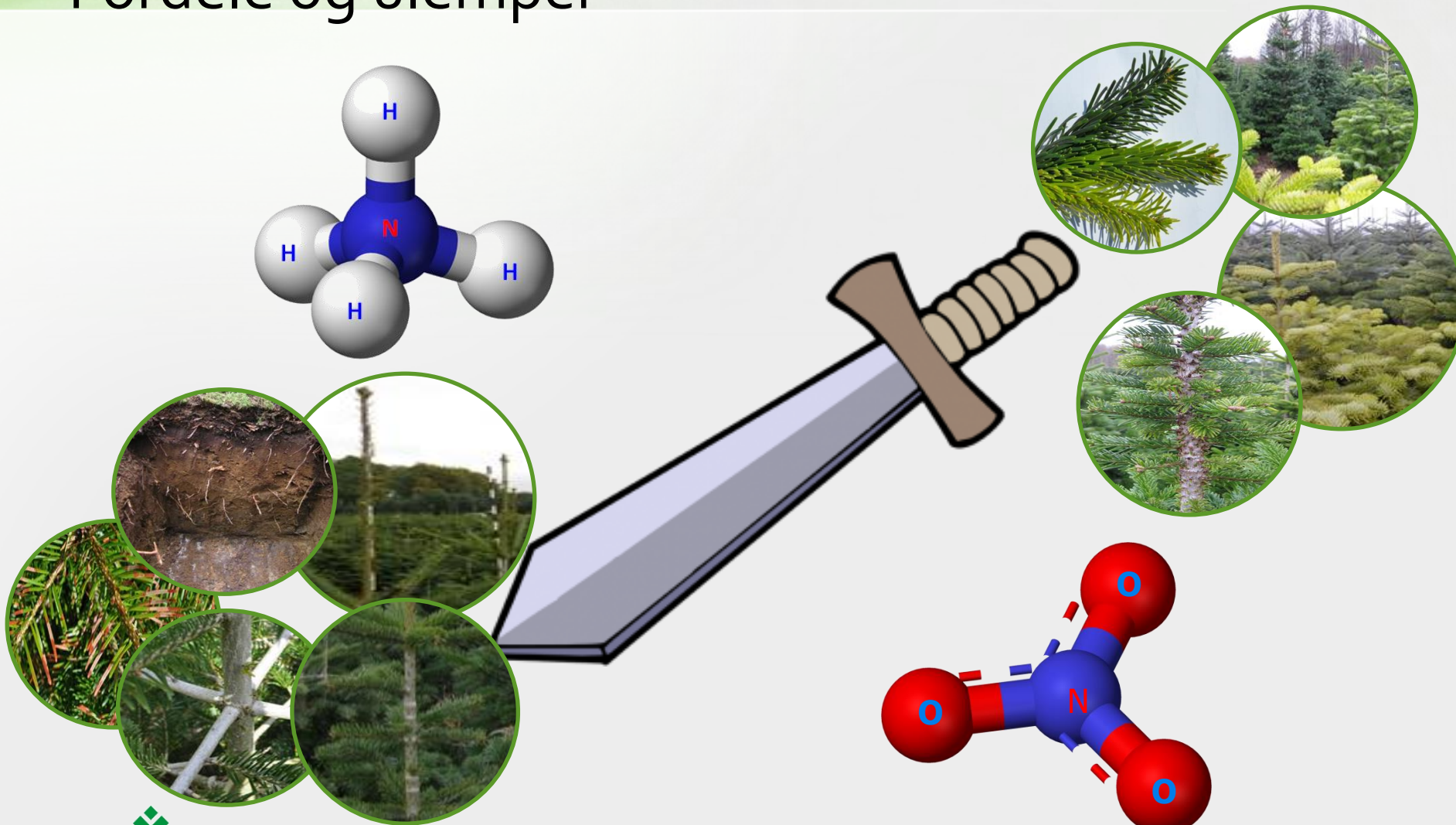
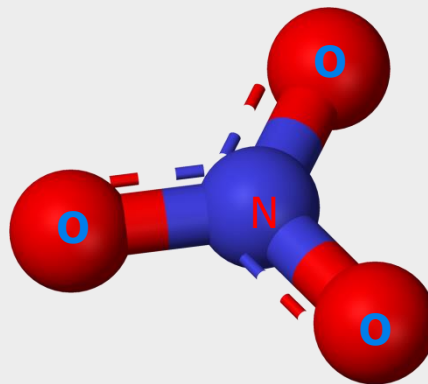
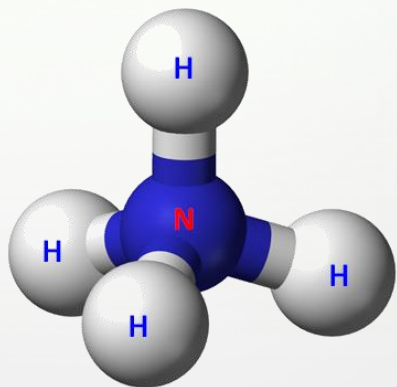




Kvælstof
- et tveægget sværd
Lars Bo Pedersen
Dansk Juletræer

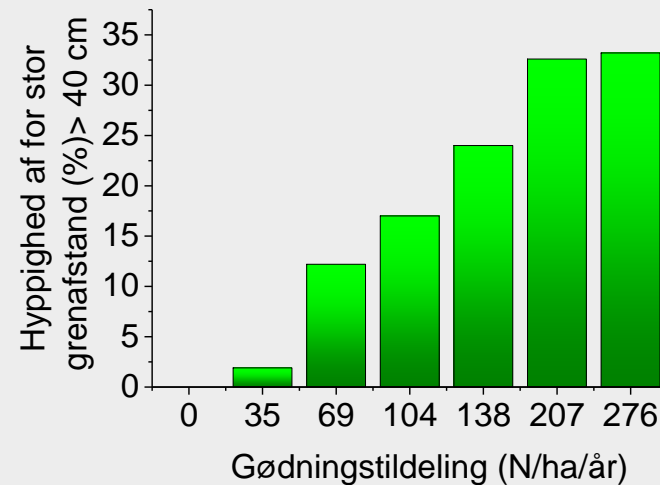
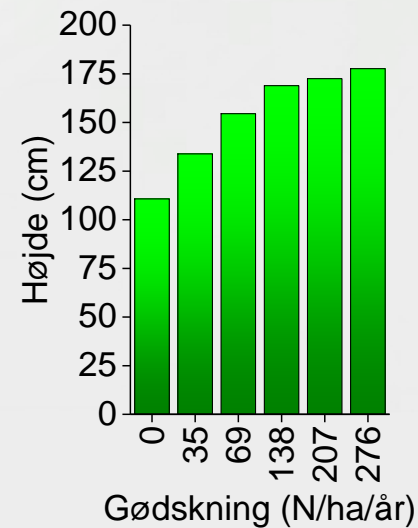
Det tveæggede sværd

Fordele og ulemper



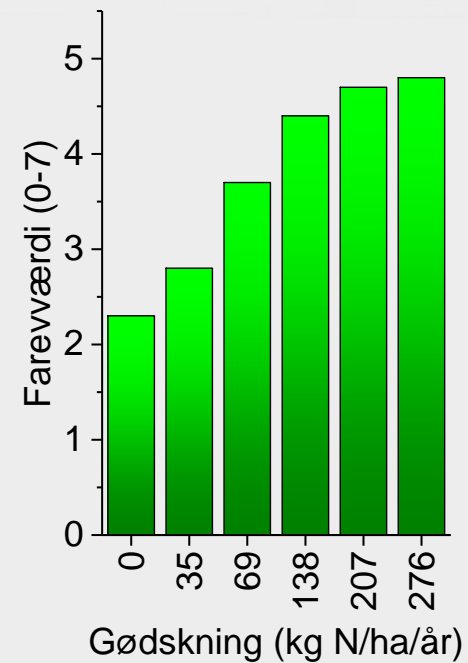
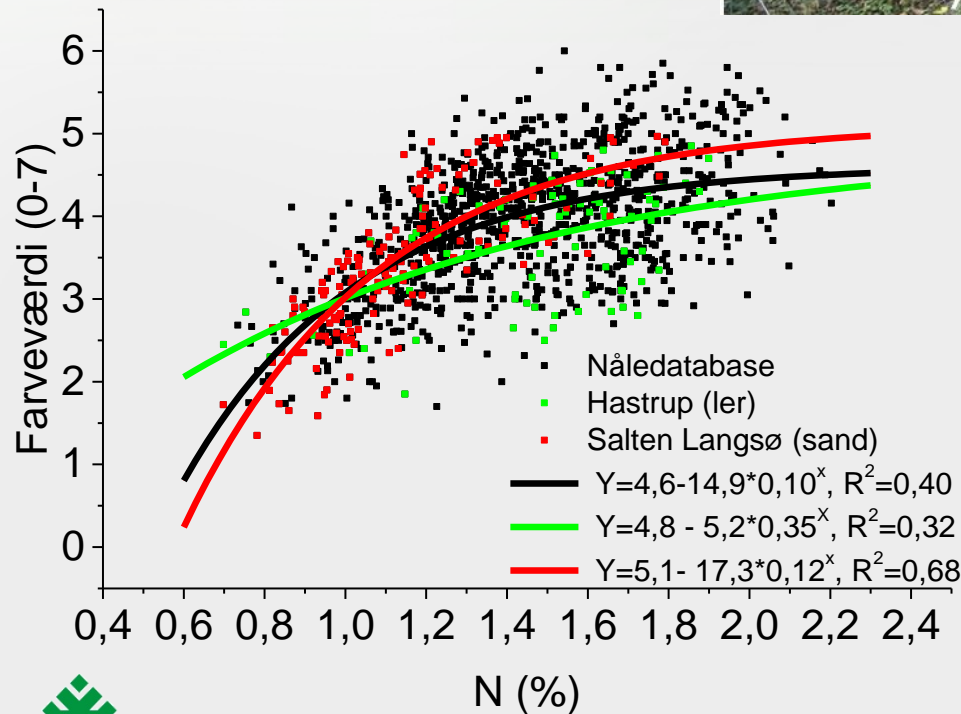
Vækst: Højde og grenafstand *)

Træer med forskellig dosering af NPK 23-3-7/ha/år



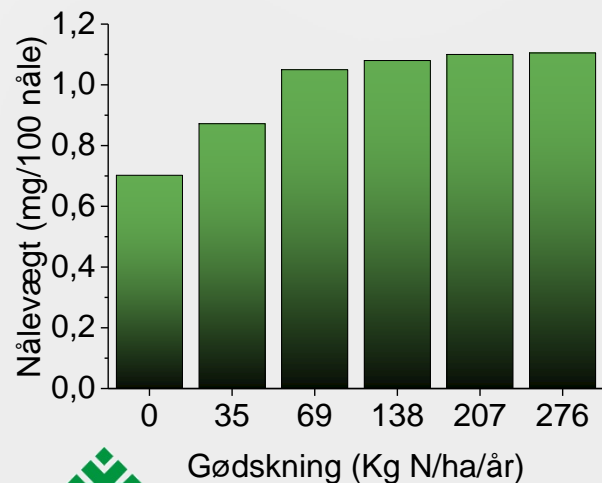
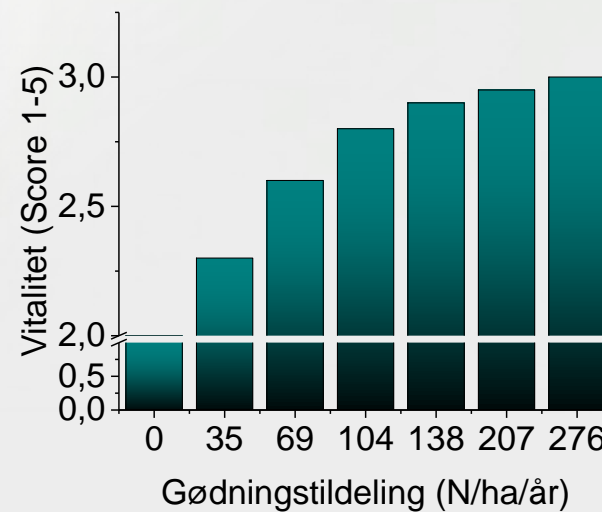
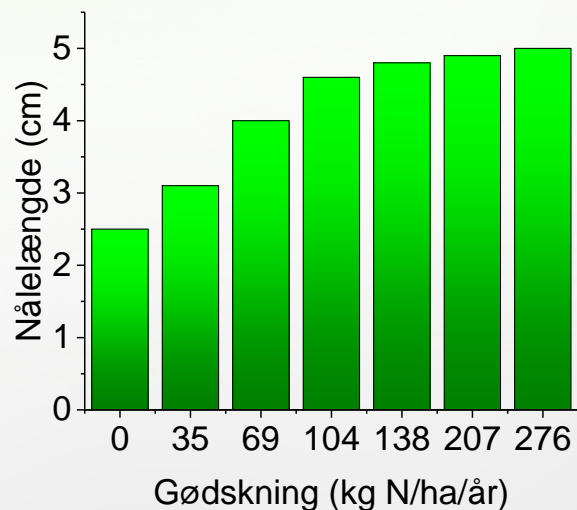
Nålefarve

Træer med forskellig dosering af NPK 23-3-7/ha/år

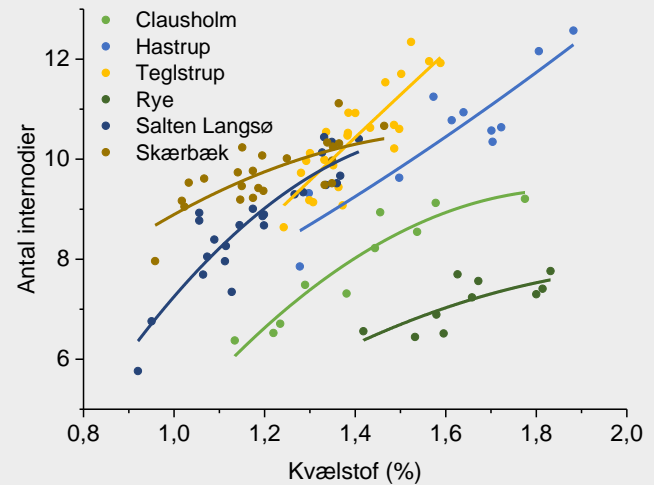
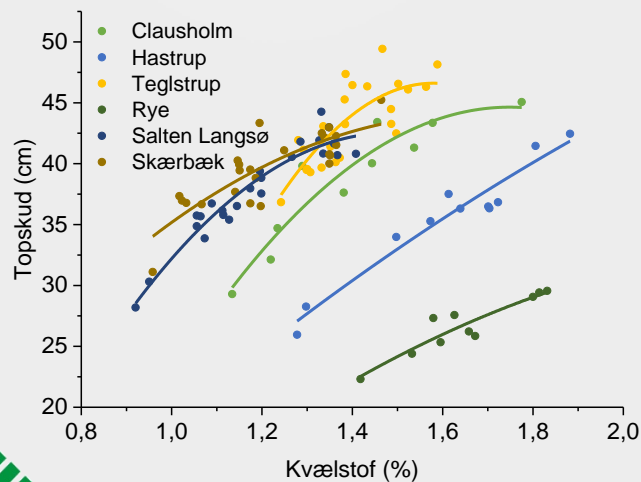
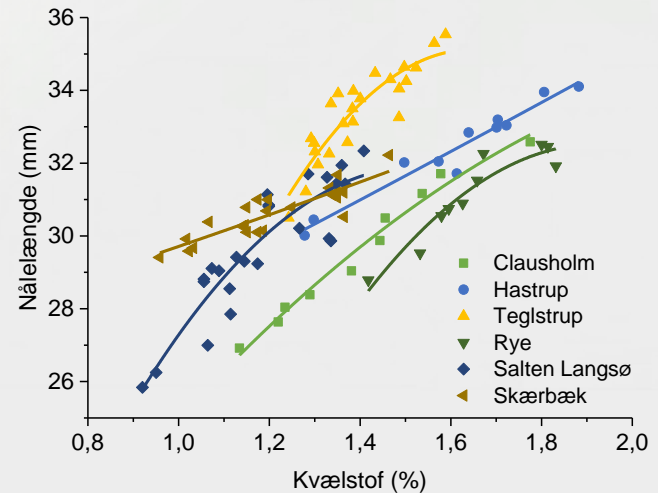
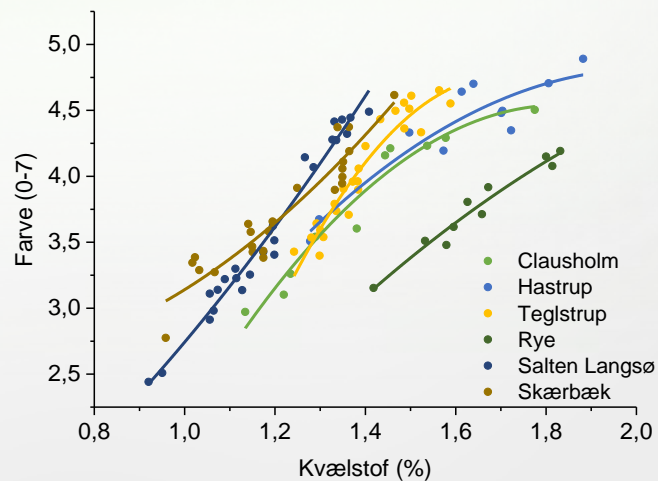


Nålefyldde

Træer med forskellig dosering af NPK 23-3-7/ha/år



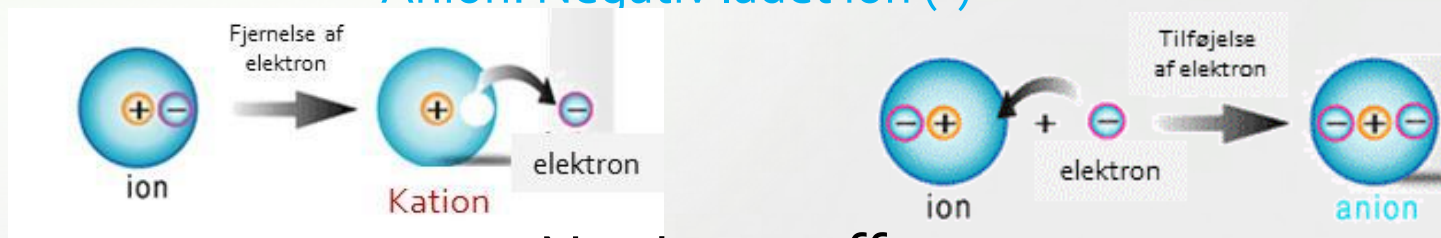
Kvælstofoptaget er koblet til juletræskvalitet



Næringsstofferne er elektrisk ladede stoffer

Kation: Positiv ladet ion (+)

Anion: Negativ ladet ion (-)



Næringsstoffer

Kationer i jord

Ammonium (NH_4^+)

Kalium (K^+)

Magnesium (Mg^{2+})

Kalcium (Ca^{2+})

Mangan (Mn^{2+})

Jern (Fe^{2+} , Fe^{3+})

Zink (Zn^{2+})

Anioner i jord

Nitrat (NO_3^-)

Sulfat (SO_4^{2-})

Fosfat (PO_4^-)

Klorid (Cl^-)

Borat (BO_3^{3-})

Molybdat (MoO_4^{2-})

Ikke-næringsstoffer

Natrium (Na^+)

Aluminium (Al^{3+})

Hydrogen – syre (H^+)

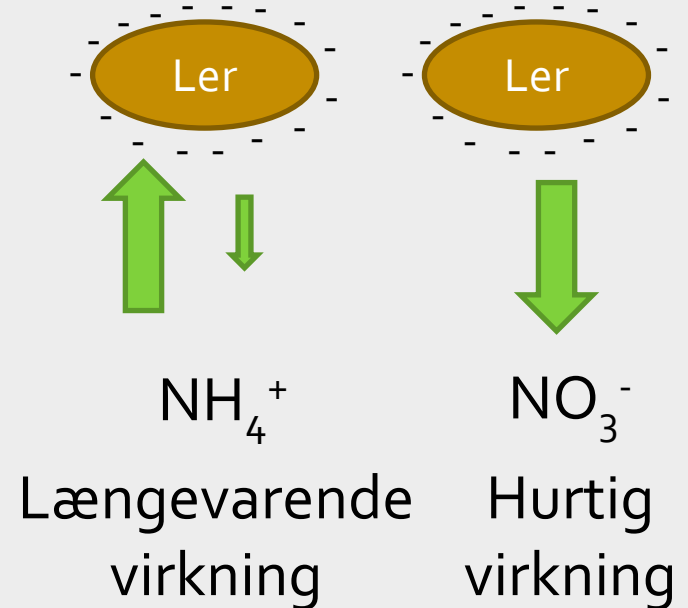
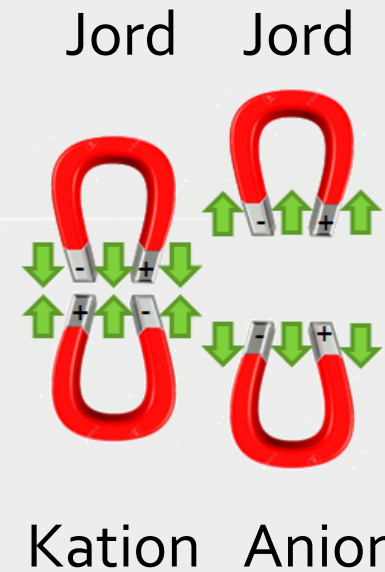
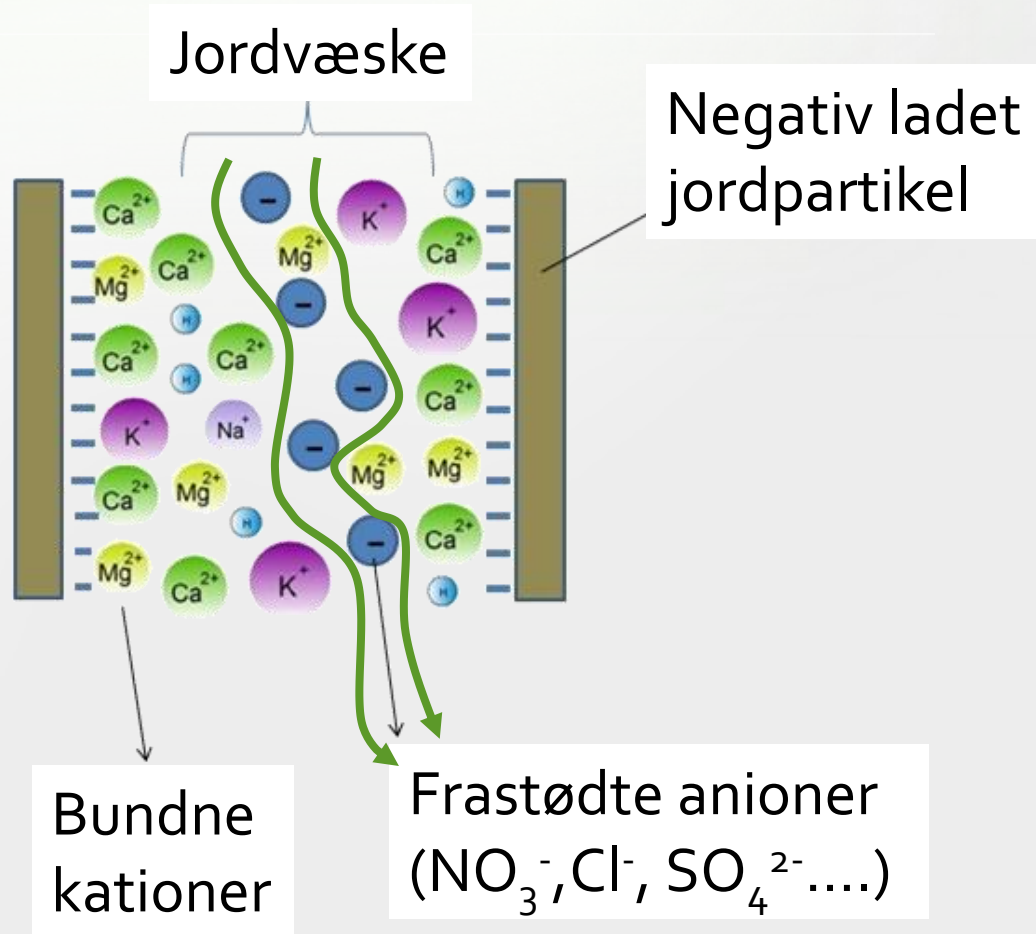
Karbonat (CO_3^{2-})

Bikarbonat (HCO_3^-)

Hydroxyl - base (OH^-)

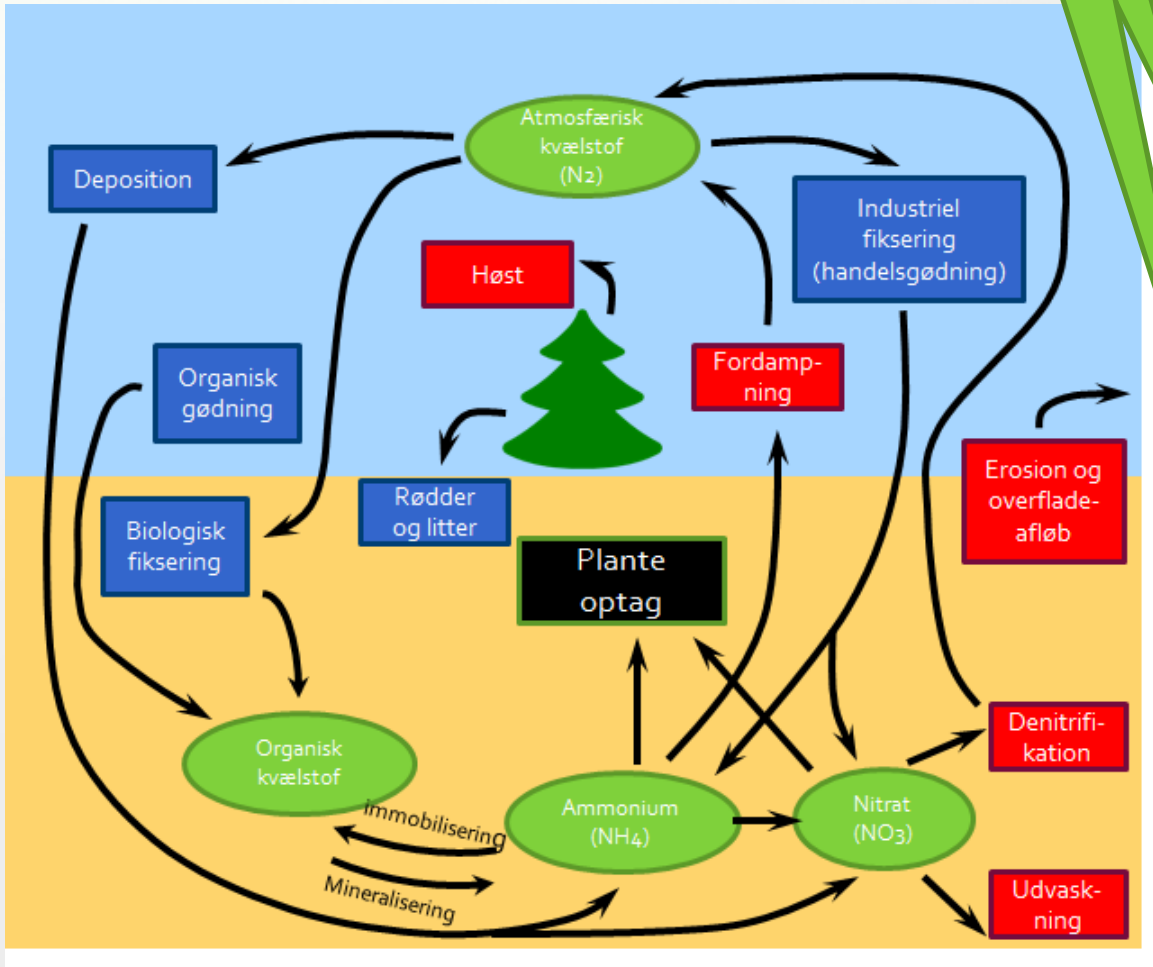
Jordens negative overflade

- ammonium bindes
- nitrat frastødes



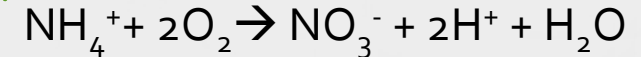
Kvælstofkredsløb

Kalkning

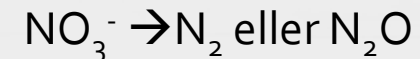


Vigtige processer

Nitrifikation



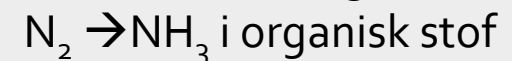
Denitrifikation



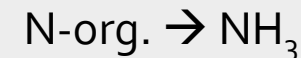
Planteoptag



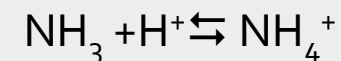
Kvæstoffiksering



Ammonifikation



Dissociation



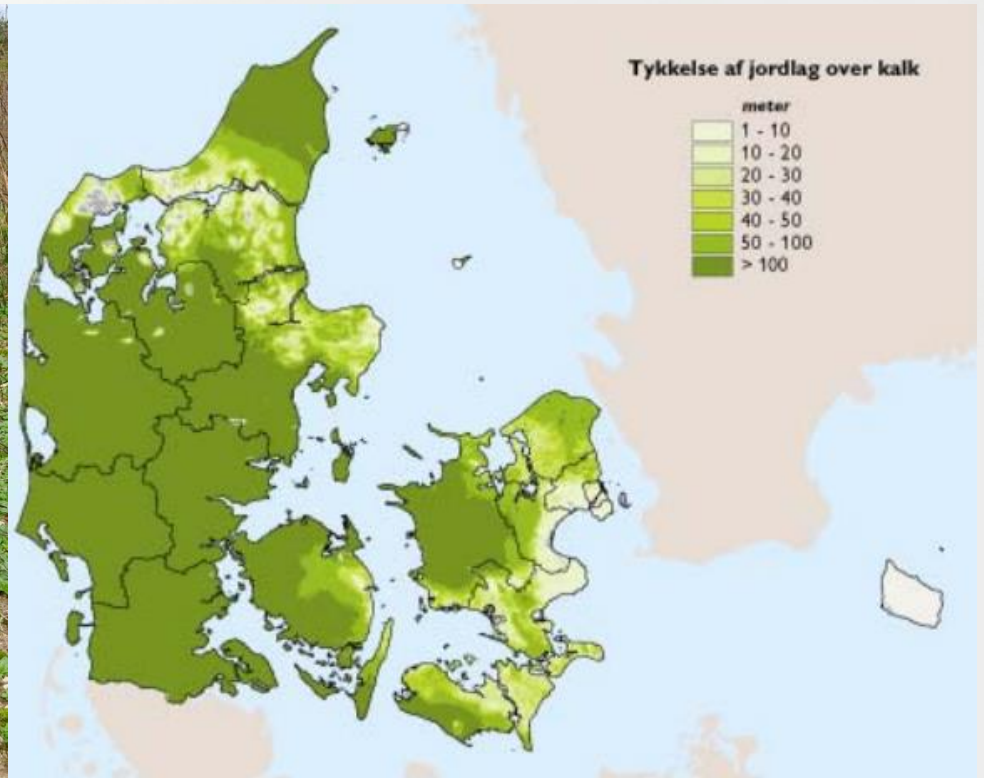
Forsuring

Gødningstype	Pct. N	Pct. NH ₄ -N	Forsurende effekt
Ammonium nitrat	34,5	17,2	*
Ammonium sulfatsalpeter	26,0	19,5	***
N-24 m. 6 S	24,0	12,0	*
NPK 21-3-10 m. S	20,6	12,3	**
NPK 21-2-9 m. S	20,6	12,1	**
Svovlsur ammoniak	21,0	21,0	*****
Urea	46,0	0	*



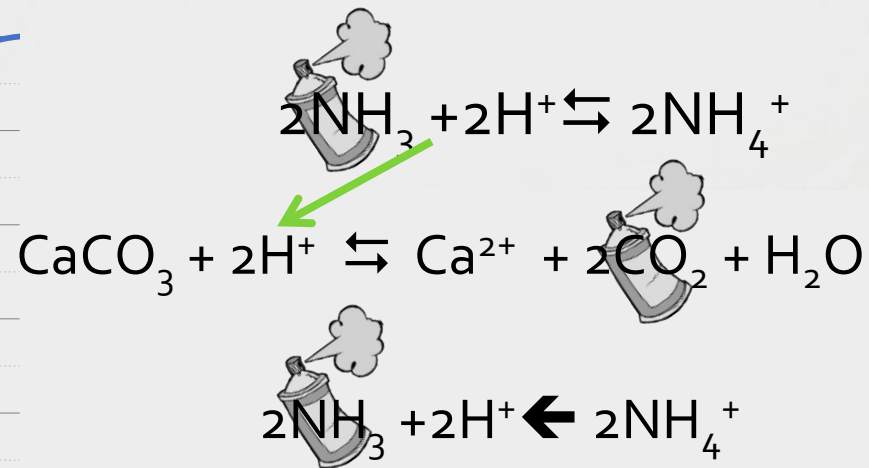
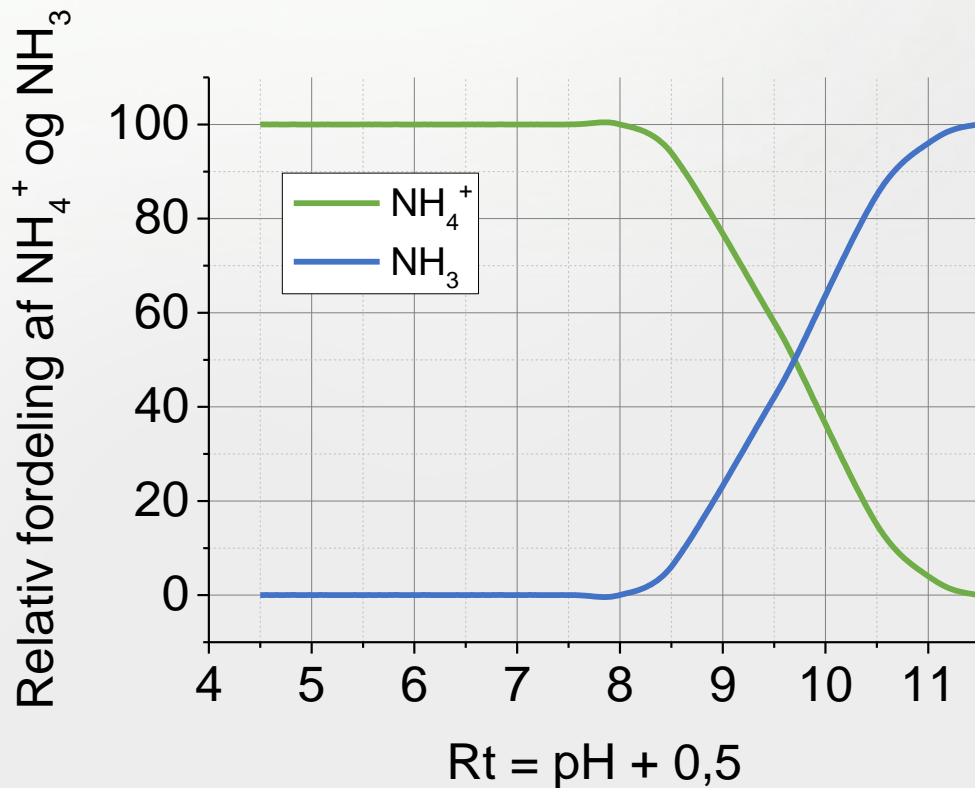
Gødningstype	Kg Kalk pr. kg kvælstof
Svovlsur ammoniak	6 kg
Ammoniumnitrat	3 kg
Flydende ammoniak	3 kg
Urea	3 kg
NPK (24 pct. N)	1,7 kg
Kalkammonsalpeter	1
Kalksalpeter	-0,5 kg

Kalk i overfladen



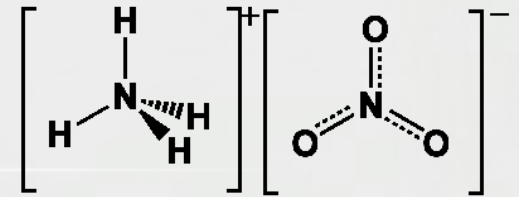
Problemer: Mangel på **kvælstof**, mangan, fosfor, magnesium, kalium og zink

Ammonium, ammoniak og afgangning

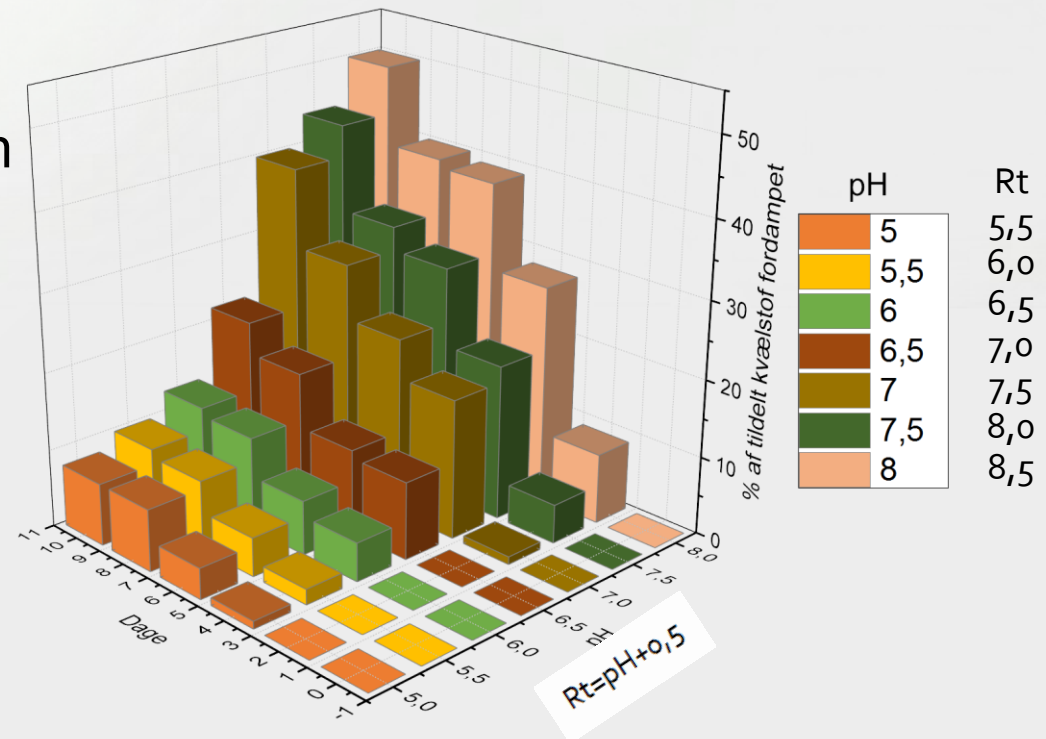


Jorde med højt Rt:
Indarbejd NH_4^+
Brug (rigeligt) NO_3^-

Særligt problem ved højt pH



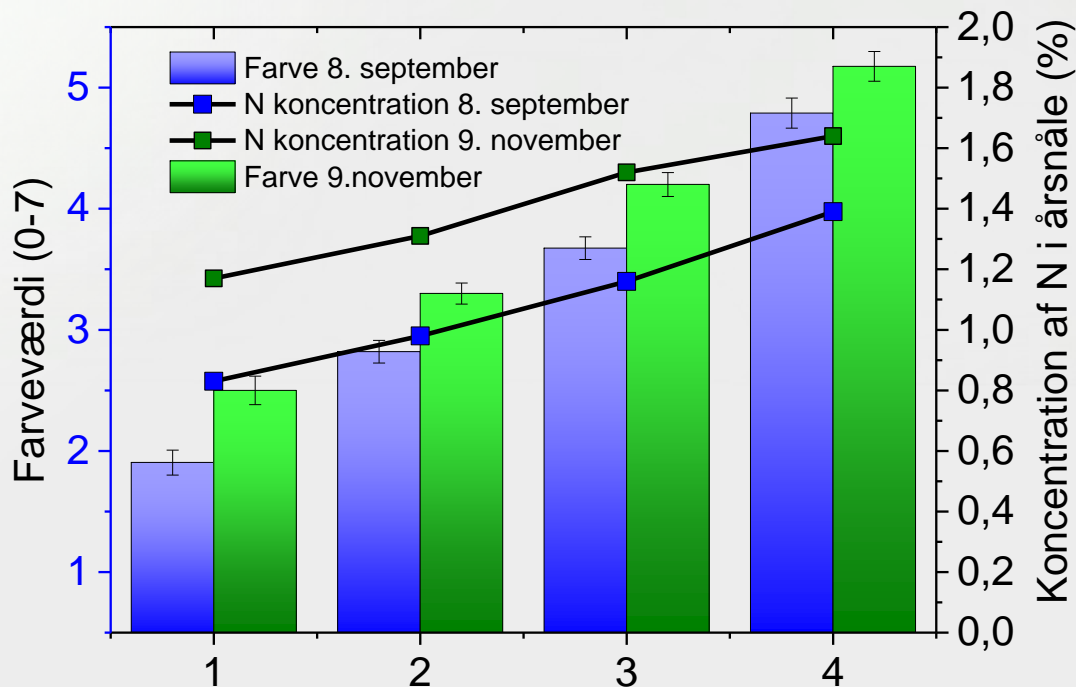
- $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \leftarrow \text{NH}_4^+$
- NH_3 fordamper
- Optimalt for nitrifikation
 $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_3^-$
(optimalt: $6,5 < \text{pH}^* < 8,0$)
- NO_3^- udvaskes
- Brug derfor:
 - Rigeligt nitrat
 - Svovlsur ammoniak/urea kun med regnvejr i sigte/nedpløjning



Dosis 100 kg N/ha/år

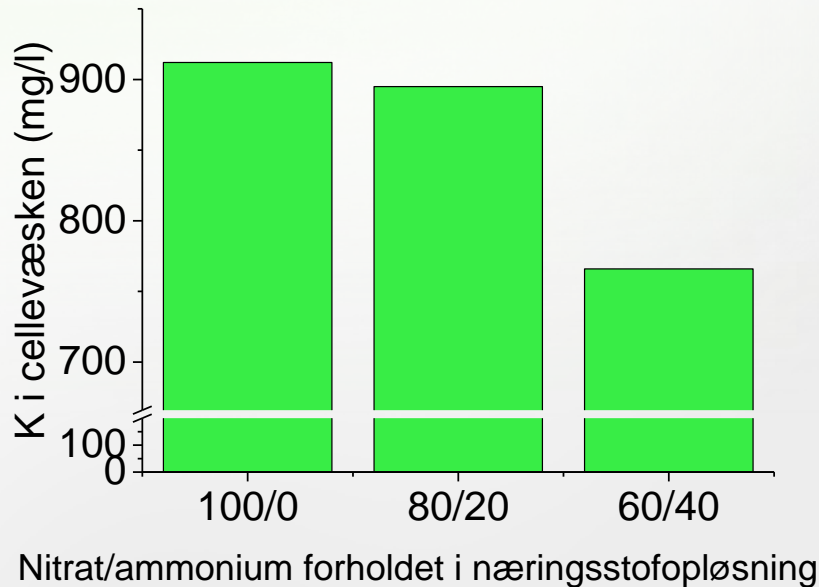
*) $\text{Rt} = \text{pH} + 0,5$

Forsøg på Gisselfeld med svovlsur ammoniak (NH_4^+) vs. Kalksalpeter (NO_3^-)

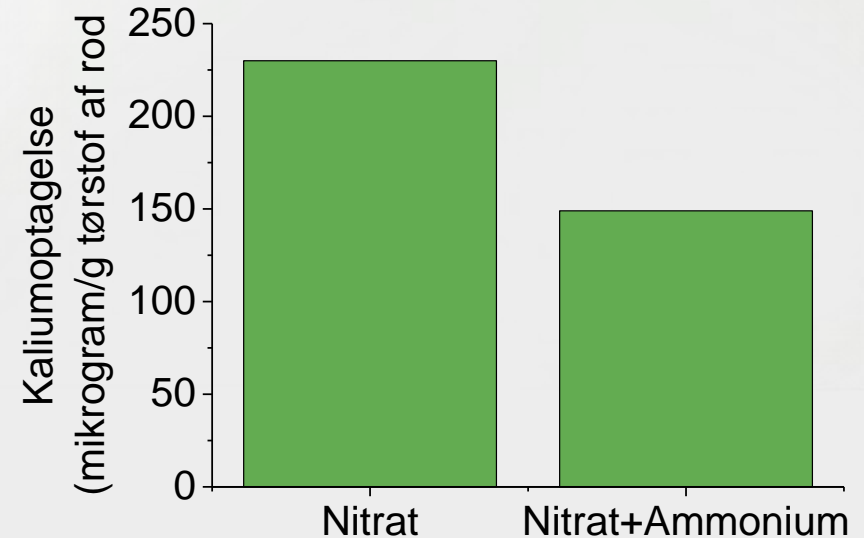


Nummer	Behandling	Ultimo april	Medio september
1	Kontrol		100 kg NH_4 -N
2	Svovlsur ammoniak	50 kg NH_4 -N	100 kg NH_4 -N
3	Kalksalpeter	50 Kg NO_3 -N	100 kg NO_3 -N
4	NPK 19-3-6/20-3-6	51 kg NO_3 -N + 103 kg NH_4 -N	17 kg NO_3 -N + 33 kg NH_4 -N

Ammonium påvirker optagelsen af kationer



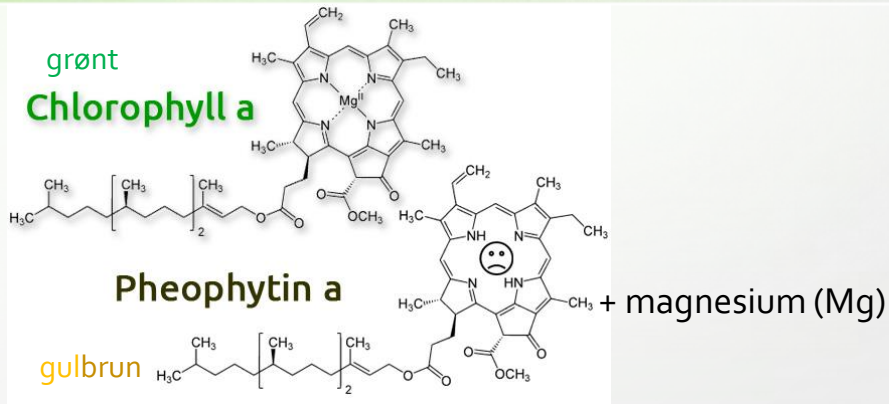
Zomoza & Carpena, 1992



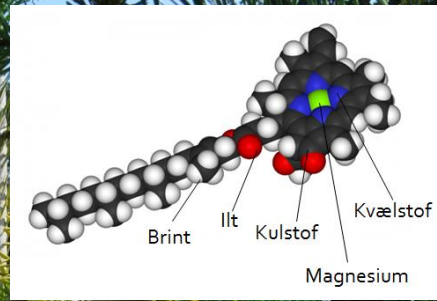
Martinez and Cerda, 1989

- Højt nitrat/ammonium-forhold fremmer optagelsen af kalcium i Fraser fir (Rothstein & Cregg, 2005)
- NH_4^+ , begrænset effekt på optagelsen af magnesium i Fraser fir (Rothstein & Cregg, 2005)
- NH_4^+ , især effekt på kalcium og magnesium (Shaviv et al., 1987)

Bare skuldre og ammonium.....

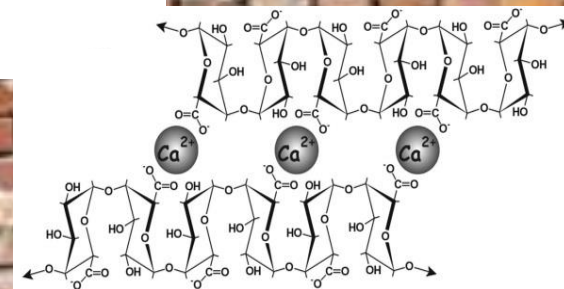
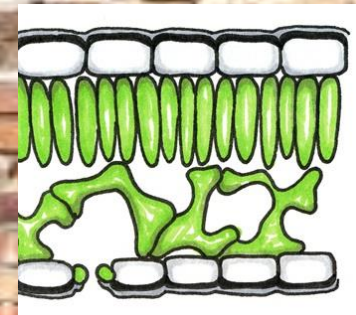
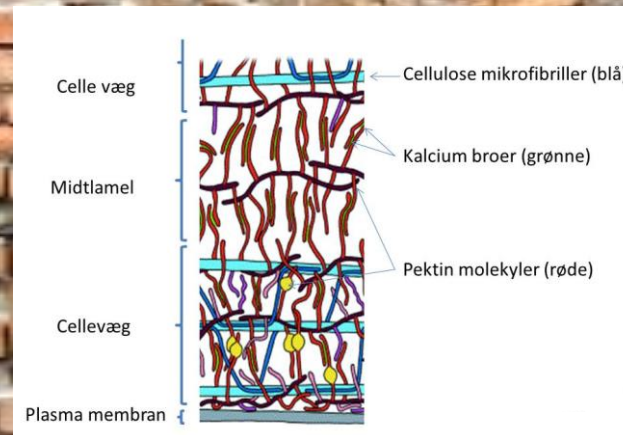


- Tørke
- Meget nedbør
- Høje temperaturer
- Faldende Rt (pH)
 - Aluminium
- Induceret mangel
 - Kalium
 - Kalcium
 - Mangan
 - Ammonium
- Høj kvælstoftilgængelighed

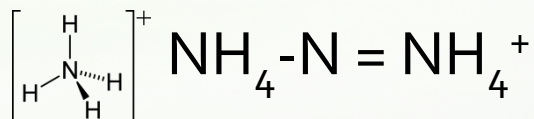


Røde nåle og Ammonium/kvælstof

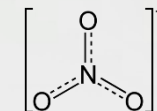
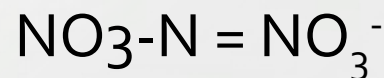
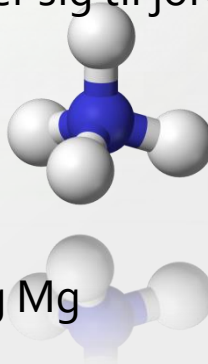
- Ca er et "Sundhedsstof"
- Stort forbrug, når nye nåle vokser frem
- Indlejres i cellevægge/membraner
- Transporteres passivt med vandstrøm
- Kan ikke retranslokøres i planten
- Høj kvælstoftilgængelighed
- Induceret mangel i jorden
 - $\text{NH}_4\text{-N}$
 - K
 - Mg



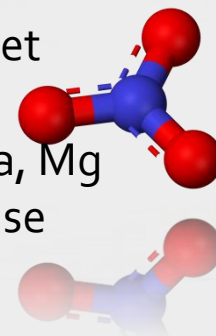
Ammonium (NH_4^+) eller nitrat (NO_3^-) Fordele og ulemper



- Længerevarende effekt – binder sig til jord
- Akkumuleres ved
 - lavt pH og lave temperaturer
 - mangel på ilt og på organisk stof
 - tør jord
- Fordamper
- Hæmmer optagelse af K, Ca og Mg
- Forsurer jorden
 - optagelse og nitrifikation frigiver H^+
- Giftig i planten
- Omkostningsfuld omsætning i roden
 - forbrug af ilt og af sukker, (tages fra andre processer)
- Forbruget af sukker er højest om sommeren, hvor opløseligheden af ilt er lavest \Rightarrow ringe optag \Rightarrow akkumulering i jord \Rightarrow Mg/Ca mangel?



- Kortvarig effekt - Udvaskes let
- Fordamper ikke
- Fremmer optagelsen af K, Ca, Mg
- Ingen jordforsuring. Optagelse frigiver bikarbonat (HCO_3^{2-})
- "Gratis" sol-energi baseret omsætning i nålene



Forskning:

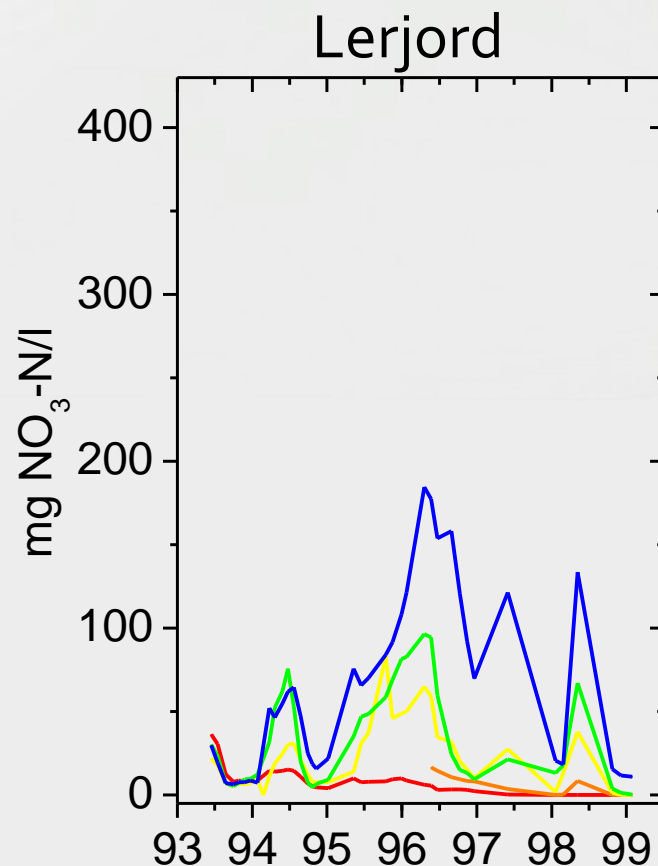
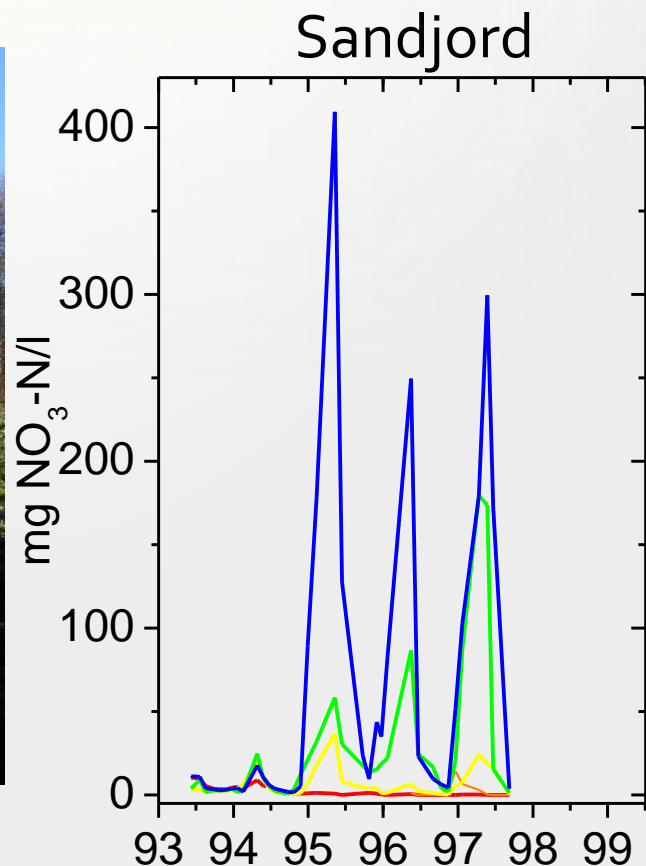
Optimal ernærings sammensætning:
80 % NO_3^- (Rothstein, Cregg 2005)

Anbefaling:

Mindsk $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ ved "sommergødskning"
Forøg $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ ved lave temperaturer

Kvælstofdynamik lerjorde og på lette jorde

- Kvælstof i jordvæsken



— Kontrol — 35 Kg N/ha/år — 69 kg N/ha/år
— 138 kg N/ha/år — 276 kg N/ha/år

Konklusion



- Norm
 - Sandjord (110 kg N/ha/år)
 - Lerjord (90 kg N/ha/år)
- Aldersgrader og omfordel
- Vækstkraften
- Farve, fylden og internodier mv.
- Overvej Kvælstofformen i gødningstypen
- Forsuring/alkanisering
- Særligt problem ved højt pH/Rt
- Luksusoptag
- NH_4 påvirker optagelsen af Mg, Ca, K
 - Balanceret gødsning
 - Røde nåle/bare skuldre
 - Kvælstof i nåle 1,4-1,8 %
- Energimæssigt er NO_3 at foretrække
- Del gødning, især på sandjord
- Mest NH_4 tidligt forår, mest NO_3 i sensommeren