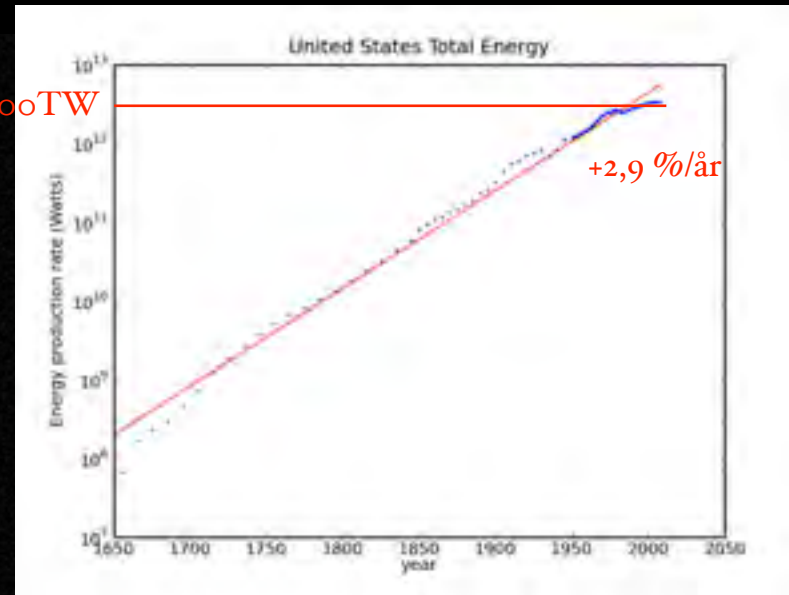
■ HUMANS ■ OUR PETS AND LIVESTOCK ■ WILD ANIMALS





Tillväxtens gränser

12 000TW



Solceller

+2,3 %/år

275 år

+7 000TW

100 % av landytan

Från Do the Math

ASPO Sverige

Efter 400 år med 2,3% tillväxt så blir Jorden för het!



Var har dessa alternativ energikällor gemensamt?

Prioriterar vårt levnadsätt
inte allt liv på planeten.



BrightSource Energy's Ivanpah solar power plant

ASPO Sverige



Ett predikament eller hur?



Tack

ASPO Sverige



Appendix A

Fysikaliskt arbete, övervinner en kraft och förflyttar ett föremål

Effekt; Energiomvandling per tidsenhet.

Energi möjlighet att utföra arbete. Utan energi blir inget gjort.

Energiformer bla

- ☐ Rörelseenergi
- ☐ Lägesenergi
- ☐ Kemisk energi

Exergi kvalitetsfaktor

- ☐ El =1
- ☐ 100°C varmt vatten = 0,21
- ☐ 20°C varmt vatten = 0,06

Emergy; energi i en form som är inbäddad i någon annan form av energi, vara eller tjänst.



Appendix A fort.

ERoEI = Energy Return on Energy Invested,
Nettoenergi

ELM = Export Land Modelen

Drifttid i timmar (h)

Utnyttjningstid $h = \text{Energi/Effekt. (kWh/kW)}$

Verkningsgrad η ; förhållandet mellan nyttiggjord
och tillförd energi

Jevons paradox.

Surplus Energy Economics



Appendix B.

Litteratur:

- ✓ Gratlunchen. Eller varför det är så svårt att förstå att allt har ett slut. Therese Uddenfeldt
- ✓ Olja för Blåbär, Energi, Makt och Hållbarhet, Johan Landgren och Robert Hansson
- ✓ The Collapse of Complex Societies, Joseph A. Tainter
- ✓ The World after cheap oil, Rauli Partanen, Harri Poloheimo och Heiki Waris
- ✓ World Made by Hand, James Howard Kunstler
- ✓ 1493 Uncovering the new world Columbus, Charles Mann
- ✓ The long descent, John M. Greer
- ✓ Why your world is about to get a whole lot smaller, Jeff Rubin
- ✓ Entropy A new world view, Jeremy Rifkin



Appendix B fort.

Litteratur:

- ✓ Our Renewable Future, Richard Heinberg
- ✓ En värld Drogad av olja, Kjell Aleklett
- ✓ Green Illusions, Ozzie Zener
- ✓ 1493 Uncovering the new world Columbus, Charles Mann
- ✓ Energy and the English Industrial Revolution, E.A. Wrigley
- ✓ The fall of Rome and the end of civilization, Bryan Ward-Perkins
- ✓ Denial: Self-Deception, False Beliefs, and the Origins of the Human Mind, Ajit Varki and Danny Brower
- ✓ Overshoot The Ecological Basis of Revolutionary Change, William R. Catton
- ✓ The Limits to Growth, Dennis Meadows, Jörgen Randers
- ✓ Twilight in the Desert, Matthew R. Simmons