

# Den grænseløse vækst

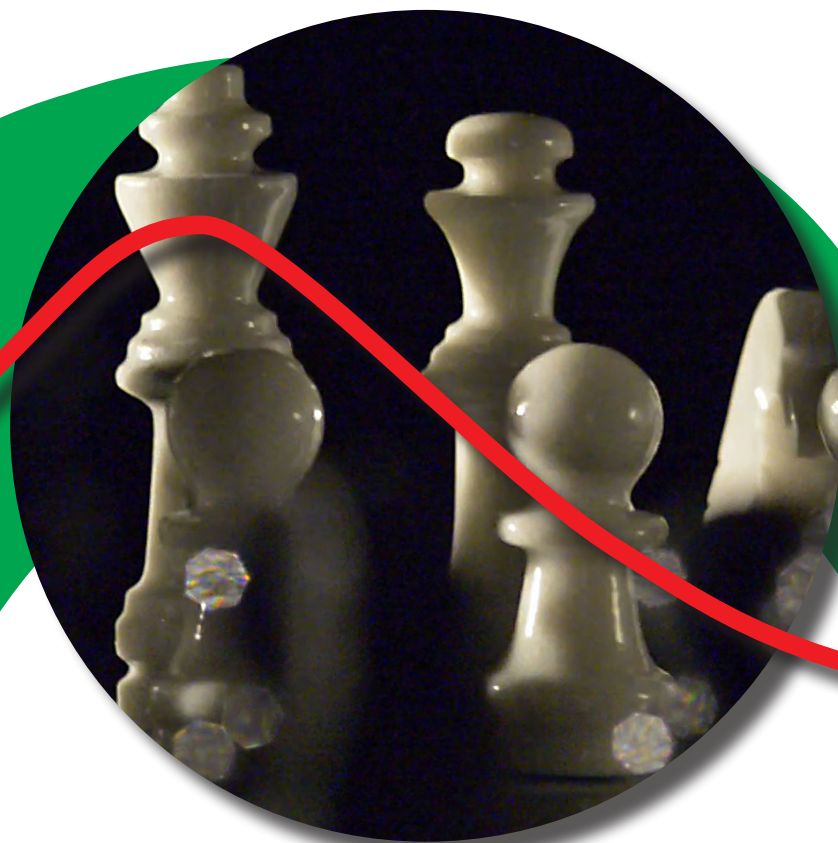
## Er eksponentiel vækst mulig?

Siden den såkaldte finanskrisen begyndte i 2008, har vi næsten dagligt hørt politikere og økonomer tale om vækst. "Vi skal sætte gang i væksten", "Vi skal have en vækstpakke for at kickstarte væksten" – uendelige gentagelser af det samme vækstmantra har lydt fra både højre og venstre side af det politiske spektrum.

Men hvad er det egentlig for en vækst, der tales om, og hvorfor betyder den tilsyneladende så meget? Vi er jo ikke ligefrem blevet fattigere. I hvert fald ikke

i Danmark, som på trods af finanskrisen og en masse snak om økonomisk nedtur stadig er blandt verdens allerrigeste lande.

Men vækst er nødvendig for at bibeholde beskæftigelse og velfærd, siger politikerne. Spørgsmålet er så, om vi overhovedet kan regne med at vende tilbage til de "gyldne" væksttider - om drømmen om den uendelige vækst overhovedet er realistisk, eller om vi allerede har overskredet grænserne for, hvor meget vores materielle forbrug kan vokse.



**NOAHs Forlag**  
2015

## Hvad er vækst?

Vækst er et velkendt begreb. Vi kender vækst fra naturen og os selv. Træer vokser, ihvertfald indtil et vist punkt. Mennesker vokser, fra de bliver født, til de er blevet voksne. Befolkningstallet på jorden vokser.

Men hvad mener økonomer og politikere egentlig, når de siger, at væksten må i gang igen, og at det er nødvendigt med vækst for at holde hjulene i gang. Vi kender flosklerne til bevidstløshed, men hvad dækker de egentlig over?

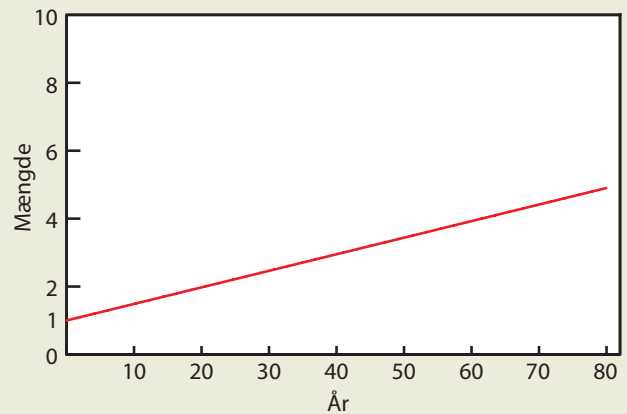
### Lineær vækst

De fleste forestiller sig vækst som en lineær proces. Det vil sige, at det, man begynder med, vokser med en fast størrelse i et konstant tidsrum. Hvis man for eksempel begynder med at have 100 kr., og derefter lægger 5 kr. til side hvert år, vokser ens pengemængde med 5 % årligt i forhold til udgangsbeløbet. Efter 10 år har man 150 kr. og efter 20 år 200 kr. osv. Udviklingen er lineær.

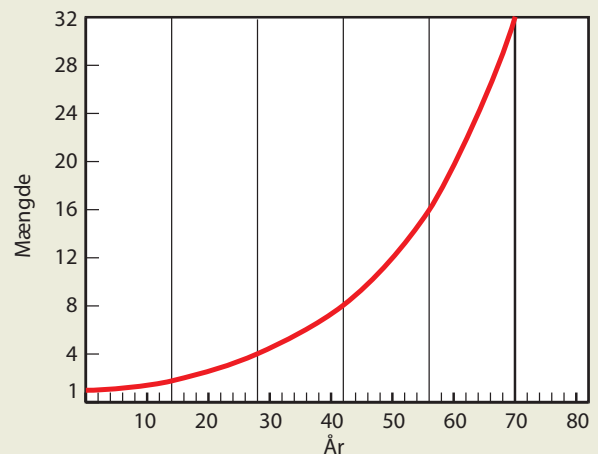
### Eksponentiel vækst

Men når politikere og økonomer taler om vækst, er det normalt ikke lineær, men eksponentiel vækst, de taler om. Her vokser mængden ikke med en procentdel af udgangsmængden, men med en procentdel af den mængde, man til enhver tid har til sin rådighed. Hvis man begynder med de samme 100 kr. og frem for at lægge 5 % af udgangsbeløbet til side hvert år, lader pengene forrente f.eks. på en bankkonto med 5 % årligt, vil man efter det første år have 105 kr., efter det andet år 105 kr. + 5 % af 105 kr., dvs. 110,25 kr., efter det tredje år 115,76 kr. Herefter går det hurtigere og hurtigere, og allerede efter 14 år er de oprindelige 100 kr. fordoblet til 200 kr., efter 28 år firedoblet til 400 kr., efter 42 år 800 kr. osv.

Selv hvis væksten i procent var væsentlig lavere end den lineære vækst på 5 procent, vi begyndte med, så ville den eksponentielle vækstkurve meget hurtigt komme over den lineære. Den eksponentielle vækstkurve er altså kendetegnet ved, at væksten er meget langsom i begyndelsen af kurven, men den stiger hurtigere og hurtigere med tiden og ender med at gå næsten lodret i vejret.



*Lineær vækst. Væksten er en fast størrelse pr. tidsenhed. For eksempel kan forbruget vokse med en fast mængde pr. år*



*Eksponentiel vækst. Væksten udgør en procentdel af den til enhver tid eksisterende mængde. For eksempel kan forbruget stige med 5 procent om året.*

### Sådan beregner du eksponentiel vækst

$$K_n = K_0(1+r)^n$$

Hvor:

$K_n$  = slutværdi

$K_0$  = startværdi

$r$  = vækstprocent som decimal

$n$  = antal af ændringer

Med en startværdi på 100 kr. og en vækst på 3,5 % har du f.eks. efter 20 år:

$$100(1+0,035)^{20} \text{ kr.} = 199,98 \text{ kr.}$$

## Eksempler på eksponentiel vækst

Forestil dig, at du i Parken i København sidder lænket til en stol på den øverste række på tribunen og herfra overværer følgende: Klokkeren 12.00 placeres der midt på banen én magisk dråbe vand, der fordobler sit volumen hvert minut. Forestil dig endvidere, at Parken er vandtæt. Hvornår vil Parken være fuldstændig fyldt med vand? Efter en dag? Efter en uge?

Nej, efter ca. 43 minutter. Allerede klokken 12.43 vil du begynde at drukne, hvis ikke du inden da er kommet fri af dine lænker. På mindre end tre kvarter har den oprindelige, beskedne dråbe vand formået at fylde hele Parken. Måske opdager du først faren for alvor, når Parken er kvart fyldt med vand. Men på det tidspunkt har du kun to minutter tilbage, før vandmængden er firedoblet, og du er ved at drukne. Tankeeksperimentet er hentet fra Chris Martensons videokursus om økonomi ([www.chrismartenson.com](http://www.chrismartenson.com)).

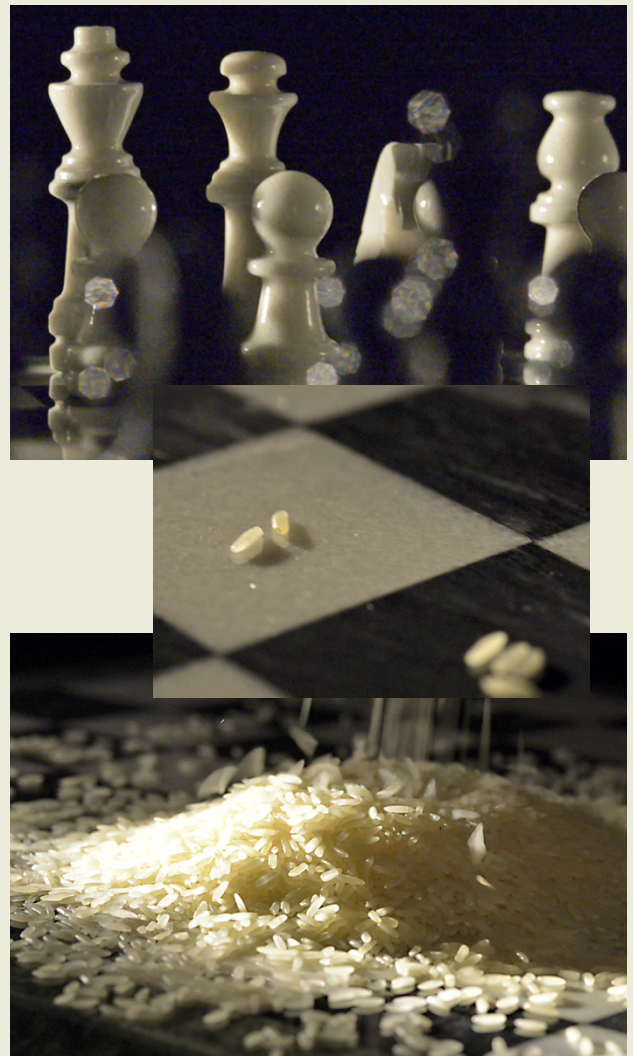
Man kan opfinde mange andre eksempler på eksponentiel vækst. Prøv f.eks. at folde et stort stykke papir sammen. De første fire til fem gange, man folder sammen, går det nogenlunde. Men forestil dig, at du kunne folde papiret, som kun er en halv mm tykt, sammen 20 gange. Teoretisk set ville det sammenfoldede papir nu være over 500 meter højt.

En af mest kendte historier om eksponentiel vækst er historien om skakspillets opfindelse. Opfinderen fik lov til at vælge sin egen belønning, da han præsenterede spillet for kejseren. Han valgte ydmygt at bede om 1 riskorn på brættets første felt, 2 på det andet, 4 på det tredje, 8 på det fjerde og så videre. Det ser jo ikke så voldsomt ud. Men faktisk betyder det, at der på det sidste felt skal ligge 18.446.744.073.709.551.615 riskorn med en samlet vægt på over 460.000.000.000 tons. En bunke på størrelse med Mount Everest.

Eksponentiel vækst er altså kendetegnet ved, at mængden vokser meget langsomt til at begynde med og bliver – afhængigt af vækstraten – ved med det et godt stykke tid. Men på et tidspunkt vokser mængden dramatisk i forhold til udgangspunktet og fortsætter med det, indtil den i den virkelige verden rammer en fysisk grænse.



*Hvor hurtigt tror du, Parken i København vil fyldes med vand med en magisk dråbe, der fordobler sit volumen hvert minut?*



*Begynder man med et riskorn på det første felt af et skakbrædt og fordobler antallet for hvert af de 64 felter, ender man med en bunke på størrelse med Mount Everest. Mere ris, end der bliver dyrket i hele Kina.*



## Vækst i menneskets verden

Ekspontentiell vækst er altså eksplosiv vækst, som vi normalt aldrig ser i naturen, bortset fra når der er tale om sygdom som vildtvoksende kræftceller, eller når mennesket på en eller anden måde griber ind i naturen. Det kan f.eks. ske ved at indføre arter, som ikke har naturlige fjender i det økosystem, hvori de bliver indført. Det kan føre til en ekspontentiell vækst i den såkaldt invasive art indtil det punkt, hvor den tilgængelige føde sætter en stopper for yderligere vækst med store skader på økosystemet til følge.

Man kan næsten sige, at mennesket med sin succes og sin evne til at overvinde de naturlige fjender, der kunne holde menneskets befolkningstal i balance, selv er blevet til en invasiv art. Men det begyndte ikke sådan. De første mange tusinde år af menneskets historie var befolkningstallet næsten stabilt. Med landbrugets indtog begyndte befolkningstallet at vokse langsomt, men den stigende befolkningstæthed gav til gengæld grobund for epidemier, som satte befolkningstilvæksten tilbage. Men omkring 1600-tallet begyndte befolkningstilvæksten at tage til, og siden da er den steget ekspontentielt. Mennesket havde på det tidspunkt brudt de grænser, som normalt begrænser den enkelte arts antal i et stabilt økosystem.

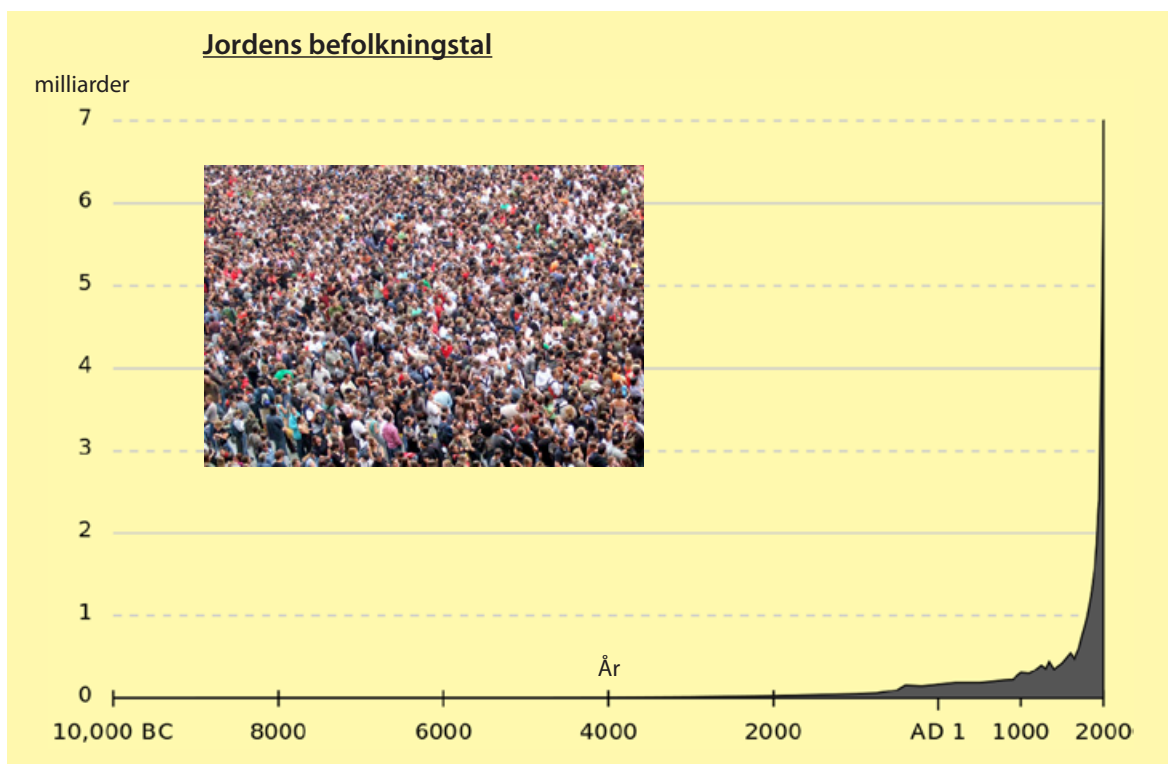
Fra ca. 500 millioner mennesker midt i 1600-tallet nåede Jordens befolkningstal i år 1900 op på 1,6



*De australske kaniner, som har spredt sig ukontrolleret, fordi de ikke har nogen naturlige fjender, er et eksempel på en invasiv art.*

milliarder, og i år 2000 havde det rundet de 6 milliarder. Befolkningstilvæksten ligger lige nu på mellem 1,1 og 1,2 procent årligt. Hvis vi forestiller os, at befolkningstilvæksten fortsætter med bare 1 procent årligt, vil vi i 2030 være 8,45 mia. mennesker, i 2050 10,3 mia. og i 2100 ca. 17 mia. mennesker på jorden.

Den eksponentielle vækst i Jordens befolkningstal må selvfølgelig ophøre på et eller andet tidspunkt. Men hvor mange mennesker kan vi egentlig være, før vi når loftet? Hvor stor er jordens bæreevne? Mange forskere mener, at grænsen ligger på et sted mellem 9 og 11 milliarder mennesker. Hvis vi skal tro på dem, har vi altså bare mellem 20 og 30 år tilbage, før vi når dertil. Hvad der så sker, kan vi kun gisne om, men det kan godt blive ubehageligt.



## Økonomisk vækst

Vi har set, at eksponentiel vækst i naturen – eller det, vi kunne kalde for den virkelige verden – ikke er en naturlig tilstand, men en tilstand, som uundgåeligt vil støde imod et fysisk loft, som vil forhindre yderligere vækst.

Men hvad så med vores økonomi. Når økonomer taler om vækst, er det normalt økonomisk vækst, der er tale om, og økonomisk vækst er for en økonom eller en politiker det samme som vækst i landets bruttonationalprodukt eller BNP. Et lands bruttonationalprodukt defineres som summen af alle de varer og tjenester, landet producerer til privat forbrug, offentligt forbrug, investeringer og eksport. BNP indeholder altså alt lige fra luksusbiler, tøj og mad til ferierejser, børnepasning, hospitalsophold og oprydning og reparationer efter stormvejr og skybrud. Det indeholder privat forbrug af synåle og bygning af motorveje. Alt, hvad der produceres, bygges og forbruges.

Den økonomiske vækst er altså den procentvise vækst i BNP fra et år til det næste. Så længe BNP vokser med en fast (eller varierende) procent hvert år, vil BNP vokse eksponentielt. Hvis BNP vokser med f.eks. 3,5 procent årligt, hvilket de fleste økonomer og politikere ser som et realistisk og ønskværdigt mål, vil BNP groft sagt fordobles i løbet af 20 år, firedobles i løbet af 40 år og ottedobles i løbet af 60 år.

Hvis det virkelig skulle ske, ville vi blive meget, meget rige i løbet af et par generationer. Men det er jo faktisk også det, der er sket, dvs. næsten. For selv om BNP er steget kraftigt efter 2. Verdenskrig, er det kun i en kort periode, det er steget med så meget som 3,5 procent. Og noget kunne tyde på, at drømmen om en uendelig økonomisk vækst ikke er meget andet end – en drøm.

### Hvad er problemet?

Problemet er, at økonomisk vækst ikke er en abstrakt ting, som eksisterer uafhængigt af den fysiske verden. Stort set alle de varer og tjenester, som skaber BNP og dermed den økonomiske vækst, er afhængige ikke bare af menneskelig arbejdskraft, men også af naturlige ressourcer som energi, metaller, ferskvand, dyrkbar jord osv.



*BNP bestemmes af så forskelligartede faktorer som reklamer, sygehusophold, udgifter ved oversvømmelser og andre naturkatastrofer.*

### Hvad er BNP?

**BNP er den samlede pengeværdi inklusive moms og afgifter af hele det offentlige og private forbrug inkl. investeringer i f.eks. ejendom og produktionsapparat. Dette inkluderer alle former tjenesteydelser samt eksport af varer og tjenester.**

### Nogle værdier, som ikke indgår i BNP:

- et godt miljø
- en sund og varieret natur
- et godt og ustresset liv
- frihed fra sundhedstruende faktorer i arbejde og fritid
- selvforsyning med mad og energi
- frivilligt foreningsarbejde



## De begrænsede ressourcer

BNP måles altså i produktion – og dermed også i forbrug af fødevarer - af materielle forbrugsgoder og af serviceydelser af alle mulige slags. Men alt dette kræver energi og råstoffer. Vores forbrug af disse ressourcer stiger stadigt hurtigere, og det samme gør belastningen af miljøet.

For i forbruget af en lang række ressourcer ser vi den samme eksponentielle vækst som i den globale økonomi. Det gælder for verdens energiforbrug, for en lang række metaller, for forbruget af kunstgødning i landbruget, men også for mere lokale ressourcer som ferskvand, fisk i havet og tilgængelig landbrugsjord. Alt sammen ressourcer, som der er begrænsede mængder af.

Den eksponentielle vækst viser sig også i degraderingen af vores miljø, i takt med at vores forbrug stiger. Verdens skove forsvinder i et stadigt stigende tempo. Det samme gør antallet af dyre- og plantearter på Jorden. Samtidig stiger koncentrationen af drivhusgasser i atmosfæren.

Overalt ser vi den samme eksponentielle vækst, som kendetegner vores økonomi og vores forbrug. Og med den nuværende udvikling vil vi uundgåeligt ramme loftet for yderligere vækst på et eller andet tidspunkt. Det største problem er måske, at advarselsslamperne som for manden på den øverste række i det oversvømmede stadion først begynder at blinke i allersidste øjeblik.

Men kan vi da ikke effektivisere vores ressourceforbrug og på den måde holde gang i væksten noget længere. Svaret er, at det kan vi, og det skal vi selvfølgelig, men det vil bare udskyde problemet i kortere eller længere tid, afhængigt af, hvor gode vi er til at effektivisere og til at genbruge. Så længe vores forbrug fortsætter med at vokse eksponentielt, vil forbruget af ressourcer også gøre det, også selv om vi kan få det til at ske i et lavere tempo.

Og der er nogen ressourcer, som er næsten umulige at bruge mere effektivt, selv med støtte af et større forbrug af andre ressourcer. Det gælder f.eks. landbrugsjord. Hverken kunstgødning, pesticider eller genteknologi kan skaffe mere landbrugsjord, når den eksisterende bliver ødelagt af tørke, erosion eller oversvømmelser på grund af klimaændringerne.



*Vores forbrug af energi og råstoffer stiger stadigt hurtigere, og det samme gør belastningen af miljøet.*



*Verdens skove forsvinder i et stadigt hastigere tempo. Det samme gør antallet af dyre- og plantearter på Jorden.*



*Frugtbar landbrugsjord er en begrænset ressource, som er under kraftigt pres bl.a. på grund af ørkendannelse og klimaændringer.*

## Ekspontiel ressourceudtømning

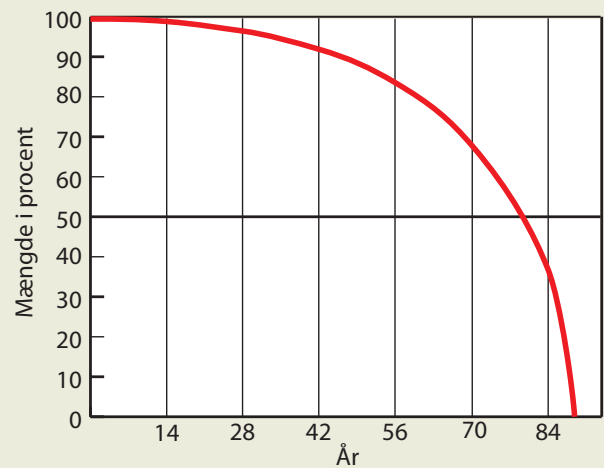
Når brugen af en ressource stiger eksponentielt, vil udtømningen af denne ressource også ske eksponentielt. Det gælder for de udtømmelige eller ikke-gendannelige ressourcer som fossilt brændsel og metaller, men også for de gendannelige ressourcer som skov og fødevarer. Som vi så i eksemplet med Parken, kan varslet også her komme så sent, at man ikke når at reagere, før det er for sent.

Et meget illustrativt eksempel på dette er kollapset af torskefiskeriet ved New Foundland i det nordøstlige USA. I lang tid helt frem til slutningen af 1950'erne var fiskeriet kun langsomt stigende fra 200.000 til lidt under 300.000 tons årligt. Med nye fiskemetoder og større både steg fiskeriet derefter eksplosivt, til det nåede op over 800.000 ton årligt omkring 1980. Derefter faldt fangsterne brat, men på trods af det fortsatte fiskeriet med fangstmængder som langsomt igen kom op over 200.000 tons årligt med mere effektive fangstmetoder.

Men pludseligt omkring 1990 kollapsede bestanden, og fiskeriet styrtdykkede til stort set nul. Endnu den dag i dag er der næsten ingen torsk tilbage ud for New Foundland, og der er ingen tegn på, at bestanden vil genvinde sin tidligere størrelse inden for en overskuelig tid.

Torskefiskeriets kollaps er et meget tydeligt eksempel på, hvad der sker, når man ikke tager hensyn til de første advarsler om, at man er ved at nå bunden af en ressource. Ved hjælp af mere effektive metoder kan man udskyde det tidspunkt, hvor en ressource kolliderer, men vi risikerer samtidig, at faldet mod bunden bliver endnu mere brat. Vi er ved at nå grænsen for to livsvigtige ressourcer, som begge er meget ulige fordelt på Jorden. Det er tilgængelig landbrugsjord og brugbare ferskvandsressourcer. Presset på begge ressourcer er stigende, samtidig med at de begge er ved at blive ødelagt af forurening, ørkendannelse og klimaændringer. Samtidig stiger befolkningstallet på Jorden fortsat.

Presset på olieressourcerne er også stadigt stigende, mens de tilgængelige ressourcer falder og bliver stadigt dyrere at udvinde. Det vil uundgåeligt betyde voldsomme prisstigninger på et eller andet tidspunkt. Hvornår ved vi ikke med sikkerhed, men måske blinker advarselsslamperne først for alvor, når vi ikke kan nå at gøre noget ved det.



*Ekspontiel ressourceudtømning. Forbruget vokser med 5 procent årligt med udgangspunkt i et forbrug på 1 procent af den samlede ressource.*



*Torskebestandens kollaps er et typisk eksempel på ekspontiel ressourceudtømning og samtidig på, hvor hurtigt det kan gå galt, når man ignorerer advarslerne fra naturens økosystemer.*

**Måske blinker advarselsslamperne først for alvor, når det er for sent at gøre noget ved det**



## Substitution af ressourcer

Hvorfor bliver politikerne så ved med at påstå, at væksten skal fortsætte for næsten enhver pris? Den enkle forklaring er, at politikernes økonomiske rådgivere siger, at det godt kan lade sig gøre. Vejen ud af problemer kalder økonomerne for "substitution" eller erstatning af de ressourcer, der er knaphed på.

Ifølge de klassiske økonomer, i Danmark repræsenteret ved f.eks. de økonomiske vismænd, kan det, de kalder for nedslidning af naturkapitalen (råstoffer, jord, vand osv.) kompenseres med en udvidelse af "videns- og humankapitalen". Eller på almindeligt dansk: større viden og forbedret teknologi kan erstatte de naturressourcer, der efterhånden går tabt.

Men er det nu også rigtigt?

I nogle tilfælde er det til en vis grad rigtigt. Man kan substituere fossil energi med vedvarende energi, og hvis vi ser bort fra biomasse, er der næsten uendelige mængder energi at tappe fra solen. Men det også råstoffer og energi at bygge vedvarende energianlæg. Og det kræver plads at opsætte dem. Også her er der grænser for, hvor meget vi kan blive ved med at øge vores energiforbrug.

Ferskvand er en af de livsvigtige ressourcer, der mange steder i verden er ved at være en kritisk knaphed på. Men, siger økonomerne, her kan man jo bare afsalte havvand. Men afsaltningsanlæg kræver store anlæg, som igen kræver store mængder råstoffer at bygge og store mængder energi at drive. Vi har rigtig nok i teorien mulighed for at substituere mange ressourcer, men i virkelighedens verden vil det altid kræve et øget forbrug af andre råstoffer og af energi, og så flytter vi bare problemet.

Der er også ressourcer, som stort set er umulige at substituere. Dyrkbar jord er en af dem. Presset på den dyrkbare jord stiger voldsomt. Samtidig forsvinder der hver dag dyrkbar jord på grund af klimaændringer og andre former for menneskelige aktiviteter. Selv en nok så høj uddannelse og nok så meget teknologi kan ikke erstatte tabt landbrugsjord.

Og i den sidste ende kan det faktisk være manglen på kapital, der med den stigende gæld også i den rige verden kan være den endelige forhindring for, at vi kan udnytte mulighederne for at effektivisere eller substituere naturressourcer.

**Ifølge den teoretiske økonomi kan nedslidning af naturkapital (læs: ressourcer) substitueres med viden- og humankapital (forskning og teknologi) stort set uendeligt. I den virkelige verden ser det meget anderledes ud.**



*Solens stråler giver os næsten uendelige mængder energi. Men det kræver både energi og råstoffer at lave vedvarende energianlæg.*



*Rent ferskvand er ved at være en kritisk ressource mange steder på Jorden. Afsaltningsanlæg kræver store mængder energi, så det er kun for de rige.*



*Dyrkbar jord kan ikke erstattes af viden. Heller ikke ved hjælp af genmodificerede afgrøder.*



### **Film og pdf-hæfter om vækst**

Dette hæfte er udarbejdet som baggrundsmateriale til filmen "Den grænseløse vækst", som kan ses på YouTube på NOAHkanalen.

Filmen og det tilhørende hæfte er en del af en serie bestående af:

#### **Den grænseløse vækst**

Hvad er eksponentiel vækst?

#### **Den korte vækst**

Er økonomisk vækst overhovedet en normaltilstand?

#### **Den grønne vækst**

Hvad dækker begrebet grøn vækst over?

#### **Den arbejdsløse vækst**

Er økonomisk vækst en betingelse for flere arbejdspladser?

Til de fire film er udarbejdet fire korte baggrundshæfter, der kan downloades som pdf-filer.

Links til både film og hæfter kan findes på NOAHs hjemmeside: [www.noah.dk](http://www.noah.dk) under materialer til undervisning.

Såvel hæfter som film er produceret med støtte fra Undervisningsministeriets Udlovningsmidler.

### **Den grænseløse vækst**

#### **Er eksponentiel vækst mulig?**

Tekst: Stig Melgaard, NOAH Modvækst

Udgivet af NOAHs Forlag,

ISBN (kun som pdf-publikation): 978-87-91237-69-0

Miljøbevægelsen NOAH,

Friends of the Earth Denmark,

Nørrebrogade 39, 2200 København N

Tlf.: 35 36 12 12

Giro: 5 5600 39

E-mail: [noah@noah.dk](mailto:noah@noah.dk)

Hjemmeside: [www.noah.dk](http://www.noah.dk)