



# Din danske jord

Om planteernæring,  
næringsstoffer og  
jordens kemiske  
egenskaber

Det er svært at forestille sig den mangfoldighed af kemiske processer, der foregår i jorden. Mange af processerne er indviklede og griber ind i hinanden på vidt forskellige måde afhængig af jordens beskaffenhed. Vi ved alle, at jordens frugtbarhed og surhedsgrad er af største betydning, når vi vælger gødningstype til kulturerne eller når vi for eksempel skal beslutte os til, om det er tid til kalkning. Men hvorfor og hvad er det lige der sker, når jorden tilføres næringsstoffer og hvordan er relationen til planteoptagelsen? Den første artikel om jord i foregående nummer af Nåledrys omhandlede jordbundsdannelse og jordens fysiske egenskaber. Denne anden artikel om jord omhandler jordkemi og næringsstoffer med fokus på planteernæring.

Der findes flere slags dyrkningsmedier. Vi kender alle til stablerne af sække med sphagnum på planteskolerne, når vi i forsommeren skal plante sommerblomster ud. Og de af os der har drivhus ved, at rockwool anvendes til dyrkning af både tomater og agurker. "Industrihamp" anvendes til karseproduktion og forskningen anvender agar til dyrkning af for eksempel svampe og bakterier, mens industrien for eksempel dyrker gærsvampe i vandige opløsninger. Men når der måske lige ses bort fra havet, er jorden det vigtigste dyrkningsmedie. Fælles for alle dyrkningsmedier er, at de indeholder eller tilføres næringsstoffer i balancerede forhold for at de pågældende organismer kan vokse optimalt. Det gælder i særdeleshed også for juletræer og klippegrønt, som fordi de er flerårige afgrøder, repræsenterer nogle af de mest komplicerede dyrkningssystemer.

## De livsnødvendige næringsstoffer

Juletræer og klippegrønt kræver en balanceret tilførsel af næringsstoffer i gennem hele omdriften. Hvis et eller flere af

◀ *Status fra et nostalgisk gødningsforsøg i 1990'erne hvor behandlingerne har fortsat langt ud over den normale høstperiode for at understrege betydningen af kvælstofgødning. Det virker! Fra Paludans planteskole på Sydsjælland.*

næringsstofferne mangler eller er i underskud går det ud over vækst, sundhed og kvalitet. Selvom der eksisterer over 100 kemiske grundstoffer, så er der kun 17 af disse, der er livsnødvendige næringsstoffer. De tre af disse, – kulstof (C), brint (H) og ilt (O), er ikke mineralske næringsstoffer, fordi de kommer fra luften og vandet. Selvom de udgør 95 % af planterne, får de ofte i planteernæringsmæssig sammenhæng kun beskednen opmærksomhed, fordi de altid findes i tilstrækkelige mængder.

Der findes 13 mineralske næringsstoffer (tabel 1), som er nødvendige for plantevækst, 14 hvis nikkel (Ni) tælles med. De seks af dem kaldes makronæringsstoffer, fordi planter bruger dem i store mængder. I nåleanalyser angives de ofte i procent eller i g/kg. Makronæringsstofferne udgøres af kvælstof (N), fosfor (P), kalium (K), kalcium (Ca), magnesium (Mg) og svovl (S). De resterende syv næringsstoffer kaldes mikronæringsstoffer eller sporelementer, fordi de bruges i mindre mængder af planterne. Ofte måles de i mg/kg. Mikronæringsstofferne udgøres af jern (Fe), mangan (Mn), zink (Zn), bor (B), kobber (Cu), molybdæn (Mo) og klor (Cl). Mikronæringsstofferne er ligeså nødvendige som makronæringsstofferne.

## Jordpartiklen og ionbytning

Træerne optager langt de fleste mineralske næringsstoffer gennem rødderne. Det er kun de opløste næringsstoffer i jordvandet, der er tilgængelige for træerne, og det er næsten udelukkende de ladede former (ioner) af næringsstofferne, som træerne op-

Tabel 1. Mineralske Mikro- og makronæringsstoffer i hele (både over- og underjordiske dele) juletræer

Grundstof	Kemisk symbol	Tilgængelig form	Virkning i planten	Koncentration i tørret plantemateriale (mg/kg)
Kvælstof	N	$\text{NO}_3^-$ , $\text{NH}_4^+$	Indgår i proteiner, kernesyrer (DNA, RNA) og klorofyl og i omsætningen af kulstofforbindelser	9.500
Kalcium	Ca	$\text{Ca}^{2+}$	Indgår i cellevægge og spiller en vigtig rolle i membranernes struktur og gennemtrængelighed samt for cellernes elasticitet. Findes især i vækstpunkter hvor aktiviteten er høj	5.500
Kalium	K	$\text{K}^+$	Involveret i fotosyntese, proteinsyntese, transport af kulhydrater og ladningsregulering	4.800
Fosfor	P	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , $\text{HPO}_4^{2-}$	Vigtig for energioverførsler (ATP) og indgår i mange proteiner, enzymer, kernesyrer med videre. Vigtig for opbygning af stivelse	1.200
Svovl	S	$\text{SO}_4^{2-}$	Indgår i mange proteiner og i fotosyntesen	800
Magnesium	Mg	$\text{Mg}^{2+}$	Aktiverer enzymer, indgår i klorofyl og i regulering af pH	700
Klorid	Cl	$\text{Cl}^-$	Involveret i fotosyntesen	1.200 <sup>*)</sup>
Mangan	Mn	$\text{Mn}^{2+}$	Kontrollerer fotosyntese og iltning- og reduktionsprocesser	300
Jern	Fe	$\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$	Involveret i klorofylsyntesen og i elektronoverførsler	125
Bor	B	$\text{H}_3\text{BO}_3$ , $\text{H}_2\text{BO}_3^-$	Involveret i sukkeromsætning og dannelsen af cellevægge og kernesyrer	25
Zink	Zn	$\text{Zn}^{2+}$	Involveret i flere enzymsystemer, proteinsyntese og aflæsning af DNA mv.	25
Kobber	Cu	$\text{Cu}^{2+}$	Indgår i mange enzymer og er vigtig for proteinsyntesen	6
Molybdæn	Mo	$\text{MoO}_4^{2-}$	Involveret i kvælstoffiksering og omdannelsen af nitrat til ammonium	0,1

<sup>\*)</sup> Bemærk at klor er et mikronæringsstof selvom koncentrationer i planterne er på niveau med mange makronæringsstoffer. Det skyldes, at klassifikationen tager udgangspunkt i planternes behov og ikke i deres optagelse.

## En ion

er et atom, der har fået eller mistet en eller flere elektroner. Herved får atomet en elektrisk ladning.

Positivt ladede ioner kaldes kationer og negative ioner, kaldes anioner. Når ioner med en modsat ladning går sammen, danner de et salt. Køkkensalt (NaCl) er et godt eksempel. Opløses køkkensalt i vand, spaltes saltet igen i ionerne  $\text{Na}^+$  og  $\text{Cl}^-$ . På samme måde spaltes for eksempel gødningen svovlsur ammoniak ( $\text{NH}_4$ )<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>) til to ammonium-ioner ( $\text{NH}_4^+$ ) og en sulfat-ion (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>).

tager. Mængden af opløste næringsstoffer er naturligvis afhængig af gødskningen, men også af jordtypen og af de ligevægte, der hele tiden søger at indstille sig mellem næringsstofferne på jordpartiklerne og i jordvandet. For eksempel bindes fosfor i jorden til planterester og jordens partikler, og der vil hele tiden i takt med blandt andet rodoptagelse søge at indstille sig en ligevægt mellem det bundne fosfor og opløst fosfat i jordvandet. Mængden af plantetilgængeligt fosfat (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) i jordvandet er derfor afhængig af sammensætningen af jordens faste bestanddele. Karbonatbuffersystemet er et andet eksempel på ligevægtssystem. Her opløses kuldioxid (CO<sub>2</sub>) fra luften eller fra jordorganismernes ånding i jordvandet. Denne CO<sub>2</sub> reagerer med vand under dannelsen af kulsyre, som på sin side i to processer spaltes til bikarbonat og karbonat under frigivelse af syre. Denne syre vil bidrage til at opløse jordens kalk. Så hver eneste gang, der dannes eller fjernes et nyt kemisk produkt, vil der indstille sig en ny ligevægt.

Der findes et utal af forskellige organiske og uorganiske jordpartikler. Jordpartiklerne er sædvanligvis negativt ladede. Det skyldes for eksempel, at mange lerpartiklers silicium-ioner

(Si<sup>4+</sup>) er erstattet med aluminium-ioner (Al<sup>3+</sup>) og at visse Al<sup>3+</sup> ioner er blevet erstattet med magnesium-ioner (Mg<sup>2+</sup>). Lerpartiklernes negative partikeloverflade tiltrækker positive ladede ioner, som for eksempel brint/syre (H<sup>+</sup>), ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), natrium (Na<sup>+</sup>), Ca<sup>2+</sup> og Mg<sup>2+</sup> (figur 1). Derfor udvaskes de positivt ladede næringsstoffer ikke helt så let fra jorden, som de negative ioner, som nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), klorid (Cl<sup>-</sup>), sulfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), og bikarbonat (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), som nærmest "frastødes" af jordpartiklerne.

## Nitrat udvaskes let, ammonium ikke

Heri ligger en del af forklaringen på, hvorfor for eksempel kalksalpeter, som er en ren nitrat-gødning, virker hurtigt, men også let udvaskes ud af rodzonen. Langt de fleste NPK-gødning indeholder lige dele ammonium-kvælstof (NH<sub>4</sub>-N) og nitrat-kvælstof (NO<sub>3</sub>-N) og har således både en hurtigt og en længerevarende virkning. Flere gødninger er tilsat såkaldte nitrifikationshæmmere (for eksempel DMPP), som er stoffer, der hæmmer den bakterielle omsætning af NH<sub>4</sub>-N til NO<sub>3</sub>-N i fire til ti uger. Formålet er her at gøre gødningen længerevirkende og mindre udsat for udvaskning.

## CEC

CEC er et mål for jordens evne til at forsyne træerne med de vigtige positivt ladede næringsstoffer. Man kan også sige, at CEC er et mål for jordens "totale negative ladning" (figur 2). CEC er en forkortelse for "Cation Exchange Capacity" eller kation ombytningsskapaciteten. Jorde, der har et højt lerindhold, har ofte en høj CEC. Kalcium, magnesium og kalium udgør normalt størsteparten af CEC i sådanne jorde. Disse ioner kaldes baser, i modsætning til aluminium og brint, som forsure jorden og som ofte dominerer CEC i sure jorde med lav pH. Hvis CEC kun udgøres af baser vil basemætningen være 100 % og pH 7 eller mere. Det er vigtigt, at basemætningen er høj, men også at næringsstofferne balanceres i forhold til hinanden. Generelt er det ønskværdigt at Ca:Mg:K-forholdet er cirka 20:4:1 eller udtrykt som andelen af basemætningen: Ca 65 - 80 %, Mg 5 - 15 % og K 2-5 %.

## Dragone AZ 2 Tågesprøjter for juletræer



**Tågesprøjter fra én af Europa's førende fabrikker i specialsprøjter:**

Trailersprøjter fra 1.000 l - 3.000 l  
Liftsprøjter fra 400 l - 1.200 l

Rækkevidde: Op til 60 m vandret og op til 35 m lodret

Pumpe med stor ydelse og tryk

Fås med drejbar flextud eller ståltud m.m. Galvaniseret ramme

**NYHED liftsprøjte fås nu med netto tankindhold på 1260 Ltr.**

Ring for yderligere information tlf. 74 75 12 05

## Skærbæk Maskinforretning

v/Bent Sørensen · Aabenraavej 17 · 6780 Skærbæk · Tlf. 74 75 12 05 · Fax 74 75 05 55

[www.skmas.dk](http://www.skmas.dk) · [info@skmas.dk](mailto:info@skmas.dk)

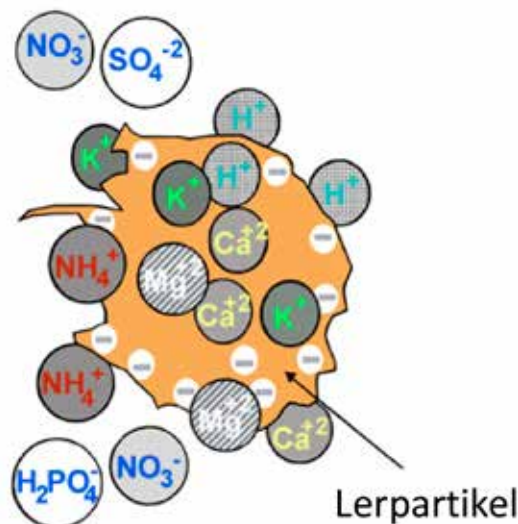
CVR-nr. 1573 7905 · Bank: Sydbank · Reg. 7971 konto nr. 200191-0



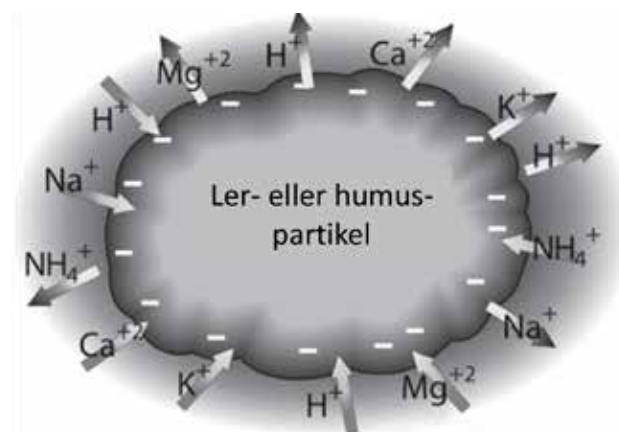
**Vi forhandler også klipper og grenknuser programmet fra Dragone. Det bedste valg til den professionelle bruger.**

Tabel 2: Oversigt over de kemiske jordparametre. Tallene er det tidligere Plantedirektorats anbefalinger for jordanalyser, hvor dyrkningsformålet er landbrugsafgrøder i bred forstand (Plantedirektoratet 1994), dog ikke pH.

Parameter	Plantedirektoratets enheder	1 enhed modsvarer <sup>*)</sup>
<b>pH</b> Niveauer i danske jorde Anbefalet niveau	Reaktionstal (Rt) = $\text{pH}_{\text{CaCl}_2} + 0,5$ 3,5 - 7,5 5 - 6	
<b>Kvælstof (N)</b> Niveauer i danske jorde Anbefalet niveau	Nitrattal (Nit) = 1 mg $\text{NO}_3\text{-N}/1.000\text{g jord}$ 0 - 20 ej opgivet	2,5 kg N/ha
<b>Fosfor (P)</b> Niveauer i danske jorde Anbefalet niveau	Fosfortal (Pt) = 1 mg P/100 g jord 0 - 20 2 - 4	25 kg P/ha
<b>Kalium (K)</b> Niveauer i danske jorde Anbefalet niveau	Kaliumtal (Kt) = 1 mg K/100g jord ej opgivet 7 - 10	25 kg K/ha
<b>Magnesium (Mg)</b> Niveauer i danske jorde Anbefalet niveau	Magnesiumtal (Mgt) = 1 mg Mg/100g jord 2 - 15 4 - 8	25 kg Mg/ha
<b>Kalcium (Ca)</b> Niveauer i danske jorde Anbefalet niveau	Kalciumtal (Cat) = 1 mg Ca/100g jord 50 - 500 ej opgivet	25 kg Ca/ha
<b>Svovl (S)</b> Niveauer i danske jorde Anbefalet niveau	Sulfattal (St) = 1 mg $\text{SO}_4\text{-S}/1000\text{g jord}$ 1 - 10 ej opgivet	25 kg S/ha
<b>Kobber (Cu)</b> Niveauer i danske jorde Anbefalet niveau	Kobbertal (Cut) = 1 mg Cu/1.000g jord 1 - 10 2 - 5	2,5 kg Cu/ha
<b>Mangan (Mn)</b> Niveauer i danske jorde Anbefalet niveau	Mangantal (Mnt) = 1 mg Mn/1.000g jord ej opgivet > 2,5	2,5 kg Mn/ha



Figur 1. Positive næringsstoffer bliver holdt tilbage af de negative ladninger på lerpartiklernes overflade ofte i modsætning til de negativt ladede stoffer, som er mere udsat for udvaskning.



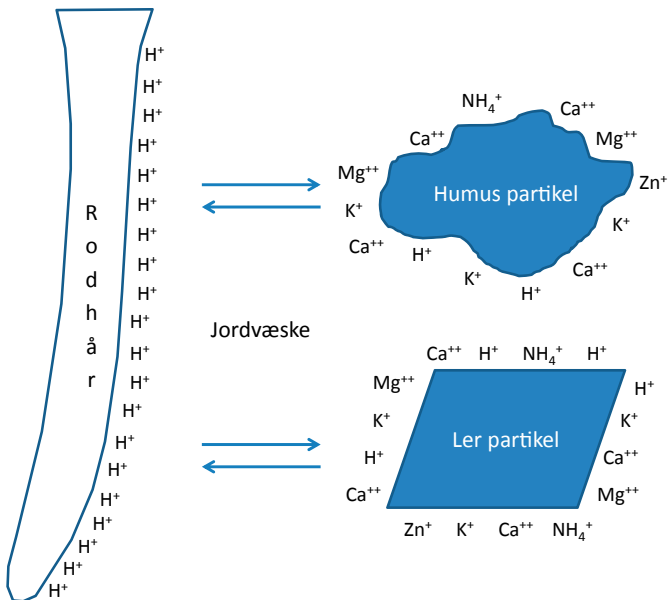
Figur 2. Ler- eller humuspartikel med negative ladninger på overflade. De negative ladninger tiltrækker positivt ladede næringsstoffer og syre. CEC er et mål for hvor mange af disse positive elementer, som en given jord har. Basemætningen, er et procentuelt udtryk for hvor mange af disse, der rent faktisk er næringsstoffer.

vokser traditionelt på jorder med lavere pH end de velkalkede landbrugsjorde og har desuden et mindre tæt rodsystem. I Nåledrys nr. 84 er de generelle anbefalinger tidligere beskrevet, men nuances mere her.

## Anbefalede næringsstofniveauer i jord

I danske jordtyper er der ofte mange flere næringsstoffer bundet til jordpartiklerne, end der er opløste næringsstoffer i jordvæsken. Derfor er et mål for mængden af ombyttelige eller adsorberede næringsstoffer et meget bedre mål for plantetilgængeligheden af næringsstoffer end koncentrationen af næringsstoffer i jordvæsken. Jordanalyser, som for eksempel Kt (kalitallet), Mgt (magnesiumtallet) og Mnt (mangantal) er gode eksempler på sådanne analyser, blot med udbytter i landbruget for øje. Vi bygger vores dyrkningsanbefalinger til juletræer og klippegrønt på disse analysetyper (tabel 2). Men skal blot huske på (bortset fra det angivne pH) at anbefalingerne, fordi de er målrettet landbruget, ligger i overkanten af, hvad vi vil anbefale for de mere nøjsomme pyntegrøntarter. Nåletræer

Vi anbefaler kun i specialtilfælde at få udført en analyse af nitrattallet, da denne måling varierer overordentlig meget både i rum og tid. I stedet bør nåleanalyser anvendes. Med hensyn til fosfor, peger de seneste målinger i kombination med de mange indsendte jordanalyser på, at fosfortal (Pt) lidt under 2 er fuldt tilstrækkelig, men kommer det under 1, kan der forventes akut mangel på fosfor. Vi modtager flere analyser, hvor Pt er en del højere end 6. I disse tilfælde bør Pt sænkes ved at undlade at gødske med fosfor. For kaliumtallets (Kt) vedkommende, er det vores erfaring, at det skal balanceres i forhold til magnesiumtallet (Mgt). Ellers øges risikoen for "nøgne skuldre", hvor træet mister de ældre nåle centralt i træet. En luksusoptagelse af kalium kan nemlig fremtvinge mangel på magnesium. Ligger Mgt i den lave ende, bør Kt også gøre det og det er bedre, at Mgt er højt end at Kt er højt. Ligger Kt i den øvre ende



Figur 3. Træerne udskiller syre ( $H^+$ ) når de optager de positive næringsstoffer. Planterne optager næringsstofferne fra jordvæsken.

af intervallet, bør der vælges en gødning med et mindre indhold af kalium. Det gælder især på de mere sandede jordtyper, hvor et lavt pH yderligere hæmmer optagelsen af magnesium. Der savnes i høj grad forskning og viden om betydningen af balancen mellem kalium og magnesium.

## Jordens pH

Jorden forsures naturligt i planteproduktionen. Når træerne optager positive næringsstoffer kompenseres optaget af udskillelse af syre ( $H^+$ ) (figur 3) for at skabe ladningsbalance både i og uden for planten. Men kvælstofgødning, jordbehandling og nedbrydning af planterester bidrager også til jordforsuring.

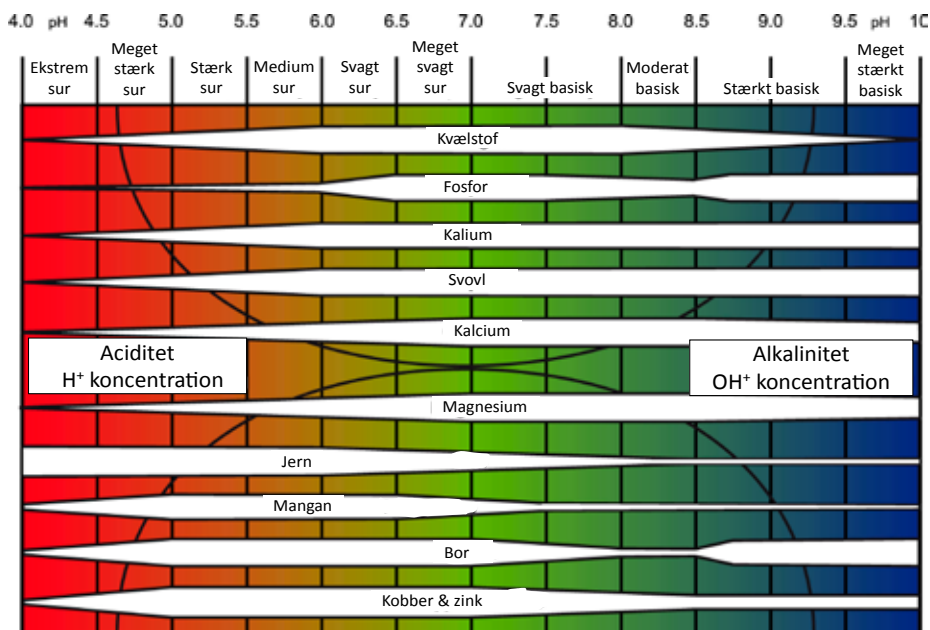
pH angiver jordens surhedsgrad. I Danmark udtrykkes pH normalt ved reaktionstallet (Rt), som er defineret som  $pH + 0,5$ . Denne korrektion på 0,5 enheder skyldes alene et behov for kor-

Tabel 3. Mobiliteten af næringsstoffer i jord og træer. +++ = høj mobilitet, ++ = i nogen grad immobil og + ringe mobilitet. Tallene gælder for en gennemsnitlig dansk produktionsjord. Afvigelser kan forekomme, især afhængig af jordens pH, temperatur og fugtighed.

	Træ	Jord	
N	+++	$NH_4^+$	++
		$NO_3^-$	+++
Ca	+	$Ca^{2+}$	++
Mg	+++	$Mg^{2+}$	++
Cu	++	$Cu^{2+}$	+
Fe	++	$Fe^{2+}, Fe^{3+}$	+
Mn	++	$Mn^{2+}$	+
Mo	+++	$MoO_4^{2-}$	++
Ni	+	$Ni^{2+}$	+
P	+++	$H_2PO_4^-, HPO_4^{2-}$	+
S	++	$SO_4^{2-}$	+++
B	+	$H_3BO_3, H_2BO_3^-$	+++
Cl	+++	$Cl^-$	+++
K	+++	$K^+$	++
Zn	++	$Zn^{2+}$	+

rektion af pH, fordi  $CO_2$ -indholdet i jorden er betydeligt højere end i atmosfæren.

Det er vigtigt, at jordens pH holdes indenfor de anbefalede niveauer. For bliver pH for lavt eller for højt kan konsekvensen let blive, at træerne mistrives. Et for lavt pH nedsætter generelt tilgængeligheden af kvælstof, fosfor, kalium, magnesium og svovl, mens for høje værdier kan give mangel på vigtige mikronæringsstoffer som jern, mangan og bor (figur 4). Ammonium



Modificeret efter Troug, E., 1946

Figur 4. Næringsstoffernes tilgængelighed er stærkt afhængig af jordens surhedsgrad (pH). Med faldende pH mindskes tilgængeligheden af blandt andet kvælstof, fosfor og magnesium. For højt pH mindsker især tilgængeligheden af visse mikronæringsstoffer. I figuren er tilgængeligheden af næringsstoffer illustreret af højden på de hvide kasser. Koncentrationen af syre  $H^+$  og base ( $OH^-$ ) illustreres af de to buer.  $pH = 7$  er neutralt. Hver gang pH øges eller sænkes med én enhed falder eller vokser koncentrationen af syre eller base med en faktor ti.

bindes normalt stærkere ved højt pH end ved lavt. Det betyder, at ammoniums bevægelighed er større ved lavt pH.

Planter er tilpasset forskellige jordtyper og er dermed også tilpasset tilgængeligheden af næringsstoffer indenfor for et givent pH-interval. Som tommelfinger regel siger vi, at nordmannsgran trives optimalt i et surt miljø, gerne mellem pH 5 og 6 svarende til Rt mellem 5,5 og 6,5. På de mere sandede jordtyper (JB 1-4) tolereres et lavere pH interval (4,7-6,0) end på de mere lerede jordtyper (JB 5-10), hvor pH-intervallet snarere er 5-7. Er sandjorden meget humusrig tolereres endda et endnu lavere pH.

## Næringsstofmobilitet

Der er stor forskel på bevægeligheden af de enkelte næringsstoffer i træerne og i jorden. Fosfor er et godt eksempel på et næringsstof, der har en meget lille bevægelighed i jord, men en stor bevægelighed i træerne. Kalcium et eksempel på næsten det modsatte: En relativ god bevægelighed i jorden og en ekstrem lav bevægelighed i træerne<sup>1</sup>. Klorid, derimod, lader sig flytte meget let både i træerne og i jorden, mens nikkel både jord og træer er lidt bevægelig (tabel 3).

<sup>1</sup> Ved en lav mobilitet i planter forstås, at når næringsstoffet først er transporteret til bestemmelsesstedet, så kan det kun vanskelig flyttes siden hen.

<sup>2</sup> Diffusion er den proces, der også spreder lugten fra lokale til lokale af for eksempel en åbnet flaske salmiak spiritus.

Langt de fleste næringsstoffer kommer til roden sammen med det vand, der strømmer forbi. Dette gælder især for de bevægelige (mobile) næringsstoffer, hvor denne transportmekanisme står for op mod 80 procent. For dårligt bevægelige (immobile) næringsstoffer, som fosfor, kan denne mekanisme kun forklare 5 % af tilstrømningen. Resten sker ved diffusion<sup>2</sup>, hvor fosfor flytter sig langs en faldende koncentrationsgradient. Denne proces er langsom, hvorfor man også siger "at rødderne faktisk skal vokse efter fosfor". De næringsstoffer, hvor diffusion er vigtig, som især fosfor, er de mest immobile næringsstoffer, de er ofte tungtopløselige og deres behov er stort i planterne.

På grund af ionbytning og binding til jordpartiklerne kan mange næringsstoffer til en vis grad "indsættes på jordkontoen", det vil sige tilføres i større omfang end de forbruges til glæde for næste omdrift. Det gælder især for de mere immobile næringsstoffer, men gælder ikke for kvælstof. Dog bindes der en mindre mængde ammonium til jordpartikler, – et forhold der monitoreres i landbruget og efterfølgende anvendes til korrektion af landbrugets kvælstofkvoter. Størrelsen af denne binding i juletræsbevoksninger varierer meget over årene, men ligger omtrent på 1,5 til 2,0 mg N/kg jord svarende til mellem 3,5 og 6 kg kvælstof pr. ha. afhængig af jordbundstype.

## Absolut mangel - hvilket næringsstof mangler?

Hvad er årsagen til næringsstofmangel? En lang række forhold spiller ind, så som jordbund, deposition, valg og timing af gødning, plantetæthed og hugstmodel. I juletræer og klippegrønt er

# NY MODEL FORT SIRIO 4 x 4

fra Sønderup Maskinhandel A/S

## FORT SIRIO 4 X 4

Den nye model har fået nyt instrumenteringspanel. Den har fået tankmåler, omdrejningstæller, temperatur måler samt hastighedsmåler og kilometer tæller i digital. Den nye temperatur måler viser temperaturen konstant. Tankmåleren viser brændstofniveauet. Indstilling af sprøjtning er blevet nemmere, der er kommet fart måler på instrumentpanelet. Denne fartmåler gør at man bedre kan få afstemt sprøjtemængden korrekt.

## SIRIO SPRØJTE

SIRIO sprøjten er blevet ombygget, bære hjulet er nu flyttet helt ud bag på sprøjten, dette gør at man opnår en mere rolig kørsel ydermere bliver vægten flytte over på traktorens baghjul, dette giver en bedre fremdrift. Belastnings systemet på afskærmningen er blevet ændret til nu at være fjeder belastet. De to afskærmnings plader kan nu arbejde uafhængigt af hinanden.



IMPORTØR: Sønderup Maskinhandel A/S . Hjedebækvej 464 . 9541 Suldrup . tlf: 98 65 32 55 . www.jutrak.dk . e-mail: mail@fbdk.dk



Jordprofil fra juletræsproduktion på grovsandet jordbund. Bemærk den relativt markante overgang mellem pløjelaget og den underliggende mineraljord i cirka 18 cm dybde. Den underliggende mineraljords B-horisont er beriget på jern (rust-rød farve) modsat den underliggende C-horisont i cirka 80 cm dybde. En sådan jordbundstype er fattig på næringsstoffer og sårbar over for balancen mellem magnesium og kalium. Jorden er yderst gennemtrængelig for vand hvorfor især kvælstof hurtigt tabes fra rodzonen. Her er det vigtigt, at gødske af flere omgange for at udnytte gødningen bedre og mindske udvaskningen til grundvandet.



Figur 5. Von Liebig's tønde. En visualisering af minimums-princippet.

det ofte kvælstof, magnesium og mangan, der mangler. Gødskning er nok den enkeltfaktor, der har størst betydning i den intensive danske juletræsproduktion. Men praksis er svær, teori let.

Vækst og plantekvalitet afspejler mængden af netop det næringsstof, der findes i den mest begrænsede mængde, uanset hvilket næringsstof, der er tale om. Dette "minimums-princip" blev formuleret af Justus von Liebig (1803 - 1873). Den kan nu til dags tolkes som, at hvis et næringsstof mangler eller er til stede i utilstrækkelig mængde, så vil væksten og plantekvaliteten forringes uanset om de andre livnødvendige næringsstoffer er til stede i tilstrækkelige mængder. Når tilførsel af det manglende næringsstof er så stor, at det ikke længere mangler, så vil der ikke være gavnlige effekter af en mertilførsel. Et andet næringsstof vil da komme i minimum og blive den begrænsende

faktor. Liebig illustrerede sit princip med en tønde opbygget af stave med forskellige længde (figur 5), hvor kapaciteten (plantevækst, plantekvalitet) blev begrænset af den korteste stav. Kapaciteten af tønden kan kun øges, når stavens højde forlænges, men det betyder, at et andet næringsstof går i mangel, svarende til at en anden stav bliver for kort.

## Absolut mangel og relativ mangel

Selvom næringsstofferne er til stede i så store mængder, at der ikke burde skabes mangel hos træerne, så kan der alligevel opstå en mangelsituation, som kaldes for relativ mangel eller induceret mangel, som kan være relativt hyppigt forekommende. Det skyldes enten at selve rodoptagelsen af næringsstofferne påvirker hinanden eller at næringsstoffernes tilgængelighed i jorden påvirker hinanden. Og måden de enkelte næringsstoffer påvirker hinanden på er meget forskellig. For eksempel fastlægger jern og aluminium samt kalcium effektivt fosfor i jorden, men ved henholdsvis lavt og højt pH. Næringsstofferne kalium, kalcium og ammonium er ioner af omtrent samme størrelse og ladning. Det gør, at de "stofbærere", der flytter næringsstofferne på tværs af cellemembraner ved rodoptagelsen, ikke altid kan skelne imellem stofferne.

Mulders kort (figur 6) illustrerer nogle af disse påvirkninger. Her skelnes der mellem 1) en antagonistisk påvirkning, hvor optagelsen af et næringsstof decideret hæmmes af et andet næringsstof og 2) en synergetisk påvirkning, hvor høje niveauer af et næringsstof kræver øget optagelse af et andet næringsstof. Men man kan sige, at resultatet let kan blive det samme: Hvis for eksempel tilgængeligheden af kvælstof øges, skaber dette et øget behov for magnesium og hvis fosfor bliver overdoseret kan dette hæmme optagelsen af jern og kalcium. Vejen frem er under alle omstændigheder en balanceret gødskning opfulgt af nåleanalyser. For nåleanalyser er det bedste værktøj til forebyggelse af mangel på næringsstoffer.

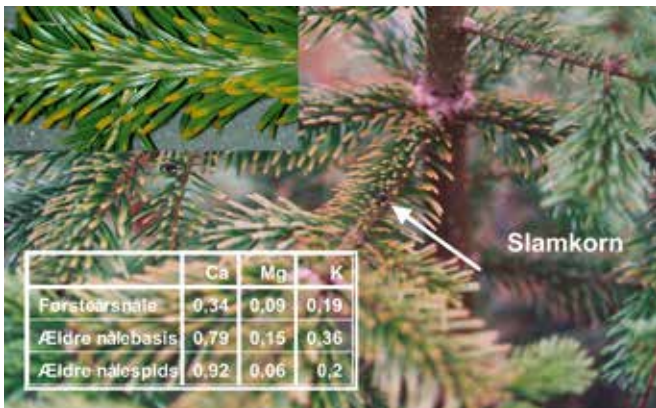
I juletræsbranchen er det velkendt, at magnesium og kalium kan modvirke hinandens optagelse. Er der for meget af det ene næringsstof fremmes, det før omtalte fænomen "nøgne skuldre". Det er mest almindeligt, at situationen med for lidt magnesium i forhold til kalium er synderen. Det er også velkendt, at ammonium-kvælstof effektivt konkurrerer med kalium, – men ikke omvendt. Optagelsen af kalcium hæmmes af blandt andet kalium, men mest af ammonium-kvælstof, – et fænomen der kan have betydning for forekomsten af røde nåle.

*I 1990'erne udførte vi de første grundlæggende gødningsforsøg. Her er vist repræsentative ensaldrende træer fra en forsøgslokalitet på Sydsjælland (Hastrup). Træerne er gødsket med 270, 135, 70, 35 og 0 kg N pr. ha. Gæt hvilket træ, der kommer fra den ugødskede kontrolbehandling.*





Gødskning sikrer træerne en harmonisk vækst og en flot farve, men gødningen kompenserer også for de næringsstoffer, der fjernes når træerne høstes. Dette gælder dog ikke for kalcium som især på de lidt lettere jordtyper bør tilføres gennem kalkning.

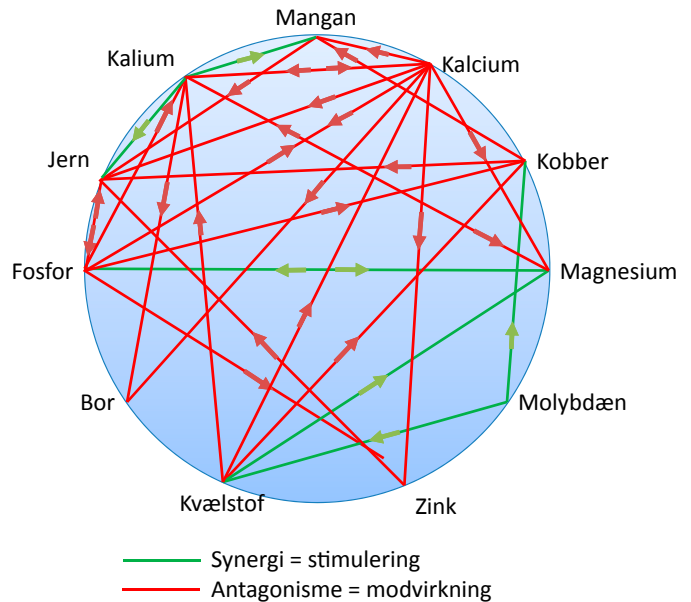


Induceret mangel på navnlig kalium, men også magnesium, som følge af usædvanlig stor kalcium-dosering med biogran-slam. Man kan stadig i efteråret se at slamkornene ikke er helt opløst fra forårets udbringning.

## Afslutning

Kend din jord. Den ændrer sig i takt med, at du dyrker den og dette skal korrigeres. Når du høster dine træer på en hektar, fjerner du faktisk så stor en mængde kalcium, som svarer til kalciummængden i cirka to tons jordbrugskalk eller fem tons dolomitkalk. Balanceres din tilførsel af kalium heller ikke med udvaskningen og den mængde, der udtages med høsten, så kan næste generation af juletræer let gå en situation i møde, hvor kalium enten er i underskud eller måske snarere i overskud i forhold til magnesium. Flere og flere udtager jævnlige jordprøver. Det er den professionelle måde at forvalte sit dyrkningsmedie, jorden på. Jorden er i næringsstofmæssig sammenhæng at betragte som en bankbog, hvor der indsættes og haves løbende. Indsættes der for lidt (gødskes der for lidt) tømmer bankbogen (udpines jorden med høsten). Indsættes der for meget (gødskes der for meget) bliver afkastet alvorligt forringet i forhold til andre investeringstyper (mertilførslen af gødningen har ingen effekt og kunne med fordel anvendes i andre kulturer).

Vi anbefaler at udtage jordprøver til kemisk analyse i hvert fald før en ny omdrift påbegyndes. Husk at jordprøver ikke kan erstatte nåleanalyse. Jordprøver siger kun noget om jordens næringsmæssige tilstand, – om der potentielt er nok af næringsstoffer til stede og om der ser ud til at være balance næringsstofferne



Figur 6. Plantenæringsstoffernes indbyrdes påvirkning. Modifikation af Mulders kort. Antagonisme er en modvirkning eller hæmmende effekt på optagelsen af et næringsstof på et andet i pilens retning. Kalcium hæmmer således optagelsen af jern, mens kvælstof stimulerer optagelsen magnesium. Magnesium og fosfor udøver en positiv effekt på hinandens optagelse, mens jern og fosfor gør det modsatte.

imellem i jorden. Nåleanalyser er derimod et værktøj som på ethvert tidspunkt i omdriften direkte belyser kulturens ernæringsmæssige tilstand. Det er et værktøj, der langt tidligere end det blotte øje kan vise om en næringsstofmangel er under opsejling. Jord- og nåleanalyser supplerer hinanden, men brug nåleanalyser langt hyppigere end jordanalyser. Vi har i Danske Juletræer den største tolkningseksperise i landet og hjælper gerne til med tolkningen af dine prøver. Det er os, der har udviklet de nutidige anbefalinger.

Det er håbet, at denne artikel bidrager til at øge forståelsen af de komplicerede kemiske processer, der foregår i jorden, som er relevante for juletræsdyrkingen, og således udbygger forståelsesgrundlaget for både jord- og nåleanalyser. Som tidligere beskrevet, har vi på markvandringerne lagt mere vægt på tolkning af jordprofiler samt jord- og nåleanalyser og sammenhængen med gødskning. Det vil vi også gøre fremover. ■

# Peter Schjøtt's Planteskole

P+1:  
Skelhusmarken FP 272 ( Tversted),  
Nybo,  
Silkeborg Nordskov FP 259  
Mosemark FP 251.

2/2:  
Tversted FP 527,  
Silkeborg Nordskov FP 259,  
Mosemark FP 251,  
Yayla, Savsat.

Hedegårdvej 5  
7361 Ejstrupholm  
Tlf. 75 772 552  
p.s@planteskole.dk  
www.planteskole.dk