

Forstå kvælstofs betydning på ti minutter – speciel pixi-udgave for bl.a. politikere:

## Den forkludrede vandplanlægning

*Aarhus Universitet (AU) har endnu en gang genberegnet målbelastningen for udledning af kvælstof. Nu anses de gældende vandplaners målbelastning på 44.700 tons N ikke længere for nok. For den kommende tredje vandplanperiode er AU nu nået helt ned på 36.600 tons N. AU foreslår hermed en totalt urealistisk skærpelse af et i forvejen skrappt reduktionsmål.*

Det er ikke første gang, AU skærper målet – det er sket mange gange. Og enhver skærpelse af N-kravet lægger grunden til den næste skærpelse. For hver gang det lykkes at reducere udledningerne af N, fører det naturligvis til stærkere kvælstofbegrænsning, og denne kvælstofbegrænsning misbruges gennem urealistiske regnemodeller til at stille nye krav om yderligere reduktion af N. Denne udvikling vil fortsætte, så længe Danmark tillader anvendelse af fejlbehæftede modeller med "Skruen-uden-ende-effekt".

Derfor er kravet om de 36.600 t N ikke blot totalt urealistisk, men også fagligt forkert og unødvendigt.

Den basale teori bag kvælstofmodellerne er en forkert definition af begrebet "kvælstofbegrænsning". Misbrug af Justus von Liebig's "minimumslov".

### Fejlslutning i 1980'erne

Det gik skævt i 1986, da iltsvindet i nogle danske kystvande kulminerede med det "berømte" iltsvind nord for Gilleleje, hvor nogle døde hummere blev bragt i havn og forevist på TV under stor dramatik i bedste sendetid. DN's daværende direktør krævede hurtig handling - "ikke tid til flere undersøgelser". Og der blev ikke tid til seriøse overvejelser.

Af samme grund blev der ikke involveret egentlig videnskab i diagnosen: En havbiolog ved Danmarks Miljøundersøgelser (DMU), der i øvrigt var bror til fiskeren, der landede de døde hummere, "skød fra hoften" med en forklaring, som ingen i Miljøstyrelsen eller ministeriet evaluerede. Der blev i hast udsendt en pressemeddelelse om, at iltsvindet skyldtes landbrugets udledning af kvælstof. Havbiologen har senere beskrevet, hvorledes han nåede frem til sin diagnose: *"Fra Bæltprojektet vidste vi, at primærproduktionen hovedsagelig var kvælstofbegrænset (styret af tilførslen af kvælstof). Det eneste sted i samfundet, hvor der var sket en markant stigning i anvendelsen af kvælstof, var i landbruget."*

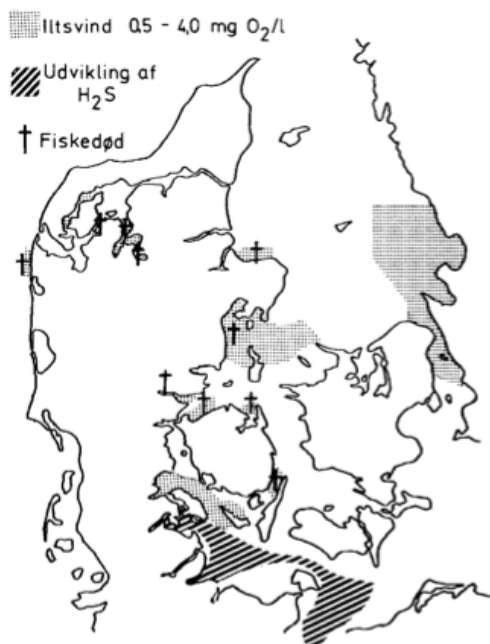
Her ligger en eklatant fejlkonklusion: Kvælstofbegrænsningen kan umuligt skyldes "en markant stigning i anvendelsen af kvælstof"! Dette ville netop aldrig føre til kvælstofbegrænsning, men derimod til fosforbegrænsning.

### Forkert diagnose – forkert løsningsmodel

Den konstaterede kvælstofbegrænsning i iltsvindsområdet var et resultat af massiv forurening (herunder af fosfor) fra København og svenske Øresunds-byer. I mange år før fangsten af de døde hummere havde København hvert år udledt ca. 1 mio. tons slam i Øresund, hvor den dominerende nordgående strøm førte det nordpå. Efter "flaskehalsen" Helsingør-Hälsingborg bredes strømmen ud, så hastigheden aftager, og slampartiklerne

bundfældes i området nord for Gilleleje på den danske side og i Skälderviken og Laholmsbukten på den svenske side. Det var præcis de områder, der var ramt af iltsvind i 1980'erne, se figuren fra NPo-redegørelsen fra 1984, der viser situationen i 1981.

Figur 5.4.9. Registreret minimumsudbredelse af iltsvindsområder, lokaliteter med tilfælde af fiskedød samt områder med svovlbrinteudvikling i 1981.



Kilde: Iltsvind og fiskedød 1981, Miljøstyrelsen 1984.

Renseanlæg Lynetten, der var etableret i 1980, havde stadig hyppige driftsforstyrrelser. Så sent som i 1984 og 1985 udledtes ca. 200.000 tons slam om året. Det var mange tusinde procent over det tilladte, og Miljøankenævnet pålagde Lynetten et drastisk krav om at halvere slamudledningen hvert halve år, indtil man nåede ned på 1/16 eller 440 tons.

### Fortsat fejldiagnose

Den falske diagnose om kvælstof er stadig basis for myndighedernes miljøindsats (kvælstofmodellerne). Seniorforsker Karen Timmermann, DCE, Aarhus Universitet, bekræftede på Plantekongressen i januar 2017, at Aarhus Universitet, som er ansvarlig for myndighedsbetjeningen, fortsat bygger sin strategi på Justus von Liebig's minimumslov (1855). Dette er katastrofalt, fordi Justus von Liebig's teori netop ikke gælder i forbindelse med havets økosystem. Den gælder kun i lukkede systemer (f.eks. laboratorieforhold) afskåret fra havets økosystem. Derfor har professor Stiig Markager, Aarhus Universitet, ikke belæg for sin ofte fremførte påstand om, at dansk landbrugs udledning af kvælstof er "den afgørende faktor" for miljøproblemerne i kystvandene. Kvælstof er én blandt mange faktorer – og kvælstof fra landbruget er kun en del heraf. Den primære faktor er fosfor. Uden relativt høj fosforkoncentration (N:P < ca. 7) opstår der nemlig overhovedet ikke kvælstofbegrænsning!

I øvrigt har kvælstofindgrebene andre fejl, fordi tiltagene sættes ind uden hensyn til forskellige vandområders forskellige forhold og uden hensyn til udledningens årstid. Der tages således ikke hensyn til, at kvælstofudledning om vinteren - uden for algernes vækstsæson – forsvinder med havstrømmene og derfor er uden betydning.

## I havets økosystem drejer det sig om balance

Justus von Liebig's teori er altså ubrugelig i havets økosystem, hvorimod oceanografen Alfred C. Redfields balanceteori (1934) her er relevant. Som andre biologiske processer er det også her ligevægte, der bestemmer processerne.

Spændingen mellem de to teoretiske platforme er voldsom, fordi de angiver helt forskellige (faktisk modsat rettede) indsatskrav i den samme situation.

Her har Danmark siden 1980'erne ensidigt bygget miljøindsatsen på den forkerte teori og dermed ignoreret den rigtige. Før eller siden skal denne fejl naturligvis erkendes og rettes (økosystemet overgiver sig ikke).

## Kvælstofnormerne har skadet CO<sub>2</sub>-regnskabet

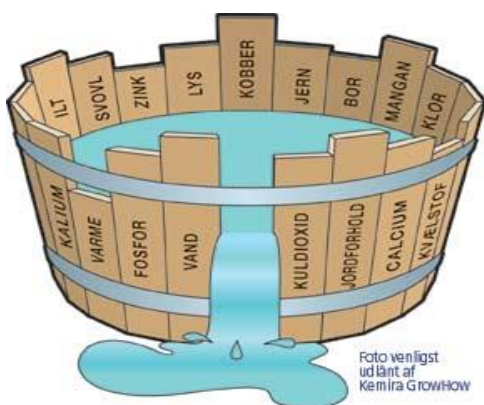
Kvælstofnormerne har begrænset landbrugets anvendelse af den essentielle produktionsfaktor kvælstof, hvilket har medført mindre udbytter og lavere proteinindhold i afgrøderne. Underforsyningen med kvælstof har samtidig skadet Danmarks klimaregnskab pga. mineralisering af jordbunden med CO<sub>2</sub>-emission/manglende CO<sub>2</sub>-binding til følge.

Omvendt har kvælstofnormerne ikke haft den tilsigtede effekt på havmiljøet. Den forbedring, der er sket på havmiljøet siden de voldsomme iltsvind i 1980'erne, skyldes andre faktorer – hovedsagelig bedre rensning af spildevand for organisk stof og fosfor. Men fosforrensningen er dog stadig langt dårligere end i vore nabolande, fordi prioriteringen gennem årtier har været forkert med hovedvægten kvælstof.

Helt aktuelt gives problematiske tilskud til vådområder, der begrænser kvælstofudledningen, men samtidig har den alvorlige bivirkning, at de forøger den mere skadelige fosforudledning ("fosformobilisering") og dermed gør ondt værre i kystvandene.

## Laboratorieforsøg contra virkeligheden

I et lukket system vil reduceret kvælstoftilførsel nedsætte produktionen, hvis der er "kvælstofbegrænsning":



Karet illustrerer Justus von Liebig's minimumslov: Produktionen begrænses af den produktionsfaktor, der er i underskud i forhold til behovet.

Hvis kvælstof er i underskud, kan (alge)produktionen altså begrænses ved begrænsning af kvælstoftilførslen.

Men Liebig's minimumslov gælder principielt kun for en veldefineret plante i et lukket system i laboratoriet – afskåret fra havets økosystem. Hvis der er forbindelse til åbne havområder, transporteres næringsstofferne rundt (flux).

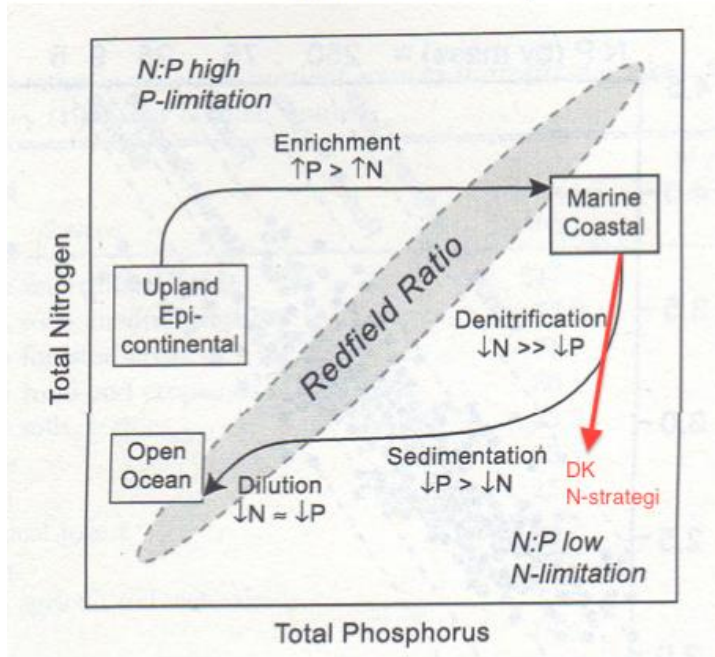
Det kan slås fast, at tilstanden "kvælstofbegrænsning" absolut ikke skyldes kvælstofudledning, men derimod overskud af fosfor – i reglen som følge af udledning af

spildevand fra afløbssystemer med lavt N:P. Derfor findes fysiologisk "kvælstofbegrænsning" kun i områder, der er stærkt belastet af fosfor.

### Skematisk skift i N/P i afløbsvand

(Tilføjet rød pil viser virkningen af den danske kvælstofstrategi)

Efter J. A. Downing, Iowa State University, 1997



Det ovale felt "Redfield Ratio" illustrerer det forhold mellem kvælstof og fosfor, der er optimalt for økosystemet.

Professor John A. Downing resumerer sine undersøgelser på følgende måde:

*I vandsystemets øvre ferske vande, der hovedsagelig stammer fra nedbør med højt N:P og fra afstrømning fra "urørte" områder med højt N:P, er P-koncentrationerne lave, N:P er højt, og primærproduktionen er stærkt P-begrænset. Efterhånden som vandet bevæger sig ned gennem vandsystemet, tilføres P gennem afstrømning fra afløbssystemer med lavt N:P. Det betyder, at P stiger, og N:P falder, hvilket resulterer i hyppigere N-begrænsning af primærproduktionen og opblomstringer af N-fikserende cyanobakterier. Denne næringsberigelse finder sted i varierende grad, afhængig af oplandets størrelse, arealanvendelse og beboelsesomfang.*

*Den indsatte røde pil viser, at den danske ensidige indsats mod kvælstof i realiteten modarbejder økosystemets naturlige regulering af N:P ratio i retning af den ideelle balance.*

### Konklusion

Det er helt afgørende, at der nu med mere end 30 års forsinkelse gøres op med misforståelsen om, at tilstanden "kvælstofbegrænsning" betyder, at kvælstofudledningen skal begrænses. Ifølge moderne økologisk støkiometri viser "kvælstofbegrænsning", at der er for meget fosfor i økosystemet (jfr. NPo-redegørelsen side 19).

Det er vigtigt at forstå, at Justus von Liebig's minimumslov gælder i kontrollerede laboratorieforsøg, men ikke hører til i det åbne havmiljø. Her er det Redfields balanceteori, der er relevant. At det forholder sig således, underbygges af bl.a.:

- NPo-redegørelsen fra 1984
- professor David Schindler, Canada, og professor Robert Hecky, USA, fra 37 års fuldskala studier afsluttet i 2006
- professor John A. Downing, USA, studier fra 1990'erne og frem
- professor Patricia M. Glibert, USA fra 2011
- professorerne Robert W. Sterner og James J. Elser: Ecological Stoichiometry
- Det internationale evalueringspanel fra 2017

Beviserne for Danmarks fejltagelse i vandmiljøet er eklatante.

Fagligt og videnskabeligt er kvælstofs betydning klarlagt. Den store udfordring er af pædagogisk og politisk karakter.

poul.vejby@icloud.com