



## Kvælstof

### Kort fortalt

*Udvaskningen af kvælstof fra landbrugsjorde er halveret siden 80'erne. Det er imidlertid vanskeligt at finde metoder, som kan kvantificere effekten på vandmiljøet, da der er mange andre faktorer, der spiller ind, når man bruger sigtddybde og ålegræs som indikatorer på vandmiljøets tilstand. Ålegræsværktøjet har vist sig at være upålideligt, og der mangler i høj grad viden på området. Undersøgelser fra DMU, Århus Universitet viser, at kun en mindre del af det kvælstof, der årligt udvaskes fra markerne, havner i vandløbene. På lerjorde drejer det sig om 30-50 procent, mens det på sandjord er 5-20 procent.*

Kvælstof er forudsætningen for alt liv. Det skyldes, at kvælstof, sammen med kulstof, ilt og brint og undertiden svovl og fosfor, indgår i aminosyrer, som er byggestenene i protein. I sin grundform udgør kvælstof 78 procent af den luft, vi indånder. I jorden forekommer kvælstof som organiske forbindelser og i uorganisk form hovedsageligt som nitrat og ammonium.

### Effekten på de kystnære farvande

Når kvælstof for mange er et negativt ladet ord, skyldes det, at det, efter nedbrydning af døde dyr og planter, optræder som nitrat, der er vandopløseligt og følger med nedsivende vand fra eksempelvis dyrkningsjorden til grundvand, vandløb og i sidste ende kystnære farvande.

Nitrat er som andre kvælstoffer gødning, ikke bare for afgrøderne, men også for de planter, der lever i vandet. Når mængden af nitrat i vandet øges, og alle andre nødvendige næringsstoffer er til stede, giver det derfor

en større produktivitet i fødekæden. Når mængden af næringsstoffer øges ud over en vis grænse, tilgodeses hurtigt voksende planktonalger i vandsøjlen i så stor udstrækning, at det giver et mere grumset vand, og sollyset kan ikke trænge så dybt ned, som det ellers kunne have gjort. Det betyder igen, at bundfæstede makroalger og blomsterplanter, f. eks. ålegræs, ikke kan leve på samme dybder som i mere klart vand. Der sker videre det, at når algerne dør, synker de til bunds, og omsætningen af dem er iltforbrugende. Dette kan igangsætte en negativ spiral (eutrofiering), hvor stadig mindre produktion sker ved bunden i form af ålegræs, og yderligere næringsstoffer bliver til rådighed for planktonalger. I alvorlige tilfælde kan det medføre iltsvind, og at hele eller dele af bundfaunaen dør væk.

### Nitratudvaskningen er halveret

Et af hovedformålene med de mange vandmiljøplaner, der er gennemført siden 1980'erne, har netop været at reducere nitrat-udvaskningen. Disse vandmiljøplaner har, sammen med en adfærdændring i landbruget, givet anledning til at nitrat-udvaskningen til de kystnære farvande er halveret.

Problemet er bare, at den reducerede nitratudvaskning endnu ikke har givet anledning til den forventede forbedring af miljøtilstanden. Sigtddybden er ikke forbedret i samme takt, som kvælstoftilførslen er reduceret, og samtidig har ålegræsset ikke genetableret sig i de områder, hvor der i dag er tilstrækkeligt lys til det.

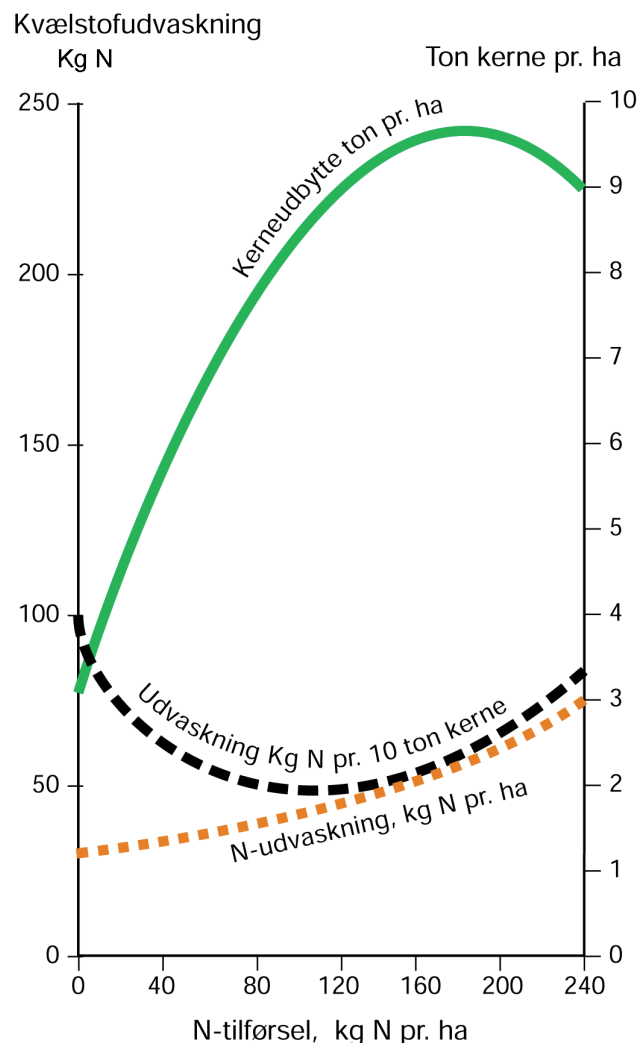
Når det er tilfældet, skyldes det, at der er en række andre forhold, der har betydning for miljøtilstanden. Eksempler på sådanne forhold er følgende:

- De fysiske bundforhold kan være ændret
  - dels som følge af tidligere tiders store algevækst og deraf følgende reduktion af plantevæksten ved bunden og ikke fuldt omsat organisk materiale
  - dels som følge af fysisk aktivitet, for eksempel ved trawlfiskeri og muslingeskrab.
- Overfiskeri, som kan have ændret faunasammensætningen og dermed mindsket "græsningen" af planktonalger.
- Opgravning af sten og sand fra havbunden osv.
- Nogle vandlevende organismer, f.eks. kammuslinger, er i stand til at rense vandet for alger og dermed mindske behovet for at reducere kvælstofudledningen fra land.
- Der er i de fleste danske kystnære farvande en stor udskiftning af vand og dermed næringsstoffer med det åbne hav. I konsekvens heraf har også den fysiske udformning af fjordene og fjordmundingerne betydning for kvaliteten af vandet i inderfjordene.
- Tilførslen og omsætningen af andre næringsstoffer, herunder fosfor, der før spildevandet blev effektivt rensat for dette næringsstof, blev tilført kystvandet i store mængder. En del er fortsat at finde i bundsedimentet.
- Saltindholdet.
- Ændringer i vandtemperaturen. Øget vandtemperatur fremmer de iltforbrugende processer og øger derfor risikoen for iltsvind.

Derudover mangler der viden om den kvantitative betydning af ændringerne i kvælstoftilførslen fra land til kystvandet. I forbindelse med udarbejdelsen af Vandplanerne har man forsøgt at anvende det såkaldte "ålegræs-værktøj" til at beskrive denne sammenhæng, men en efterfølgende analyse og debat har afsløret, at dette værktøj ikke er pålideligt. Dertil kommer, at den manglende effekt af vandmiljøplanerne tydeligt illustrerer, at der er et kæmpe videnshul på dette område.

Kvælstof er et særdeles dynamisk næringsstof, idet der løbende frigives kvælstof fra bundsedimentet, nitratkvælstof kan omdannes til frit kvælstof (det vi har i luften) ved den såkaldte denitrifikation, og endelig kan nogle alger selv binde kvælstof fra luften. Det sker fortrinsvis i den mere ferske del af Østersøen. Disse processer er kendt, men det er svært at kvantificere dem og ikke mindst interaktionen mellem dem.

## Sammenhæng mellem gødskning og udvaskning



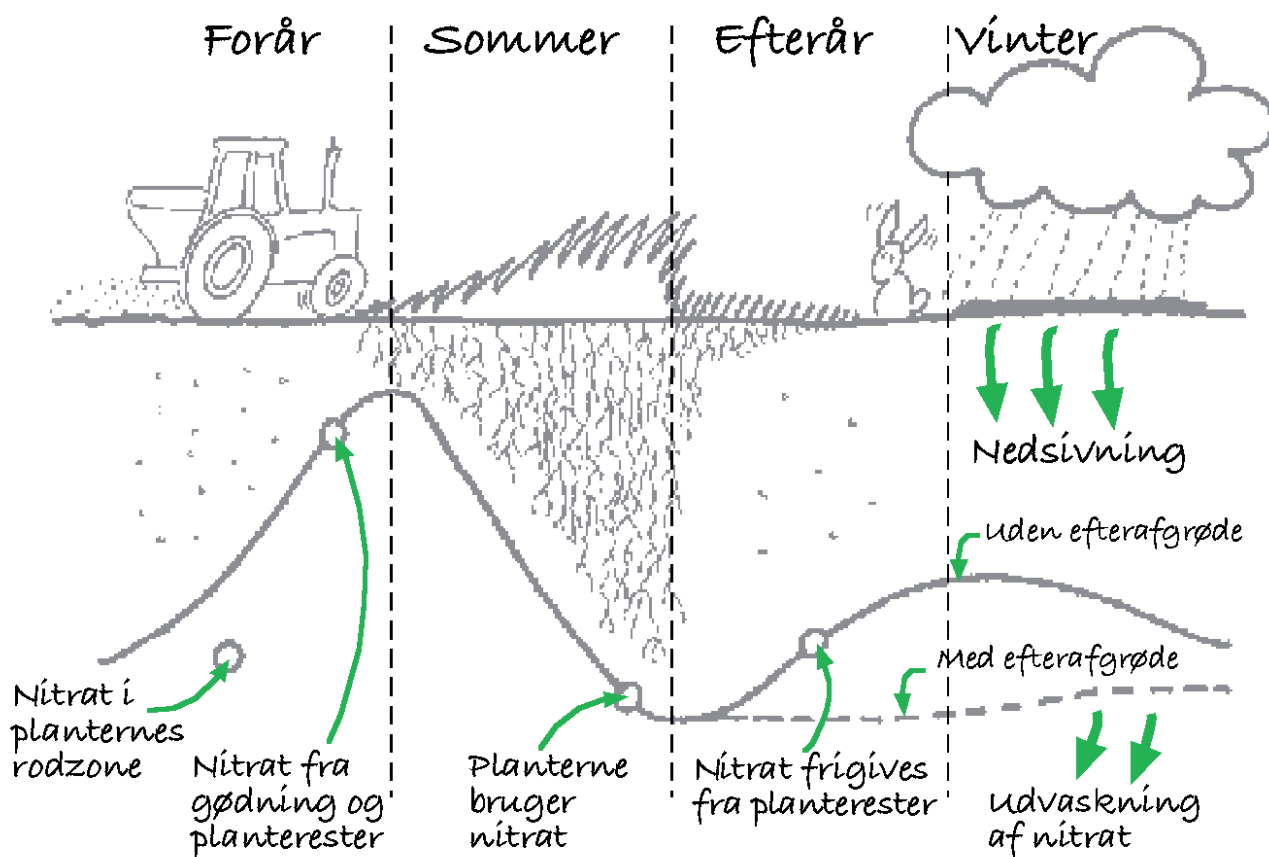
Figur 1. Den principielle sammenhæng mellem mellem tilførsel af kvælstof til en afgrøde, udvaskningen af kvælstof fra rodzonen og udbyttet.

Figur 1, viser at så længe afgrødens kvælstofbehov ikke overskrides, stiger udvaskningen kun svagt ved en stigende tilførsel af kvælstof. Tilføres der betydeligt mere kvælstof, end afgrøden kan optage, stiger udvaskningen derimod meget. Den økonomisk optimale kvælstofmængde, som er den kvælstofmængde, landmanden skal tilføre for at tjene flest penge, ligger oftest under knækket på udvaskningskurven. Det vil sige, at det hverken ud fra en økonomisk eller en miljømæssig synsvinkel er hensigtsmæssigt at tilføre mere kvælstof end den såkaldte "økonomisk optimale mængde". Af figuren ses også, at udvaskningen pr. hkg produceret kerne er mindst ved tilførsel af lidt mindre end den økonomisk optimale kvælstofmængde.

## Tab af kvælstof fra markerne

Figur 2 viser dyrkningsjordens nitratinhold i rodzonen på de forskellige årstider.

Forår	Ved vækstsæsonens begyndelse er indholdet af nitrat stort som følge af tilførsel af gødning.
Sommer	I vækstsæsonen tømmes jorden næsten helt for nitrat som følge af afgrødens kvælstofoptagelse. Ved høst er nitratinholdet i jorden derfor lavt. Fordampningen af vand fra afgrøden om sommeren betyder, at der ikke løber vand ud af rodzonen, og derfor sker der ingen nitratudvaskning.
Efterår	Hvis jorden er ubevokset om efteråret, vil den frigivelse af kvælstof fra planterester og organisk stof, der fortsætter efteråret igennem, føre til at nitratinholdet igen stiger. Hvis jorden er bevokset med en efterafgrøde af f.eks. græs, vil den optage en stor del af kvælstoffet, og indholdet af nitrat i jorden vil forblive lavt.
Vinter	En større eller mindre del af det nitrat, som jorden indeholder om efteråret, kan afhængigt af nedbørsmængde og jordtype, udvaskes i vinterhalvåret. Indholdet af nitrat i jorden falder derfor.



Figur 2. Dyrkningsjordens indhold af nitrat gennem året.

Agro Food Park 15 T +45 8740 5000  
 Skejby F +45 8740 5010  
 DK 8200 Aarhus N vfl.dk

### Kun en mindre del når frem til kystvandene

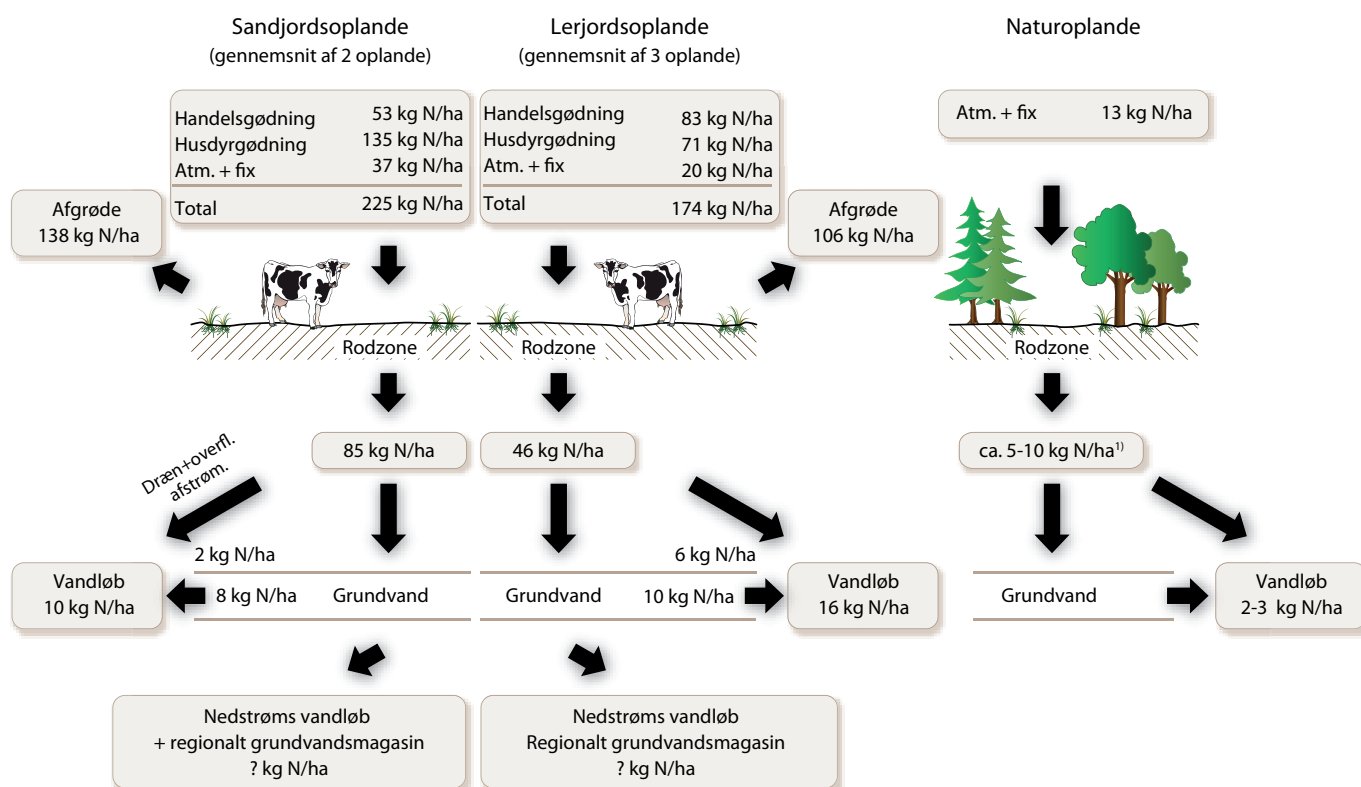
Det nitratkvælstof, der udvaskes fra jorden, transporteres med overskudsnedbøren enten til grundvandet eller via overfladenær afstrømning til vandløb. På lerjord, som ofte er drænet for at få en rentabel landbrugsproduktion, vil 30-50 procent af overskudsnedbøren strømme til vandløbet gennem dræn eller ved anden overfladenær afstrømning. Som det fremgår af figur 3 bliver cirka en tredjedel af det udvaskede kvælstof fra rodzonen i samme år transporteret til vandløbene. Resten af vandet i vandløbet stammer fra grundvandsmagasinerne.

På sandjord strømmer kun 5-20 procent af overskudsnedbøren til vandløbene ved en overfladenær afstrømning.

Langt hovedparten af vandet i vandløbene kommer fra grundvandsmagasinerne. Vandløbet fødes derfor næsten kun af vand, som strømmer til og fra grundvandet - man kalder dem »grundvandsfødte« vandløb. Meget af vandet i et sådant vandløb er måske strømmet ud af rodzonen på landbrugsjorden for 10-20 år siden, og en stor del af det udvaskede nitrat er omdannet til frit kvælstof.

Derfor er det sådan, at man i vandløb med lerjordsoplande relativt hurtigt - faktisk i samme år - kan se en del af effekten af ændringer i udvaskningen fra landbrugsjorden, mens det varer mange år i sandjordsoplande. Her vil en ændret udvaskning først kunne måles, hvis koncentrationen af nitrat i grundvandsmagasinerne ændrer sig.

Det årlige kvælstofkredsløb (2004/05 – 2008/09)



Figur 3. Skitse af vandets og kvælstoffets årlige kredsløb i henholdsvis ler- og sandjordsoplande, 2004/05 – 2008/09. (Grant, R. et al, 2010) - Faglig rapport fra DMU om Landovervågningsoplandene 2009).