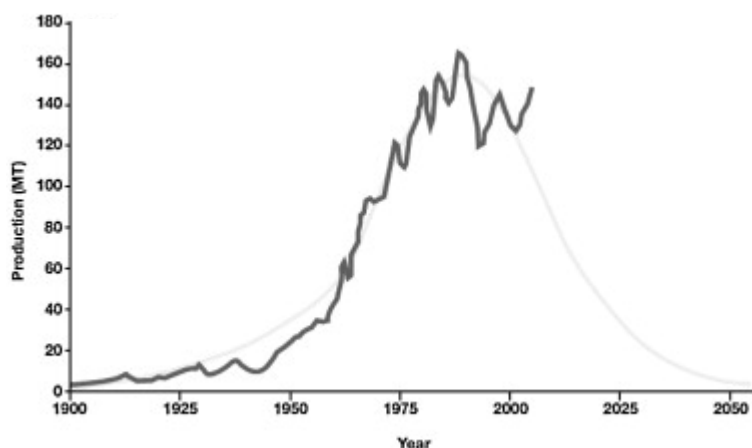


Myte: I løbet af få årtier løber vi tør for Fosfor

Fosfor er en begrænset ressource som vi graver op i store miner og gøder vores marker med. Fosfor er nemlig et essentielt næringsstof som planter, mennesker og dyr har brug for i relativt store mængder. Vi kommer derfor ikke udenom at grave fosforminer, og naturligt at fremskrive hvornår disse miner løber tør for fosfor.

Netop beregning af tidspunktet hvor verdens begrænsede fosforressource løber tør er genstand for mytedannelse blandt forskere, konsulenter og landmænd. Myten holdes i live på universiteter, i landbrugets videnscentre og i anerkendte medier. Mytens fortælling er at vi løber tør for fosfor i løbet af få årtier eller hundrede år. Mytens oprindelse kan spores helt tilbage til notater om bekymringer vedrørende brugen af den Amerikanske fosfor reserve i 1930'erne (Dery og Anderson, 2007), men findes også i udgivelser fra *Der Spiegel*, *New York Times* fra 2010 og 2011, i videnskabelige tidsskrifter (Cordell *et al.*, 2009) samt i pressemeddelelse fra SEGES og Økologisk landsforening fra 2014. Afsættet for den moderne udgave af myten er et notat fra 2007 af Patrick Déry og Bart Anderson. Her anvender han en matematisk tolkning kaldet Hubbert linerazation på fosforressourcen, der med stor præcision forudsagde tidspunktet hvor olieproduktionen ville falde på grund af udtømningen af ressourcen i USA. Med denne model forudsagde forfatterne at vi indenfor få årtier løber tør for fosfor (Figur 1).



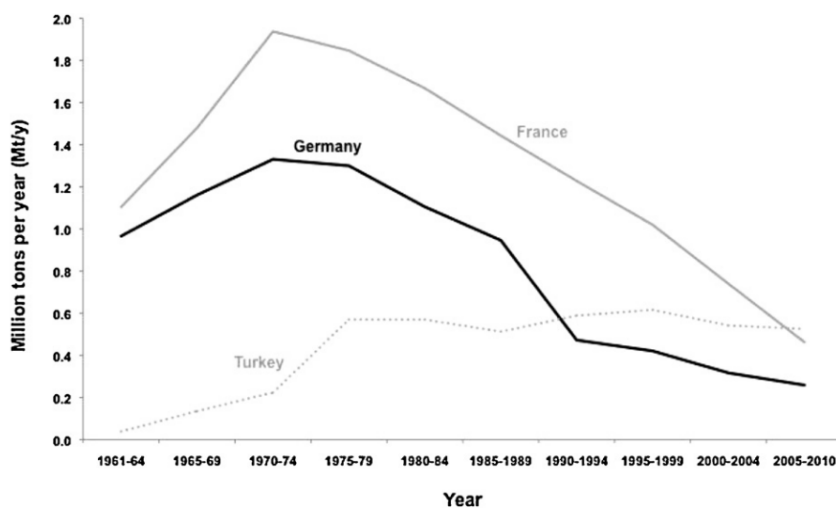
Figur 1. Verdens produktion af fosfor fra 1900 til 2008 i megaton og forudsigtelse af verdens fosforproduktion årtier frem ved hjælp af Hubbert linerazation. Modificeret fra Déry og Anderson (2007).

Det har vist sig at denne model har flere svagheder og derfor producerede modellen også en meget forkert forudsigtelse (Scholz og Wellmer, 2013). Den vigtigste fejl er i modellen at plateauet i fosforproduktionen drives af efterspørgsels og ikke tilgængeligt fosfor fra miner, som det ellers antages i modellen. Baggrunden for plateauet er derimod, at landbrug i udviklede lande inklusive Danmark, Tyskland og Frankrig har begrænset import af fosfor siden 70'erne. Baggrunden er at vi ved læring og god agronomi udnytter ny tilført fosfor bedre, miljøregulerer og bruger af vores store fosforreserver i landbrugsjord (Figur 2). Faktisk er verdens fosforressource "vokset" siden 2007 med registrering af store reserver i blandt andet Irak. Denne dynamik kendes også fra andre mineralforekomster som kul og jernmalm (Scholz og Wellmer, 2021).

Fremtidens fosfor produktion forudsiges derfor bedst med en læringskurve da størrelsen af fosforproduktionen er afhængig af efterspørgsel som falder med læring. Sådant en kurve begynder med en indledende eksponentiel udvikling efterfulgt af et plateau. Hvis det globale syd skal igennem samme udvikling indenfor landbrug som vi har set i Danmark, vil fremtidens fosforproduktionen altså ligne den udviklingen vi har set historisk (Figur 1). Konsekvensen vil være en gentagelse af en høj og eksponentiel stigning i verdens fosfor

produktion efterfulgt at et plateau hvis det globale syd lærer at bruge fosforressourcen effektivt. Hvis det globale syd ikke udvikler sig mod større udbytter og bruger mere fosfor, vil vi se en uændret og stagneret niveau for fosforproduktion i fremtiden.

Vi har fosfor til rigtig mange år i reserveerne. Hvis vi antager at fosforproduktion fortsætter med at ligge på det aktuelle niveau på 0.22 Gt om året, og at der ikke findes flere fosforforekomster, har vi nok fosfor til 1600 år. Selvom produktionen af fosfor skulle stige, er 1600 år en i helt anden størrelsesorden end få årtier. Det betyder at vi ikke mangler fosfor som vi kan udvinde i de næste mange generationer. Desuden har vi fosfor til endnu flere år hvis vi bliver bedre til at udnytte og genanvende fosfor, og højere fosforpriser vil øge den mængde ressourcer som det er profitabelt af udnytte. Der er mange faktorer som påvirker fosforressources størrelse, og den skal derfor betragtes som en dynamisk størrelse (Scholz og Wellmer, 2013).



Figur 2. Eksempler på forløb af fosforimport i lande med en udviklet landbrugssektor med højere effektivitet af fosforgødning og fokus på udnyttelse af eksisterende fosforreserver i landbrugsjord. Modificeret fra (Scholz og Wellmer, 2013).

Af flere grunde skal vi dog fortsat passe på vores fosforressource ved at genanvende fosfor og øve os i at udnytte den fosfor vi gøder med bedst muligt. Fosfortilførsel forringer kvaliteten af vores vandmiljø og dele af fosforressourcen er kontamineret med stoffer som Cadmium, der tages op af planter og forringer kvaliteten af vores fødevarer. Desuden findes størstedelen af verdens fosforreserver i få lande, hvor majoriteten af forekomster er i Marokko, Brasilien, Rusland og Kina (Geissler et al. 2019). Der er derfor både politiske, ernærings og miljømæssige argumenter for at udvikle teknologi og agronomi til bedre gødningseffektivitet og genanvendelse af fosfor.

Kilder:

Scholz, R.W., Wellmer, F.W. Endangering the integrity of science by misusing unvalidated models and untested assumptions as facts: General considerations and the mineral and phosphorus scarcity fallacy. *Sustain Sci* **16**, 2069–2086 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11625-021-01006-w>

P. Déry, B Anderson, Peak phosphorus, *Energy Bulletin* (Online) (2007)

Scholz, R. W., Wellmer, F. W. Approaching a dynamic view on the availability of mineral resources: What we may learn from the case of phosphorus? *Global Environmental Change*, ISSN: 0959-3780, Vol: 23, Issue: 1, Page: 11-27 (2013)

D. Cordell, J.-O. Drangert, S. White. The story of phosphorus: Global food security and food for thought *Global Environment Change.*, 19 (2009), pp. 292-305

B. Geissler, M.C. Mew, G. Steiner. Phosphate supply security for importing countries: developments and the current situation. *Science of The Total Environment*, 677 (2019), pp. 511-523, 10.1016/j.scitotenv.2019.04.356

Promilleafgiftsfonden for landbrug