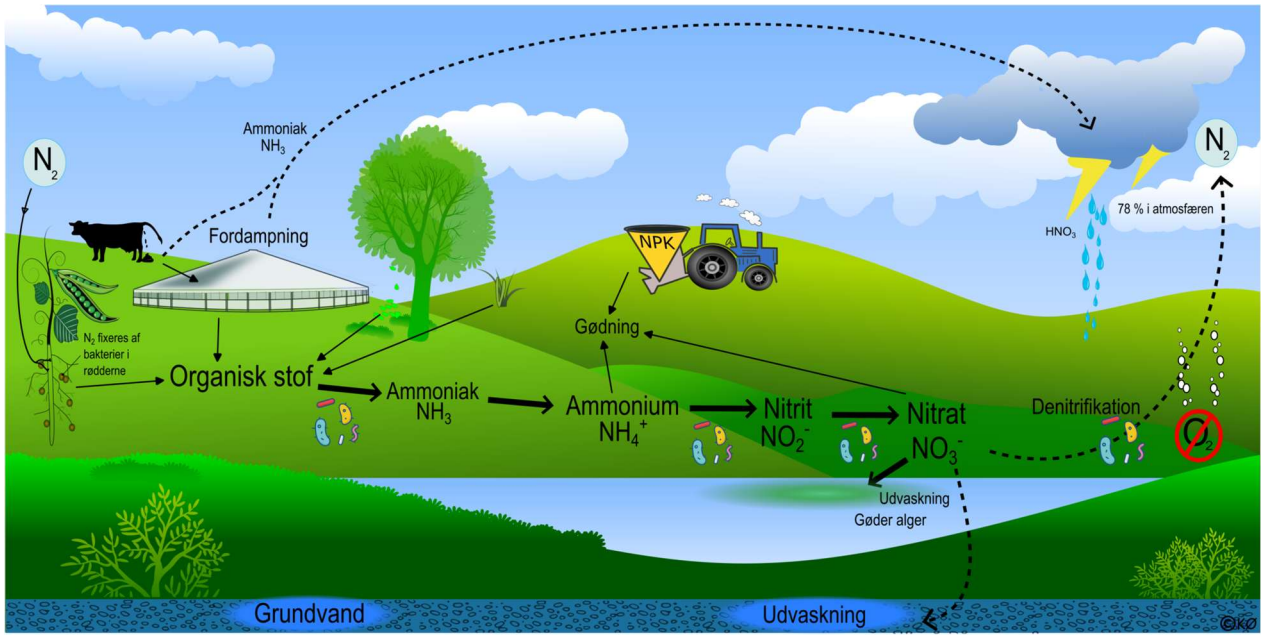
Nitrogenkredsløbet

N vil ofte være den begrænsende faktor i naturen og derfor er det et af de vigtigste grundstoffer for planter. N kan findes i mange former, men planter hovedsageligt N som nitrat (NO_3^-) og ammonium(NH_4^+).

N_2 er ubrugeligt for planter. N_2 er en luftart vi har 78% af i atmosfæren, men den kan planter ikke optage direkte. De to N-atomer er bundet stærkt sammen af en trippelbinding og det kræver både de rigtige enzymer, og en masser af energi at splitte dem ad og udnytte dem som gødning. Enkelte bakterier kan.



- Nitrogenfisering. Bakterier i rødderne på bælgplanter og kløver optager N_2 fra atmosfæren og omdanner det til ammoniak. Det giver de til planten som gødning. Planten giver tilgengæld energi i form af glukose til bakterierne. De lever i symbiose.
- N_2, kaldet dinitrogen er en inaktiv gas. Det betyder at den ikke reagerer med noget, og der skal meget energi til at bryde den trippelbinding som holder de to N sammen. 78 % af atmosfæren er dinitrogen.
- Det organiske stof fra gylle og døde planter nedbrydes af bakterier ved respiration og omdannes først til ammoniak.
- Ammoniak omdannes til ammonium kemisk uden mikroorganismer. $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$
- Både ammonium og nitrat er gødning for planter.
- NPK står for N (ammonium eller nitrat, Fosfat og Kalium.
- Ammonium omdannes til nitrit vha. bakterier. Bakterierne får energi ud af processen og kaldes auto-kemo-trofe.
- Nitrit omdannes af andre bakterier til nitrat. Her er bakterierne også kemo-auto-trofe.
- Nitrat er ofte sidste led. Nitrat er letopløseligt, og udvaskes let med regnvand til fx vandmiljø eller grundvandet
- Denitrifikation er omdannelse af nitrat til frit N_2. Processen finder kun sted anaerobt, dvs. iltfrit. fx i oversvømmede marker. Processen udføres af bakterier som bruger nitrat som oxidationsmiddel i stedet for oxygen.
- Nitrat er gødning for planter, og derfor også for alger hvis det udvaskes til en sø. Det kan skabe forurening og iltsvind.

- Ammoniak er en gas som fordamper fra gylle. Når det møder vand i skyerne kan det omdannes til ammonium, som falder med regnen. Der skal i dag være en hætte på gylletanke for at begrænse fordampning af ammoniak.
- Under tordenvejr kan dinitrogen omdannes tilHNO_3 som indeholder nitrat og det falder med regnen.

Se video: https://youtu.be/pReTzHw-GDY

Forklaring på figuren herover

Se video: https://youtu.be/zB-rtT-5ytM

Forklaring på figur fra Biologibogen.

N fiksering

Bælgplanter og kløver lever i symbiose med nogle rodbakterier, der hedder Rhizobium, og de kan splitte N_2 fra hinanden og gøre det tilgængeligt som gødning for planten. Det samarbejde mellem bakterie og plante er en stor fordel for bælgplanten i et område, hvor N er den begrænsende faktor. Bakterien gøder ikke planten gratis. Den tager sig betalt med $C_6H_{12}O_6$ (glukose) fra plantens fotosyntese, og den kan beslaglægge en meget stor del af det glukose planten producerer. Også når mennesket producerer handelsgødning spalter man N_2, og også her er det en meget energikrævende proces.



I rodknolde hos bælgplanter og kløver findes N-fikserende bakterier der gør N_2 tilgængeligt for planten.

Forskellige former for N

Organisk N
(organisk stof)

Det fixerede N indbygges i kløverplanten, og vi kalder det nu "organisk N" – dvs. N er indbygget i plantens proteiner og DNA, og det er først når planten dør og nedbrydes af bakterier og svampe, at N vil være tilgængelig for andre planter. Det organiske N frigives og bakterier omdanner det til ammonium ved en proces der kaldes ammonifikation. Ammonium (NH_4^+) er gødning for planterne.

Ammonium
NH_4^+

Ammonium (NH_4^+) er sjældent tilgængeligt i jorden ret længe. Enten optages det af planter, eller også omdanner bakterier det til nitrit (NO_2^-) og dernæst til nitrat (NO_3^-). Processen kaldes nitrifikation, og bakterierne gør det under aerobe forhold dvs. der er ilt til stede. Bakterierne får energi ud af at omdanne stofferne, og den energi bruger de til at binde CO_2 og H_2O og danne $C_6H_{12}O_6$. Det minder rigtigt meget om fotosyntesen, men energien til processen kommer ikke fra solen, men ved at ilte ammonium og nitrit.

Nitrat

NO_3^-

Nitrat kan ligesom ammonium optages af planterne, men i modsætning til ammonium kan det skylles ud af regnen – vi kalder det udvaskning. Det kan ende i grundvandet og forurene det, eller det kan skylles ud i vandløb og skabe algevækst og iltsvind i søer og havet. Derfor gør man meget for at begrænse udslippet af nitrat, og landbruget har restriktioner på hvor meget gødning de må sprede på markerne. Grunden til at nitrat (NO_3^-) ikke bindes i jorden er fordi den sammensatte ion er negativt ladet, og det er jordpartiklerne også, så de kan ikke bindes til dem og de udvaskes med regnvandet.

Nitrit

NO_2^-

Nitrit er giftigt, men findes ofte kun i små mængder, da det hurtigt omdannes til nitrat.

Denitrifikation NO_3^- ---> N_2

En af måderne man kan begrænse nitraten, er at have planter på markerne hele året, så de optager det, og binder det som organisk N.

En anden måde er at etablere vådområder, hvor åer får lov til at oversvømme jordområder. Når det sker, vil forholdene i marken hurtigt blive anaerobe, fordi bakterierne opbruger ilten og ny ilt ikke kan komme ned i jorden pga. vandet. Kun under anaerobe (iltfri) betingelser kan der ske denitrifikation. Denitrifikation er en omdannelse af nitrat til den frigasart N_2 der ikke forurener. Det er en smart naturlig måde at bekæmpe nitratforurening fordi det fjerner nitrat fra vandmiljøet. Princippet udnyttes også i renseanlæg.



$2NO_3^- \rightarrow N_2 + 3O_2$

En oversvømmet mark bliver hurtig anaerob pga. respiration. Det giver mulighed for fjernelse af nitrat ved denitrifikation.

N forurening fra luften

En del N-forurening kommer også fra luften. Gylletanke fordamper ammoniak NH_3 som falder som nedbør, og især i nitratfølsomme områder er det et problem. En ”hat” på gylletankene begrænser det udslip. Når gylle spredes på markerne, vil det dog stadigvæk give en ammoniakfordampning. Hvis du ser gamle landbrugsejendomme, er tagene ofte grønne af alger – det skyldes gødning fra ammoniak fra en nærliggende gylletank.



En “hat” på gylletanke begrænser at ammoniak fordamper og senere falder som gødning i naturen.



Ammoniakfordampning fra gylletanke kan ses på tagene, hvor det gøder algerne.

Fosfat

Fosfat

PO_4^{3-}

Fosfor er sammen med nitrat de vigtigste gødningsstoffer. DNA/RNA indeholder P, og det samme gør universalenergien ATP. Planter kan kun optage og udnytte P i én form, nemlig fosfat (PO_4^{3-}). planter har brug for mere nitrat end fosfat – forholdet er ca. 16:1 (16 nitrat til et fosfat).

De autotrofe planter optager fosforen i deres celler, og det kan føres videre til næste trofiske niveau ved at planterne bliver ædt. Det kan både være herbivore (planteædere) eller bakterier og svampe, der nedbryder planterne.

Der findes lagre i visse dele af verden, som består af fuglelort i metertykke lag. Fosforen stammer fra de fisk fuglene har spist i havet, og de fisk har spist zooplankton, som har spist alger, og de alger har optaget fosfor. Det hele ender på klipperne.

Fosfor udvindes også i miner.

Verdens befolkning stiger, og det gør landbrugsproduktionen også. Den skal bruge fosfor, og vi kommer til at se mangel på fosfor i fremtiden

Kilde: www.detergodtatvide.dk/nitrogenkredslobet/