

HVORDAN SKAL DU KALKE?

Når du skal kalke, er det vigtigt at få styr på kalkprodukternes reaktivitet, neutraliseringsevne og indhold af magnesium. Artiklen kommer omkring disse størrelse og giver et bud på, hvordan du selv kan beregne, hvor meget kalk du skal bruge, samt hvornår og hvordan det er mest optimalt at kalke.



Kongerslev kalk, der er en familievirksomhed stiftet først i 1950'erne, er en af de største kalkvirksomheder i Danmark. Kongerslev Kalk beskæftiger ca. en snes medarbejdere, med forskellig arbejdsfunktion alt efter sæson. Kalken, der hentes fra kalkbruddet, er af typen skrivekridt. Produktionen startes med at kalken grubes i 25-30 centimeters dybde. Derefter harves kalken med tallerkenharve 8-9 gange, så kalken pulveriseres og tørrer op. Når kalken er tør og knust, bliver den samlet med en scraper, som samler ned til ca. 8 cm dybde. Scarperen har et magasin på ca. 30 tons, så det er store mængder, der indsamles pr. gang. Bagpå scraperen sidder der grubetænder, som river det næste lag kalk frit ned til en dybde ca. 14 cm. I et indkøringsværk frasorteres sten og den indsamlede kalk harpes og knuses yderligere. Derefter gennemgår kalken yderligere sortering i forskellige fragmenter, og sælges efterfølgende som oventørret eller soltørret foderkridt eller som jordbrugskalk. Kongerslev Kalk tilbyder et særligt granuleret kalkmiksprodukt med 5 % magnesium til juletræsproducenterne.

≡ LARS BO PEDERSEN

Udviklingen i kalkforbruget

Formålet med kalkning er at forbedre plantevæksten. Du kan læse om de bagvedliggende årsager hertil i foregående artikel om "Hvorfor du skal kalke".

I Danmark opgøres og omregnes kalkforbruget til forbruget af rent calciumkarbonat (kulsurt kalk). Det skyldes, at kalk forhandles i mange slags produkter med varierende kalkindhold. Forbruget har de sidste ti år været nogenlunde stabilt, men på et klart lavere niveau end i 1970'erne, helt i overensstemmelse med at Rt i landbrugsjorderne de sidste 30 år er faldet fra 6,5 til 6,2. Årsagen til det mindskede kalkforbrug skyldes især, at brugen af de syredannende ammoniumgødninger er mindsket betragteligt. Der er ingen selvstændig opgørelse for juletræer, men under forudsætning af det især er markjorderne udenfor skoven der kalkes, vil forbruget i branchen formentlig ligge mellem 5.000 og 10.000 tons årligt, svarende til mellem 1 og 2 % af landbrugets forbrug.

Kalkens reaktivitet

Der findes ganske mange produkter på markedet, som er egnet til kalkning. Produkterne er kendetegnet ved deres reaktivitet, neutraliserende evne og indhold af magnesium.

Reaktiviteten angiver, hvor hurtigt kalken virker. Den er især afhængig af partikelstørrelsen og af hårdheden af partiklerne.

F.eks. består dolomitkalk af hårde krystaller, der ved samme partikelstørrelse har en lavere reaktivitet end danske kalktyper. Derfor virker kalk fra f.eks. Kongerslev kalk langt hurtigere end dolomitkalk. Reaktiviteten af de danske kalktyper er meget ens, bortset fra Faxe kalk, der typisk er hårdere, og har en lavere reaktivitet end kalk fra de nordjyske kalkbrud ved samme partikelstørrelse. I Danmark er det ikke lovpligtigt at angive kalktypernes reaktivitet, men i 1999 fik Landskontoret for plan- og arealforvaltning foretaget en analyse, som viste en klart større reaktivitet fra danske kalktyper sammenlignet udenlandske (se tabel 1). Så ud fra den synsvinkel er der al mulig grund til at købe dansk.



Udviklingen i kalkforbruget i jordbruget i Danmark. Forbruget er opgjort i 1000 tons calciumkarbonat (kulsurt kalk). Efter SEGES Plantelinnovation (www.landbrugsinfo.dk).

Jo mere formålet et produkt er, jo hurtigere virkning har det. Endvidere virker skrivekridt fra Limfjordsegnene generelt hurtigere end bryozokalken/koralkalken fra Faxe). Den langsomme virkning er fra kalk baseret på østersskaller. Den langsomme

Kalktyper produceret af danske råmaterialer skal ifølge lovgivningen overholde følgende findelingsgrader:

- Pulveriseret kalk (0-1 mm)
- Findelt kalk (0-5 mm)
- Knust kalk (0-10 mm)
- Harpet kalk (0-20 mm)

Prøve	Reaktivitet	Neutraliserende evne	Magnesium (%)
Jordbrugskalk, Faxe	71	86	0,3
Jordbrugskalk, Aggersund	72	73	0,3
Dolomitkalk, Engelsk	47	89	10
Dolomitkalk, Baltisk	22	88	10
Dolomit, Engelsk	30	91	9
Magnesiumkalk, Dolomit fra Baltikum	46	82	1
Kongerslev kalk, harpet	-	75	0,3
Hillerslev kalk, harpet	-	70	0,3
Faxe kalk, knust	-	80	0,2
Mg kalk, 2,5 %	-	80	0,25
Mg kalk, 5,0 %	-	85	0,5
Carbo-kalk, presset	-	47	0,7

Tabel 1. Udvalgte kalktypers reaktivitet, neutraliserende evne og indhold af magnesium. Efter SEGES, www.landboinfo.dk.



© HENRIK HAVES MASKINSTATION

Det er ikke alle der har udstyr til selv at kalke og som benytter sig af maskinstationer. Her er det Henrik Have der kalke på Sydsjælland.

virkning af både østersskallerne og Faxe-kalken er dog i praksis kompenseret ved, at de kun sælges i de mest findelte klasser. Således handles østersskallerne som pulveriseret eller findelt jordbrugskalk, mens Faxe-kalken handles som findelt eller knust.

Kalkens neutraliseringsevne

Kalktypernes virkning beskrives af deres neutraliserende evne, som angives i procent i forhold til virkningen af calciumkarbonat (CaCO_3) eller kulsur kalk, og skal i henhold til dansk lovgivning deklareres og angives i forhold til en vare med 100 procent calciumkarbonat.

Generelt har kalk der stammer fra de nordjyske kalklejer en neutraliserende evne på 70 - 78 procent, mens kalk fra Faxe ligger på en neutraliserende evne på 86 procent. I landbruget har forsøg med jordbrugskalk, magnesiumkalk og dolomitkalk vist samme stigning i Rt ved samme tilførsel af kalkmængder (omregnet til kulsur kalk). Hvis du vil beregne, hvor meget kalk der skal til, ud fra en angivelse af mængder kulsurt kalk, skal du, hvis du anvender harpet kalk fra Kongerslev Kalk bruge 25 % mere, og hvis du bruger Faxe kalk 14 % mere (se tabel 1).

Indhold af magnesium

Der er mange producenter der anvender dolomitkalk eller magnesiumkalk, når der skal kalkes, fordi der samtidigt tilføres magnesium. Dolomitkalken importeres typisk fra Baltikum eller England. Entreprenører angiver, at dolomitkalk kan opføre sig meget forskelligt under udbringningen. Måske er dette relateret til produktets oprindelsessted?

Dolomitkalk består af en naturlig blanding af magnesiumkarbonat (MgCO_3) og calciumkarbonat dannet i havet, formentlig bistået af bakterier. Den har en neutraliserende evne omkring

90 procent. Dolomitkalk virker generelt meget langsomt, medmindre den er blevet meget findelt eller opblandet med andre kalktyper. Selv når den er findelt, virker den langsommere end almindelig jordbrugskalk. Dolomitkalk er derfor ikke velegnet, når reaktionstallet skal hæves hurtigt, men omvendt er den langsommere virkning en fordel, hvis den skal holde igennem en hel juletræsdrift. Dolomitkalk har typisk et indhold af magnesium på 6-10 procent.

Magnesiumkalk er en mekanisk blandet kalktype. Den består ligesom dolomitkalken af en blanding af magnesiumkarbonat og calciumkarbonat, men den har sædvanligvis et noget mindre indhold af magnesium (2,5-5 %). Magnesiumkalk virker betydeligt hurtigere end dolomitkalk.

Andre kalkningsmidler

Ikke alle kalkningsmidler indeholder calciumkarbonat og kan godt have en neutraliserende evne, som er større end 100, fordi referencen netop er calciumkarbonat. Visse steder i udlandet bruges der f.eks. brændt kalk til kalkning af jord. I modsætning til kalksten (calciumkarbonat) som findes i store mængder i naturlige bjergarter over hele verden, så er brændt kalk (calciumoxid, CaO) resultatet af den kemiske omdannelse af kalksten, når den opvarmes til over 1.000°C . Brændt kalk, omtales også som ulæsket brændt kalk. Brændt kalk reagerer hurtigt med vand. Brændt kalk har en neutraliserende evne, som er ca. 1,8 gange jordbrugskalks. Det er ikke bare kalksten der brændes - også dolomitkalk brændes under dannelse af produkterne brændt dolomit og hydreret brændt dolomit mv.

Hydratkalk (calciumhydroxid - Ca(OH)) er et eksempel på et andet kalkningsprodukt, der er stærkt basisk. Stoffet dannes, når calciumoxid reagerer med vand. Denne reaktion genererer varme. Oftest bruges hydratkalken dog til desinfektion.

Kalcium cyanid

Der findes således flere typer kalkningsmidler, men disse er ikke særligt anvendt. Et særligt produkt - Perlka - skal dog fremhæves. Produktet er tidligere omtalt i deltaljer i Korte Meddelelser (677). Produktet består af kalcium cyanamid (CaCN_2), som ved kontakt med vand, reagerer hurtigt under dannelse af calciumhydroxid (Ca(OH)_2) og cyanamidsyre (H_2CN). Denne proces hævdes, at hæmme både spiring af uønsket ukrudt, svampe, bakterier og mikrofauna, men påvirker givetvis også gavnlige mikroorganismer. Påvirkningens varighed er formentlig kort og relateret til organismernes individuelle følsomhed.

I modsætning til de fleste andre kvælstofgødninger (bortset fra kalksalpeter) har kalcium cyanamid en positiv effekt på jordens kalkbalance, fordi den dannede calciumhydroxid er en stærk base, som modvirker forsuring (hæver Rt) af jorden. Omvendt er cyanamidsyre en syre som omdannes til urea. Produktet har således både en gødnings- og kalkningseffekt. Gødnings-effekten har tillige en vis langtidsvirkning, bl.a. på grund af, at et af de mange omdannelsesprodukter er en såkaldt nitrifikationshæmmer, der midlertidigt blokerer for omdannelsen af ammonium til nitrat. Midlet er dog ikke godkendt til nogen form for skadevolderbekæmpelse i juletræer. I gødningsssammenhæng skal Perlka indregnes i gødningsregnskabet på grund af det høje indhold af kvælstof (19,8 % total kvælstof). Perlka må ikke forveksles med f.eks. Perlekalk fra Kongerslev kalk, som er et helt anderledes produkt, hvor kridtpulver er bundet sammen i mindre piller for at lette spredningen.

Til normal vedligeholdelseskalkning går man ud fra, at alle almindeligt solgte produkter virker tilstrækkelig hurtigt, hvis kalken lever op til gældende kvalitetskrav. Hvor der er behov

Rt før kalkning

	5-6	6-7	7-8
Mineraljord, generelt	0,5	0,7	0,9
Svær lerjord eller humusrig jord (5-10 procent humus)	0,6	0,8	1,0
Humusjord	1,2		

Tabel 2. Tons kulsur kalk til at forøge reaktionstallet 0,1 enhed.



Der findes et utal af pH-metre til brug i feltet. Nogle koster faktisk under 60 kr., mens andre koster et par tusind, men Kvalitet og pris hænger sammen. En kemisk laboratorieanalyse ud fra de definerede forskrifter er dog altid at foretrække. De mobile felt pH-metrene har dog alle de fordel, at man let og selv (og billigt) kan foretage mange analyser og dermed få et godt bud på variationen i jorden. Ved anskaffelse af et felt pH-meter bør man under alle omstændigheder få foretaget en udbygget sammenligning med de kemiske laboratorieanalyser. Endvidere skal man huske at addere 0,5 til pH-målingerne, så man får Rt.

for en særlig hurtig virkning, kan der være grund til at skelne mellem kalktyperne. Særdeles hurtig virkning opnås, hvis der anvendes brændt kalk eller calciumhydroxid (læsket kalk). Disse kalkningsmidler bruges dog ikke i videre udstrækning i Danmark.

Forskellige bi- og affaldsprodukter fra industrien indeholder store kalkmængder og har derfor en betydelig kalkvirkning. Det gælder produkter som kalkstabiliseret spildevandsslam, Novo Gro (restprodukt fra Novo indeholdende kvælstof, fosfor og kalk) og Carbokalk (restprodukt fra sukkerfabrikkerne indeholdende kvælstof, fosfor, svovl og kalk).

Reaktionstallet

Jordens kalktilstand (surhed) bestemmes ved at måle reaktionstallet, Rt ($pH=Rt+0,5$). Du kan læse om hvordan laboratorierne bestemmer Rt i artiklen "Hvorfor skal jeg kalke", men du kan også selv måle surhedsgraden ved hjælp af mobile pH-metre, men det tilrådes, at disse målinger jævnligt tjekkes op mod laboratoriemålinger. Normalt anbefales det i landbruget, at Rt ligger mellem 6,3 og 7,3 hvor næringsstofoptagelsen er størst. Nåletræer er typisk tilpasset et noget lavere Rt. Til juletræer anbefales det, at Rt ligger mellem 5,5 og 6,5. På skovjord med rigeligt organisk stof må Rt godt være betydeligt lavere.

Hvor hurtigt falder Rt?

Generelt falder Rt hurtigere, når Rt er højt, end når det er lavt, fordi kalkudvaskningen er større. Ligger Rt omkring 6, er det erfaringen fra landbruget, at Rt i gennemsnit kun vil falde med 0,1-0,2 enheder pr. år. Ved lavere Rt, er det forventeligt, at faldet er mindre. Fra landbruget erfarer det også, at der på jordbundstyperne JB1-6 og humusjord foregår et forbrug af kalk i størrelsesordenen 0,4 til 0,5 tons pr. ha pr. år, mens forbruget er lidt større på lerjordene (JB7-9), typisk tæt på 1 ton pr. år. Der findes ikke beregninger eller målinger i juletræer og klippegrønt i Danmark, der dokumenterer hvor hurtigt Rt falder, og hvad det afledte kalkforbrug er. I Oregon, USA, er der dog målt at fald i Rt fra ca. 5,7 til 4,9 over en omdrift på 8 år ved en høj kvælstoftildeling på ca. 250 kg N/ha i nobilisjuletræer, men det er tvivlsomt om disse målinger helt kan overføres til danske forhold på grund af den store kvælstoftildeling og de anderledes jordbundsforhold.

Hvad skal der til for at hæve reaktionstallet?

I den praktiske juletræsdyrkning er der behov for at vide, hvor meget kalk der skal tilføres, for at opnå det ønskede Rt, men det afhænger meget af udgangspunktets Rt og af jordtypen. Et løft af et Rt på f.eks. 4,8 ind i det anbefalede område ($5,5 < Rt < 6,5$) vil på samme jordbundstype kræve betydeligt mere kalk end hvis Rt var på 5,3.

Der skal også langt større kalkmængder til for at hæve Rt en enhed på deciderede lerjorde (JB 7, 8 og 9) sammenlignet med sandblandede lerjorde og lerblandede sandjord (JB 3, 4, 5, 6) og i særdeleshed sandjorde (JB 1, 2).

Der findes flere avancerede modeller som bl.a. bygger på, at Rt er lineært knyttet til basemætningsgraden, som er et mål for andelen af baser, næringsstoffer, der er bundet til jordpartiklernes overflade. Dette kan måles, men også beregnes ud fra jordens relative indhold af humus og ler. Stigningen i Rt kan så herefter beregnes i en avanceret statistisk regressionsmodel. I praksis anvender man dog værdierne opgjort i tabel

Beregning af kalkningsmængder

Beregning af de kalkmængder, du skal bruge kan bedst illustreres ved eksempler:

Den rigtige plante
På det rigtige sted
På det rigtige tidspunkt
Til den rigtige pris

Hjorthede
Planteskole A/S



Eksempel 1:

Jeg har en almindelig sandjord, og vil kalke før jeg starter på en ny omdrift. Efter den foregående kultur er Rt faldet til 4,9. Jeg ønsker at hæve Rt til 6,2, det vil sige, med 13 Rt-enheder af 0,1. Jeg ønsker også at bruge en kalktype med meget magnesium, der skal holde så længe som muligt.

Først skal der beregnes behovet for kulsur kalk. Her skal der bruges $0,5 \cdot 13 = 6,5$ tons/ha (Da det målte Rt er lavere end 5, vil dette være et minimumstal). Der bør i dette tilfælde bruges dolomitmalk, da det er den kalktype med det højeste indhold af magnesium, og den der varer længst. Engelsk dolomitmalk har en neutraliseringsevne på 89 %. Det vil sige, at der skal bruges 11 % mere af denne handelsvare i forhold til kulsur kalk, svarende til 7,2 tons/ha.

Eksempel 2:

Jeg har desværre aldrig fået lavet en teksturprøve, jeg bor i Jylland og jorden er en tung lerjord. Jordens Rt er på 5,4 og jeg ønsker at hæve Rt med 9 enheder af 0,1. Jeg har ikke nævneværdige problemer med bare skuldre, måske fordi min jord har et fint Mgt på 12 og et Kt på 10. Jeg udtager jævnligt nåleanalyser, som viser, at koncentration af magnesium i træernes nåle (0,012 % i årsnåle og 0,09 i de ældre nåle) i alle årene ligger indenfor det anbefalede interval, så jeg tænker, at jeg vil bruge almindeligt jordbrugskalk.

Her skal der bruges $0,6 \cdot 9 = 5,4$ tons kulsur kalk/ha. På grund af beliggenheden, vil det være fornuftigt at bruge f.eks. harpet kalk fra Kongerslev med en neutraliseringsevne på 75. Dette betyder, at der skal bruges 25 % mere handelsvare end kulsur kalk svarende til i alt 6,8 tons.

Eksempel 3:

Jeg har en sandblandet lerjord og gør meget i at optimere dyrkningen. Jeg ønsker ikke, at Rt stiger voldsomt lige efter kalkningen, ligesom jeg ikke ønsker, at Rt gradvist falder til u hensigtsmæssige værdier efter et par år efter spredningen. Mit Rt ligger på 5,6 og jeg har ikke overvældende, men kun lidt problemer med bare skuldre.

Da kalk ikke svider træerne kan den godt spredes i løbet af omdriften, men der kan godt være driftstekniske problemer med udbringningen. Vær opmærksom på, at alt almindeligt kalk(sten) er tungtopløseligt og kan ligge længe, op til et år efter spredningen, i træerne. Dette gælder især den "grove" eller pelleterede kalk. Flere producenter har dog erfaring for at kunne sprede de finkornede typer af jordbrugskalk med det rette udstyr henover træerne uden at det bliver hængende i mere end en vækstsæson.

Det vil være optimalt at sigte på et Rt tæt på 6,0 gennem vedligeholdelseskalkning. Ideelt set vil det relativt hurtigt opløselige blandsprodukt magnesiumkalk være bedst egnet, fordi dette handelsprodukt har en stor neutraliseringsevne og bliver hurtigt tilgængeligt. En forøgelse af Rt på 0,4 fordrer på denne jordtype tilførsel af $4 \cdot 0,5 = 2,0$ tons kulsur kalk. Magnesiumkalk, (5 % Mg) har en neutraliseringsevne på 85 %, hvilket svarer til at der skal bruges $2,0 \cdot 1,15 = 2,3$ tons kalk. Jorden forsures med ca. 0,1 pH-enheder pr. år, hvilket svarer til, at der med den foreslåede mængde skal kalkes hvert tredje til fjerde år. For en generel betragtning anbefaler Danske Juletræer at der ikke spredes kalk i nær salgsklare eller salgsklare træer,

Hvornår skal der kalkes?

Afhængig af jordbunden nedvaskes kalken 2-10 cm pr. år, så hvis udstrækningen af rodzonen, hvor juletræerne optager hovedparten af deres næringsstoffer fra (ned til 30 cm), skal påvirkes, går der en rum tid. Derfor er det vigtigt at tænke rettidigt omhu ind i kalkningsstrategien.

Rt og dermed kalken har meget stor indflydelse på tilgængeligheden af alle næringsstoffer. Derfor er det vigtigt at stabilisere Rt over tid. I juletræsdyrkningen kalkes der af praktiske årsager i langt overvejende grad imellem omdrifterne for at undgå at kalken sidder i træerne. Det betyder reelt set, at Rt stiger meget kraftigt i de første 2-3 dyrkningsår, for så derefter at falde gradvist hen imod afviklingen af kulturene. Afhængig af jordbundstypen og Rt, så kan dette betyde, at tilgængeligheden af fosfor mindskes de første år, ligger ideelt midt i omdriften og bliver for lav hen imod kulturafviklingen. Dette er ikke hensigtsmæssigt, da netop fosfor har stor betydning for rodviklingen, som gerne skulle grundlægges i kulturens tidligste år.



Typisk forløb af Rt, når kalken udelukkende spredes før en ny kultur etableres (gul linje) holdt op imod et ideelt billede med spredning før omdrift, i år 3 samt år 7. Spredning over toppen i nær salgsklare og salgsklare kulturer frarådes, da kalken let kan ligge i træerne i et år.

For magnesium (tilgængeligheden aftager med faldende Rt), og til dels kalium, kan en sådan udvikling betyde, at tilgængeligheden øges markant i kulturstartens første par år, for derefter at falde henimod kulturafviklingen. Tilmed kan mobilisering af det giftige aluminium tiltage henimod kulturafviklingen, hvis Rt falder tilstrækkeligt meget. Mikronæringsstoffet mangan vil have en lignende dynamik, med en aftagende tilgængelighed i kulturens spæde år, for derefter at tiltage i henimod afviklingen i takt med at Rt falder.

Kalkning i omdriften indebærer en del udfordringer af praktisk og maskinel karakter, men der er ingen tvivl om, at flere små spredninger i løbet af omdriften dyrkningsmæssigt er langt at foretrække frem for en stor spredning før kulturetablering. Flere moderate spredninger mindsker også risikoen for overkalkning.

Udover almindeligt jordbrugskalk (kalk der har en neutraliseringsevne større end 70 %) findes der også findelte kalkprodukter og pelleterede (granulerede) produkter. Den findelte kalk er næsten pudderagtig og vanskelig at håndtere, mens de pelleterede former åbner nye muligheder for spredning under omdriften. De pelleterede produkter har spredningsmæssige fordele, og er endvidere baseret på findelt kalk, som holdes sammen i små piller af tilsatte lignosulfonater. Denne form for kalk virker særligt hurtigt, da pillerne hurtigt opløses af nedbøren på grund af kalkens findelte natur. Ulempen er naturligvis prisen.

Vælges der en kalktype med en ringere reaktivitet eller er man ude efter en hurtig påvirkning af Rt, kan man fremme virkningen gennem indarbejdning af kalken i jordens overflade.