

# Alger

## Algebelægninger på grannåle – omfang, årsager og forebyggelse

Af Niclas Bacher, Sarah Christensen, Andrzej Matkowski og Ulrik Søchting, Biologisk Institut, Københavns Universitet.

Algebelægninger på grannåle er et velkendt problem for juletræs- og pyntegrøntproducenter landet over. Mange steder er algebelægningerne så kraftige, at de medfører alvorlige afsætningsproblemer; i værste fald bliver produkterne usælgelige. Denne artikel omhandler dele af resultaterne fra det PAF-støttede projekt "Algebelægninger på juletræer og pyntegrønt", hvis formål bl.a. har været at undersøge omfanget af algeproblemet, årsagerne til algebelægningerne og hvorvidt problemet kan forebygges. Denne artikel resumerer sammen med artiklen "Bekæmpelse af algebelægninger på nordmannsgran og nobilis" på side 14 projektets resultater.

*Figur 1. I et skanning-elektronmikroskop kan algebelægningerne studeres i meget stor forstørrelse. Algerne ses som halvrunde kugler, der holdes sammen af slimstoffer og svampetråde. Foto: Ulrik Søchting*

### Hvor stort er algeproblemet?

Algebelægninger på grannåle findes i hele landet. Det viser en spørgeskemaundersøgelse blandt alle medlemmerne af Dansk Juletræsdyrkerforening (Bacher 2005). Et begrænset antal besvarelser (30 stk) medfører, at vi ikke kan sige noget om, hvor i landet algebelægningerne giver de største problemer. Der er dog en tendens til, at algerne giver de største problemer i klippegrøntbevoksninger, men de er også vidt udbredt i juletræsbevoksninger. Producenternes indtægtstab på grund af algebelægninger er ikke opgjort, og det varierer meget fra år til år. Et forsigtigt bud er dog et tab på 5-10 % (Kaj Østergård, pers. medd.).

### Erfaringer med algebelægninger

Flere producenter mente, at træernes tæthed var den største årsag til algeforekomst, og anførte i lighed med gældende "behandlingspraksis", at udtynding var den eneste mulighed for

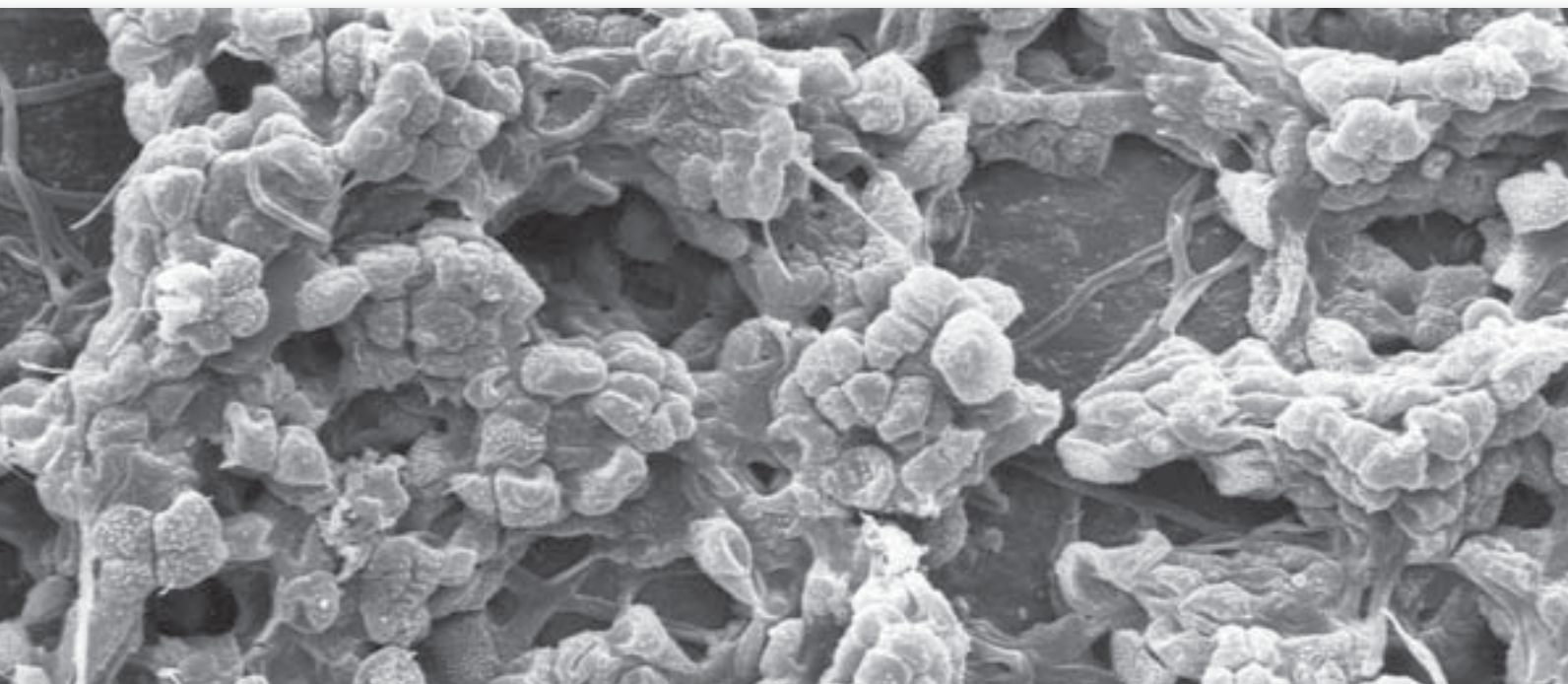
at begrænse problemet. Et par af producenterne havde dårlige erfaringer med plantager, der lå i umiddelbar nærhed af landbrug med stor ammoniakfordampning.

Over halvdelen af de producenter, der svarede på spørgeskemaet, mener, at der er sket en stigning i algeproblemet de sidste 10-20 år.

### Hvad består algebelægningerne af?

Algebelægninger er egentligt et forkert ord at bruge om de grumsede belægninger, der dækker nålenes overflader. For udover alger, består belægningerne af en lang række svampe og bakterier. I et scanning-elektronmikroskop kan man se algecellerne, som er bundet sammen af et tæt net af svampetråde (figur 1).

I lysmikroskopet er det muligt at bestemme nogle få arter (figur 2), men da mange af arterne ligner hinanden, er det nødvendigt at bruge DNA-undersøgelser for at lave en en-



tydig artsbestemmelse. I samarbejde med en tysk forsker, Prof. Dr. Thomas Friedl fra Göttingen har vi undersøgt, hvilke organismer, der er i nålebelægningerne. Thomas Friedl forsker til dagligt bl.a. i algebelægninger på husfacader og er derfor specialist i dette alge samfund.

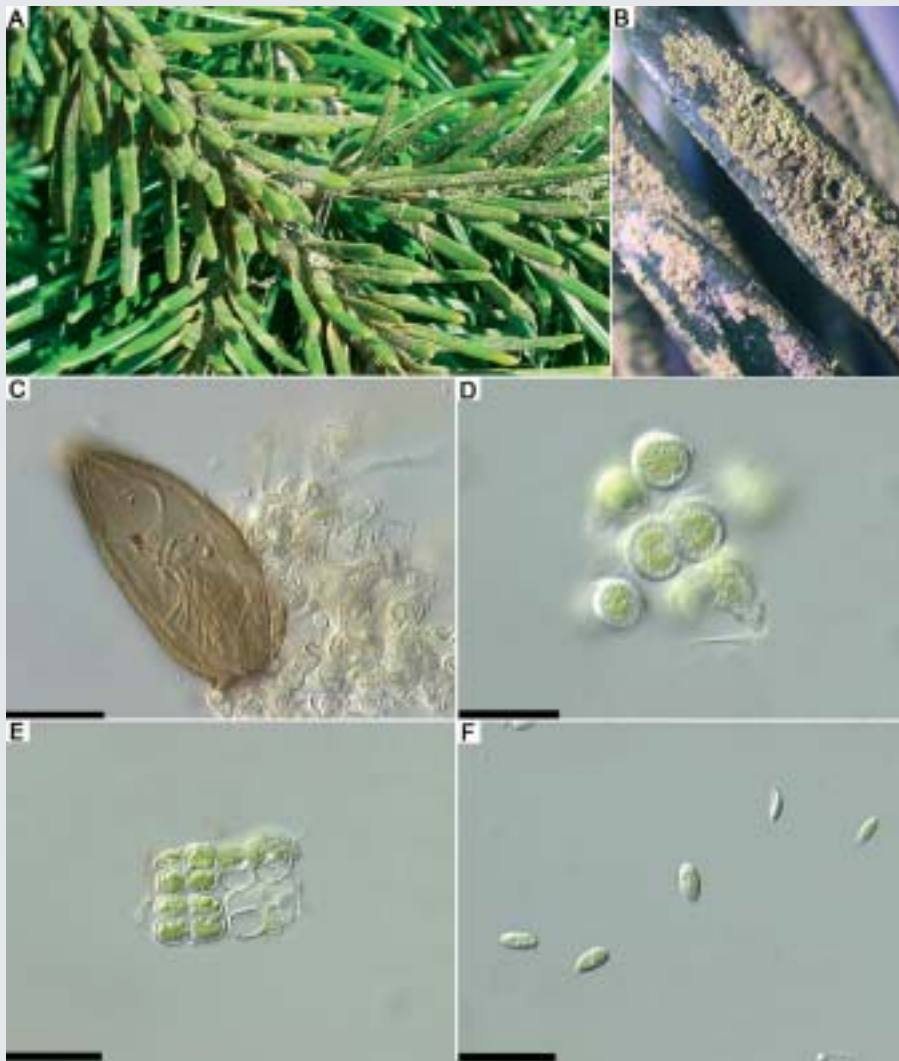
Vi fandt, at belægningerne bestod af 13 forskellige slags alger og 11 forskellige slags svampe. For at bestemme algernes og svampenes navne og slægtskabsforhold, blev resultaterne af vores DNA-undersøgelser sammenlignet med DNA fra en større database.

En stor del af algerne og svampene kunne dog ikke bestemmes til art, højst sandsynligt fordi de endnu ikke er beskrevet og har fået et navn. En af de svampe, som vi fandt i alle de undersøgte prøver, var *Scolecotecha cornuta*, som ikke har noget dansk navn. Den lever af algerne og er kun set vokse på gran-nåle (Søchting *et al.* 1992; Søchting & Sutton 1997). Hvis man kunne opformere denne svamp i meget store mængder, ville den måske være en mulig form for biologisk bekæmpelse af algebelægningerne. Det er en af de muligheder, vi arbejder videre med.

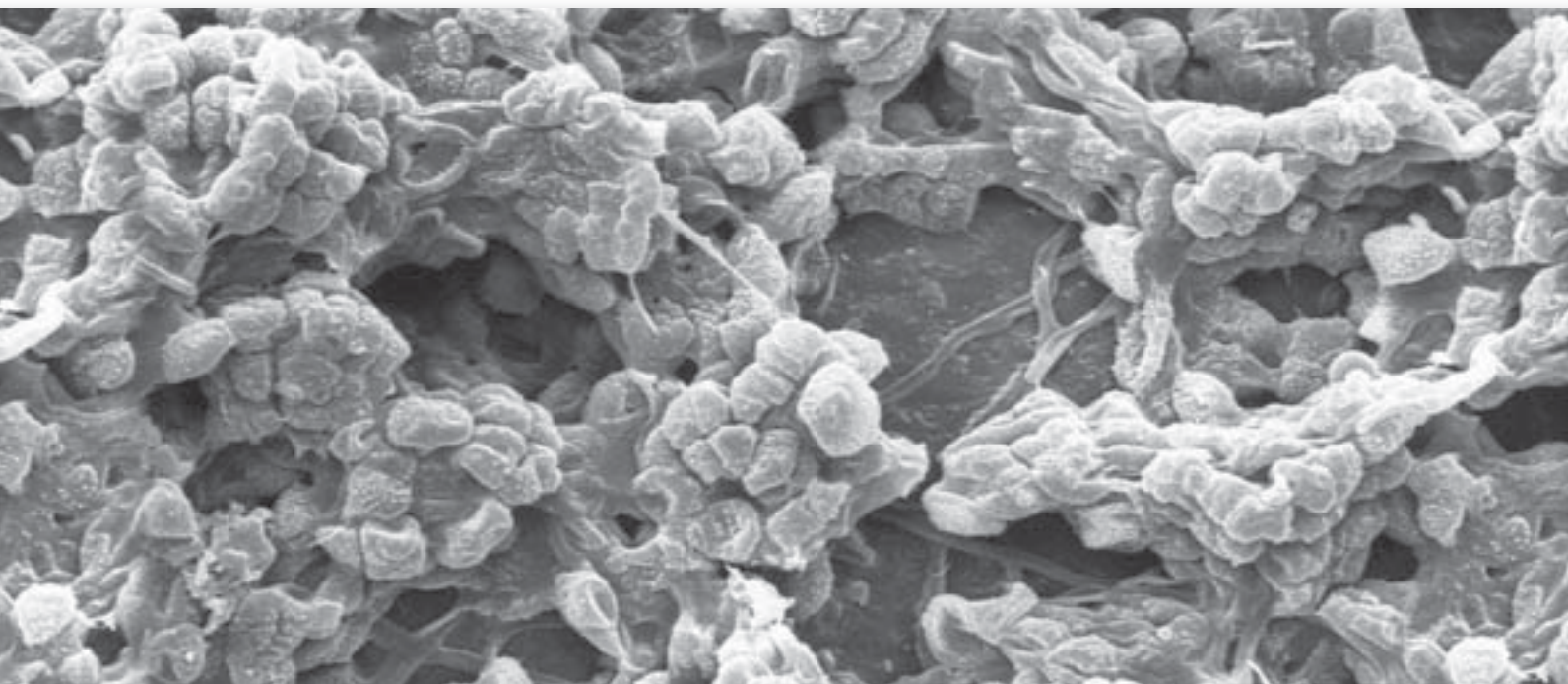
Alle de undersøgte algesequenser tilhører grøn-alge-gruppen, og mange af de arter, vi fandt i nålebelægningerne, er identiske med dem, der er kendt fra algebelægninger på bl.a. husfacader (Karsten *et al.* 2005). Det er interessant, da vi så kan bruge meget af den viden om algernes biologi, som stammer fra andre substrater.

### Hvor kommer algerne og svampene fra?

Algebelægningerne starter med nogle få algeceller, som sammen med svampe og bak-



**Figur 2.** (A) Algebelægninger på nåle af nordmannsgran. (B) Alger, svampe og bakterier danner et skorpeagtigt lag på oversiden af nålene. (C-F) Lys mikroskopibilleder af nogle af organismene i belægningerne. (C) Sæksvampen *Scolecotecha cornuta*, som lever af algerne i belægningerne. (D) Grøn-algen *Apatococcus*. (E) Grøn-algen *Desmococcus*. (F) Grøn-algen *Pseudococcomyxa*. Måleskala = 20  $\mu\text{m}$ . Foto: Niclas Bacher





**Figur 3.** En række forhold skal være til stede for at alger, svampe og bakterier kan etablere sig på nåle. Smittemateriale er en vigtig faktor, som kommer med luften eller vanddråber fra andre træer med algebelægninger. Derudover skal der være de rette mængder af fugtighed og næring samt en passende temperatur. Algerne skal bruge lys for at kunne lave fotosyntese, men lyset må ikke være for kraftigt, da det vil medføre en udtørring af belægningerne. Foto: Niclas Bacher.

terier udskiller en klistret substans (Hu et al. 2003), som får dem til at sidde fast på grannålene. Smittematerialet, som består

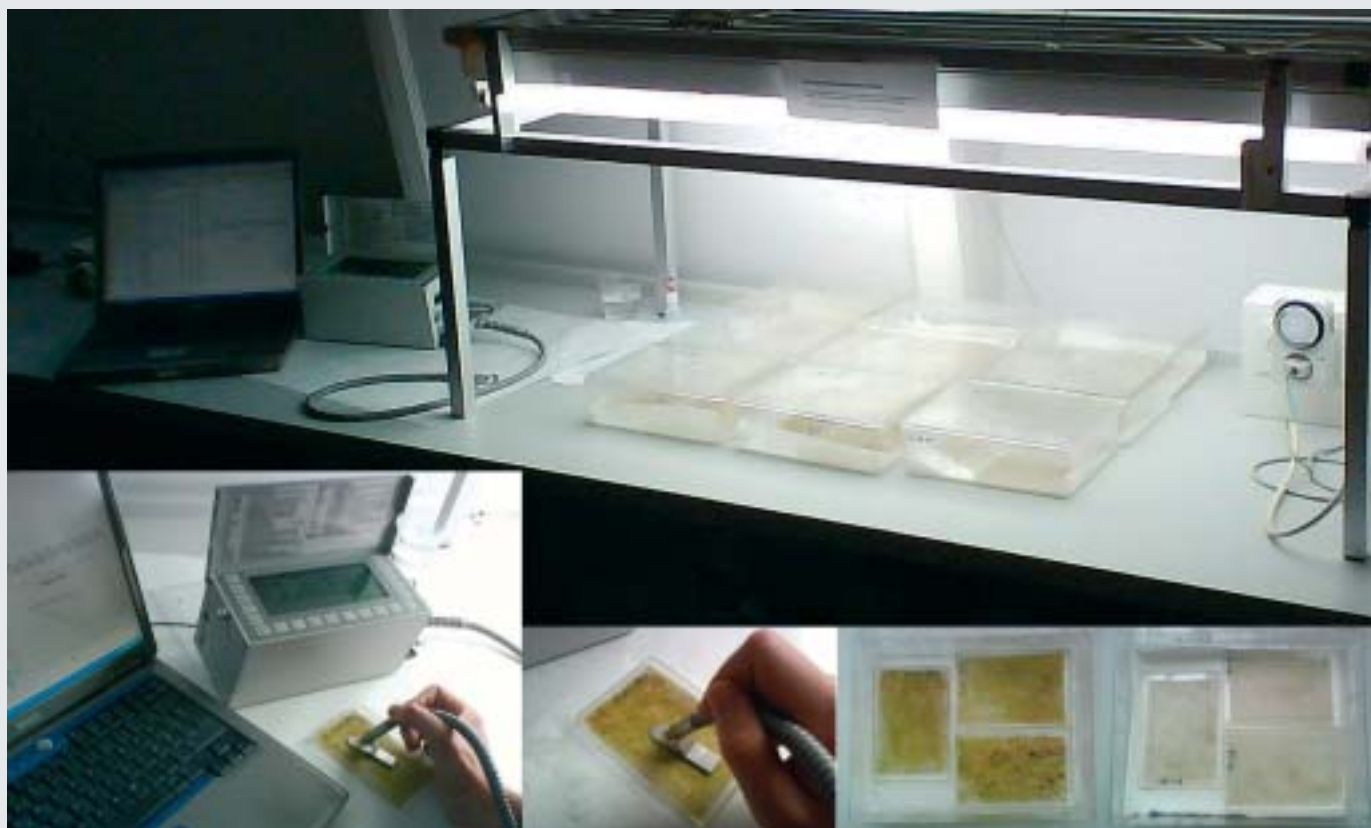
af smådele af algebelægninger eller enkelte celler, bliver børstet af nålene i blæsevej, når grenene berører hinanden. Derefter kan

de flyve langt med vinden. I regnvejr falder småstykker og enkeltceller af nålene. De små dele af belægningerne hænger fast på regndråberne, og afsættes der, hvor dråben lander, det vil sige ofte på grene længere nede på samme træ eller på nabotræer. Hvis disse smådele eller enkeltceller ikke regner videre ned, vil de – hvis fugtighed m.v. er optimalt – etablere sig og danne nye algebelægninger.

### **Livsbedingungen for algebelægninger**

Med udgangspunkt i bl.a. producenternes erfaringer, har vi undersøgt nogle af algebelægningernes økologiske behov. Det vil sige nogle af de betingelser, som skal være opfyldt, for at organismene i algebelægningerne kan leve og vokse i granbevoksningerne (figur 3). Er der endvidere sket ændringer i nogle fysisk/kemiske faktorer i klimaet, der kan forklare det øgede algeproblem, som producenterne beskriver?

Vi har valgt at lægge vægt på algebelægningernes krav til luftfugtighed, næringsstoffer og temperatur, da disse faktorer ud fra litteraturen (Bråkenhielm & Qinghong 1995; Göransson 1988; Kofod 1982; Søchting *et al.* 1992), producenternes og egne erfaringer lader til at have størst betydning. Øget viden om disse behov er vigtig ved dyrkningen af træerne, fordi ændringer i dyrkningsformen



**Figur 4.** Laboratorieopstilling. Algebelægningerne blev opdyrket på glasfilt og udsat for forskellige koncentrationer af kvælstof og forskellige tidsperioder i 100 % luftfugtighed. Algerne fotosyntese blev brugt som mål for algemængden (nederst til venstre). Billederne nederst til højre viser resultatet af to af behandlingerne. Foto: Niclas Bacher.

og/eller dyrkningslokaliteten alene eller delvist kan forebygge eller formindske problemer med algebelægninger.

## Betydning af luftfugtighed

Viden om økologien af algebelægninger fra andre substrater er interessant, da de består af mange af de samme arter, som vi finder på grannålene (Barberousse et al. 2006; Karsten et al. 2005). Belægninger på husfacader og tagsten er – som på juletræer og klippegrønt – et kosmetisk problem. I Sverige har studier af alger på husfacader vist, at belægningerne kommer, hvor der sker store temperaturudsving hen over døgnet. Når der sker store temperaturudsving, kommer der kondensvand (dug) på husfacaderne. Kondensen alene leverer nok vand til, at algerne kan formere sig, og sådanne husfacader bliver grønne af algebelægninger (Johansson & Sandin 2005). Fugtigheden er altså vigtig for de algebelægninger, som vokser på husfacader.

### Laboratorieforsøg

Vi foretog en række standardiserede laboratorieforsøg for at underbygge betydningen af fugtighed for grannålenes algebelægninger. Algebelægninger fra grannåle blev således opdyrket på glasfilt og opbevaret i klimaæsker med 100 % relativ luftfugtighed i henholdsvis 0 timer, 6 timer og 24 timer i døgnet. Forsøget kørte i 30 dage, og mængden af algerne blev målt ved forsøgets start, midtvejs i forsøget og til sidst i forsøget. Mængden af alger blev bestemt ved at måle fotosynteseaktiviteten. Jo højere aktivitet, desto større algebelægninger (figur 4). Fotosynteseaktiviteten og dermed algemængden var størst, hvor de blev opbevaret i høj luftfugtighed døgnet rundt. Algebelægningerne havde svært ved at klare daglige udtørringer, og gik helt i dvale eller døde når de blev opbevaret ved lav luftfugtighed (40-50 % relativ luftfugtighed) døgnet rundt. Algebelægninger på grannåle kommer altså især, hvor luftfugtigheden er høj, og hvor dug og nedbør fordamper langsomt.

### Feltforsøg

For at underbygge laboratorieforsøgene har vi gennem et år målt luftfugtighed og temperatur i to nordmannsgran klippegrøntbevoksninger. Bevoksningerne hører til Strandegård Skovbrug nær Fakse og ligger med få hundrede meters mellemrum. I den ene bevoksning er der store algeproblemer, mens der stort set ikke er alger at finde i den anden. Luftfugtighed og temperatur blev målt hver halve time i et år med dataloggere (figur 5) i de to plantager. Det var dog, mod forventning, ikke muligt at måle en forskel på temperaturen og den relative luftfugtighed i de to plantager med den benyttede målemetode. Vores dataloggere har nemlig ikke kunne måle den daglige dugpåvirkning, som højst sandsynligt er en meget



**Figur 5. Datalogger opsat på en gren med meget kraftige algebelægninger. Dataloggeren målte relativ luftfugtighed og temperatur hver halve time i et år. Foto: Niclas Bacher.**



**Figur 6. Algebelægninger blev opdyrket på mikroskopglas påsat glasfilt. Mikroskopglassene blev sat fast på et stativ, som blev sat op nær en større svinefarm i Vestjylland. I toppen af stativet blev et stykke alufolie påsat for at skræmme nysgerrige fugle og dyrevildt væk. Efter to måneder havde algebelægningerne vokset mest tættest på svinefarmen. Foto: Niclas Bacher.**

**ASM**  
En vifte af muligheder

**ASM ØSTERVANG • [www.asm-ostervang.dk](http://www.asm-ostervang.dk)**

Tlf. 98 56 52 50 • Fax 98 56 55 52 • Terndrupvej 28 • Astrup • 9510 Arden

Netmaskine • Hegnsudruller • Plantemaskine: 1- 2- eller 3-rækkes • Pallegafler  
Transportvogn • Spidser • 1-armet sprøjtebom  
Ny stærk 1 rækket plantemaskine til plantning mellem stød  
**NYHED** Pælehammer, hydraulisk

ASM ØSTERVANG giver dig en bred vifte af muligheder at vælge imellem, indenfor skovbrug, til konkurrencedygtige priser.

Du er naturligvis velkommen til at kontakte os, for yderligere oplysning eller for at få tilsendt prospekt.

## Undgå algeproblemer

Det kan være svært at undgå algeproblemer helt. Ved anlæg af nye bevoksninger bør følgende forhold tages for at forebygge algebelægninger på nålene mest muligt:

1. Bevoksningen bør ligge højt, hvor fugtigheden er mindst, og vindpåvirkningen er størst. I lavninger og bakkedale vil det ofte kun blæse en lille smule, og den fugtige luft vil ikke blive ført væk af vinden.
2. Træerne bør plantes med så stor afstand som muligt, så stillestående luft undgås mest muligt.
3. Tynding af klippebevoksninger til et passende stamtal/tæthed er forsat meget væsentlig for at minimere algeproblemerne.
4. Bevoksninger bør anlægges i passende afstand (minimum 500 meter) fra staldanlæg, gylletanke og andre anlæg, som udleder luftbåren ammoniak.
5. Nye bevoksninger bør ikke anlægges tæt på ældre bevoksninger med store algeproblemer, da gamle træer med algebelægninger er en smittekilde for de nye træer. Smitterisikoen anslås at være størst de første 20-50 meter fra de ældre bevoksninger med algebelægninger, hvor algerne i regnvejrløber bliver vasket ned på de omkringstående træer. Da algerne kan bevæge sig langt med vinden, vil en afstand 100-200 meter fra en smittekilde være at foretrække.
6. Læhegn kan filtrere luften og derved nedbringe kvælstoftilførslen til algerne, men dels nedsætter læhegnet vindbevægelsen i den bagvedliggende bevoksning, dels vil algebetingelserne i læhegnet været meget gunstige, hvorved læhegnene jfr. ovenfor vil kunne virke som smittekilde.

vigtig kilde til vand for algebelægningerne. Vi er overbeviste om, at fugtigheden var højere i bevoksningen med algebelægninger, da bundvegetationen her i høj grad var præget af fugtighedselskende planter, f.eks. mosser. I bevoksningen uden algeproblemer var der udelukkende lave græsser som bundvegetation, som ikke indikerer høj fugtighed.

## Betydning af næringsstoffer

Ved laboratorieforsøgene blev de opdyrkede algebelægninger også udsat for forskellige

koncentrationer af kvælstof. Resultatet var, at algebelægningerne voksede bedst, hvis de fik tilført en høj koncentration af kvælstof, men kun hvis de samtidigt blev udsat for høj luftfugtighed.

Et andet forsøg har også vist, at kvælstof er vigtigt for algebelægningerne. Her dryssede vi afbørstede algebelægninger fra grannåle ud på små stykker glasfilt, som vi satte fast på mikroskopglas. Disse glas blev så sat fast på nogle stativer, og stativerne blev opsat i nærheden af en større svinefarm i Vestjyl-

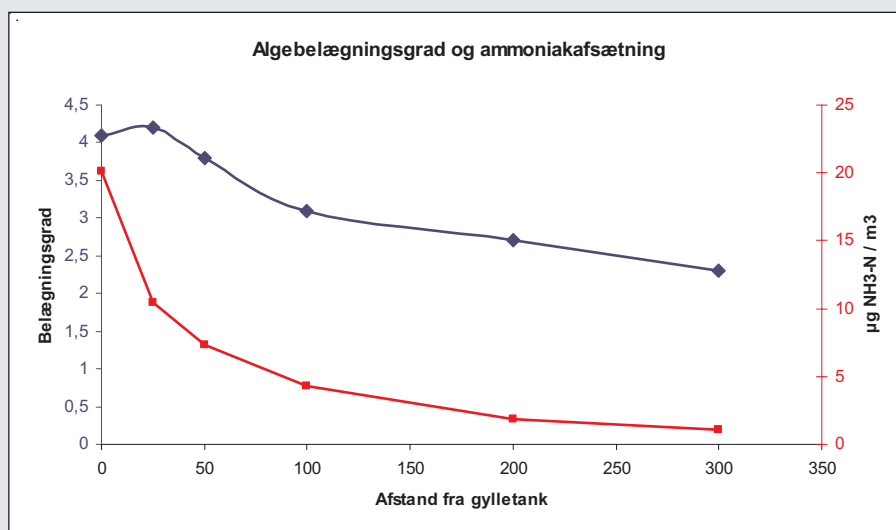


**Figur 7. Luftfoto af forsøgsområde ved svinefarm. På luftfotoet ses svinefarmens staldanlæg og gylletanke. Stativerne med opdyrkede algebelægninger på mikroskopglas blev opsat øst for svinefarmen ud af den røde linie. Luftfoto: Ringkøbing Amt 2004.**

land (figur 6 og 7). Luftbåren ammoniak udledes fra staldanlæg og gylletanke ved nedbrydning af urinstof, og algebelægningerne udnytter kvælstof fra ammoniakken. Forsøget viste, at algebelægningerne blev kraftigere, jo tættere på svinefarmen de var placeret (figur 8). Omkring 300 meter fra svinefarmen blev ammoniak-koncentrationen i luften målt til  $1,4 \mu\text{g NH}_3\text{-N/m}^3$  (Berthelsen & Olsen unpubl. data) hvilket svarer til baggrundskoncentrationen i luften i det undersøgte område. Denne koncentration er stadig nok til at algebelægningerne kan leve, men væksten her er betydeligt langsommere end nær svinefarmen. Da algebelægninger findes i alle dele af landet uanset afstand til ammoniak-kilder, må baggrundsdepositionen, som svarer til 10-16 kg N/ha (Ellermann et al. 2005) være tilstrækkeligt til at belægningerne kan overleve, mens højere koncentrationer fører til kraftigere vækst og dermed omfanget af algebelægningerne. Luftbåren ammoniak er altså en vigtig næringskilde for algebelægningerne.

## Betydning af forhøjet temperatur i vinterhalvåret

Luftfugtigheden er målt til at være højest og mest gunstig for algebelægningerne i efteråret, hvor den ligger højt over hele døgnet (figur 9). I november og december 2006 var temperaturen rekordhøj, med kun få tilfælde af frost, hvilket har forlænget efterårets karakteristika med høj luftfugtighed hele døgnet ud over længere periode end normalt. Dette er meget gunstigt for væksten af algebelægninger. Efterårene er generelt blevet varmere i Danmark de sidste 100 år (kilde: DMI), hvilket betyder længere vækstsæsoner for algebelægningerne, hvis luftfugtigheden, som i 2006, ligeledes er høj. Dette er måske et af svarene på, sammen med et højt kvælstofindhold i luften (atmosfærisk ammoniakudledning, hovedsageligt fra landbruget), at algebelægninger på grannåle er et voksende problem. Varme, fugtige



**Figur 8. Algebelægningerne bliver kraftigere jo tættere de gror på svinefarmen (blå kurve). Belægningsgraden er vurderet visuelt ud fra en skala fra 0-5, hvor 0 svarer til ingen algebelægning og 5 svarer til meget kraftig algebelægning. Dette stemmer overens med ammoniakafsætningen (rød kurve), som ligeledes bliver højere jo kortere afstand til gylletankene. Data om ammoniakafsætningen er venligst udlånt af specialestud. Kasper Berthelsen og Henrik B. Olsen, Biologisk Institut, Københavns Universitet.**

## Tak til:

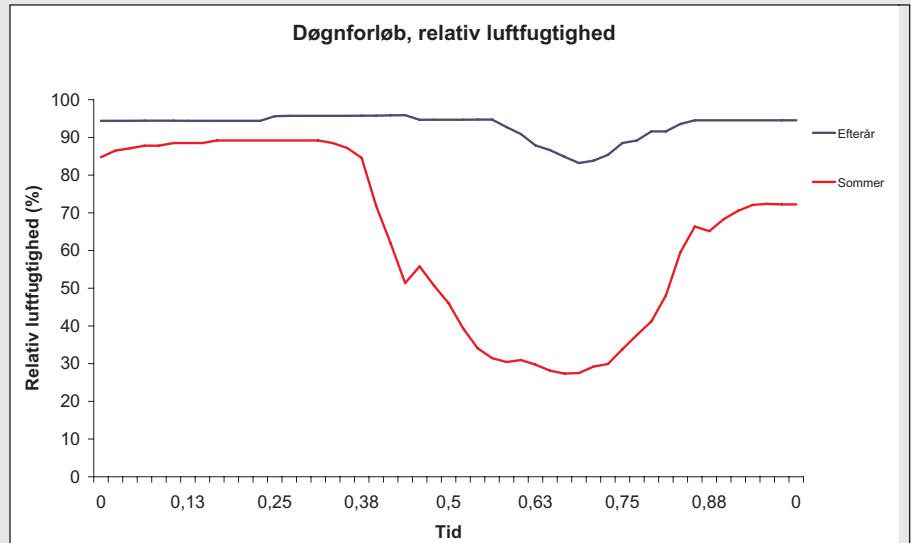
Dette projekt er støttet af Produktionsafgiftsfonden for Juletræer og Pyntegrønt (PAF). Projektets formål er at undersøge algeproblemets omfang, årsagerne til at algerne kommer, om det er muligt at forebygge problemet og mulighederne for at bekæmpe algebelæggningerne på en miljöhensigtsmæssig måde med kemiske bekæmpelsesmidler.

Tak til Skovrider Finn Jacobsen, Langesø, Skovfoged Steen Møller, Strandegård Skovbrug og Direktør Kaj Østergård, Dansk Juletræsdyrkerforening for interessante samtaler omkring algeproblemet. Steen Møller takkes endvidere for at stille bevoksninger til rådighed for økologiske undersøgelser. Landmand Preben Sørensen, Østergård takkes for tilladelse til at opstille stativer og måleudstyr nær svinefarm. Medarbejdere i Botanisk Have og ved Biologisk Institut, Københavns Universitet takkes for interesse og assistance. Desuden takkes medarbejdere i Dansk Juletræsdyrkerforening for et rigtigt godt samarbejde.

efterår og vintre giver gode vækstbetingelser for algebelæggningerne, og man må derfor formentlig imødesee stigende problemer med alger under de forventede mildere vinterhalvår fremover.



Cand. scient Niclas Bacher  
e-mail: niclasb@bi.ku.dk  
Tlf.: 3532 2324



**Figur 9. Relativ luftfugtighed målt henover et sommerdøgn (rød kurve) og et efterårsdøgn (blå kurve). Om sommeren er den relative luftfugtighed høj, fra når duggen falder om aftenen, til solen får den til at fordampe om formiddagen. Den lave fugtighed om dagen medfører, at algebelæggningerne udtørres helt. Om efteråret stiger temperaturen ikke så meget om dagen, og den relative luftfugtighed forbliver høj. Algebelæggningerne vil derfor have optimale vækstbetingelser med hensyn til fugtighed døgnet rundt om efteråret.**

## Kilder

- Bacher, N. (2005). Algebelæggninger på grannåle. *PS Nåledrys* 52: 19-21.
- Barberousse, H., Lombardo, R. J., Tell, G. & Coute, A. (2006). Factors involved in the colonisation of building facades by algae and cyanobacteria in France. *Biofouling* 22 (2): 69-77.
- Bråkenhielm, S. & Qinghong, L. (1995). Spatial and Temporal Variability of Algal and Lichen Epiphytes on Trees in Relation to Pollutant Deposition in Sweden. *Water Air and Soil Pollution* 79 (1-4): 61-74.
- Christensen, S., Bacher, N., Matkowski, A., Søchting, U. (2007). Bekæmpelse af alger på nordmannsgran og nobilis. *Nåledrys* 59: 14-19.
- Ellermann, T., Andersen, H.V., Bossi, R., Brandt, J., Christensen, J., Frohn, L.M., Geels, C., Kemp, K., Løfstrøm, P., Mogensen, B.B., & Monies, C., (2005). Atmosfærisk deposition 2005. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser. 66s.- Faglig rapport fra DMU, nr.595. <http://www.dmu.dk/Pub/FR595.pdf>
- Göransson, A. (1988) Luftalger och lavar indikerar luftföroreningar. Statens naturvårdsverk, Rapport 3562. Uppsala.
- Hu, C., Liu, Y., Paulsen, B.S., Petersen, D. & Klaveness, D. (2003). Extracellular carbohydrate polymers from five desert soil algae with different cohesion in the stabilization of fine sand grain. *Carbohydrate Polymers* 54 (1): 33-42.
- Johansson, S. & Sandin, K. (2005). Biologisk påvæxt på mineraliska fasader. *Bygg & teknik* 8: 12-14.
- Karsten, U., Schumann, R., Häubner, N. & Friedl, T. (2005). Lebensraum Fassade: Aeroterrestrische Mikroalgen. *Biologie in unserer Zeit* 35 (1):20-30.
- Kofod, E. O. (1982). Alger på ædelgran. *Skoven* 2: 78.
- Søchting, U., Jensen, B. & Unger, L. (1992) Epifylfloraen på Rødgran – en undersøgelse af belæggninger på grannåle. Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen. 44pp.
- Søchting, U. & Sutton, B.C. (1997). *Scolecotecha cornuta* gen. et sp. nov. on needles of *Picea abies* from Denmark. *Mycological Research* 101 :1366-1370.