

BEHOVSTILPASSET GØDSKNING

– Fra teori til praksis

OPDATERET 2021

Sterf



OM GØDNINGS-HÅNDBOGEN

Den første udgave af denne håndbog (2011) opsummerede den viden og erfaring som blev indsamlet gennem tre forskningsprojekter om gødning, med fondsmidler fra STERF i perioden 2003-2011:

- Effect of precision fertilisation on the growth, appearance and nitrogen utilisation of turfgrasses
- Fertiliser strategies for golf turf: Implications for physiology-driven fertilisation
- Impact of mowing height and autumn fertilisation on winter survival of golf greens in the Nordic countries

Den nuværende håndbog fra 2021 er blevet opdateret med resultaterne fra STERF projekterne: *Optimal tilførsel af kvælstof og sulfat i efteråret for bedre overlevelse af græs om vinteren* og *SUSPHOS: Bæredygtig fosfor (P) gødning på golfbaner*. Tidligere STERF projekter har primært haft fokus på kvælstof (N), mens målet med SUSPHOS projektet var at undersøge om P-gødning kan reduceres på golfbanerne uden at det går ud over græskvaliteten.

LÆS MERE

Demand-driven fertilization. Part I: Nitrogen productivity in four high-maintenance turf grass species. T. Ericsson, K. Blombäck & A. Neumann 2012. - Acta Agriculturae Scandinavica, 62(1):113-121.

Demand-driven fertilization. Part II: Influence of demand-driven fertilization on shoot nitrogen concentration, growth rate, fructan storage and playing quality of golf turf. T. Ericsson, K. Blombäck & A. Neumann 2012. - Acta Agriculturae Scandinavica, 62(1):139-149.

Reduced phosphorus fertilization on golf courses: A comparison of three fertilizer recommendations for putting greens. K. J. Hesselsøe, A. F. Borchert, A. F. Øgaard, T. Krogstad, Y. Chen, W. Pramässing & T.S. Aamlid. 2021: Submitted to Int. Turfgrass Soc. Res. Jour. June 2021

Temperature effects on phosphorus requirements for creeping bentgrass establishment and spring growth. A.F. Øgaard & T.S. Aamlid 2020. Agronomy Journal 112:3478–3490. <https://doi.org/10.1002/agj2.20288>

Einfluss unterschiedlicher P-Düngeempfehlungen auf die Nährstoffgehalte im Boden und die Qualität von Golfgrüns am Beispiel des Golfplatzes Dütetal (Osnabrück). A. F. Borchert, J. Rosenbusch, K.J. Hesselsøe, T.S. Aamlid & W. Prämaßing. 2020. European Journal of Turfgrass Science (RASEN · TURF · GAZON) 3: 61-66

Green fertilization the Scandinavian way. A. Kvalbein & T.S. Aamlid 2012. <http://www.sterf.org/Media/Get/1815/green-fertilisation-the-scandinavian-way>

Phosphorus for turfgrass – the SUSPHOS project. K. J. Hesselsøe, A.F. Øgaard & T.S. Aamlid 2020 <http://www.sterf.org/Media/Get/3417/susphos-english.pdf>

MLSN fertilization on golf courses. T. S. Aamlid & K. J. Hesselsøe 2020 <http://www.sterf.org/Media/Get/3444/mlsn-fertilization-english.pdf>



PÅ VEJ MOD MERE BÆREDYGTIG GØDNING

At planter kræver næring for at kunne vokse og udvikle sig på en tilfredsstillende måde har været kendt længe før vor tidsregning, men det var først i midten af 1800-tallet, at det blev bevist, at planternes ”mad” for størstedelen består af grundstoffer fra jordbunden. I dag ved vi, at alle planter behøver de samme 14 næringsstoffer og vi ved hvorfor disse stoffer er nødvendige for planterne. At tilføre næring til planter er den mest effektive metode til at styre tilvækst og til at påvirke afgrødernes kvalitet – og dette gælder også for golfgræs.

Måden hvorpå vi tilfører gødning til fairways og greens er stærkt påvirket af landbrugets gødningspraksis. Men golfbaner, og især opbygningen af greens, er meget anderledes end landbrugsjorden. Greens opbygget efter USGA-normerne har en meget begrænset evne til at fastholde næringsstoffer. Derfor bør ”fornæring” undgås både af økonomiske og af miljømæssige årsager. Gødning af greens bør derfor i højere grad ske ved hjælp af små og hyppige tilførsler, hvor mængderne afpasses græssets varierende behov gennem vækstsæsonen.

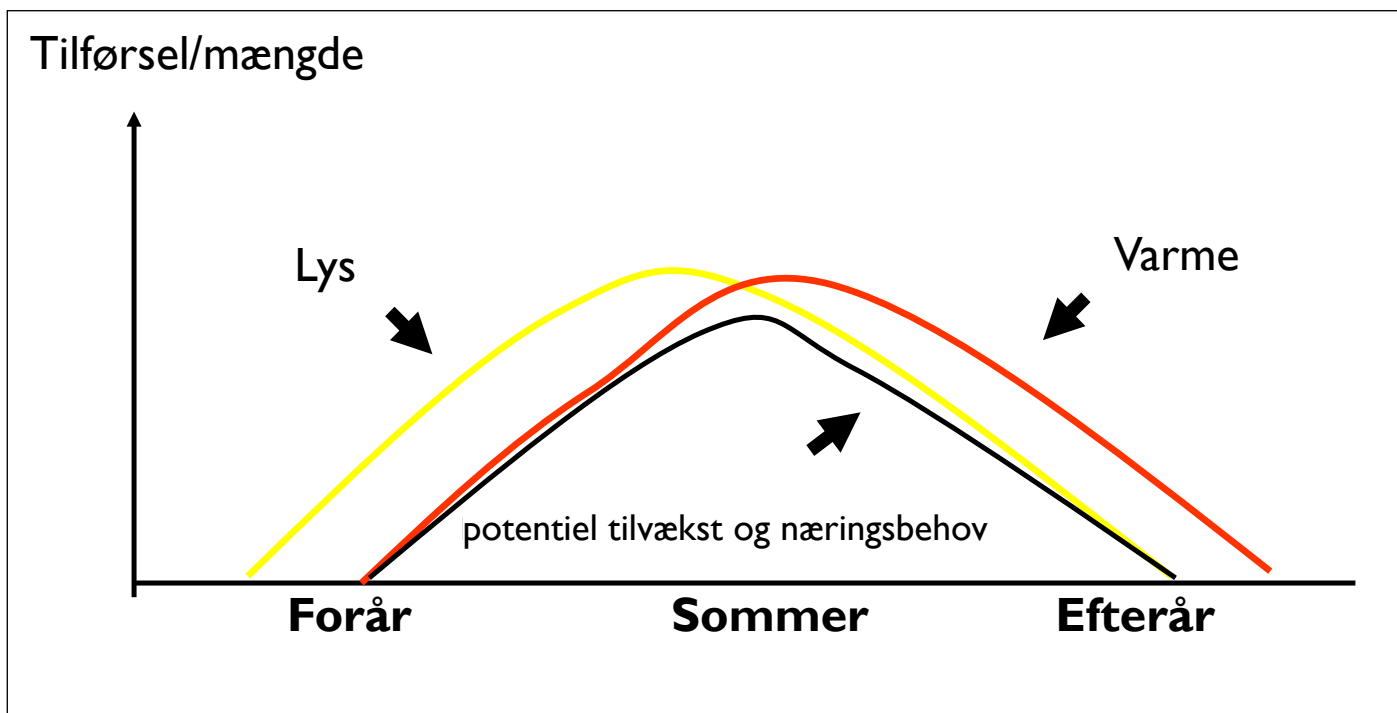
Det er dette udgangspunkt som ligger bag konceptet: ”Behovstilpasset gødning”.

Behovstilpasset gødning tager udgangspunkt i, at græsset i den vegetative vækst (dvs. når der ikke sker skridning og blomstring) har behov for næringsstoffer i det samme forhold til hinanden. Man kan derfor anvende den samme gødningstype hele sæsonen og styre gødningstilførslen ud fra græssets kvælstofbehov.

Med behovstilpasset gødning kan man styre græssets kvælstofindhold og dermed dets tilvækst og kvalitetsegenskaber. Dette gøres ud fra græssets genetiske forudsætninger og de klimatiske forhold. Ved at behovstilpasse gødningen gennem sæsonen kan man undgå store ændringer i tilvæksten og dermed i græssets spillekvalitet.

I denne håndbog forklares teorien bag konceptet om ”behovstilpasset gødning” og der præsenteres en enkel beskrivelse af, hvordan det kan udføres i praksis.





Figur 1 - Sæsondynamik – lys, varme og golfgræssets potentielle tilvækst/næringsbehov.

LYS OG VARME STYRER GRÆSSETS TILVÆKSTPOTENTIALE

Næringsstoffer til greens gives oftest som ugentlige tilførsler, men udformningen af gødningskurven i sæsonens løb er forskellig fra bane til bane. Forskellene kan skyldes flere ting, men de fundamentale faktorer, som styrer græssets potentielle tilvækst og dermed behovet for næringsstoffer er lys, varme og vand. Af de tre faktorer er vandet den eneste, som vi på golfbanerne kan styre med enkle midler. Græssets vandstatus har stor betydning for muligheden for at afkøle bladene via transpiration på varme sommerdage. En god vandhusholdning er en forudsætning for celledeling og cellestrækning og dermed bladtilvækst, hvilket er grundlaget for græssets evne til at fange solenergien og drive fotosyntesen.

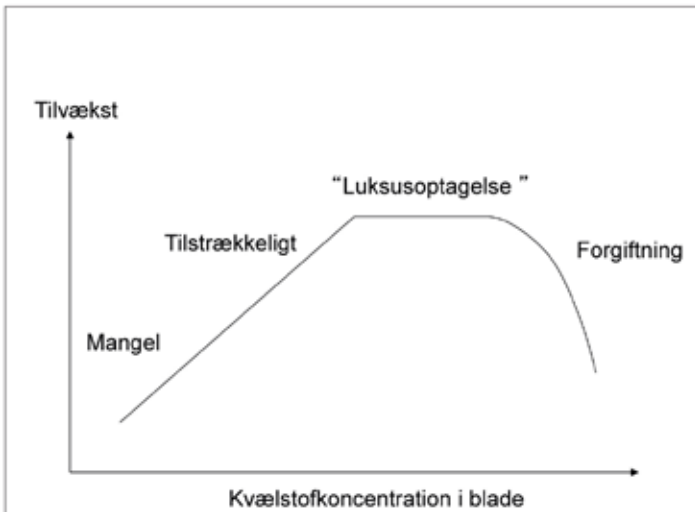
Daglængden og lysets styrke er afgørende for den mængde solenergi som græsplanten ved hjælp af fotosyntesen kan udnytte til at drive alle energikrævende processer. Temperaturen regulerer hastigheden i alle biokemiske processer og dermed hvor hurtigt nye blade og rødder dannes i sæsonens løb. Om foråret er det som regel temperaturen som begrænser græssets udvikling og om efteråret er det manglen på lys, der nedsætter tilvæksten og dermed også næringsbehovet (Figur 1). Det er altså mængden af lys, som sammen med bladarealet afgør, hvor meget solenergi planten kan indfange, og som gennem fotosyntesen kan udnyttes og overføres til kulhydrater. Det er disse kulhydrater, som udgør

plantens brændstof og byggemateriale. Lys og varme styrer græssets tilvækstpotentiale til nye skud og rødder. Tilvæksten, og dermed gødningsbehovet, bliver derfor størst, når dagene er længst (Figur 1).

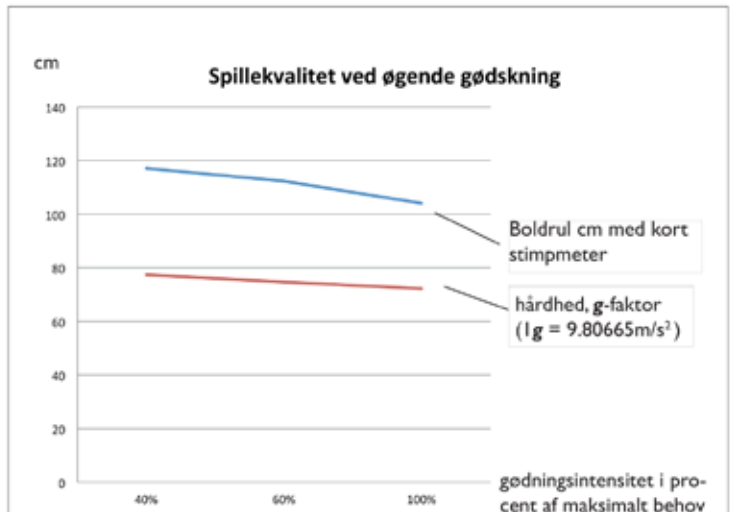
Det går derfor ikke at presse tilvæksten i gang om foråret ved hjælp af store gødningsmængder, når græssets ”maskineri” går langsomt på grund af mangel på varme. Ligeså går det ikke at kompensere manglen på lys om efteråret, når dagene bliver kortere med forøgede tildelinger af gødning.

Varme sommerdage nedsætter næringsbehovet

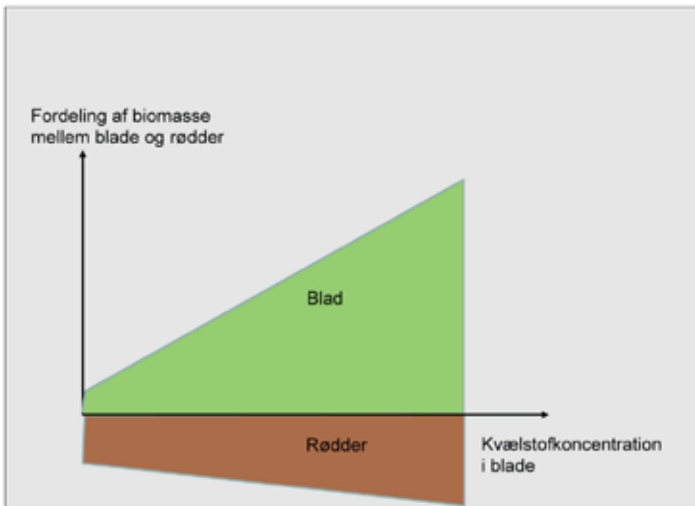
Det er ikke kun lave temperaturer som hæmmer græssets tilvækst. Når temperaturen nærmer sig de 30 grader C reduceres fotosyntesens effektivitet hos de planter som er tilpasset klimaet i Norden. Dette betyder, at den rolle som lyset spiller for tilvæksten mindskes, når det er meget varmt. Når fotosyntesen går langsommere mindsker tilvæksten og dermed også gødningsbehovet. Man kan derfor blive nødt til at sænke gødningsniveauet midt om sommeren, hvis det er meget varmt i mere end én uge.



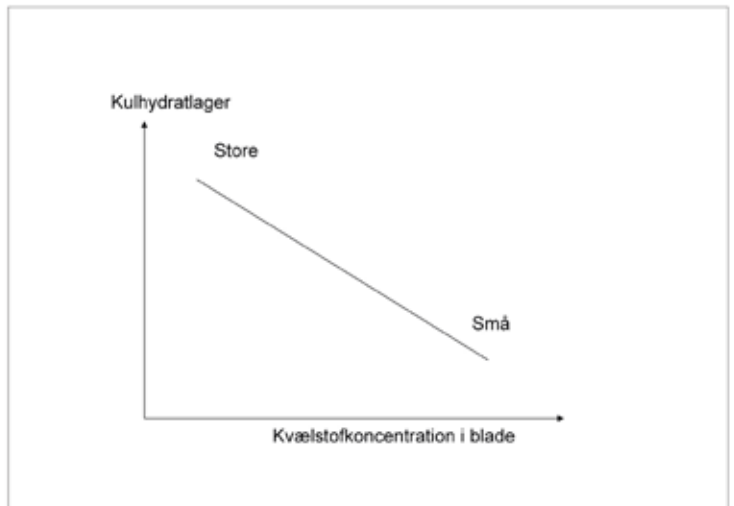
Figur 2 – Sammenhængen mellem kvælstofkoncentrationen i blade og tilvækst.



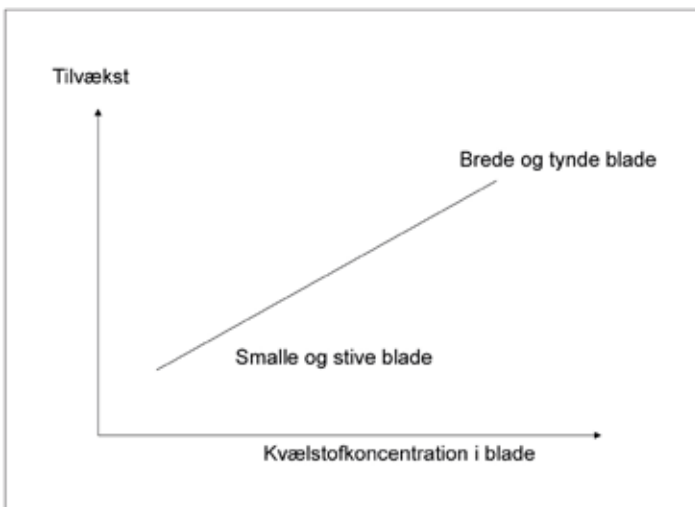
Figur 5 – Spillekvalitet ved øgende gødskning. Gennemsnit af 6 arter fra gødningsforsøg på Landvik 2009.



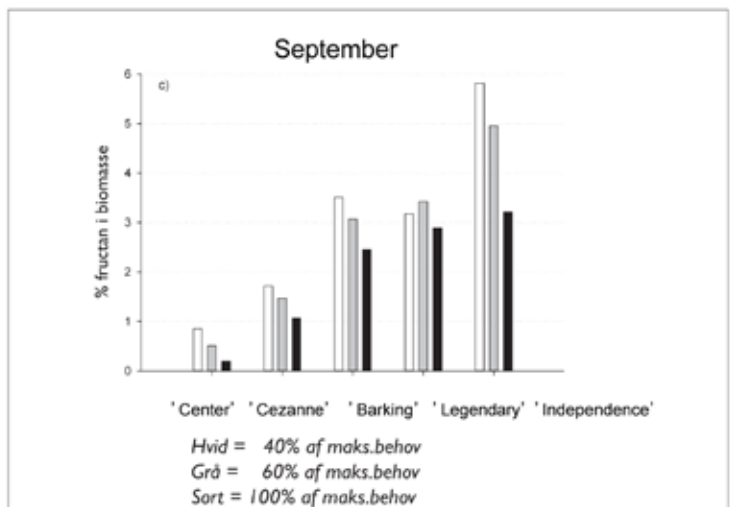
Figur 3 – Påvirkningen af bladernes kvælstofkoncentration på udvikling af blade og rødder.



Figur 6 – Påvirkning på bladernes kvælstofkoncentration på størrelsen af kulhydratlager.



Figur 4 – Påvirkning af bladernes kvælstofkoncentration på bladernes opbygning.



Figur 7 – Påvirkning af gødningsintensitet på bladernes lagring af kulhydrater hos forskellige sorter af golfgræs (Figur fra Acta II).



Kvælstof er vigtigt for tilvæksten. Billedet viser, hvordan kvælstofindholdet i bladene påvirker skudtilvæksten hos uklippede 40 dage gamle planter af krybbevene dyrket i klimakammer. Foto: Tom Ericsson.

KVÆLSTOFINDHOLDET I BLADENE REGULERER MANGE VIGTIGE PROCESSER

Kvælstof er det næringsstof som græsplanten behøver i størst mængde. Kvælstof findes blandt andet i aminosyrer og proteiner og dermed i de forbindelser, som påvirker alle kemiske reaktioner i planten (enzym). Kvælstof er også en vigtig bestanddel i plantens DNA og hormoner, og spiller dermed en vigtig rolle i plantens "maskineri". At tilførsel af kvælstof har stor betydning for plantens tilvækst er et velkendt fænomen (Figur 2), men kvælstoftilførslen påvirker også en lang række andre vigtige funktioner og egenskaber.

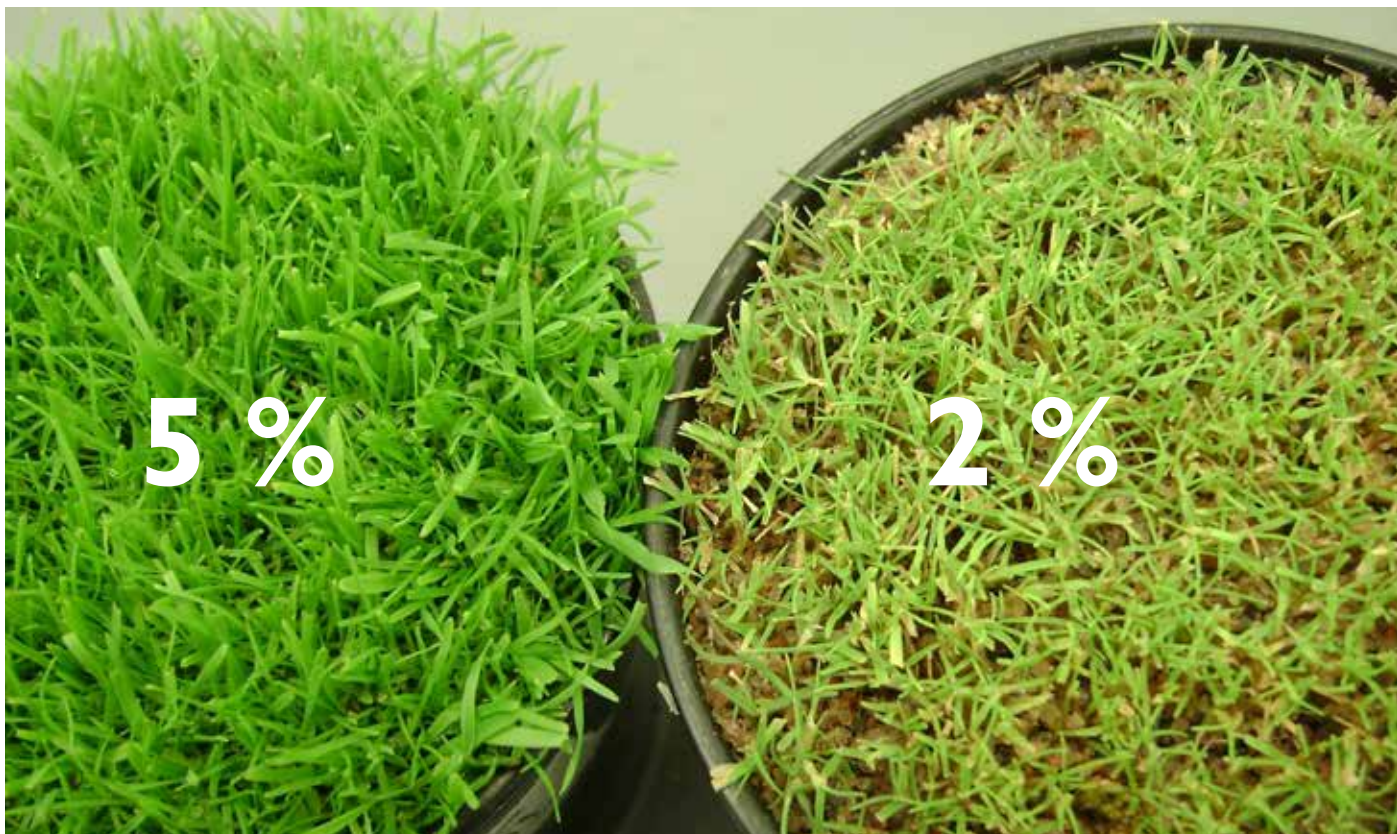
Fordelingen mellem overjordisk og underjordisk tilvækst dvs. fordelingen mellem skud og rødder er styret af kvælstoftilførslen og dermed plantens evne til at fange solens energi i forhold til at optage vand og næring (Figur 3).

Kvælstof påvirker også bladenes opbygning og struktur (Figur 4). Jo større kvælstoftilførsel og dermed tilvækst, jo tyndere (blødere) og større (bredere) bliver bladene. Græssets kvælstofindhold får dermed betydning for boldrul og dermed spillekvaliteten (Figur 5).

Hårdheden på greens er også en vigtig faktor. Hvis der gødes mere end det optimale øges filtdannelsen og greens bliver blødere. At tilvæksten stimuleres ved tilførsel af kvælstof skyldes altså først og fremmest, at græsset bliver bedre til at fange solens energi ved at tilvæksten over jorden prioriteres og at mængden af kulhydrater som skal til for at opbygge en vis bladmængde bliver lavere når tilgængeligheden af kvælstof er god.

Gødningsintensiteten påvirker også græssets evne til at oplagre kulhydrater i skud og rødder. Jo mere kvælstof græsset har adgang til desto mere anvendes de opbyggede kulhydrater til tilvækst. Og desto mindre bliver der tilovers til oplagring og til at anvende til andre vigtige livsfunktioner (Figur 6, 7). Dette reducerer græssets evne til at danne forsvarsstoffer, og dermed øges følsomheden overfor sygdomme, når kvælstoftilførslen er høj.

Når kvælstoftilførslen er relativt lav – f.eks. når planten kun vokser med sit halve vækstpotentiale udvikler planten friske grønne blade, så længe kvælstoftilførslen er jævn og harmonerer med behovet. At skabe en stabil kvælstofkoncentration i græssets blade og rødder er derfor et af de centrale mål med behovstilpasset gødskning. Af og til skal kvælstofkoncentrationen i plantevævet være høj for, at planten hurtigt kan reparere vinterskader eller skader efter meget spil. Når spillekvaliteten er i fokus og man ønsker hurtige greens, bør græssets blade blive stivere, hvilket kan opnås ved at nedsætte gødskningen og dermed reducere kvælstofkoncentrationen i blade og rødder.



Kvælstoftilførselens påvirkning på bladene kvælstofkoncentration (tørvægt), form og farve hos Krybehvene. Foto: Tom Ericsson.

ET KVÆLSTOFINDHOLD I BLADENE PÅ 3% ER NOK

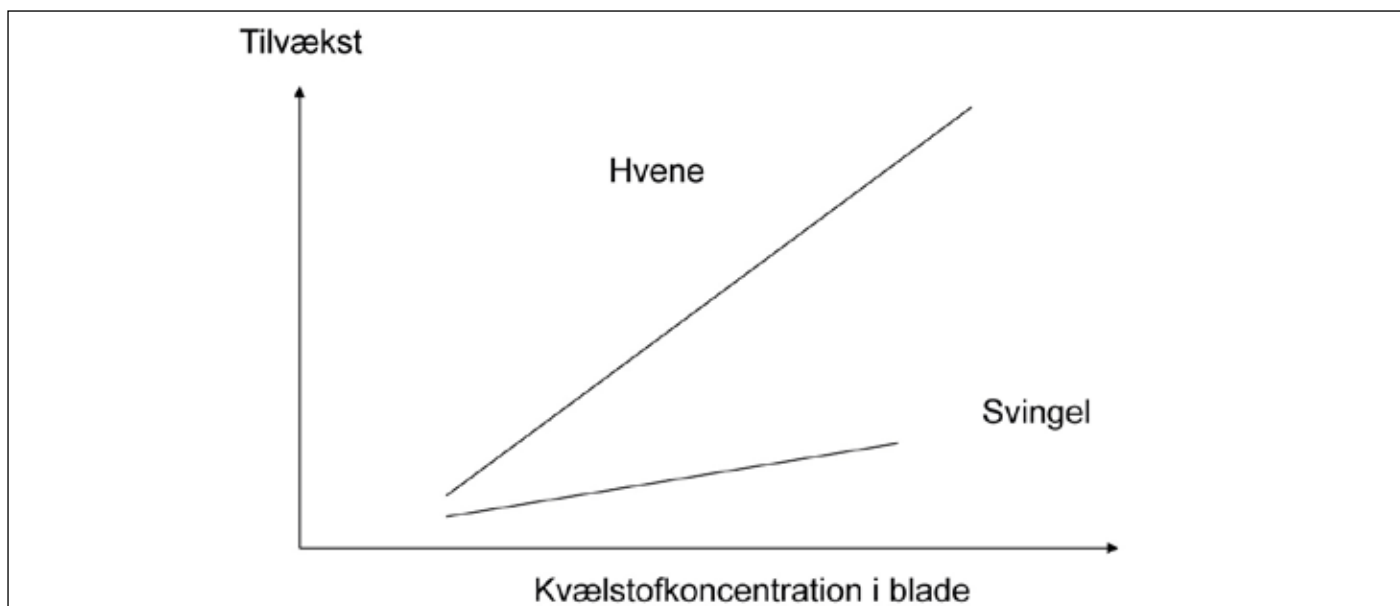
Med behovstilpasset gødskning forsøger man at tilstræbe næringsforhold, som giver en relativt konstant kvælstofkoncentration i planterne over tid. Ved at styre kvælstofniveauet i planten ved hjælp af gødskning kan man opnå forskellige ønskede kvaliteter i græsset.

Forsøg som både er udført i væksthushus (SLU, Uppsala) og i feltforsøg (Landvik, Norge) viser, at en kvælstofkoncentration på 3,1-3,5 % i prøver af tørret græsafklip er tilstrækkeligt til at opretholde en god farve og spillekvalitet hos Enårig Rapgræs, Krybehvene, Alm. Hvene, Hundehvene og Rødsvingel. Ved denne koncentration af kvælstof i bladene var tilvæksthastigheden ca. 60 % af maksimal tilvækst og samtlige arter viste bedre rodudvikling, stivere blade og større lager af kulhydrat sammenlignet med, når kvælstoftilførslen medførte højere kvælstofkoncentrationer og dermed maksimal tilvækst. Hvis man tilstræber en højere tilvækst f.eks. for at planterne kan reparere skader, kan kvælstofkoncentrationer omkring 6 % i det tørrede græsafklip accepteres hos Enårig Rapgræs og Hvene uden, at græssets evne til at optage næring overskrides.

Rødsvingel derimod vokser med sin fulde tilvækstevne ved en kvælstofkoncentration på 5 % i det tørrede græsafklip.

Ved at styre bladenes kvælstofkoncentration gennem gødskning styrer man også tilvæksthastigheden. Ofte er det nok, at tilvæksthastigheden er omkring 60 % af den maksimale for at opretholde et græsareal med gode spilleegenskaber. I visse perioder, som f.eks. når græsset skal reparere skader, er det nødvendigt at tilvæksthastigheden ligger tæt på maksimum og dermed skal kvælstofkoncentrationen i afklippet også være højere.

En erfaren greenkeeper kan ved hjælp af græssets farve eller mængden af afklip i kasserne afgøre om gødningstilstanden ligger på det rette niveau. Hvis man er usikker på, hvordan gødningsprogrammet fungerer, kan en bladanalyse være til stor hjælp. Med bladanalyse menes, at man bestemmer det procentvise indhold af kvælstof i tørret græsafklip. Det er her vigtigt, at man undgår dressand i de indsendte græsprøver, da sandkornene vil forøge prøvens vægt, og dermed vil den vægtmæssige %-del af kvælstof i prøven blive undervurderet.



Figur 8 – Golfgræssets evne til at udnytte kvælstof til tilvækst.

FORSKELLE MELLEM GOLFGRÆS

Golfgræsserne adskiller sig ved at udnytte kvælstof forskelligt. Græsarter som Enårig Rapgræs og Hvene vokser hurtigere ved en given kvælstofkoncentration i bladene sammenlignet med de mere langsomt voksende arter som f.eks. Svingel (Figur 8). Forklaringen på dette er, at mængden af kulhydrater, som skal anvendes til at opbygge en vis bladmængde er højere for de langsomt voksende arter sammenlignet med de hurtigt voksende arter. Jo tykkere blade og dermed jo højere forbrug af kulhydrater til en given bladtilvækst desto lavere kvælstofproduktivitet – det vil sige tilvæksthastighed pr. optaget mængde kvælstof. Denne observation er generel og gælder for alle planter.

Det er velkendt at nogle græsarter vokser hurtigt og nogle vokser langsomt, og derfor stiller de forskellige krav til gødningsmængden. Mindre velkendt er de præcise mængder, som de enkelte arter kræver, hvilket gør det vanskeligt at lave gødningsplaner. Et studie som STERF gennemførte i 2011 rangerede vækstraten og de dertil hørende næringsbehov for etablerede planter af: Enårig rapgræs, krybende hvene, almindelig hvene, hundehvene og rødsvingel. Resultaterne viste, at enårig rapgræs havde 10% højere næringsbehov, mens almindelig hvene og hundehvene havde omtrent 30% lavere næringsbehov end krybende hvene.

Rødsvingel uden udløbere og rødsvingel med korte udløbere endte med en placering i bunden med næringsbehov henholdsvis 45% og 67% lavere end krybende hvene. Erfaringer fra senere STERF projekter har stort set bekræftet dette, men baseret på erfaringer fra 'Fescue Green' projektet (Box 1, s. 21) anbefaler vi nu et gødningsniveau til rene rødsvingel greens og blandinger af rødsvingel og almindelig hvene greens på 60% af hvad der bruges til krybende hvene (Tabel 1).

I konkrete tal har vores forsøg vist at omtrent 1.6 kg N per 100 m² (160 kg N/ha) er tilstrækkeligt til krybende hvene greens i de centrale og sydlige dele af de nordiske lande dvs. under danske forhold. Dette gødningsniveau giver en koncentration af kvælstof på ca. 3% blad tørstof og vækstraten er omkring 60% af den maksimale.

Det er vigtigt at understrege, at disse anbefalinger gør sig gældende på etablerede greens med et velbalanceret mikrobielt vækstmiljø. I etableringsfasen eller ved eftersåning af en skadet green, er gødningsbehovet i en periode på 6-10 uger efter såning ofte dobbelt så højt som på etablerede greens.

Tabel 1 – Rangering af næringsbehov til de mest almindelige græsarter brugt på greens

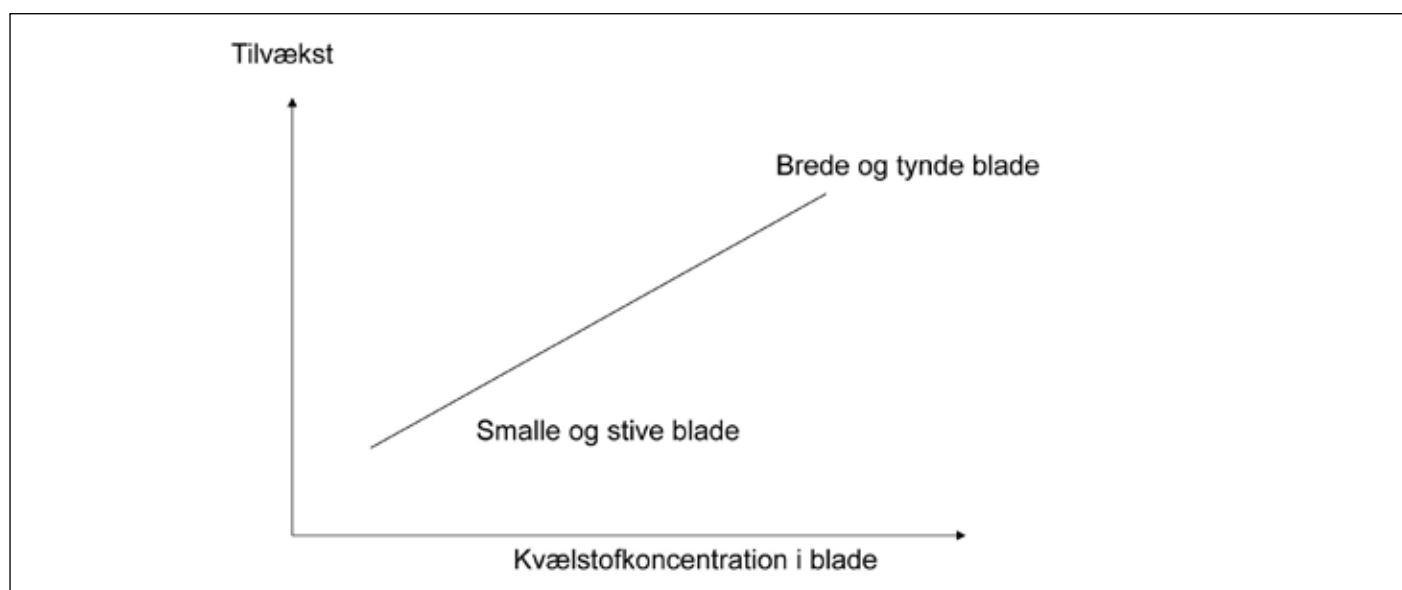
Art/sort	Rangering
Enårig rapgræs	1.12
Krybende hvene	1
Ren rødsvingel og rødsvingel/hvene (almindelig-, hunde- og krybende hvene i blandinger)	0.60



TILPASNINGER TIL VARIATIONER I OMGIVELSERNE

Da græssets potentielle tilvækst styres af faktorer som lys, varme og vand, må gødningsniveauet tilpasses disse vækstbetingelser. Situationer med f.eks. skygge, høj temperatur eller tørke reducerer tilvækstevnen, og derfor bør man sænke gødningsniveauet for at undgå, at kvælstofkoncentrationen i bladene stiger. Hvis gødningsniveauet i sådanne situationer ikke sænkes, kommer græsset til at øge skudtilvæksten på bekostning af rodtilvæksten. Bladene bliver tyndere og planternes lager af kulhydrater mindskes, hvilket vil gå ud over spillekvaliteten og græssets evne til at modstå angreb fra svampe og andre skadevoldere.

Det samme forhold gør sig gældende, når klippehøjden sænkes i forbindelse med en turnering. Når bladarealet bliver reduceret vil græssets evne til at fange sollyset ligeledes være reduceret. Dermed mindskes tilvæksten og næringsbehovet (Figur 9). Hvis man i en sådan situation tilstræber, at græsset vokser afbalanceret, skal gødningsniveauet nedsættes. I modsat fald vil skudtilvæksten øges på bekostning af rodtilvæksten, bladene vil blive tyndere og lageret af kulhydrater i plantevævet vil blive reduceret.



Figur 9 – Klippehøjdens indvirkning på planternes evne til at udnytte kvælstof til tilvækst.

HVAD SKAL EN GOD GØDNING INDEHOLDE?

Greens opbygget efter USGA-normerne er dårlige til at holde på næringsstoffer. Derfor er kravet til de gødninger, som anvendes på sådanne greens, at de skal indeholde alle nødvendige næringsstoffer. For at undgå at næringsstoffer udvaskes, bør både mængden og balancen mellem næringsstofferne afspejle græssets behov. Udbuddet af gødninger til golfgræs er meget stort og de forskellige produkter varierer alt efter, hvad de skal anvendes til.

Grundige studier af planternes behov for næring udført på SLU (Sveriges Landbrugsuniversitet) viser, at alle plantearters behov er meget ens, når det gælder balancen mellem de forskellige næringsstoffer. Den eneste beviselige forskel mellem de arter, som blev undersøgt var, at totalbehovet for næringsstof varierede efter artens tilvækstevne. Resultatet er ikke overraskende, da optagelse af næring og tilvækst er to processer, som er knyttet tæt til hinanden. En passende gødning til sandbaserede greens bør derfor indeholde alle nødvendige næringsstoffer i de mængder, som fremgår af tabel 2, kolonne A. Mængderne af alle næringsstoffer i kolonne A (undtaget kvælstof) er noget højere end hvad der kræves for tilvækst, men da man må regne med et vist "laksusoptag" gør dette, at planterne kan klare perioder med lavere tilførsel af næring. Hvis man anvender en gødning, som indeholder næringsstofferne som angivet i kolonne A i begrænsede mængder, vil planterne opleve, at kvælstoffet er den tilvækstbegrænsende faktor. Væksten vil derfor blive langsommere og tilpasse sig det lave kvælstofniveau uden, at planten vil mangle næring, da alle næringsstoffer findes i de mængder, som er nødvendige for tilvæksten. Når tilvæksten falder, vil relationen mellem biomasse og kvælstof indstille sig, så kvælstofkoncentrationen i bladene også falder. Hvis

man ønsker en høj spillekvalitet, bør man stræbe efter, at kvælstof er den begrænsende faktor for tilvækst, da det vil medføre stivere og smallere blade. Hvis man derimod ønsker en høj tilvækst, skal man undgå, at kvælstofmængden er begrænset. Dette gøres bedst ved at øge tilførslen af den anvendte gødningstype, og ikke ved at skifte til en anden gødningstype med et højere indhold af kvælstof.

Samme behov for næringsstoffer på alle årstider

Der er ingen biologiske grunde til at anvende flere forskellige gødningstyper med forskellige sammensætninger af næringsstoffer i sæsonens løb. Så længe græsset er i sin vegetative vækstfase har det brug for næringsstoffer i den sammensætning som fremgår af tabel 2, kolonne A. Når græsset tilføres denne gødning er det kvælstoffet, der er den tilvækstbegrænsende faktor, og de øvrige næringsstoffer f.eks. kalium vil optages i større mængder end behovet for tilvækst. At tilføre ekstra kalium til græsset om efteråret, når det i forvejen indeholder et overskud af kalium, vil derfor ikke have nogen effekt på græssets evne til at klare lave temperaturer. Behovet for ekstra fosfor om foråret, når jordtemperaturen er lav, er også uden effekt, så længe man anvender en velafbalanceret gødning ofte og i små mængder. Oplever græsset mangel på kvælstof er det ikke noget alvorligt problem, men snarere en fordel for græskvaliteten. Det er mangel på næringsstoffer som kalium, magnesium, jern og mangan, dvs. de stoffer som direkte indgår i fotosyntesen, som græsset aldrig må mangle. Dette undgår man bedst ved at anvende en komplet og velafbalanceret gødning ved samtlige tildelinger i sæsonens løb.

Makronæringsstof	A	B	Makronæringsstof	A	B
Kvælstof (N)	100	100	Jern (Fe)	0.7	0.2
Kalium (K)	65	30	Mangan (Mn)	0.4	0.06
Fosfor (P)	14	8	Bor (B)	0.2	0.04
Svovl (S)	9	5	Zink (Zn)	0.06	0.05
Calcium (Ca)	7	4	Kobber (Cu)	0.03	0.02
Magnesium (Mg)	6	4	Klor (Cl)	0.03	*
			Molybdæn (Mo)	0.003	*
			Nikkel (Ni)**	*	*

* = Pålidelige data savnes

** = Meget lavt behov, kan undværes i gødningen

Tabel 2 - Næringsindhold i gødning (A) og til diagnosticering af næringsmangel (B)



Effekten af tilførsel af fosfor på dækningsgrad og farve på krybende hvene i fosforfattig jord (Mehlich-3 P = 13 mg P/kg jord) otte uger efter såning ved 12 oC i klimakammer. (Ingen P til venstre, i midten er P-mængden 6% af N, og til højre er P-mængden 12% af N). Foto: Anne F. Øgaard.

Har græsset behov for ekstra fosfor (P) om foråret?

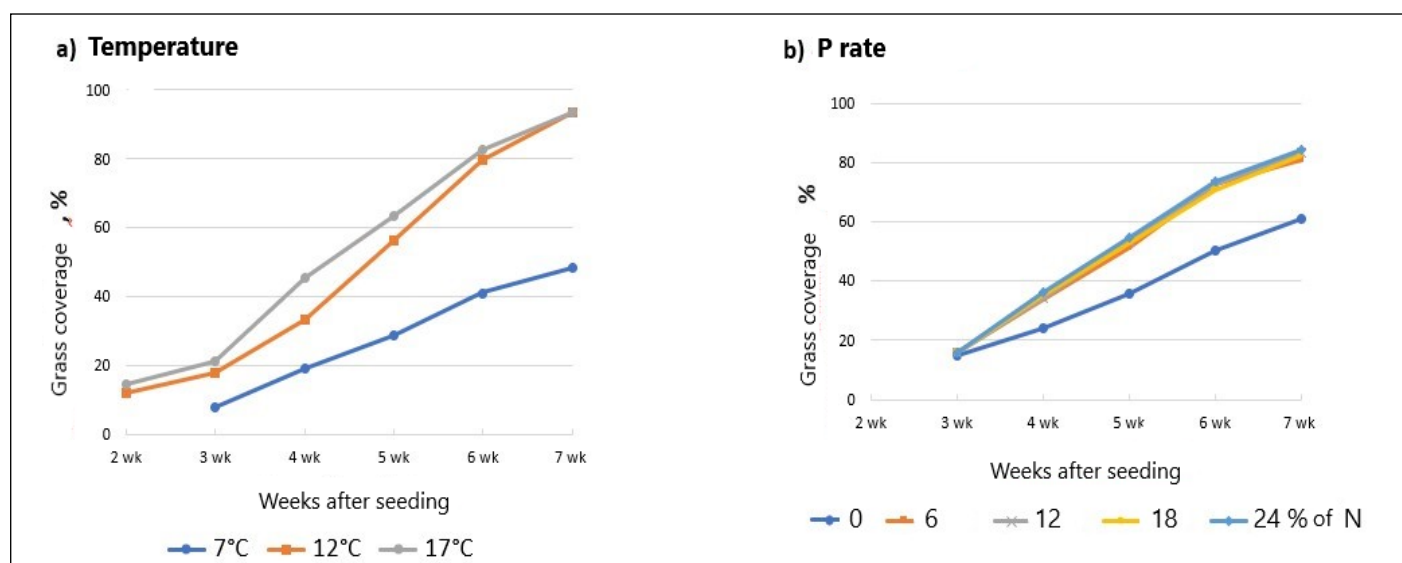
Væksten i den første tid efter spiring er en kritisk periode for græsplanter. Normalt betragter man græs i etableringsfasen som værende mere følsomt over for lave fosforværdier i jorden pga. færre og kortere rødder, som giver ringere betingelse for optagelse af fosfor. Desuden sker nyetablering af græs ofte om foråret efter vinterskader, hvor der er lav jordtemperatur. Under de omstændigheder anbefales det ofte at tilføre 'startgødning' med en samme indhold af P som N (dvs. 1:1) eller højere koncentration af fosfor end kvælstof.

En af de vigtigste konklusioner i SUSPHOS-projektet var, at lav temperatur ikke medførte et større behov for fosfor, og at en gødning der indeholdt 6-12% P i forhold til N, var tilstrækkelig ved etablering af græs på sandet jord med

et lavt fosforindhold (se billedet). Som vist på figur 10 (a) var temperaturen den mest kritiske faktor for vækst. Fosfortilførsel fremmer græsetablering, men et fosforindhold på 6-12% i forhold til N var lige så godt som et højere indhold (P=18-24% af N), figur 10 (b). Lav temperatur var mere begrænsende for græsvæksten end for græssets evne til at optage fosfor. Dette tyder på, at det optimale forhold mellem kvælstof og fosfor i gødning (Table 2, side 12) ikke kun er gældende for veletableret græs, men også ved nyetablering.

Bladanalyser som et redskab til at diagnosticere mangler

Ved at anvende velafbalancerede gødninger, som indeholder alle de nødvendige næringsstoffer er risikoen for, at græsset rammes af mangelsygdomme lille. Hvis man er i tvivl om der er ubalance i græssets næringsindhold, kan en bladanalyse afsløre eventuelle mangler.



Figur 10 – Effekten af temperatur (7, 12 og 17oC) og P rate (0, 6, 12, 18 eller 24% af N rate) på etablering af krybende hvene i klimakammer.

Det er forholdsvis enkelt at analysere næringsstofindholdet i tørret græsafklip, men selve tolkningen af resultaterne kræver, at man har pålidelige referenceværdier. Det totale indhold af næringsstoffer i en bladanalyse (i tørstoffet) kan variere meget, mens balancen mellem de forskellige næringsstoffer er forholdsvis stabil. Det betyder, at man kan anvende værdierne i tabel 2, kolonne B, som reference for, hvornår der er ubalancer i en given bladanalyse. I tabel 2,

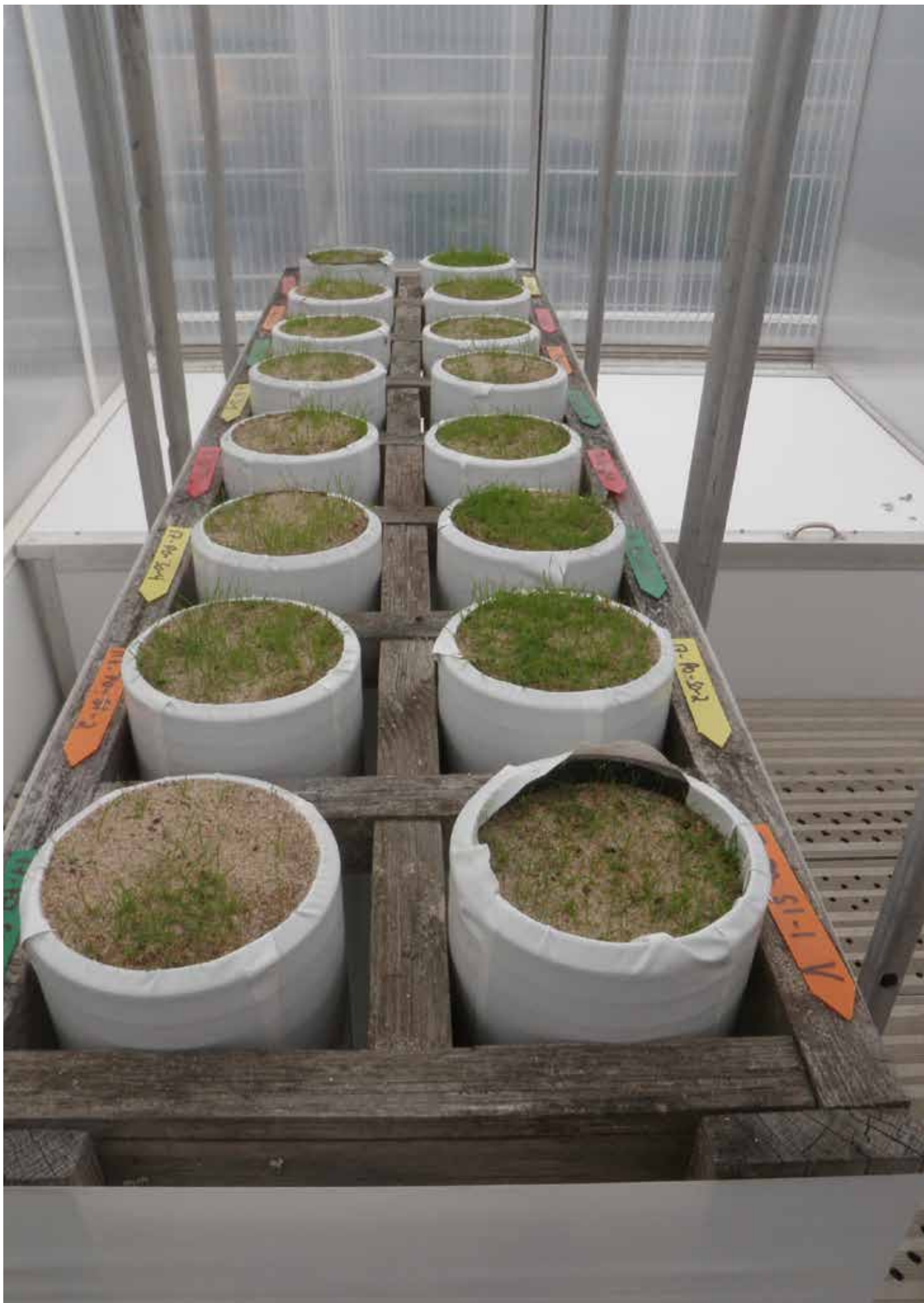
kolonne B er kvælstof sat til referenceværdien 100 (N=100), og tallet for de øvrige næringsstoffer indikerer det laveste indhold, som dette næringsstof kan forekomme med i bladanalysen uden alvorlige konsekvenser for tilvækst og andre vigtige processer i planten. Hvis tallet for et af de andre næringsstoffer end N bliver lavere end det angivne i tabel 2, kolonne B, indikerer det, at dette næringsstof er den tilvækstbegrænsende faktor, og denne situation bør undgås.



Billedet viser, hvordan en øget gødningstildeling påvirker fildannelsen, her i Hundehvene. Foto: Agnar Kvalbein.



Kvælstofindholdet i jorden har en kraftig indvirkning på græssets rodsystem, når det gælder udseende og mængde. Foto: T Ericsson.



SÅDAN TAGER DU JORDENS EGENSKABER MED I DINE OVERVEJELSER

Jordbundstypen påvirker adgangen til næringsstoffer. Ældre etablerede greens, især 'push-up' greens og fairways etableret på tidligere landbrugsjord, har ofte rigelige næringsreserver, som er tilgængelige for græsset. Disse næringsstoffer frigives fra jordpartiklerne gennem forvitring, nedbrydning af organisk stof og kemiske processer såsom kationbytning. Det organiske materiale nedbrydes af mikroorganismer og næringsstofferne frigives gennem mineralisering. Hvis jordens indhold af organisk materiale er højt, kan der frigives relativt store mængder af kvælstof gennem mineralisering og dette mindsker behovet for kvælstof fra gødning. Fosfor frigives i vækstsæsonen gennem kemiske og biologiske

processer, og det findes ofte kun i små mængder i sandjord, som USGA-greens er opbygget af. Sandjord har relativt få bindingssteder for fosfat-ioner, og derfor kan det resultere i udvaskning af fosfat, når det tilføres til sandjord. Fosfor kan også gå tabt via overfladeafstrømning fra greens lige efter gødsning eller i forbindelse med frost. Jordens pH-værdi er også afgørende for tilgængeligheden af fosfor – den er størst mellem 6.0-6.5 (bestemt i H₂O), men er faldende når pH er lavere eller højere.



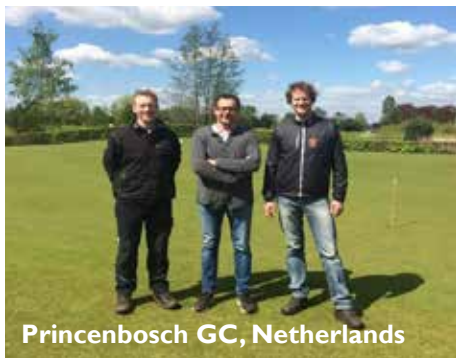
Dütetal GC, Germany



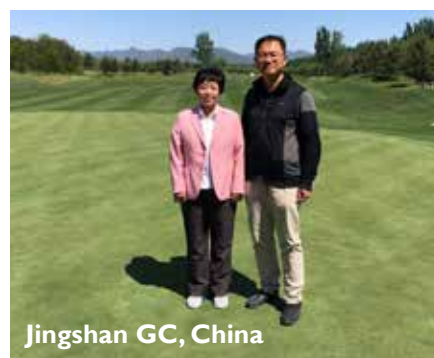
Landvik research station



Falkenberg GC, Sweden



Princenbosch GC, Netherlands



Jingshan GC, China

Forsøgssteder i SUSPHOS projektet

Bæredygtig fosfor-gødsning (SUSPHOS projektet)

På nuværende tidspunkt findes der ikke en fælles europæisk anbefaling for P-gødsning som er baseret på jordens indhold af tilgængeligt fosfor. Anbefalingerne varierer fra land til land afhængigt af hvilken analysemetode som anvendes indenfor landbruget i det pågældende land. I Sverige, Norge og Holland anvendes P-AL metoden. I Danmark anvendes Olsen-P metoden og i Tyskland anvendes CAL metoden.

I det svenske og norske landbrug er anbefalingen at tilføje ekstra fosfor (mere end hvad der fjernes med afklip)

når P-AL koncentrationen er lavere end 40 mg/kg jord (4 mg/100 g jord). I Danmark er anbefalingen at tilføje ekstra fosfor (mere end hvad der fjernes i afklip) når Olsen P er lavere end 25 mg/kg jord (2.5 mg/100 g jord, tilsvarende et P-tal på 2.5). I Tyskland anbefales det at holde CAL-P koncentrationen mellem 31 og 60 mg/kg jord.

Et af målene med SUSPHOS-projektet var at undersøge om gødning med fosfor på greens kan reduceres uden negative konsekvenser for græskvaliteten. I forsøgene brugte vi

Tabel 3 – Klima, jordproportioner og årlige N-rater på golfbanerne i SUSPHOS projektet.

Location	Long-term average annual		pH	Start Mehlich-3 P mg/kg soil	Average annual N rate 2017-2020 kg N/100 m ²
	air temperature °C	precipitation mm			
Dütetal, Germany	9.1	830	6.7	15	2.1
Falkenberg, Sweden	9.0	872	6.0	35	2.0
Jingshan Lake, China	12.0	507	8.3	8	1.2
Landvik, Norway	7.8	1416	5.9	26	2.0
Princenbosch, The Netherlands	10.9	834	6.3	7	0.4

Mehlich-3 metoden til at analysere fosforindholdet i jorden, fordi de amerikanske anbefalinger for gødning 'Sufficiency Level of Available Nutrients' (SLAN) og 'Minimum Level of Sustainable Nutrition' (MLSN) baserer sig på Mehlich-3 metoden.

Ved pH værdier i jord under 7.0, vil en konvertering til Mehlich 3 være følgende:

- Mehlich-3 (mg/kg) = P-AL (mg/kg) x 1.47 + 0.1
- Mehlich-3 P (mg/kg) = 4.37 x Olsen-P (mg/kg) – 39.5

Når P-AL konverteres til Mehlich-3 er den traditionelle anbefaling i Norge og Sverige at tilføre ekstra fosfor når Mehlich-3 P er 59 eller lavere eller i Danmark at tilføre ekstra fosfor når Mehlich-3 P er 69 eller lavere. Den nye anbefaling (MLSN) foreslår en Mehlich-3 P på 18, hvilket altså svarer til mindre end 1/3 af de 'traditionelle' skandinaviske anbefalinger, som oprindeligt stammer fra landbrugsforsøg.

I SUSPHOS blev MLSN-anbefalingen (at tilføre fosfor når Mehlich-3 P er 18 eller lavere) testet på fem forskellige golfbaner for at sammenligne med den 'traditionelle' amerikanske SLAN-anbefaling, som er 54 mg P/kg jord. SLAN anbefales stadig på amerikanske golfbaner og den lægger tæt på de skandinaviske anbefalinger fra landbruget.

Udover MLSN og SLAN blev STERFs anbefaling til behovstilpasset gødskning testet i projektet. Denne metode (kaldet SPF) tager ikke udgangspunkt i jordens indhold af P, men anbefaler at tilføre fosfor svarende til 12% af kvælstoffet (N) i gødningen, hver gang man tilfører gødning.

De tre anbefalinger blev sammenlignet med kontrolbehandlinger (ingen fosfor) i feltforsøg foretaget fra 2017 til 2020 på USGA-greens på fem forskellige golfbaner i Tyskland, Sverige, Kina, Norge og Holland. Se tabel 3 for en oversigt

over de forskellige klimatiske, jordbunds- og plejemæssige forhold på banerne i forsøget.

De to forsøgsreens i Tyskland og Sverige var relativt ens med en 50/50 fordeling af krybende hvene og enårig rapgræs, mens de to forsøgsreens i Norge og Kina indeholdt krybende hvene med kun lidt enårig rapgræs (0-10%). Greenen i Holland var en blanding af rødsvingel og almindelig hvene, hvor kvælstofniveauet var lavt (40-50 kg N/ha gennem hele perioden).

Fosfor blev tilført månedligt fra april til oktober i form af triplefosfat ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, 20 % elementært P). Alle parceller i forsøgene fik tildelt samme mængde kvælstof og øvrige næringsstoffer. Kun fosfortildelingen varierede. Jordprøver som blev udtaget hvert år i november blev brugt til at udregne det kommende års P-tildeling i MLSN og SLAN behandlingerne.



Forsøgsreen ved Dütetal Golf Club i Tyskland inddelt i parceller som blev tildelt fosfor ud fra de forskellige anbefalinger: MLSN, SLAN og SPF. Foto: W. Pramässing.

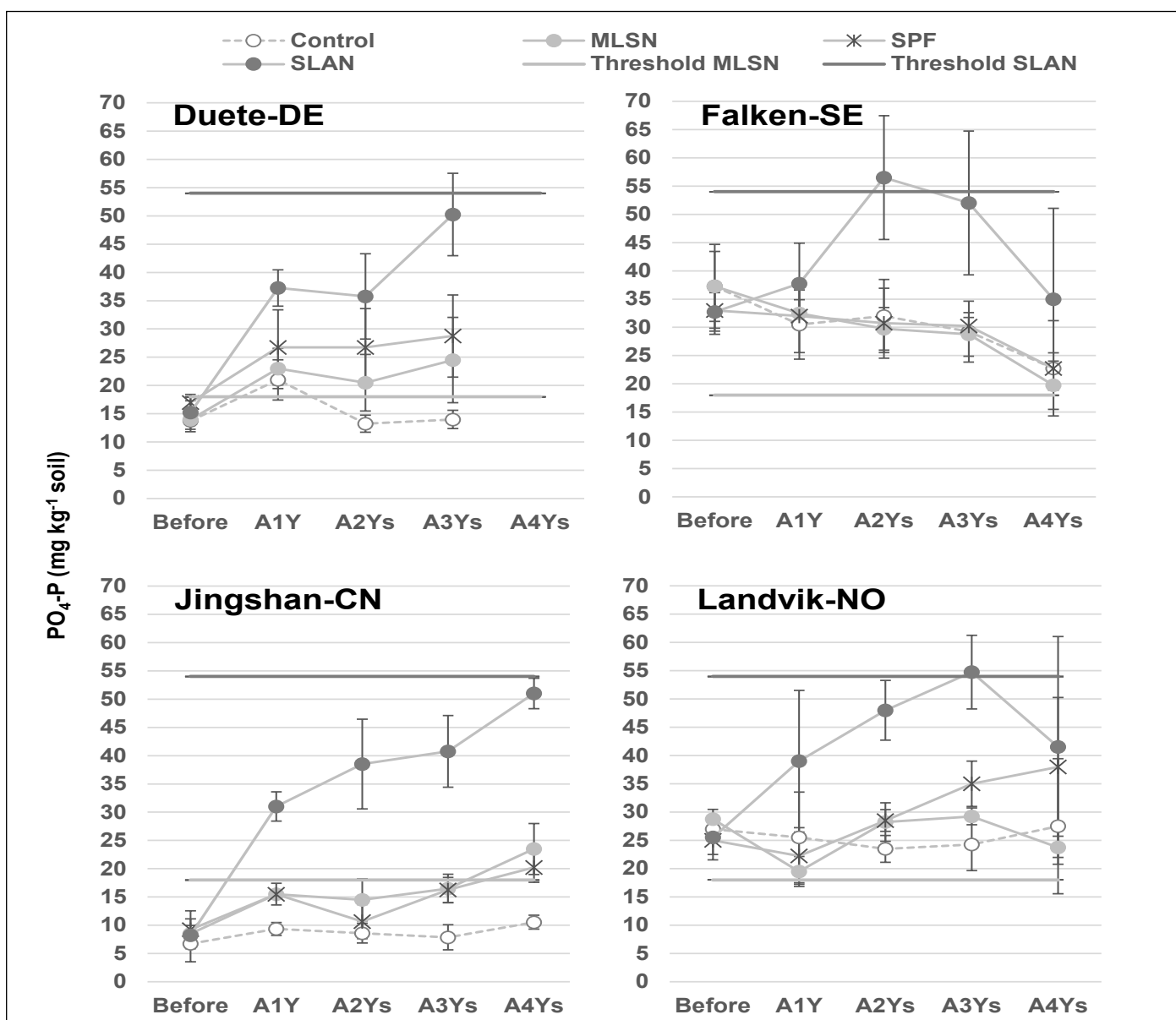


Fosfor-gødning blev foretaget med en håndholdt sprøjte som tilfører en flydende opløsning af triple fosfat tilsvarende de forskellige P-rater. Foto: Majvor Sintorn.

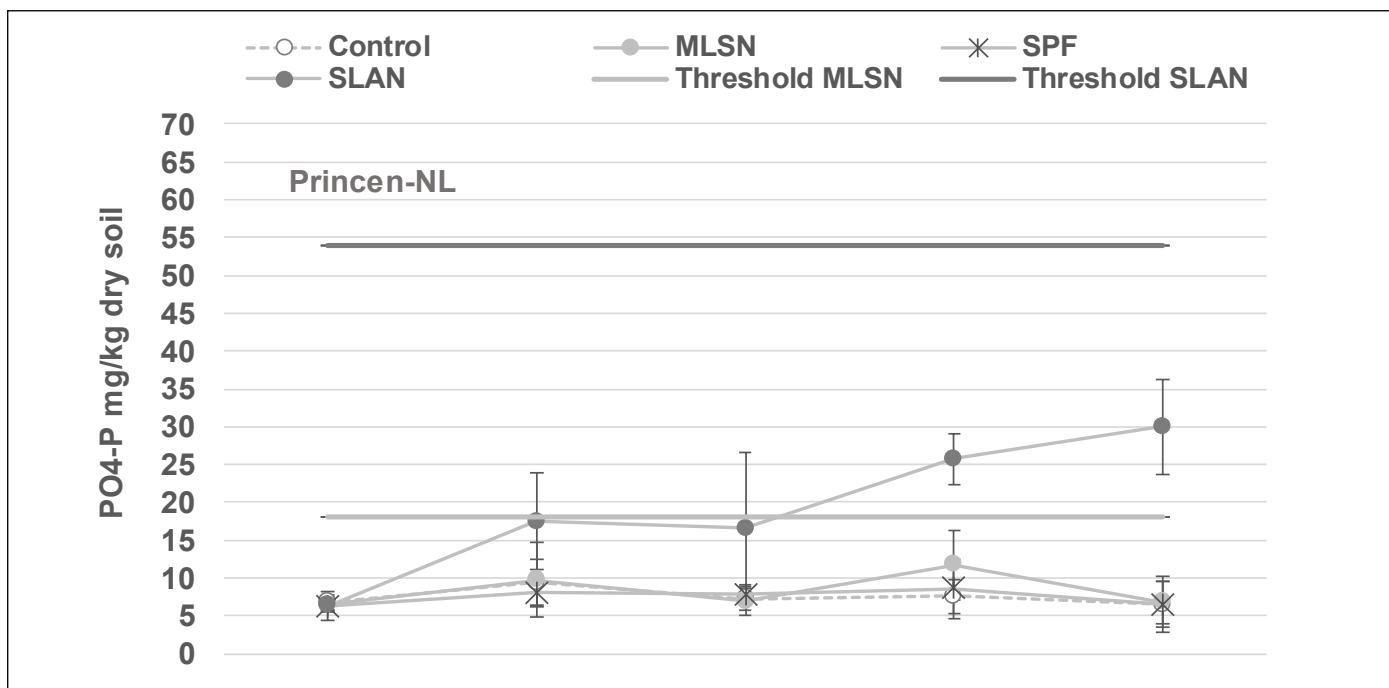
Udvikling i jordens fosforindhold

Som vist i figur 11 og 12 forøgede SLAN behandlingen fosforindholdet væsentligt sammenlignet med de andre behandlinger med mindre eller ingen P. Efter 2-4 år med høj tildeling af P (figur 11), nåede jordens P-niveau grænseværdien på 54 mg P/kg jord, men på forsøgsgreenen i Holland resulterede den samme høje tilførsel kun i en lille og langsom forøgelse af jordens P-niveau.

Yderligere jordanalyser viste, at alle greens havde en lav fosfor adsorberingskapacitet, hvilket betyder, at jordens indhold af bindingssteder for fosfationer var lavt. Høj tilførsel af fosfor tilførte mere fosfor end der blev fjernet ved klipning og en sådan høj tilførsel af fosfor vil uundgåeligt øge risikoen for udvaskning. Selv for SPF behandlingen, er det sandsynligt at der er sket en udvaskning af P.



Figur 11 - Ændringer i jordens fosforindhold i de forskellige behandlinger på de fire forsøgsreens i Tyskland (Duete-DE), Sverige (Falken-SE), Kina (Jingshan-CN) og Norge (Landvik-NO). Før forsøgets start (before), efter et års forsøg (A1Y), efter 2 år (A2Ys), efter 3 år (A3Ys), og efter 4 år (A4Ys, ingen data for Duete-DE). Lysegrå linje = grænseværdi MLSN (18 mg/kg jord); mørkegrå linje = grænseværdi SLAN (54 mg/kg jord).



Figur 12 – Ændringer i jordens fosforindhold i de forskellige behandlinger på forsøgsgreenen i Holland (Princen-NL). Før forsøgets start (before), efter 1 års forsøg (A1Y), efter 2 år (A2Ys), efter 3 år (A3Ys), og efter 4 år (A4Ys). Lysegrå linje = grænseværdi MLSN (18 mg/kg jord); mørkegrå linje = grænseværdi SLAN (54 mg/kg jord).

Græskvaliteten blev ikke påvirket af de forskellige P-niveauer

Græskvaliteten blev vurderet månedligt i vækstsæsonen fra 2017 til 2020 på de fem forsøgsgreens og der blev ikke fundet væsentlige forskelle mellem behandlingerne. På alle fem

greens varierede kvaliteten gennem sæsonen og nogle år var kvaliteten lavere pga. vinterskader eller tørke i varme somre, men variationerne i kvalitet skyldtes aldrig de forskellige fosfortildelinger eller fosforindholdet i jorden.



Jordprøver blev taget hvert år i november på de fem forsøgsgreens fra 2017 til 2020. Her på Dütetal Golf Club i Tyskland. Foto: Anne F. Borchert

Fosfor havde indflydelse på indholdet af enårig rapgræs på én ud af fem greens

Flere studier har vist at gødning med fosfor og efterfølgende højt fosfor-niveau i jorden kan fremme enårig rapgræs. Det var kun på forsøgsgreenen Falkenberg i Sverige, at dette blev bekræftet i SUSPHOS-projektet. Her viste der sig en forøgelse på 2-3% af enårig rapgræs i krybehvenegreenen i de parceller, som fik tilført fosfor, mens der ingen stigning var i parceller som ikke fik fosfor. Generelt havde vejrforhold og pleje (især vanding) en meget større påvirkning på andelen af enårig rapgræs end fosfortildelingerne havde.

Klimakammer forsøg med etableret græs

Jordprøver med en Mehlich-3 P på 34 mg/kg jord fra en 4-6 år gammel krybehvene green blev taget ind i et klimakammer. Her blev tildelt øgende mængder af fosfor (enten som flydende eller granuleret P). Forsøgene bekræftede feltforsøgene i SUSPHOS, da de viste, at der ikke var nogen forbedring i farve eller vækst om foråret, når P-niveauet blev forøget udover de 12 % af N-niveauet, og der var desuden ingen forskel mellem om der var anvendt flydende eller granuleret P-gødning.

Påvirker fosforgødning græssets rodlængde?

Rodlængde blev målt månedligt på alle forsøgsreens (se foto) i hele projektperioden. Uanset hvilken P-behandling der blev brugt, varierede rodlængden på de forskellige forsøgssteder. Der var dog ingen klar sammenhæng mellem højt eller lavt gødningsniveau med P, og rodlængden, så konklusionen var, at andre faktorer end lav eller højt tilførsel af P påvirker græssets rodlængde.

SUSPHOS projektet – konklusion

SUSPHOS projektet har vist at et P-indhold på 18 mg P/kg jord (målt med Mehlich-3 metoden) kan anbefales til greens med lav P adsorptionskapacitet dvs. på sandopbyggede greens under en lang række klimatiske- og plejemæssige forhold. Overført til den traditionelle danske analysemetode (Olsen-P) betyder det, at et P-tal på 1.3 er højt nok til at sikre god græskvalitet, og kun hvis P-tallet bliver lavere end 1.3 bør man tilføre fosforgødning.

Jord med højere fosforindhold kan forøge risikoen for tab af fosfor til miljøet uden at det forbedrer græskvaliteten. SPF-anbefalingen om altid at tilføre fosfor som 12% af N-mængden uanset jordens P-niveau er til enhver tid en sikker anbefaling også ved nyetablering af græs, men det vil resultere i overflødig tilførsel af P til jorde med høje P-tal. Mht. P-gødsning af 'low-input' greens, som eksempelvis rødsvingel/hvene greenen på Princenbosch i Holland, hvor N-niveauet gennem hele forsøget lå på 40-50 kg N/ha, er anbefalingen, at man endda kan gå lavere end de 18 mg P/kg (Mehlich-3) svarende til et P-tal på 1.3. Ved højere N-tildelinger som f.eks. greens med krybende hvene eller enårig rapgræs skal anbefalingen om at holde jordens Mehlich-3 P på 18 mg/kg svarende til et P-tal på 1.3 følges. Husk at tage regelmæssige jordbundsanalyser for at følge med i jordens P-indhold.



På Falkenberg Golfklub i Sverige medførte den høje tilførsel af P en 2-3% stigning i enårig rapgræs. Foto: Kim Sintorn.



Jordcylinder til måling af rodlængde udtaget på Landvik. Foto: Anne F. Borchert.

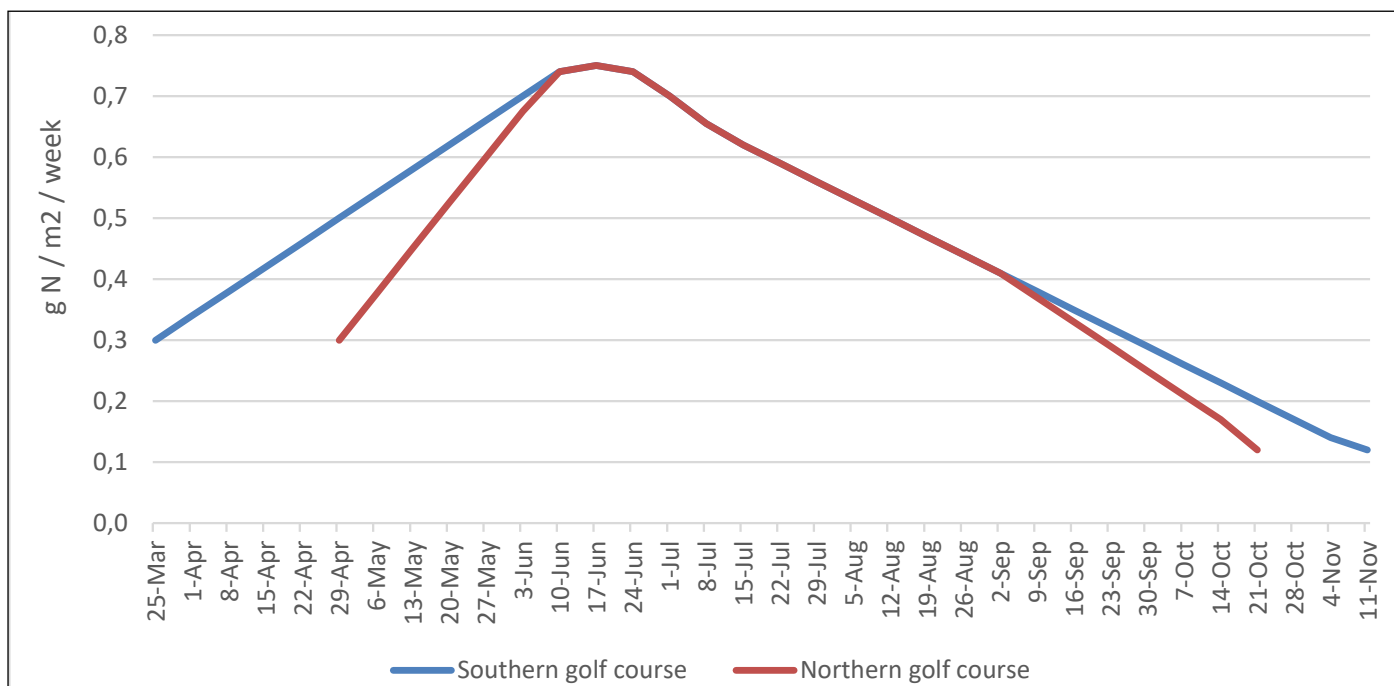
ANBEFALINGER TIL FORDELING AF GØDNING Gennem SÆSONEN

I dette afsnit kommer vi med anbefalinger til fordeling af gødning i årets løb, så der hele tiden opnåes en høj spillekvalitet. Det anbefalede kvælstofniveau svarer til at græsset vokser ca. 60% af dets maksimale kapacitet, og at kvælstofindholdet i bladene ligger på omkring 3% i bladtørstoffet. Disse værdier skal dog kun betragtes som retningslinjer, da variationer i vejrforhold, forskelle i opbygning af greens og valget af græs, vil betyde, at man skal øge eller reducere gødningsniveauet. De anbefalede mængder af gødning (med udgangspunkt i N) gælder for etablerede greens, hvor mikrofloraen har opnået ligevægt.

Den første udgave (2011) af denne håndbog foreslog en symmetrisk fordeling af gødning med en konstant ugentlig 'sommer'-tildeling fra omkring 15. juni til 1. september gældende for alle de nordiske lande. Den maksimale tildeling af N på greens blev anbefalet til at være 0.6-0.7 g N/m²/uge (0.06-0.07 kg N/100m²/uge) for krybende hvene. På greens med enårig rapgræs blev der anbefalet en højere rate, og lavere rater for almindelig hvene/rødsvingel-greens (Se Tabel 1, side 9). Opstart af gødning om foråret var når jordtemperaturen oversteg 7°C med en lineær stigning i tilførslen frem til 15. juni, og samme jævne fald i tilførslen frem til omkring to uger efter sidste klipning.

Mens de fleste af disse anbefalinger stadig er gældende, har vi nu revideret formen på tildelingskurven (Se figur 13), så den er mere stejl i foråret, mens den er mere jævnt aftagende og slutter senere i efteråret. Dette baseres på ny viden fra STERF-projekterne 'Fescue green' (2012-2015, boks 1) og 'Autumn fertilisation' (boks 2). En del af forklaringen på dette skyldes mineralisering af næringsstoffer, primært af kvælstof (N), men også af fosfor (P) og svovl (S) fra jordens organiske stof. Mineralisering forekommer ved høje jordtemperaturer og ved tilstrækkelig høj jordfugtighed i sensommeren. Hvor stor effekten af mineralisering er, afhænger naturligvis af, hvilken type af organiske stof, som jorden indeholder og af den mikrobielle aktivitet i rodzonen. I vækstjord som indeholder kompost sker der en større mineralisering end i vækstjord der indeholder sphagnum-tør og ældre greens som har akkumuleret et filtag har et større potentiale for mineralisering end nyere greens. Hyppig luftning vil stimulere aerobe bakterier, der nedbryder organisk stof til en form, som kan optages af planterne.

En anden ændring i forhold til håndbogen fra 2011 er, at vi nu anbefaler, at starte tilførslen af gødning i foråret, når jordtemperaturen er 5-6 °C. En jordtemperatur på 5 eller 6 °C er den grænseværdi som ofte bruges i landbrugsmodeller.



Figur 13 - Foreslået kurve for tildeling af gødning til etablerede, sandbaserede greens med krybende hvene. Den blå kurve gælder for danske forhold, og den røde kurve for mere nordlige forhold. Kurven baseres på, at man tildeler gødning ugentligt, og at den samlede N-mængde i sæsonen summerer op til 15 g N/m² (150 kg N/ha) under danske forhold og 12 g N/m² (120 kg N/ha) længere mod nord.

Det er vigtigt at huske, at den anbefalede kurve (Figur 13) er baseret på forsøg på sandopbyggede greens med krybende hvene, men formen på kurven bør også gælde for greens med ren rødsvingel eller en blanding af rødsvingel/hvene. I disse tilfælde kan den ugentlige gødningsrate reduceres med omkring 40% i forhold til krybende hvene.

Enårig rapgræs har et højere gødningsbehov end krybende hvene og det fortsætter også med at vokse ved lave temperaturer om efteråret. Mange greenkeepere har oplevet, at greens med enårig rapgræs får angreb af antraknose (*Colletotricum graminicola*), hvis gødningsniveauet reduceres for meget i juli og august. For greenkeepere som sigter efter at få det bedste ud af enårig rapgræs vil en fladere kurve med en højere andel af kvælstof (N) i sensommeren have bestemte fordele sammenlignet med kurven vist på figur 13.



God rodudvikling i almindelig hvene som har fået 60% af den maksimale gødningsrate. Foto: Agnar Kvalbein.

Boks 1:: Forsøg med fordeling af gødning i STERF projektet 'Fescue Green'

Forsøg med fordeling af gødning gennem sæsonen blev foretaget fra 2013-15 på en USGA-opbygget green med 84% rødsvingel og 16% enårig rapgræs på NIBIO Landvik. Et samlet gødningsniveau på 11 g N/m² (110 kg N/ha) blev tilført med ugentlige intervaller med en afbalanceret flydende gødning. Den procentvise fordeling af den årlige gødningsmængde varierede som følger:

Gødnings behandling	Sæson				
	Tidligt forår: 31 mar.– 4 maj	Sent forår/ tidligt sommer: 5 maj – 22 juni	Høj-sommer: 23 juni – 10 aug.	Sen-sommer/ Tidligt efterår: 11 aug.– 29 sep.	Sent efterår: 30 sep. – 17 nov.
1. Forår+	6.2 %	43.2 %	28.9 %	14.6 %	7.2 %
2. Flad rate	6.2 %	28.9 %	28.9 %	28.9 %	7.2 %
3. Efterår+	6.2 %	14.6 %	28.9 %	43.2 %	7.2 %

Resultaterne viste at behandlingerne 1) 'Forår+' og 2) 'Flat rate' medførte en bedre græskvalitet end 3) 'Efterår+' i gennemsnit af hele forsøgsperioden. Den eneste undtagelse var i det sene efterår og tidligt forår, hvor 'Efterår+' resulterede i bedre græskvalitet og en hurtigere fremvækst om foråret. Fra 15. maj til 10. aug., dvs. gennem størstedelen af sæsonen, blev den højeste kvalitet opnået med 'Forår+' gødning.

Takket være en varm og tør sommer i 2014, faldt dækningen af enårig rapgræs fra 16% i begyndelsen af forsøget til 12% i 2015. En interessant observation var, at 'Forår+' gødningen reducerede enårig rapgræs mere end 'Flat rate' og 'Efterår+' gødningen (10.3, 12.1 and 13.1 % til slut i forsøget).

Boks 2: Efterårsgødning (Autumn fertilisation)

I STERF's projekt med efterårsgødning, blev fire niveauer af den samme gødning tilført fra 1. sep. til 1. dec. til sandbaserede greens med et græsdekke af enårig rapgræs eller krybende hvene. Det ugentlige niveau startede på 0.4, 0.8 og 1.2 g N/m²/uge fra 1. sep. (uge 37) og faldt derefter lineært til nul med den sidste tilførsel omkring 1. dec. (uge 49). Det totale kvælstofniveau over den 13 uger lange periode løb op i 2.8, 5.6 og 8.4 g N/m². En nulbehandling som ikke indeholdt efterårsgødning var inkluderet i forsøget som kontrol.

1. Efterårsgødning resulterede i hurtigere green-up (fremvækst) i foråret.
2. Det laveste gødningsniveau (med start ved 0.4 g N/m²/ugentligt) 1. sep. øgede ikke udvaskning af N sammenlignet med kontrolbehandlingen. Højere gødningsniveauer øgede udvaskningen af N signifikant op til 50% af det tilførte N ved det højeste niveau.
3. Øgede gødningsniveauer i efteråret forårsagede en lineær reduktion i frosttolerancen hos krybende hvene fra omkring -36°C i kontrolbehandlingen uden gødning til omkring -26°C ved højeste niveau. Det tilsvarende fald i frosttolerance med øget gødningsniveau i enårig rapgræs var kun fra -20 til -16 °C.
4. I begge græsarter var der en 4-5 gange stigning i angreb af sneskimmel (*Microdochium nivale*) gennem vinteren, når gødningsniveauet steg fra 2.8 til 5.6 g N/m². Modsat resulterede det laveste niveau på 2.8 g N/m² ikke i mere sneskimmel end kontrolbehandlingen uden gødning.

Alt i alt, understøtter disse resultater den sidste del af gødningskurven i figur 13, dvs. at man kan fortsætte med at gøde med små og faldende mængder indtil 2-3 uger efter den sidste klipping.

SÅDAN KONSTRUERER MAN ET BEHOVSTILPASSET GØDNINGSFORLØB

1. Vælg en eller flere gødninger som indeholder alle makro- og mikronæringsstoffer. Balancen mellem næringsstofferne skal ca. være den samme som i tabel 2, kolonne A. Flydende gødning er praktisk til små og hyppige tildelinger, men kombinationer af fast og flydende gødning er også muligt.

Hvis Mehlich-3 P værdien i jorden er 18 eller højere (svarende til et P-tal på 1.3) anbefales en gødning uden P til etablerede greens. Vær opmærksom på at tage jordbundsanalyser, så man holder øje med, at jordens P-indhold ikke falder til under de anbefalede værdier.

Sådan konverterer man næringsindholdet angivet i procent af et gødningsprodukt. Kvælstof (N) danner grundlag for sammenligningen mellem de forskellige næringsstoffer så N får en værdi på 100: Antag at et gødningsprodukt indeholder N-P-K i proportionerne 11-2-5. Når N har fået værdien 100, er vægtprocenten af fosfor (P) deraf $2/11$ ganget med 100 = 18 P og vægtprocenten af kalium (K) er $5/11$ ganget med 100 = 45 K.
2. Behovstilpasset gødskning er baseret på at gøde ofte og i små mængder. Frekvensen bør være ugenligt, mens hver anden uge er det absolutte maksimum. Korte intervaller gør det muligt at justere gødningen i løbet af sæsonen med kort varsel hvis vejret, græssets vækst eller spillekvaliteten kræver det.
3. For at denne praksis skal lykkes kræver det moderne sprøjteudstyr, hvor man kan udmåle arealet præcist, har de rigtige dyser og har kalibreret sin sprøjte.
4. Start med at gøde i foråret når den daglige gennemsnitstemperatur i de øverste 5 cm af jorden er 5-6 °C og når græsset er begyndt at vokse (Figur 13).
5. For greens med krybende hvene skal startdosen i foråret være 0.3 g N /m²/uge (0.03 kg N/100 m²/uge). Udregn doseringen for andre græsarter ifølge tabel 1 (side 9).
6. Øg gødningsdosen gradvist igennem foråret fra startdosen til max dosen i takt med den øgede væksthastighed.
7. For greens med krybende hvene kan den maksimale dosis være 0.75 g N/ m²/uge (0.075 kg N/100 m²/uge). Hvis der opstår skader i græsset kan doseringen øges med 60%.
8. Fra omkring 1. juli kan den ugentlige gødningsrate reduceres lidt efter lidt til 0.4 g N/m²/uge (0.04 kg N/100 m²/uge) indtil omkring 1. september afhængigt af greenens indhold af organisk stof, og dermed hvor stor mineraliseringen er.
9. En stabil farve og mængden af afklip i sommerens løb er en god indikation på, at gødningsprogrammet fungerer korrekt. Hvis der er usikkerhed omkring det, kan prøver af afklippet græs analyseres for koncentrationen af kvælstof (N). Husk at indholdet af topdress i denne græsprøve kan medføre, at kvælstofindholdet bliver undervurderet.
10. Fra omkring 1. september kan gødningsmængden reduceres indtil den sidste tilførsel omkring to uger efter den sidste klipning.
11. Justér gødningsmængden i forhold til mikroklimaet på banen. Greens i skygge vokser langsommere og har derfor lavere næringsbehov end greens som ligger i fuld sol.
12. Når man skifter fra én gødningsstrategi til en anden, f.eks. til behovstilpasset gødskning er det vigtigt at være opmærksom på den effekt det har på græsset. Herved tilpasser man metoden til sin egen bane. Følgende dokumentation er nyttig ved evaluering af gødningsprogrammet:
 - Græssets farve
 - Røddernes udvikling
 - Jordtemperatur
 - Lufttemperatur
 - Klippehøjder
 - Boldrul
 - Bekæmpelse af svampesygdomme, anvendt arbejdstid og hvilke typer af gødning som er anvendt
 - Vanding og andre plej tiltag

MANGE FORDELE, NÅR BIOLOGIEN STYRER



Hauger GC, Oslo. Foto: Agnar Kvalbein

Den foreslåede gødningskurve på figure 13 er et idealiseret billede af, hvordan græsset gror og hvordan jordens mineralisering af næringsstoffer påvirker gødningskravene i løbet af sæsonen. Udsving i tilgængeligheden af lys, varme og nedbør sker hele tiden, men hvis disse er på kort sigt (ca. en uge) er der ingen grund til at afvige fra den oprindelige gødningsplan. Dette gælder især når man gøder for at hæmme bladvæksten og fremme rodvæksten.

Når man gøder ofte og i små tilpassede doser, er det normalt nemt at justere. Ved at sænke eller øge gødningsmængden kan græsset hurtigt tilpasse sig den nye situation. 'Vækst-drevet' gødning kan derfor være en passende betegnelse for konceptet 'præcisionsgødning'. Væksten kontrolleres på det niveau som bedst passer til omgivelserne på det givne tidspunkt.

Gødning påvirker ikke kun græsset, men også de mikroorganismer i jorden som optager næringsstoffer og vand.

Disse omfatter hovedsageligt mycorrhiza, en gruppe svampe som er meget følsomme overfor høje koncentrationer af næringsstof i jorden. Stabil og begrænset tilførsel hjælper derfor også med at skabe en sund mikroflora i greenen.

Ved at tilføre næring i flydende form øges præcisionen, og det reducerer behovet for vanding efter gødning. Denne gødningsmetode sparer derfor både tid og minimerer forstyrrelser i spillekvaliteten, fordi vandingen minimeres.

Ved at justere forsyningen af næringsstoffer til det ønskede væksth niveau reduceres risikoen for udvaskning drastisk. Ved at skabe 'sultent' græs kan kulhydratreserverne i græsset øges, og derved forbedres evnen til at bekæmpe sygdomme. Behovstilpasset gødsning er derfor godt for græskvaliteten, miljøet og klubbens økonomi.

Skrevet af:

**TOM ERICSSON
KARIN BLOMBÄCK**
Swedish University of Agricultural Sciences, SLU

AGNAR KVALBEIN
Bioforsk Turfgrass Research Group

Opdateret i 2021 af:

**KARIN JUUL HESSELSØE
TRYGVE S.AAMLID
ANNE F. BORCHERT**
NIBIO Landvik, Norway

A photograph of two golfers on a green. One golfer is in the foreground, wearing a dark shirt and light pants, holding a club. The other golfer is in the background, wearing a red shirt and light pants, also holding a club. They are standing on a well-maintained green with a sand trap visible in the background.

Sterf

STERF (Scandinavian Turfgrass and Environment Research Foundation) is the Nordic golf federations' joint research body. STERF supplies new knowledge that is essential for modern golf course management, knowledge that is of practical benefit and ready for use, for example directly on golf courses or in dialogue with the authorities and the public and in a credible environmental protection work. STERF is currently regarded as one of Europe's most important centres for research on the construction and upkeep of golf courses. STERF has decided to prioritise R&D within the following thematic platforms: Integrated pest management, Multifunctional golf facilities, Sustainable water management and Winter stress management. More information about STERF can be found at www.sterf.org