

DST 3-4/05



Anti-heding (debat)
Økonomi i naturnær bøgeskovsdrift
Skovrejsning – flora og miljø

Dansk Skovbrugs Tidsskrift

90. årgang, hæfte 3-4. Udgivet af Dansk Skovforening
December 2005

Debatten om måldiameterhugst

Med den efterfølgende artikel lukker vi for en lille debat om måldiameterhugst – men bestemt ikke for nye artikler om emnet. Ønsket om at bringe langtidsholdbare artikler og tidsskriftets få årlige hæfter medfører at skriftlige diskussioner via DST kan være problematisk.

Den aktuelle debat har haft følgende forløb i DST:

I DST 1/2000 skrev Niels Heding en artikel med titlen: “Måldiameterhugst i det aldersklassevis skovbrug”. I artiklen sammenfattes ca. 15 års personlige erfaringer med måldiameterhugst i traditionelt tyndede bevoksninger af bøg og rødgran på Frederiksdal Skovdistrikt. Formålet var primært at afprøve om det i praksis er muligt, under afvikling ældre bevoksninger, systematisk at drive en større andel af træerne op i bedre betalte dimensioner.

Benyttelse af en klup i forbindelse med dimensionshugst af gamle ege- og bøgebevoksninger er nu udbredt i praksis. Mere sjældent er imidlertid metodens anvendelse i ældre rødgran, den lange erfaringsperiode og den systematiske beskrivelse. Artiklen er spændende og citeres hyppigt.

I DST 4/2004 kom reaktionen i form af en artikel med den pudsige titel “Anti Heding – kritiske synspunkter om måldiameterbegrebet”. Forfatterne, Esben Møller Madsen og Henrik Meilby, bestrider ikke, at Niels Hedings afvik-

lingsform kan være en ganske fornuftig metodik på Frederiksdal.

Deres ærinde er mere principielt. De ønsker først og fremmest at påpege, at måldiameterhugst ikke er – og næppe nogensinde kan blive – en garanti for en optimal økonomi. Det gør de særdeles overbevisende.

Undervejs udsættes Niels Hedings hugstbehandling for en del kritik. Vi har derfor fundet det rigtigt at lade ham imødegå kritikken i dette nummer af DST.

Også Møller Madsens og Meilbys artikel har stor blivende værdi. Den er allerede blevet flittigt læst ikke mindst på grund af sin usædvanlige titel. Vi kan berolige med at der hersker fred og fordragelighed imellem debattørerne. Titlen er blot ment som en fiffig hen-tydning til den tyske filosof Hegels opfattelse af udviklingen som en stadig syntese imellem teser og antiteser.

Det gruppevis skovbrug er fyldt med spændende, faglige udfordringer. Artikler omhandlende praktiske erfaringer med fastsættelse af vejledende måldiameter, afsætning af hovedtræer, styring af vedmasseforrådet, plukhugst etc. vil derfor være i høj kurs. Vi håber de kommer.

Redaktionsudvalget



Anti-Heding

Af Niels Heding

I artiklen “Anti-Heding – kritiske synspunkter om måldiameterbegrebet” (DST 4/04) retter skovrider Esben Møller Madsen og lektor Henrik Meilby en kritik af mine synspunkter om måldiameterhugst.

Kritikken kommer sent. Allerede i 1980 skrev jeg sammen med forstkandidat Søren Jakobsen den første artikel om dette emne. I min doktorafhandling fra 1983 er måldiameterhugst i bøg igen beskrevet ud fra et rationaliseringssynspunkt. Endelig har jeg i løbet af de sidste fire år skrevet en række artikler herom, som er baseret på egne praktiske og forskningsmæssige erfaringer.

Men bedre sent end aldrig. Kritik er altid velkommen, og der er tydeligvis nogle forhold, som jeg troede var lette at forstå, men som åbenbart kræver en uddybning. For nemheds skyld kalder jeg mine kritikere *de tre M-er*. En moderne pendant til fortidens tre store forstlige M-er: Skovriderne Muus, Moldenhawer og Mundt, som dog alle sympatiserede med ideerne om Dauerwald.

De tre nutidige M-er er tilgængæld stærke tilhængere af det aldersklasse-

vise skovbrug. Måldiameterhugst ser de ingen fremtid for, fordi den “med største sandsynlighed vil lede til økonomiske tab i de fleste forekommende situationer”. Her er en klar forskel i vores opfattelse. Jeg er ikke overbevist om, at det aldersklassevise skovbrug frembringer bedre økonomiske resultater end et skovbrug baseret på måldiameterhugst. Tværtimod.

Måldiameteren

De tre M-er finder, at min måldiameter er en *subjektiv*, statisk og dogmatisk størrelse. Overfor den stiller de tanken om en såkaldt dynamisk måldiameter, som skulle være anderledes og anderledes fordelagtig. Jeg er glad for denne kritik, for jeg må åbenbart have udtrykt mig utydeligt, og det skal jeg forsøge at rette op på.

Af indlysende grunde må en måldiameter være subjektiv. Uanset hvilke beregninger, man foretager, er man nødt til at foretage et subjektivt skøn over fremtidens uforudsigelige sortimentsaflægning og priser. Situationerne i skoven

Måldiameterhugst må nødvendigvis være subjektiv, fordi man er nødt til at foretage subjektive skøn over fremtidens sortimentsaflægning og priser. (Foto fra Frederiksdal, hvor forfatteren har indhøstet erfaringer med måldiameterhugst).

skifter hele tiden, markedet skifter hele tiden, skovejerenes økonomiske situation skifter hele tiden, og det må en måldiameter selvfølgelig respektere og tilpasse sig.

I min artikel i DST 1/00 behandler jeg valg af måldiameter i bøg. Valget bevæger sig alt efter omstændighederne fra 58 cm til 75 cm. I min doktorafhandling, hvor jeg behandler forekomsten af rødkerne og måldiameterhugst ender jeg med at anbefale 58 cm. Det er den mindst tænkelige, hvis rodkævlen, som forudsættes 6 meter lang, skal holde 50 cm på midten efter handelsopmålingens regler. Er kævlen længere, forøges måldiameteren.

Jeg opdagede så, at på Frederiksdal skovdistrikt – som artiklen stammer fra – er der forbavsende lidt rødkærne, og så satte jeg måldiameteren op. Den diskussion kan man læse en redegørelse for i DST 1/00, hvor hvert enkelt valg af måldiameter begrundes. Men man kan selvfølgelig sige, at min måldiameter i bøg er statistisk indenfor intervallet 58 til 75 cm.

På tilsvarende måde har jeg diskuteret valg af måldiameter i gran. Jeg anvender selv ved aflægning af langtømmer en brysthøjdediameter imellem 34 og 41 cm, alt efter markedssituationen, træformen og bevoksningen. Den kan man selvfølgelig også kalde statistisk, men der er dog noget at vælge imellem, og man bliver nødt til at tænke selv.

Er min måldiameter *dogmatisk*? Jeg indrømmer, at jeg har studeret teologi i et år i min grønne ungdom, og derfor har mine skrivelser måske en docerende, teologisk klang. Det er rart at blive gjort opmærksom på, og jeg skal forsøge at undgå det i fremtiden – men derudover kan jeg ikke lægge noget meningsfyldt ind i begrebet en dogmatisk måldiameter.

Afslutningsvis skal jeg erkende, at den beskrivelse af udvisning, som afslutter kapitlerne om bøg og rødgran i DST 1/00 kan misforstås. Man kan i disse med lidt god uvilje godt opfatte måldiameteren som en fast og ufravigelig størrelse. Mit mål har været at beskrive, hvordan jeg har gjort, ikke at foreskrive, hvordan andre skal gøre.

Jeg har forudsat, at mine kolleger i almindelighed selv er i stand til at forholde sig konstruktivt til en sådan koncentreret redegørelse. Jeg har talt med kolleger, som alle har fundet den let forståelig. De tre M-er kan dog have ret i, at jeg kunne have udtalt mig lidt mindre firkantet, som man let kommer til, når et kompliceret emne skal sammenfattes i 11 små koncentrerede punkter.

Ekskursion til virkeligheden

De tre M-er præsenterer tre eksempler fra virkeligheden, som jeg gerne kommenterer, fordi de netop kan bruges til at sige noget væsentligt om måldiameterhugst. Noget væsentligt som kritikken har overset.

I *eksempel 1* forestiller de tre M-er sig, at de står foran en bøg med en brysthøjdediameter på 63 cm, og de har fastsat måldiameteren til 65 cm. Hvad skal de så gøre? Kan de alligevel fælde træet eller skal det blive stående?

Det, der er interessant, er ikke, om de nu fælder træet eller ikke fælder træet, men derimod hvad de ønsker at opnå med den tynding, som de er i færd med at vise ud. De har et formål: Der skal fældes nogle træer, aflægges nogle kubikmeter og tjenes nogle penge.

Det vigtige i den situation er, at de ikke fælder et træ med en diameter, som er så lille, at rodkævlen for eksempel er min-

dre end 50 cm på midten. Det er det afgørende. Det er disse mindre træer, som har potentialet til at opnå et spring i værdien i kroner per træ ved fortsat vækst, og som derfor skal blive stående – hvis kvaliteten er i orden. Det træ, der har en diameter på 63 cm, bør de fælde, hvis det er nødvendigt for at opnå målet – en bestemt indtægt, ellers kan de roligt lade det vokse nogle år til.

Det, der giver anledning til debatten, er, at de tre M-er misforstår min opfattelse af en måldiameter, som en statisk uforanderlig størrelse. Min fejl her er – som ovenfor nævnt – at jeg ikke tydeligere har angivet, at måldiameteren er en størrelse, som må tilpasse sig rodbullens længde, prisen på finer- og plankekævler, forekomsten af rødmarv, behovet for penge etc. Alle disse forhold er dog diskuteret i artiklerne.

I *eksempel 2* forestiller de tre M-er sig, at de står foran to træer, hvis kroner pisker hinanden. Og nu er deres problem, om det ene træ skal væk til fordel for andet? “Efter måldiametertankegangen er det enkelt: Man lader dem stå, til de når deres respektive måldiameter. Det er såre enkelt”.

Problemet er et skinproblem. Man kan jo ikke påbegynde en måldiameterhugst i en bevoksning, før nogle af træerne holder måldiameteren. Det vil sige, at bevoksningen har gennemløbet en række normale tyndingshugster først.

Jeg citerer fra mig selv DST 4/00 side 23: “Behandlingen følger almindelig praksis. Der lægges samme vægt på at fjerne alle træer med tydelig dårlig kvalitet, og udvisningen foretages konsekvent af en kvalificeret person.” Så skulle der helst ikke være ret mange piskere tilbage, når en måldiameterhugst i bøg kan indledes ved 80 – 100 års alderen.

I *eksempel 3* forestiller de tre M-er sig, at de står “i en bevoksning, hvor den spontane foryngelse står tæt under en ligeledes tæt overstander-skærm. Overstanderne antages ikke at nå måldiameteren inden for en overskuelig fremtid. Imidlertid: Foryngelsen er i åndenød – den hænger med hovedet og behøver lys og vand. Skal der udhugges i overstanderskærmen, eller skal man lade foryngelsen hensynde og afvente, at træerne når deres måldiameter? Er der hjælp at hente i måldiameterdogmatikken? Nej” Eksemplet virker konstrueret. For det første er det tidligt at påbegynde skærmstilling, før i det mindste nogle få af de største træer har nået en diameter i brysthøjde på 60 cm. For det andet føres der normal udhugning i bevoksningen, indtil de første træer opnår en måldiameter (subjektiv, statisk, dogmatisk eller dynamisk). Det vil sige, at denne skærmstilling endnu ikke har forladt tyndingsfasen, og man behøver derfor ikke at tage hensyn til en måldiameter.

I dette tilfælde undrer det mig som nævnt, at man skrider så hurtigt over i foryngelsesfasen. Personlig kender jeg ikke tilfælde, hvor man skærmstiller så unge bøgebevoksninger.

Udover at svare de tre M-er vil jeg personligt tilføje, at jeg – hvis situationen faktisk skulle opstå – vil vente med hugst (undtagen af træer med dårlig kvalitet) til måldiameteren er opnået. Her mener jeg, at indtægterne fra moderbevoksningen har prioritet, og ikke udgifterne til foryngelsen, som har en meget lang fremtid foran sig.

Jeg er derudover ikke tilhænger af de meget planterige bøgeforyngelse. De er dyre i udrensning. Det er min erfaring – som mange andre også har gjort – at den langsomme afvikling af moderbevoks-

ningen, som en måldiameterhugst medfører, begunstiger fremkomsten af en mindre talrig foryngelse. Denne foryngele kan så i mange tilfælde (men ikke i alle) gå direkte fra kulturfasen og til tyndingsfasen, det vil sige, at man kan spare udrensningens omkostningerne

Diametertilvækstens u-forudsigelighed
I dette kapitel behandler de tre M-er diametertilvækstens uforudsigelighed. Deres synspunkt er indledningvis, "at Hedings statiske måldiameterbegreb indebærer, at man fokuserer på enkelttræet og modsvarende ser bort fra bevoksningshelheden".

Jeg imødegår denne sætning med et citat fra DST 1/00 side 45: "I den skovbrugsvidenskabelige terminologi betegnes måldiameterhugst ofte 'behandling på enkelttræniveau'. En betegnelse, der angiver, hvorledes opmærksomheden samles omkring det enkelte træ i modsætning til det aldersklassevis skovbrugs stærke fokusering på bevoksningen som behandlingsenhed. Under udvisningen må man imidlertid aldrig glemme, at det enkelte træ er en del af en bevoksning. Og bevoksningen er en forudsætning for det enkelte træs stabilitet, kvalitet, sundhed og vækst".

Ligesom jeg håber at have påvist, at min diskussion af valg af måldiameter ikke kan siges at ende med anbefaling af en statisk måldiameter, således er hele min afsluttende diskussion af måldiameterhugst i det aldersklassevis skovbrug baseret på ovennævnte erkendelse af bevoksningsens betydning.

Imidlertid har de tre M-er også en anden grund til at diskutere diametertilvækstens uforudsigelighed. De vil gerne regne på sagerne og for at kunne det, skal de kunne forudsige, hvor hurtigt det enkelte træ vokser.

Det er frustrerende, for det kan man ikke. Det viser de tre M-er's figur 1, side 108 i DST 4/04 for bøg, og min egen figur 13 i DST 1/00 side 412 for rødgran. Det har jeg også erkendt, og det er en af årsagerne til, at jeg ikke regner på enkelttræets værdertilvækst.

For mig repræsenterer disse to figurer noget andet, nemlig et forsøg på at eftertervisse diameterhugstens store fordel: *At udbyttet af de bedst betalte sortimenter i m³ per ha og år er større end renafdriftskovbrugets*. Det er spændende at se, hvorledes den løbende hugst af de største træer sætter gang i de tilbageværendes tilvækst.

De tre M-er fortsætter deres kritik med en redegørelse for rødmarvens stærkt varierende forekomst i bøg på skånske Trolleholm. Igen for dem en usikkerhedsfaktor i lønsomhedskalkuler på enkelttræniveau. Vi er ikke uenige.

I min doktorafhandling fra 1983, side 386-387, citerer jeg Racs/Moltesen, der skriver: "Rødkærnens tydelige afhængighed af i første række diameteren i brysthøjde og i anden række alderen viser dog, at man ikke bør overskride en diameter i brysthøjde på ca. 55 cm, da større dimensioner får så stor en rødkærne andel, at træets værdi bliver væsentligt reduceret." På baggrund heraf foreslår jeg en måldiameter på 58 cm, men senere erfaringer har vist mig, at forekomst af rødkærne også er meget afhængig af lokaliteten, hvilket man selvfølgelig må tage højde for.

Bemærk endvidere her Thomas Hartungs artikel "Om at se træet for bare skov", Skoven 12/2004 side 522. Han argumenterer her for, at fordelene ved måldiameterhugst med store måldiameter (bøg 67 cm – 14 meter renbul, ask 75 cm – 12 meter renbul – opfat dem nu ikke



En fordel ved måldiameterhugst er, at udbyttet af de bedst betalte sortimenter i m³ per ha og år er større end renafdriftskovbrugets.

statiske eller dogmatiske) opvejer ulemperne ved mere rødkærne i bøg og brunkærne i ask.

Markedsusikkerheden

Denne gennemgås, og de tre M-er når til samme resultat, som jeg selv i DST 1/00 side 9 – 12. Sortimentsaflægning og priser varierer med forbløffende hast over korte åremål. Altså svært at regne på.

Spredning versus spredning

Men så ophører enigheden. I et lille kapitel med denne mærkelige overskrift

diskuterer de tre M-er forholdet imellem renafdrift og måldiameterhugst. De hævder, at den "værdi og værdispredning vi får, når bevoksningen afdrives på én gang til kendte priser og kendt diameterbetinget værdispredning" efter al sandsynlighed er større end ved måldiameterhugst. De fortsætter:

"Fremfor alt er der en meget vigtig pointe at notere sig: Ved at overgå til måldiameterhugst bytter man en ved beslutningstidspunktet kendt prisspredning ud med en spredning af ukendt størrelse; sidstnævnte som en konsekvens af, at hugsten fordeles over et stort antal år ind i en dyrknings- og

markeds­mæssig ukendt fremtid! Er et sådant valg rationelt?”

Her begår de tre M-er den fejl, at de ikke tager formålet med hugsten med ind i deres betragtninger. De har som alle andre et likviditetsmål. De skal igennem årets hugst skaffe en mere eller mindre fast sum penge. Nu kan de gøre det på to måder:

1. Nogle renafdrifter
2. Måldiameterhugst i en række bevoksninger

Fremtidens prisusikkerhed er nøjagtig den samme i disse to situationer, men måldiameterhugsten adskiller sig fra renafdrifterne ved at falde på et færre antal kubikmeter stort træ og efterlade bevoksningernes mindre træer til fortsat vækst. Den er altså fordelagtig.

Hedings skovøkonomiske idiosynkrasier

Man må sige, at de tre M-er ikke holder sig tilbage hverken i tid eller form. Nu henter de en artikel fra 1980 frem, hvori jeg har udtalt mig kritisk om kapitalværdiberegninger.

Her må jeg indskyde en forklaring. Jeg har set og også dokumenteret mange gange, at sortimentsaflægning, priser på sortimenterne, renteføddernes størrelse, modens indflydelse på gavntræets værdi med mere skifter hurtigt og uforudsigeligt. På den baggrund mener jeg stadig, at kapitalværdiberegninger er et instrument, der ikke kan bruges til at afgøre, om en skovdrift baseret på måldiameterhugst eller en skovdrift baseret på renafdrifter er bedst. Det vil sige forrenter kapitalen bedst.

Bemærk, hvorledes kapitalværdiberegninger over træarternes økonomi i fyrerne, halvtredserne og tresserne med-

førte kåring af rødgran som bøg absolut økonomisk overlegen. Det medførte snering af store bølgearealer til fordel for rødgran. Men har dette valg vist sig at være rigtig?

Følgende udtalelse er således indlysende forkert: “Konsekvenserne af at inddrage kapitalomkostningerne i måldiameter overvejelserne er betydende – eller om man vil: Dræbende!”

Skal man vove sig ind på tidens indflydelse på valg imellem den ene eller den anden hugstmåde, så falder valget ud til fordel for måldiameterhugsten, netop på grund af tidens indflydelse på forrentningen.

Et eksempel: To ens bølgebevoksninger, som behandles ens, indtil det tidspunkt, hvor nogle af træerne begynder at nå en diameter i brysthøjde på 60 – 65 cm. I den ene påbegyndes nu en måldiameterhugst, som medfører aflægning af kævler over 50 cm på midten. I den anden fortsættes almindelig tynding hovedsagelig fra nedden, der giver et ringere betalt udbytte, indtil det tidspunkt, hvor bevoksningen skærmstilles eller renafdrives.

I denne sidste kommer pengene så på dette tidspunkt, som vi fastsætter til 120 år. I den første – med måldiameterhugst – er de første gode indtægter indtruffet lad os sige 40 år tidligere, og de kommer jævnt hele tiden med en mindre hugst per ha.

Diskontér disse indtægter til samme tidspunkt og måldiameterhugsten vinder, fordi den producerer større indtægter på et tidligere tidspunkt end renafdriften. Som fremrykkede indtægter altid vil gøre i en kapitalværdiberegning. Men sejren er intet værd, fordi ingen kan forudsige priser og sortimentsaflægning fyrre år frem.

Bemærk dog, at den moderne skovøkonomi, som hverken jeg eller de tre M-er har meget begreb om, har udviklet redskaber, som måske kan anvendes til at påvise væsentlige økonomiske forskelle imellem skovbrug på bevoksnings- og enkelttræniveau.

Er måldiameterbegrebet uanvendeligt?

I det sidste kapitel i denne meget kritiske artikel trækker de tre M-er lidt i land. Nu vil de alligevel se på sagen i en bestemt skovdyrkningsmæssig situ-

ation på Trolleholm, som jeg ikke skal komme nærmere ind på her.

Jeg vil derimod afslutte med at citere filosofen Arthur Schopenhauer, der levede i første halvdel af attenhundretallet. En af de ting, han filosoferede over, var sandhed, og her kom han frem til at: *“Enhver sandhed passerer gennem tre stadier, før den erkendes: Først latterliggøres den, så modarbejdes den voldsomt, og til sidst anses den for indlysende.”*

Derfor takker jeg de tre M-er for debatten.

Økonomien ved naturnær bøgeskovsdrift i de lauenburgske skove

Af Thomas Nord-Larsen 1), Allan Bechsgaard 2) og Per Holten-Andersen 3)

“Jeg føler mig som en kunstner, der arbejder på en skulptur, som bestandigt ændrer sig mellem mine hænder.”

Peter Ohff, Revierförster, Lauenburgische Kreisforsten

Resume

På baggrund af et studie i Lauenburgische Kreisforsten i Schleswig-Holstein er der gennemført en analyse af økonomien ved naturnær skovdrift af bøg (*Fagus sylvatica L.*). Kapitalværdi, kasseoverskud og økonomisk fleksibilitet ved

den naturnære driftsform er sammenholdt med

- 1) cyklisk bøgedyrkning med en omdriftsalder på 90 år og afvikling af overstandere over 20 år,
- 2) bøg i 120 årig omdrift samt
- 3) konvertering til rødgran.

Analyserne viser at den naturnære drift giver en tilfredsstillende real forrentning efter skat af den investerede kapital i forhold til investeringer med lignende risiko. Set i forhold til de opstillede alternativer giver den naturnære drift en større kapitalværdi ved kalkulationsrenter på under 2-3%.

Ydermere sikrer den naturnære drift ejeren et højere gennemsnitlig årligt kasseoverskud, et mere attraktivt cash-flow samt en større økonomisk fleksibilitet som følge af en større opspar ved masse over en større andel af omdriften. Samlet set synes den naturnære drift der praktiseres i de lauenburgske skove, at udgøre et fornuftigt alternativ til de opstillede alternativer.

1) Skov & Landskab, Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole, Rolighedsvej 23, 1958 Frederiksberg C

2) Hedeselskabet, Klostermarken 12, Postboks 110, 8800 Viborg

3) Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole, Bülowvej 17, 1870 Frederiksberg C.



Foto 1. Behovet for fladeforyngelser er blevet gradvist mindre i de lauenburgske skove. Naturforyngelse etablerer sig nemmere, formentlig fordi der udvikles et gunstigt skovklima. I forbindelse med certificering efter FSC's regler i 2000 frasagde man sig på distriktet helt muligheden for jordbearbejdning.

1. Indledning

Brundtland kommissionens definition af bæredygtigheds begrebet i 1987 har i Danmark øget interessen for at indføre dyrkningssystemer, der i højere grad end de traditionelle driftsformer imødekommer efterspørgslen efter såvel økonomiske som økologiske og sociale goder. Denne interesse er bl.a. kommet til udtryk i Miljø- og Energiministeriet i form af Strategi for Bæredygtig Skovdrift (Miljøministeriet, 1994).

En række forfattere (Buongiorno *et al.*, 1994; Höfle, 1995; Larsen, 1997) har påpeget at naturnære driftsformer mulig-

vis er i stand til at beskytte dyrkningsgrundlaget og den biologiske mangfoldighed, samtidig med at skovejeren sikres en acceptabel økonomi.

Filosofien bag de naturnære driftsformer er at benytte skovdyrkningsmæssige principper, der understøtter de naturlige økologiske processer, for herigennem at opnå en bedre økonomi ved skovdyrkingen (Holm, 1979; Larsen, 1997).

Disse principper er formuleret i 12 operationelle retningslinier for naturnær skovdrift i Danmark (Anon., 2001; Larsen og Madsen, 2001). Imidlertid savnes der i Danmark viden om de økonomiske konsekvenser af en konvertering

til mere naturnære driftsformer (Boon *et al.*, 1996). Derfor er der behov for at gennemføre beregninger over dyrkningssystemernes økonomi.

I mangel af erfaringer er opmærksomheden i Danmark især blevet vendt mod Tyskland, hvor naturnære dyrkningsprincipper stedvis har været efterlevet i mange årtier (Jakobsen, 1995; Morsing *et al.*, 1999).

Formålet med denne artikel er således at gennemføre en økonomisk analyse af den naturnære bøgeskovsdrift som den praktiseres ved de lauenburgske skove i det nordlige Tyskland. Herigennem er det målet at bibringe diskussionen om indførelsen af naturnære dyrkningssystemer faktisk viden og erfaring

2. Baggrund

Lauenburgische Kreisforsten er et kommunalt ejet skovdistrikt i det tidligere her-tugdømme Lauenburg i Schleswig-Holstein i Nordtyskland. De lauenburgske skove ligger i kystklima-zonen 20 til 94 meter over havet. Den gennemsnitlige årlige nedbør er 680 mm og falder jævnt fordelt over året.

Størsteparten af skovene er beliggende på randmoræne dannet under Weichselistiden for ca. 12.000 år siden. Jordbundsforholdene kan karakteriseres som lerblandet sand til sandblandet ler med en middelgod næringsstofforsyning. Den gennemsnitlige bonitet for bøg efter Møller (1933) er 1,5.

Driftsklassen bøg har i de lauenburgske skove været drevet efter naturnære dyrkningsprincipper siden sidst i 1940'erne. Efter 2. verdenskrig opstod der i Europa et voldsomt behov for træ, og store arealer blev tvangshugget. Mange steder efterlevede man behovet

for træ ved at renafdrive de oprindelige løvskove. Efterfølgende blev arealerne gentilplantet med nåleskov, der var nemmere at etablere og som samtidigt blev opfattet som værende det tidligere løvskovbrug økonomisk overlegent.

Der var imidlertid på en række skovdistrikter, heriblandt i de lauenburgske skove, en stadig tro på de fremtidige muligheder i løvskovbruget. En kraftig hugst fra toppen efter måldiameterkriteriet blev her taget i anvendelse for at imødekomme efterspørgslen efter træ og på samme tid bibeholde en høj andel af løvtræ på distriktet (Holm, 1963; Holm, 1990). En sådan skovdyrkning på enkelttræniveau, som lever op til principperne om naturnær drift, har siden været praktiseret på distriktet.

2.1 Dyrkningssystem

Hjørnестenen i bøgeskovsdriften ved Lauenburgische Kreisforsten er afviklingen af moderbestanden ved måldiameterhugst.

I mere traditionelle dyrkningssystemer afvikles bevoksningerne når det gennemsnitlige træ har nået sin optimale omdriftsalder. På dette tidspunkt vil en del træer for længst have passeret deres optimale omdriftsalder, mens en del træer endnu ikke er blevet modne i økonomisk henseende. Dette er også, om end i mindre grad, tilfældet ved hurtig skærmafvikling og antyder en ikke-efficient udnyttelse af ressourcen (Höfle, 1995; Mundt, 1934).

For at opnå økonomisk rationalitet i afviklingsfasen bestemmes modenhed for det enkelte træ ud fra måldiameteren. Måldiameteren i afviklingsfasen er i de lauenburgske skove fastsat til 60-70 cm, (Holm, 1974), men er afhængig af f.eks. stammens kvalitet, træets sundhed og de

omkringstående træers udvikling.

De første træer begynder at opnå deres måldiameter omkring alder 120-130 år, når bevoksningens gennemsnitlige diameter er ca. 55 cm. Omtrent samtidig med den begyndende måldiameterhugst, når lystilgangen til jordbunden er tilstrækkelig, udføres om nødvendigt en jordbearbejdning for at starte selvfor yngelse. Jordbearbejdningen udføres fortrinsvis i forbindelse med et egentligt oldenår.

Den ny bevoksning er alene baseret på selvfor yngelse, hvor indblanding af andre arter som Ær (*Acer pseudoplatanus* L.) og Ask (*Fraxinus excelsior* L.) ses som en ekstra gevinst. I mindre lommer hvor selvfor yngelsen ikke er tilstrækkelig efterbedres med nåletræer såsom Douglasgran (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco), Rødgran (*Picea abies* (L.) Karst) og Lærk (*Larix decidua* Mill.). I de efterfølgende 30-50 år efter selvfor yngelsen afvikles overstanderne gradvist, efterhånden som de opnår deres måldiameter. De sidste overstandere afvikles under gunstige forhold i en alder af ca. 175 år. Den lange skærmafvikling sikrer et permanent kronedække og en fleretageret bevoksningsstruktur og således et gunstigt skovklima.

Foryngelsen under halvskygge udnytter endvidere bøgens evne til skyggeopdragelse og selvtynding. Således reduceres for yngelsens stamtal ved naturlig selektion samtidig med at der opnås en bevoksning af høj kvalitet.

Den første tynding finder sted når for yngelsen er 30-35 år, og der tyndes herefter ca. hvert 5 år. Før de første tyndinger er udlægningen af 3,5 m brede spor med en indbyrdes afstand af 40 m den eneste skovdyrkningsmæssige aktivitet, der udføres. De første tyndinger udføres

alene af selvskovere, idet et positivt dækningsbidrag ikke kan opnås på anden vis.

De første tyndinger, der udføres af skovarbejdere, finder sted når de første træer opnår en diameter i brysthøjde på ca. 20 cm. Dette sker ved en alder af ca. 50 år. For at sikre en god kvalitativ udvikling og en passende indblanding af andre træarter udvises ethvert tyndingstræ gennem hele omdriften af skovfogeden. Det skal understreges at det her skitse-rede dyrkningssystem ikke er en ny opfindelse. Lignende dyrkningssystemer er blevet praktiseret og praktiseres stadig på bl.a. Frederiksdal, i Als Nørreskov og i Rand Skov (Heding, 2000; Skovsgaard og Morsing, 1996).

2.2 Måldiameterhugst i teorien

Måldiameterhugst er tæt knyttet til bøgeskovsdriften i de lauenburgske skove og til de naturmære driftsformer som helhed. En del forfattere har i de senere år behandlet emnet (se f.eks. Becker et al. (1989), Heding (2000), Holm (1974), Moog og Karberg (1992) og Morsing (2001)), men kun få har hidtil benyttet en teoretisk, økonomisk tilgang til spørgsmålet (se dog Holm (1974)).

Dette afsnit behandler teorien bag hugst efter en måldiameter og er ikke nødvendigt for forståelsen af resultaterne vist senere i artiklen.

Ved måldiameterhugst bestemmes hugstmodenheden for det enkelte træ ved en sammenligning af de marginale indtægter og udgifter ved beslutningen om at fælde træet eller ej.

Det enkelte træs økonomisk optimale omdriftsalder er således nået når de marginale indtægter ved at fælde træet er lig de marginale udgifter ved at lade det blive stående. Dette er netop tilfæl-



Foto 2 (herover). I de lauenburgske skove undlades udrensninger idet de første indgreb udskydes til der kan opnås et positivt dækningsbidrag ved tyndingen. Foryngelsen her er fra 1976 og er endnu ikke tyndet idet der alene er hugget udsæbningsspor i bevoksningen.

Foto 3 (øverst til højre). Den lange afviklingsfase på ca. 30-50 år medfører at foryngelsen indfinder sig og udvikler sig forskelligt afhængig af det stedvise tryk fra overtagten. Herved øges variationen i bevoksningerne, og afviklingen af overstanderne efter måldiameterkriteriet forlænges i den efterfølgende rotation. Resultatet er en proces der stadig bevæger bevoksningerne i retning af en større variation og den gruppevis dynamik observeret i naturskove (Emborg og Heilmann-Clausen, 2000).

Foto 4 (nederst til højre). Forbedret skovklima medfører at foryngelsen mange steder i de lauenburgske skove indfinder sig naturligt uden brug af jordbearbejdning. Den naturnære drift mindsker behovet for jordbearbejdning, dels pga. forbedret skovklima, dels fordi den lange afviklingsfase efterlader skovdyrkeren med flere chancer for at få en vellykket naturforyngelse end det er tilfældet ved en kort skærmafvikling.



det når ejerens kalkulationsrente er lig træets marginale forrentning af den værdi, der er bundet i den stående vedmasse samt det areal som træet optager. I det aldersklassevis skovbrug og den traditionelle skovøkonomi er træernes marginale forrentning af kapitalen bundet i bevoksningens stående vedmasse udtrykt ved den såkaldte "Weiser-procent" (Pressler, 1860). Når Weiser-procenten skal anvendes til at fastsætte den økonomisk optimale omdriftsalder for det enkelte træ ud fra træets diameter i

brysthøjde, skal udtrykket modificeres, som det er sket i ligningen vist i boksen. Weiser-procenten er udtrykt som en funktion af træets diameter i brysthøjde idet træets diameter har en høj grad af sammenhæng med de faktorer som påvirker Weiser-procenten. Endvidere er træets diameter enkel at bestemme, hvilket særligt er en fordel i det naturnære skovbrug. Her kan bevoksningerne rumme træer af mange forskellige aldre, og det enkelte træs alder er sjældent kendt.

Boks. Træernes marginale forrentning af kapitalen, "Weiser-procenten"

$$\frac{\Delta V \cdot P(D_t) + V(D_{t-1}) \cdot \Delta P - S(D_t) - f(D_t) + \sum \Delta EV_{omg}}{NV_{træ}(D_{t-1}) + NPV_{alt}(D_{t-1})} = r_w$$

Hvor:

- D_t - Diameter til tidspunktet t
- ΔV - Tilvækst ($V(D_t) - V(D_{t-1})$)
- P - Netto på rod pris
- V - Træets stående vedmasse
- ΔP - Pris tilvækst ($P(D_t) - P(D_{t-1})$)
- S - Skovdyrkningsomkostninger
- f - Træartsafhængige administrationsomkostninger
- $NV_{træ}$ - Nettoværdien af den stående vedmasse
- NPV_{alt} - Kapitalværdi af det bedste skovdyrkningsmæssige alternativ til at lade træet blive stående
- $\sum \Delta EV_{omg}$ - Ændring i omgivelsernes venteværdi ved at lade træet blive stående
- r_w - Weiser-procent

Nævneren i ovenstående ligning udtrykker den investering, der ligger i at udskyde træets afdrift én periode yderligere. Denne investering omfatter værdien af den stående vedmasse ($NV_{\text{træ}}$) samt værdien af det bedste driftsalternativ på den jord som træet optager (NPV_{alt}).

Tælleren i Weiser-procenten udtrykker de marginale indtægter og udgifter der er forbundet med beslutningen om at udskyde træets afdrift én periode.

Den marginale gevinst omfatter værdien af træets tilvækst ($\Delta V \cdot P(D_t)$) samt værdien af en eventuel pristilvækst efterhånden som træet vokser ind i større diameterklasser ($V(D_{t+1}) \cdot \Delta P$). De marginale udgifter udgøres af de skovdyrkningsmæssige og administrative omkostninger ved at lade træet stå en periode mere ($S(D_t)$ og $f(D_t)$).

Ud over disse mere eller mindre målbare variable afspejler modellen den samlede ændring i venteværdien som beslutningen om at udskyde hugsten en periode påfører træets omgivelser ($\sum \Delta EV_{\text{omg}}$). Træets omgivelser er i denne sammenhæng defineret som omkringstående træer med hvilke træet konkurrerer, selvfor yngelse samt andet i det omgivende miljø som påvirkes af det pågældende træ.

Ud fra den ovenstående ligning kan det måske synes ganske simpelt at fastsætte måldiameteren for det enkelte træ, idet måldiameteren er nået, når kalkulationsrenten overstiger Weiser-procenten ($r > r_w$). Der er imidlertid store vanskeligheder ved at bestemme størrelsen af de faktorer, der indgår i udtrykket.

Særligt er den samlede ændring i omgivelsernes venteværdi ved at lade træet stå svær at bestemme. I de fleste tilfælde vil $\sum \Delta EV_{\text{omg}}$ være negativ idet den mest almindelige form for samspil mellem

træet og dets omgivelser er konkurrence med de omkringstående træer og foryngelse og derved en tilvækstreduktion. Den samlede ændring i omgivelsernes venteværdi ved at lade træet stå kan dog være positiv i de tilfælde hvor træets overskærmning af arealet medfører forbedrede muligheder for foryngelsen, eller hvor træet har en positiv indflydelse på de omkringstående træers kvalitet.

På samme vis er størrelsen NPV_{alt} vanskelig at fastsætte. Først og fremmest er det sjældent klart hvad der er det bedste alternativ til at lade træet stå. Er værdien af NPV_{alt} således venteværdien af den selvfor yngelse der kunne etablere sig, er det jordværdien af en anden træart, eller noget helt andet?

Dernæst er det område, som træet optager, sjældent særligt veldefineret, og dette gør det vanskeligt at fastsætte værdien af NPV_{alt} selv om alternativet er kendt. At beregne sig frem til det enkelte træs måldiameter er således forbundet med store vanskeligheder og lader sig næppe gøre i praksis. Fastsættelsen af måldiameteren vil derfor i reglen bero på et skøn, der stiller store krav til skovfoged eller skovarbejder.

I de laenburgske skove er måldiameteren i afviklingsfasen fastsat til 60-70 cm for de bedst formede individer, mens måldiameteren for de ringest formede næppe er mere end 40 cm. Årsagen til det store spænd af måldiameter afspejler forskellene i prisrelationerne for de bedste og dårligste kvaliteter af træ.

For de bedste kvaliteter stiger prisen hurtigere ved stigende dimension, og træet er ved sin værditilvækst længere i stand til at forrente sin egen kapital. I modsætning hertil står træer af dårlig kvalitet, der ikke i samme grad får glæde af pristilvæksten og derfor afvikles tidligere.

Træerne øver imidlertid ikke samme indflydelse på deres omgivelser. Den fastsatte måldiameter bør derfor ikke anvendes ukritisk, men alene som en rettesnor når beslutningen om at fælde det individuelle træ skal tages.

3. Model

Modellen, der ligger til grund for de økonomiske beregninger, er baseret på dyrkningssystemet, der er beskrevet ovenfor. Behovet for jordbearbejdning betyder at foryngelsen sker over større

Tabel 1. Lokal produktionsoversigt for Lauenburgische Kreisforsten (Bechsgaard og Nord-Larsen, 2000).

Efter hugst								Hugst						Årlig løbende tilvækst			
Alder	N	D _g	G	H _g	F	V	V	N	D _g	H _g	G	V	V	I _V	I _V		
						(>7cm)						(>7 cm)			(>7cm)		
år	Antal	cm	m ²	m		m ³	m ³	Antal	cm	m	m ²	m ³	m ³	m ³	%	m ³	%
35	1275	12,7	16,0	13,5	0,638	138	101	294	11,0	13,5	2,8	24	17				
41	990	15,2	18,0	16,1	0,616	179	138	285	13,8	16,1	4,3	42	33	13,9	8,2	11,7	9,2
47	764	17,9	19,3	18,5	0,602	215	171	226	16,9	18,5	5,1	56	45	15,4	7,2	12,9	7,7
53	596	20,8	20,2	20,6	0,595	248	200	168	20,1	20,6	5,3	65	53	16,3	6,4	13,6	6,7
59	475	23,7	21,0	22,3	0,593	278	226	121	23,5	22,3	5,3	70	57	16,7	5,8	13,9	6,0
65	388	26,7	21,8	23,9	0,593	308	252	87	27,0	23,9	5,0	71	58	16,7	5,3	13,9	5,4
71	325	29,7	22,6	25,2	0,595	338	278	63	30,5	25,2	4,6	69	57	16,5	4,8	13,8	4,8
77	279	32,7	23,5	26,3	0,598	369	305	46	34,0	26,3	4,2	66	54	16,2	4,3	13,5	4,3
83	245	35,7	24,5	27,2	0,602	401	332	34	37,3	27,2	3,8	62	51	15,7	3,9	13,1	3,9
89	218	38,5	25,4	28,1	0,607	433	359	27	40,6	28,1	3,4	59	49	15,2	3,5	12,7	3,5
95	197	41,3	26,3	28,8	0,611	462	384	22	43,7	28,8	3,2	58	48	14,5	3,1	12,1	3,1
101	178	43,9	26,9	29,4	0,616	488	406	18	46,7	29,4	3,1	58	48	13,8	2,8	11,6	2,8
107	162	46,3	27,2	29,9	0,621	506	422	17	49,4	29,9	3,2	60	50	13,0	2,5	10,9	2,5
113	146	48,6	27,1	30,4	0,625	515	430	16	52,0	30,4	3,3	64	53	12,2	2,3	10,2	2,3
119	131	50,7	26,5	30,8	0,630	513	429	15	54,4	30,8	3,6	70	59	11,3	2,1	9,5	2,1
125	117	52,8	25,6	31,1	0,634	505	423	14	56,6	31,1	3,6	72	60	10,7	2,0	9,0	2,0
130	104	54,3	24,0	31,4	0,637	480	402	13	58,3	31,4	3,5	71	59	9,2	1,8	7,8	1,8
135	90	55,7	22,0	31,6	0,640	446	374	13	59,9	31,6	3,8	77	65	8,6	1,7	7,3	1,7
140	77	57,0	19,6	31,8	0,643	402	337	13	61,4	31,8	4,0	83	70	7,8	1,7	6,5	1,7
145	63	58,2	16,9	32,0	0,645	348	292	14	62,7	32,0	4,2	88	74	6,9	1,7	5,8	1,7
150	50	59,3	13,8	32,2	0,647	288	242	13	63,9	32,2	4,3	91	76	6,1	1,7	5,2	1,7
155	38	60,3	10,7	32,3	0,649	225	190	13	64,8	32,3	4,1	89	75	5,2	1,7	4,4	1,7
160	26	61,4	7,6	32,5	0,652	161	135	12	65,5	32,5	4,0	84	70	3,9	1,7	3,2	1,7
165	16	62,9	4,9	32,7	0,655	104	88	10	66,1	32,7	3,4	71	59	2,9	1,7	2,4	1,7
170	8	64,5	2,7	32,9	0,658	59	50	7	66,8	32,9	2,6	54	46	1,8	1,6	1,4	1,6
175								8	67,0	33,1	2,9	64	54	1,0	1,6	0,8	1,6

flader, og det fører igen til at der er tale om en cyklisk model.

Som det fremgår af det efterfølgende er det imidlertid ofte ikke nødvendigt at foretage jordbearbejdning for at få foryngelsen til at etablere sig. Dette medfører at dyrkningssystemet gradvist bliver uensaldrende, idet foryngelsen etablerer og udvikler sig forskelligt afhængig af konkurrencen fra overstanderne.

At vi alligevel har valgt en cyklisk model skyldes, at grundet den lange omdriftsalder vil dyrkningssystemet mange år ud i fremtiden have en ensaldrende karakter. På denne baggrund består den grundlæggende model af en omsætningsbalance sammensat af en produktionsoversigt, kulturomkostningerne og en priskurve.

3.1 Produktionsoversigt

På baggrund af omfattende taksationsdata samt data fra distriktsregnskabet er der udviklet en lokal produktionsoversigt for Lauenburgische Kreisforsten (Tabel 1). Produktionsoversigten bygger på 242 fuld- og deltakserede bevoksninger samt data fra 100 hugster udført på distriktet (Bechsgaard og Nord-Larsen, 2000).

Af produktionsoversigten fremgår det at den gennemsnitlige bonitet på distriktet

svarer til 1.5 (Møller, 1933). Totalproduktionen udgør 1436 m³/ha (>7 cm), hvilket svarer til en gennemsnitlig produktion på 11,5 m³/ha/år.

3.2 Økonomiske forudsætninger

De grundlæggende økonomiske data er indsamlet fra regnskaberne fra Lauenburgische Kreisforsten. Alle beløb er udtrykt i danske kroner og i 1998-priser. Alle beløb er opgivet før skat.

3.2.1 Kulturomkostninger

Kulturomkostningerne (Tabel 2) er uledt fra en analyse af selvfor yngelse udført i de lauenburgske skove i årene 1992-1998 (Bechsgaard og Nord-Larsen, 2000). Det samlede foryngede areal udgør 118 ha.

Det bemærkes at efterbedring med nåletræarter udgør en væsentlig del af dyrkningssystemet. Således er omkostningen ved efterbedring medtaget i nedenstående kulturmodel. Det skal i denne forbindelse understreges at indtægterne fra indblandingsarterne ikke er medtaget i modellen, der alene omfatter bøg. Her ved begås en mindre fejl.

3.2.2 Priskurve

På grundlag af 207 tyndinger udført i årene 1990-1998 er der udarbejdet en

Tabel 2. Kulturomkostninger pr. hektar.

Alder	0	5	10
Arbejde	Jordbearbejdning med spadeharve og dobbelt muldfjælplov	Efterbedring	Udlæg af spor
Omkostning, kr/ha	2640	1425	855

sortimentsfordeling for de laenburgske skove (Bechsgaard og Nord-Larsen, 2000). Sortimentsfordelingen (Figur 1) dækker over et samlet hugstsvolumen på 34.838 m³.

Op til en tyndingsdiameter på 12,5 cm udgør brændet det eneste sortiment, herefter ses et begyndende salg af industritræ. Den store andel af brænde ved de lavere tyndingsdiametre (<22,5 cm) viser den udstrakte brug af selvskovene på Lauenburgische Kreisforsten.

Ved en tyndingsdiameter på mellem 22,5 og 42,5 cm aflægges størstedelen af vedmassen som brænde, industritræ, sveller, parket og B-kævler. Andelen af

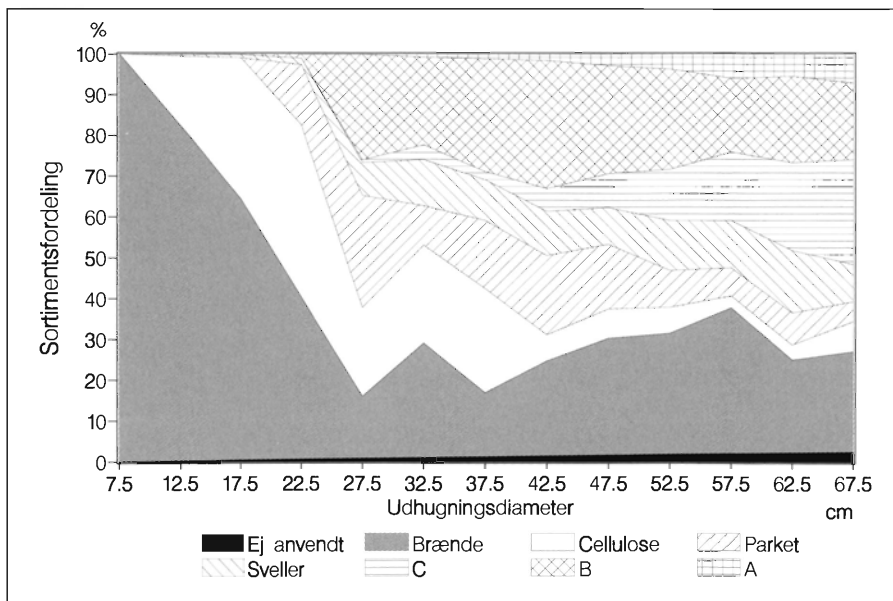
B-kævler dækker over et godt marked for ispindekævler.

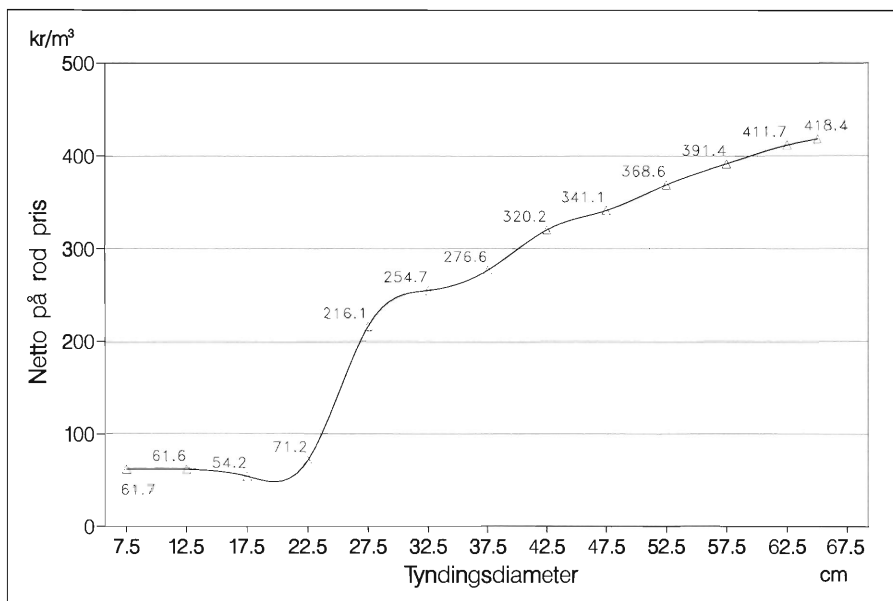
Kævlesortimenternes andel af den samlede hugstmængde er stadig stigende gennem hele spektret af tyndingsdiametre. Således udgør kævlesortimenterne A, B og C tilsammen 52% af den samlede mængde ved en tyndingsdiameter på 67,5 cm.

Særligt er den stigende andel af C-kævler ved de større tyndingsdiametre (>42,5 cm) værd at bemærke. Årsagen er formentlig en øget andel af træ med betydende rødkerne ved en stigende hugstdiameter.

Deklassificeringen fra A- til C-kvalitet

Figur 1. Sortimentsudfald i Lauenburgische Kreisforsten. Udarbejdet på grundlag af 207 tyndinger udført i årene 1990-1998.





Figur 2. Priskurve for Lauenburgische Kreisforsten.

medfører et prisfald på mere end 50%. Resultaterne antyder derfor, at måldiameterhugst med en høj måldiameter alene bør ske efter nøje hensyntagen til risikoen for udvikling af rødkerne.

Salgspriserne i de økonomiske analyser er gennemsnittet af de opnåede priser for hvert sortiment i årene 1990-98 omregnet til 1998-niveau (Bechsgaard og Nord-Larsen, 2000). Der antages således et uændret sortimentsforhold i al fremtid. Der er anvendt gennemsnitlige priser i stedet for de senest opnåede for at udelukke tilfældige variationer, der er opnået for et enkelt parti.

Sortimentsomkostningerne for de enkelte sortimenter er fastlagt ud fra dels distriktets regnskaber, dels prisniveauet

for skoventreprenøremes ydelser (Bechsgaard og Nord-Larsen, 2000).

På grundlag af sortimentsfordelingen, salgspriserne og sortimentsomkostningerne er der udarbejdet en priskurve (Figur 2).

Priskurvens forløb ligger i starten tæt op ad brændets pris, men aftager svagt på grund af en mindre NPR-pris på industritræ end på brænde. Ved en hugstdiameter på 22,5 cm stiger NPR-prisen kraftigt som følge af det begyndende salg af ispindekævlér og parket. Herefter stiger NPR-prisen jævnt fra en hugstdiameter på 27,5cm og i resten af diameterspektret.

Det bemærkes at NPR-prisen ikke begynder at falde ved høje tyndingsdiame-

Tabel 3. Omsætningsbalance for den naturnære bøgeskovsdrift i de lauenburgske skove (læg mærke til de to overlappende generationer). Alle tal er udtrykt pr. ha og i 1998-priser.

Kultur							Overstandere					Total	
Alder	Hugst	DBH	NPR-pris	Netto indtægt	Omkostning	Netto indtægt	Alder	Hugst	DBH	NPR-pris	Netto indtægt	Netto indtægt	
År	m ³	cm	kr m ⁻³	kr ha ⁻¹	kr ha ⁻¹	kr ha ⁻¹	år	m ³	cm	kr m ⁻³	kr ha ⁻¹	kr ha ⁻¹	
0					2639	-2639	125	59,7	56,6	387,3	23132	23132	
5					1424	-1424	130	59,5	58,3	394,7	23468	23468	
10					854	-854	135	64,7	59,9	400,8	25925	25925	
15							140	69,5	61,4	406,9	28283	28283	
20							145	73,6	62,7	411,9	30293	30293	
25							150	76,1	63,9	413,6	31489	31489	
30							155	74,5	64,8	414,7	30900	30900	
35	17,1	11,0	61,6	1054	2674	-1620	160	70,3	65,5	415,6	29236	29236	
40							165	59,2	66,1	416,4	24665	24665	
41	32,7	13,8	59,7	1950	2674	-724	166						
45							170	45,5	66,8	417,3	18994	18994	
47	44,8	16,9	55,2	2474	2674	-200	172						
50							175	53,8	67,0	417,6	22465	22465	
53	52,7	20,1	63,1	3323	2302	1021							
59	56,8	23,5	100,2	5689	2302	3387							
65	57,8	27,0	201,6	11648		11648							
71	56,6	30,5	238,5	13497		13497							
77	54,2	34,0	260,8	14134		14134							
83	51,4	37,3	275,7	14179		14179							
89	49,1	40,6	302,7	14853		14853							
95	47,7	43,7	325,2	15512		15512							
101	47,8	46,7	337,4	16122		16122							
107	49,6	49,4	351,6	17439		17439							
113	53,2	52,0	365,8	19470		19470							
119	58,5	54,4	377,3	22076		22076							

tre på trods af den ellers store andel af C-kævler. Årsagen hertil skal findes i den stigende andel af A-kævler i store dimensioner, der opnår en meget høj pris.

På grundlag af produktionsoversigten, kulturomkostningerne og NPR-pris-kurven ovenfor er der opstillet en omsætningsbalance (Tabel 3).

3.4 Sammenligning med andre dyrkningssystemer

Den naturnære bøgeskovsdrifts økonomi (NN) er i det følgende dels belyst ved sammenligning med plantning af rødgran, dels ved sammenligning med to alternative bøgedriftssystemer.

3.4.1 Sammenligning med rødgran

Traditionelt gennemføres sammenligning af træarternes økonomi ved en sammenligning af jordværdier. Det er imidlertid ikke muligt ved sammenligninger med et cyklisk dyrkningssystem, hvor der ikke kan defineres en jordværdi (Holten-Andersen, 1986). I stedet er jordværdien for rødgran i overensstemmelse med resultaterne fra Holten-Andersen (1986, 1987), sammenlignet med kapitalværdien af den naturnære drift igennem hele rotationen.

Ligeledes i overensstemmelse med Holten-Andersen (1986, 1987) beregnes kapitalværdien på et givet tidspunkt af rotationen, som venteværdien for evige rotationer af den naturnære drift minus realiseringsværdien af bevoksningen. Den anvendte jordværdi for rødgran ud-

gøres af jordværdien for Ø-gran (Pyntegrøntsektionen et al., 1995).

3.4.2 Sammenligning med alternative bøgedriftssystemer

Økonomien for den naturnære driftsform er yderligere belyst ved sammenligning med to alternative bøgedriftssystemer:

- Et renafdriftssystem med en omdriftsalder på 120 år (RE).
- Et cyklisk driftssystem, hvor foryngelsehugsten falder i år 90, mens de sidste overstandere afvikles ved alder 110 (CY).

Kulturmodelle er for begge driftsalternativer baseret på Skovøkonomisk Tabelværk (Pyntegrøntsektionen et al., 1995). Kulturudgifterne er efterfølgende skønnet ved at beregne omkostningerne ved hvert enkelt tiltag, som var det udført i de lauenburgske skove.

Produktionsoversigterne for de to dyrkningsalternativer er baseret på Møller (1933) for bonitet 1,5. For CY følger afviklingen af overstanderne afviklingstakten hos Holten-Andersen (1987).

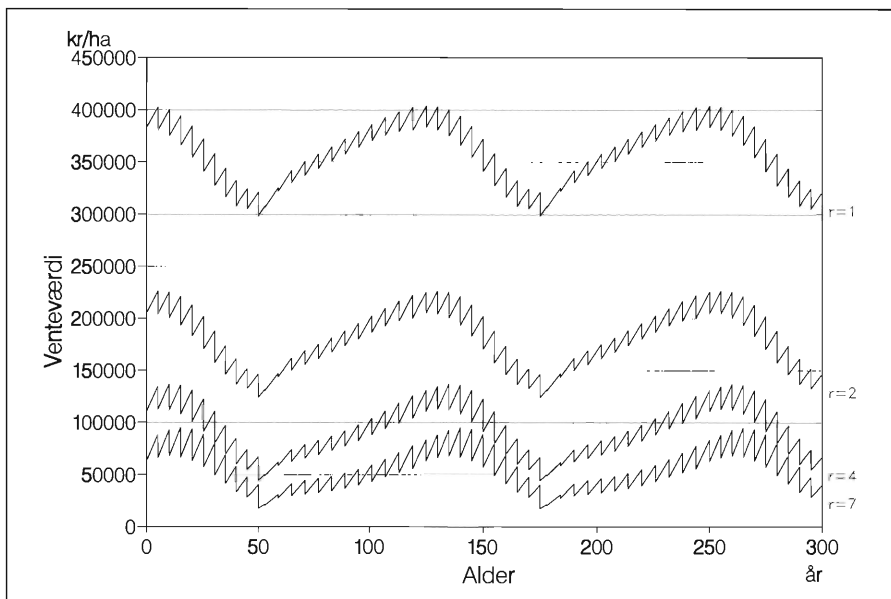
Det må forventes at sortimentsudfaldet vil blive påvirket af dyrkningssystemet.

Faktaboks 1:

- Venteværdien af en investering med løbetiden k og til tiden t betegner værdien af fremtidige indtægter (I) og udgifter (U) diskonteret med rentefoden r :

$$v(t) = \sum_{j=t}^k (U_j - I_j) (1+r)^{-(j-t)}$$

- Kapitalværdien af et projekt betegner venteværdien af de fremtidige indtægter og udgifter ved projektets påbegyndelse minus den initiale investering i projektet.
- Jordværdien betegner kapitalværdien af en investering i en ny bevoksning hvor den pågældende træart principielt forudsættes drevet i uendelige gentagne cykler.



Figur 3. Venteværdiudviklingen for tre rotationer af naturnær bøgeskovsdrift udført ved forskellige kalkulationsrenter ($r=1, 2, 4$, og 7%).

Derfor synes det ikke muligt at benytte den samme priskurve for de forskellige driftsalternativer. For CY og RE benyttes en priskurve udviklet af Bechsgaard og Nord-Larsen (2000) på baggrund af sortimentsudfaldet for bøg bestemt af Jensen og Jensen (1985).

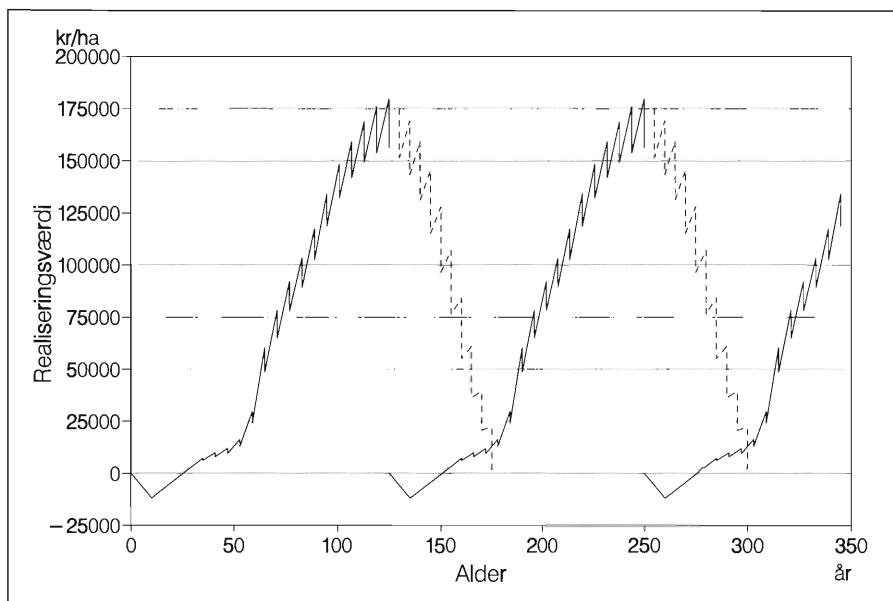
Sammenligningen af NN, CY og RE sker med udgangspunkt i venteværdien for evige rotationer af de enkelte driftsalternativer. En sådan sammenligning er kun mulig hvor driftsalternativerne er egentlige alternativer til hinanden dvs. på et tidspunkt hvor valget står mellem de tre alternativer i den fremtidige drift. Grundet den lange afvikling af overstanderne er den ny bevoksnings vækst i det naturnære dyrkningssystem ved alder 90 forsinket ca. fem år i forhold til

CY og RE. Således modsvarer udviklingen for det naturnære dyrkningssystem i alder 95 udviklingen for driftsalternativerne i alder 90. Dette er netop det tidspunkt hvor valget står mellem fortsat naturnær drift eller at påbegynde lysningshugsten for alternativet CY.

Derfor sammenlignes i det efterfølgende venteværdien i alder 95 for den naturnære driftsform med venteværdien i alder 90 for de to driftsalternativer CY og RE.

4. Resultater

Den økonomiske analyse af den naturnære bøgeskovsdrift er baseret på nettoindtægterne opgjort i afsnit 2.2.3, Tabel 3. Beregningerne er udført for rentefødder mellem 1 og 7% .



Figur 4. Realiseringsværdien for tre rotationer af naturnær bøgeskovsdrift. Stiplede linier viser realiseringsværdien af overstanderne.

Valget mellem forskellige driftsalternativer er generelt ikke påvirket af indkomstskatten – bortset fra skattens indflydelse på kalkulationsrenten – og derfor er beregningerne udført før skat. Det skal dog bemærkes at ovenstående udsagn alene er gyldigt i det tilfælde, hvor alle udgifter kan straksafskrives. Alle beregninger er udført i 1998-priser og for en uendelig tidshorisont. Risiko er ikke inkluderet i beregningerne.

4.1 Kapitalværdi

Kapitalværdien til et givet tidspunkt beregnes, som beskrevet i det foregående, som venteværdien (Figur 3) minus realiseringsværdien (Figur 4) af bevoksningen. Beregningerne er udført både før og efter hugst. De lodrette fald på gra-

ferne modsvarer således nettoværdien af de enkelte hugster.

4.1.1 Venteværdi

Ved en kalkulationsrente på 1% når venteværdien sit maksimum ved alder 125 umiddelbart før den begyndende måldiameterhugst (Figur 3). Ved en højere kalkulationsrente forskydes maksimum til højre mod de store hugstindtægter ved alder 140-160. Dette er en konsekvens af en stigende utålmodighed med hensyn til de fremtidige indtægter ved en stigende rentefod.

Venteværdien når sit minimum ved alder 50, umiddelbart efter afviklingen af de sidste overstandere. På dette tidspunkt er der ikke længere nogen værdifulde stammer tilbage, og de store indtægter i

forbindelse med måldiameterhugsten ligger 75-100 år ude i fremtiden.

4.1.2 Realiseringsværdi

Realiseringsværdien når sit maksimum på 179.500 kr/ha ved alder 125 umiddelbart inden den begyndende måldiameterhugst (Figur 4).

Den samlede realiseringsværdi for såvel foryngelse som overstandere når sit minimum på 12.900 kr/ha ved alder 50, umiddelbart efter hugsten af de sidste overstandere. Som følge af omkostningerne ved at fjerne foryngelsen er reali-

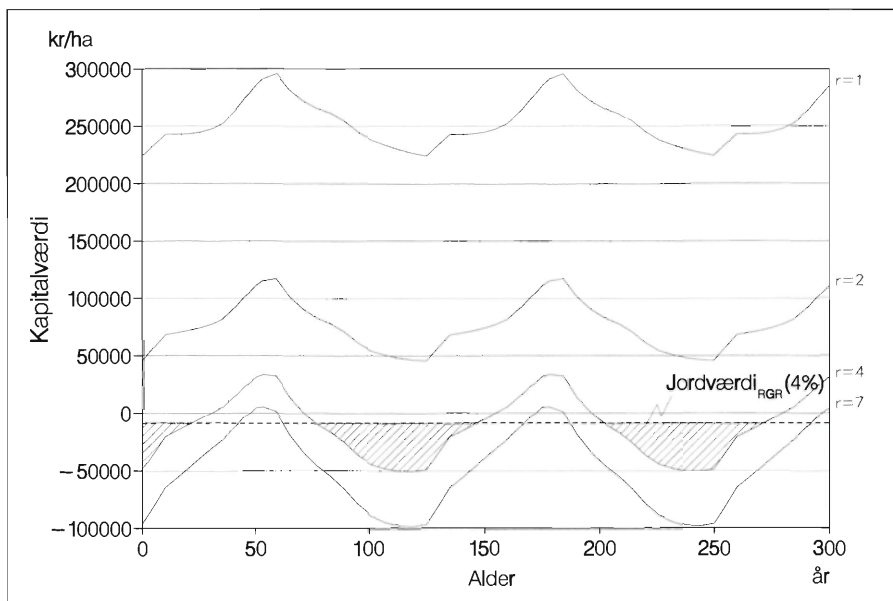
seringsværdien ved alder 0-20 negativ. Omkostningen ved at fjerne foryngelsen er skønnet til 6.100 kr/ha ved alder 10.

4.1.3 Kapitalværdi

I overensstemmelse med resultaterne fra Holten-Andersen (1987), er kapitalværdien beregnet som venteværdien minus realiseringsværdien (Figur 5).

Som antydnet i Figur 5 når kapitalværdien for $r=1\%$ sit maksimum ved alder 59. Dette falder omtrent sammen med realiseringsværdiens minimum. Ved stigende kalkulationsrente forskubbes

Figur 5. Kapitalværdien (C) for tre rotationer af naturnær bøgeskovsdrift for $r=1, 2, 4$ og 7% . Kapitalværdien er sammenlignet med jordværdien for rødgran for $r=4\%$ (den vandrette stiplede linie). De skraverede områder viser situationen hvor $C_{b\text{og}} < J_{rgr}$, hvilket betyder at konvertering til rødgran er økonomisk overlegen i forhold til fortsat naturnær bøgeskovsdrift.



DST

Dansk Skovbrugs Tidsskrift

90. årgang . 2005

Dansk Skovforening. København

Tryk: Litotryk, Svendborg

Redaktionsudvalg:

Skovrider Leif Madsen (formand)
forstfuldmægtig Pernille Karlog
lektor Jens Dragsted
skovfoged Martin Petersen
skovbrugslærer Tyge Kjær
direktør Niels Elers Koch

Redaktion:

Søren Fodgaard (ansvarshavende)

Oplag: 700

ISSN 0905-295X.

Udgives af Dansk Skovforening
Amalievej 20
1875 Frederiksberg C

Telefon 33 24 42 66
telefax 33 24 02 42
Postgiro 9 00 19 64
e-post info@skovforeningen.dk.
Hjemmeside www.skovforeningen.dk

Temahæfte om naturnær skovdrift

(hæftet er også udgivet i særtryk med farvelagt tegning på omslaget)

1. Naturnær skovdrift - hvorfor og hvordan?	4
<i>J. Bo Larsen</i>	
2. Skovudviklingen i Danmark	32
<i>Jane Grønning og J. Bo Larsen</i>	
3. Naturskoven som inspiration for skovdyrkingen	48
<i>Jens Emborg og Katrine Hahn</i>	
4. Naturnær skovdrift og biodiversitet	78
<i>Jacob Heilmann-Clausen</i>	
5. Dyrkningsbetingelserne og lokalitetskortlægning	114
<i>Henrik Granat</i>	
6. Træartsvalget – de enkelte træarters økologi	139
<i>J. Bo Larsen, Karsten Raulund-Rasmussen og Ingeborg Callesen</i>	
7. Genetiske aspekter i naturnær skovdrift	170
<i>Erik D. Kjær, J. Bo Larsen, Bjerne Ditlevsen og Hans Roulund</i>	
8. Skovudviklingstyper – den langsigtede skovudvikling	192
<i>J. Bo Larsen, Mads Jacobsen, Mads Jensen, Anders Busse Nielsen og Henrik Granat</i>	
9. Foryngelse i det naturnære skovbrug	242
<i>Palle Madsen og Katrine Hahn</i>	
10. Konvertering – veje til naturnære skove	271
<i>J. Bo Larsen, Mads Jensen, Christian Flaskager Pedersen og Anders Bjørholm Dahl</i>	
11. Naturnær skovrejsning	327
<i>Christian Flaskager Pedersen og J. Bo Larsen</i>	
12. Træarternes anvendelse og produktionspotentiale	342
<i>Andreas Bergstedt</i>	
13. Oplevelsesaspektet i naturnære skove	361
<i>Anders Busse Nielsen, Per Stahlschmit, Liv Oustrup og Jens Balsby Nielsen</i>	
14. Naturnær skovdrift og planlægningsmæssige perspektiver	386
<i>Mads Jensen, J. Bo Larsen og Peter Tarp</i>	

INDHOLDSFORTEGNELSE (fortsat)	side
<i>Redaktionsudvalget: Debatten om måldiameterhugst</i>	401
<i>Niels Heding: Anti-Heding</i>	402
<i>Thomas Nord-Larsen, Allan Bechsgaard og Per Holten-Andersen:</i> <i>Økonomien ved naturmær bøgeskovsdrift i de lauenburgske skove</i>	410
<i>Lars Bo Pedersen, Torben Riis-Nielsen og Karsten Raulund-Rasmussen:</i> <i>Skovrejsning ved Nørager – hensyn til træer, floraudvikling og miljø</i>	437

kapitalværdiens maksimum yderligere mod realiseringsværdiens minimum ved alder 50.

For $r=1\%$ har kapitalværdien sit minimum ved alder 125, hvilket falder sammen med det tidspunkt hvor den største mængde kapital er opsparet i bevoksningen. Ved en højere kalkulationsrente forskybtes kapitalværdiens minimum mod venstre, væk fra de høje indtægter i alder 140-160.

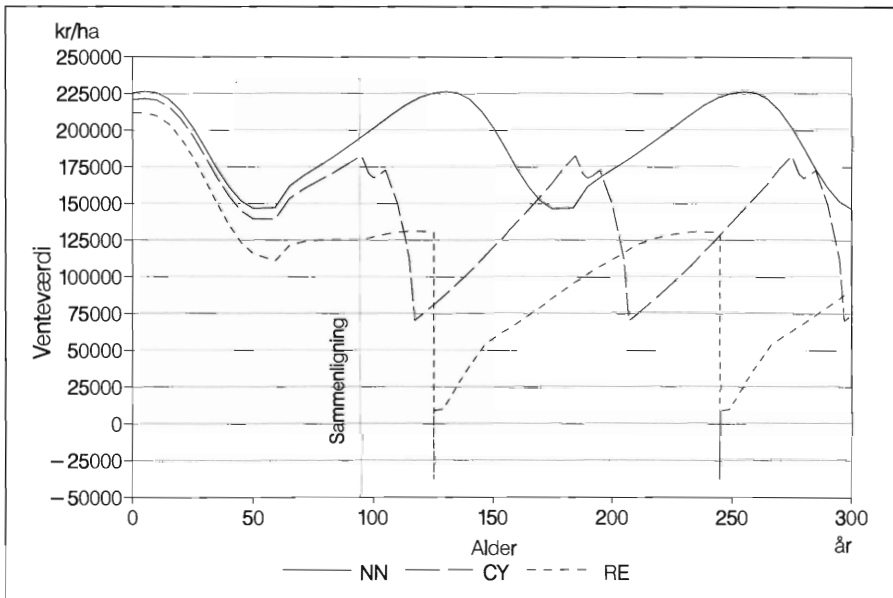
Yderligere analyser viser at for kalkulationsrenter under $2,9\%$ er kapitalværdien på intet tidspunkt negativ. Dette betyder at den interne forrentning af beslutningen om at fortsætte den naturnære bøgeskovsdrift på intet tidspunkt er under $2,9\%$. Dette vil for de fleste investorer være en tilfredsstillende real forrentning

efter skat for investeringer med lignende risiko (Jensen og Jensen, 1986).

Maksimal intern forrentning ($9,7\%$) opnås ved alder 53, umiddelbart efter afviklingen af de sidste overstandere når den investerede kapital er mindst. Den interne forrentning når sit minimum ($2,9\%$) ved alder 125, når den investerede kapital er størst.

I overensstemmelse med Holten-Anderesen (1987) er kapitalværdien for den naturnære bøgeskovsdrift ($C_{b\text{ø}g}$) i Figur 5 sammenlignet med jordværdien for rødgran for $r=4\%$ (J_{rgr}). De skraverede områder viser situationen hvor $C_{b\text{ø}g} < J_{rgr}$; det betyder at konvertering til rødgran vil være den fortsatte naturnære bøgeskovsdrift økonomisk overlegen. Yderligere analyser viser at den naturnære

Figur 6. Venteværdi ($r=2\%$) for de tre driftssystemer NN, CY og RE. Den lodrette linie viser tidspunktet for sammenligning af de tre dyrkningsalternativers venteværdi.



bøgeskovsdrift er konvertering til rødgran overlegen for $r < 2,5\%$.

4.2 Sammenligning med to bøgedriftsalternativer

Som gennemgået i afsnit 2.3 sammenlignes økonomien ved den naturnære bøgeskovsdrift (NN) yderligere med to bøgedyrkningsalternativer CY og RE. Sammenligningen foretages ved alder 95 for det naturnære dyrkningssystem hvor skovdyrkeren har muligheden at fortsætte den naturnære drift eller at overgå til et af de to dyrkningssystemer CY eller RE (som er beskrevet i afsnit 3.4.2).

4.2.1 Venteværdi

Beslutningen om at overgå til et andet dyrkningssystem vil normalt blive taget

før hugst. I det følgende er venteværdien derfor alene beregnet før hugst.

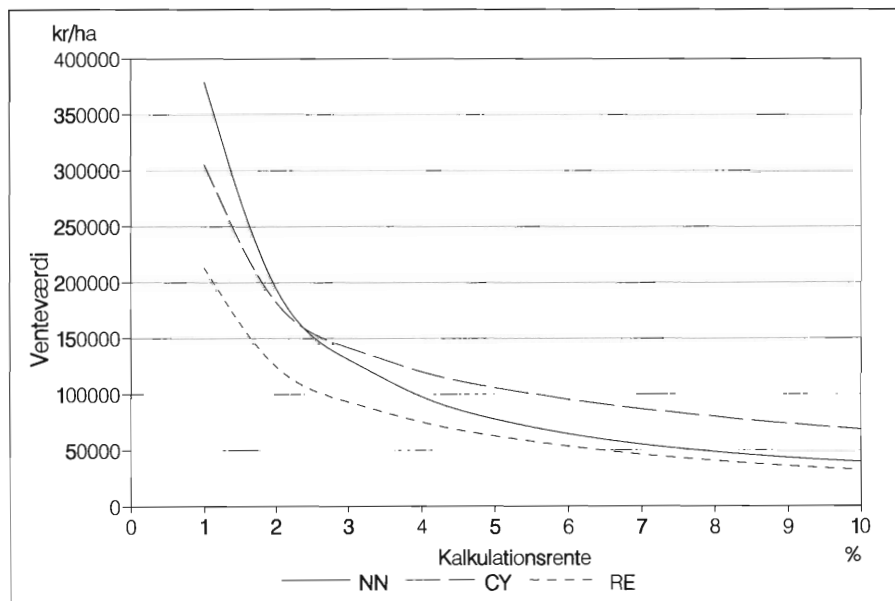
I Figur 6 er venteværdien for $r=2\%$ vist for de tre dyrkningsalternativer: fortsat dyrkning efter NN eller naturnær drift indtil alder 95 og derefter dyrkning efter CY eller RE. Som det ses af Figur 6 er NN ved en kalkulationsrente på 2% de to dyrkningsalternativer overlegent.

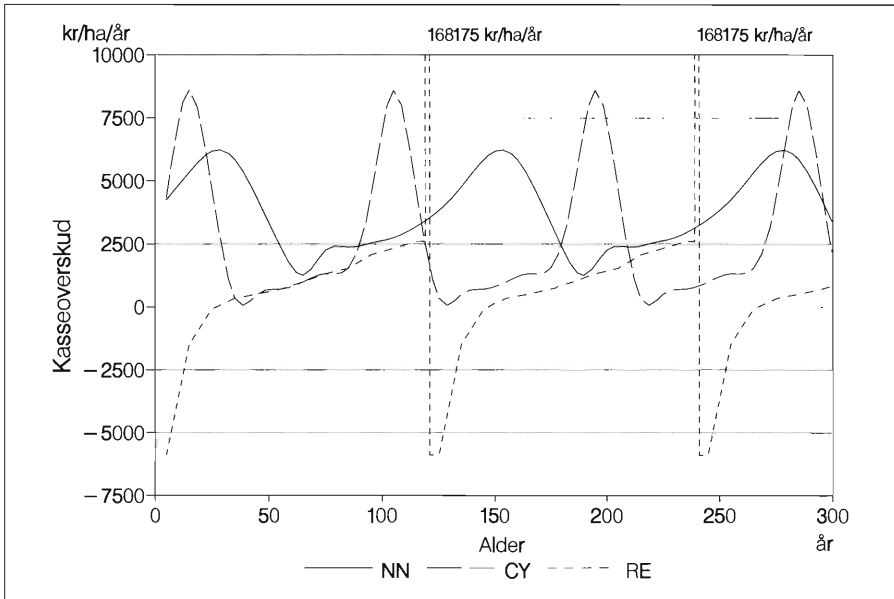
Yderligere analyser viser at den naturnære driftsform er CY overlegent for $r < 2,5\%$, mens NN og CY er RE overlegent for alle de anvendte rentefødder (Figur 7).

4.2.2 Likviditet

Valget mellem forskellige driftsalternativer kan resultere i vidt forskellige likviditetsforløb. For mange skovejere er likviditetsforløbet en vigtig beslut-

Figur 7. Venteværdier for de forskellige alternativer ved alder 90/95 hvor valget står mellem fremtidig drift efter NN, CY eller RE.





Figur 8. Årlige netto-indtægter for de tre driftsalternativer NN, CY og RE. De gennemsnitlige nettoindtægter er beregnet som den gennemsnitlige nettoindtægt i et ti-års interval.

ningsparameter. Dette gælder særligt for ejere af mindre skovejendomme, der ikke har bevoksninger i alle aldersklasser og derfor må imødesee perioder med svigtende indtægt.

Det gennemsnitlige årlige kasseoverskud for de tre driftsalternativer NN, CY og RE er hhv. 3.560 kr/ha, 2.550 kr/ha og 1.810 kr/ha. For at evaluere likviditetsforløbet for de tre driftsalternativer er nettoindtægterne samlet i ti-års intervaller og delt op i gennemsnitlige årlige indtægter.

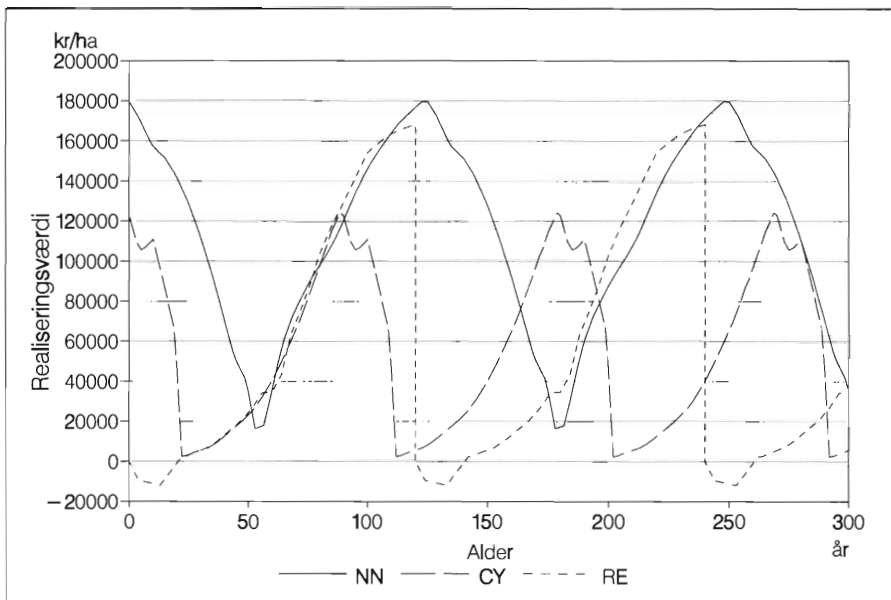
Som det ses af Figur 8 giver den naturnære bøgeskovsdrift ikke alene et større gennemsnitligt kasseoverskud, også fluktuationerne i årligt kasseoverskud er mindre. Endvidere er det årlige kasse-

overskud positivt i alle 10-års perioder, hvilket vil kunne være en væsentlig fordel for mange skovejere.

4.2.3 Opsparingsevne

Skovens evne til at akkumulere værdier til fremtidige betalinger af arveafgift eller som en del af et portefølje udgør for mange skovejere en væsentlig forudsætning for investeringer i skov. Yderligere hænger skovens økonomiske fleksibilitet i nogen grad sammen med dens evne til at ophobe likvide reserver, der kan realiseres når markedsbetingelserne taler for det.

I det følgende er skovens opsparingsevne udtrykt som udviklingen i realiseringsværdi for de forskellige drifts-



Figur 9. Den akkumulerede realiseringsværdi af foryngelse og overstandere for hugst for de tre driftsalternativer NN, CY og RE. Realiseringsværdien indikerer dyrkningsystemernes opsparingsevne.

alternativer. Det skal her understreges at realiseringsværdien alene giver en *indikation* af opsparingsevnen, idet kapital ikke bør realiseres i unge bevoksninger hvor den marginale forrentning overstiger kalkulationsrenten (Jensen og Jensen, 1986). Den samlede realiseringsværdi af foryngelse og overstandere er beregnet for hugst og er vist i Figur 9.

Den maksimale værdiophobning er større ved den naturnære bøgeskovsdrift end for de to driftsalternativer (Figur 9). Den største ophobning af kapital er ved den naturnære drift 179.500 kr/ha sammenlignet med henholdsvis 123.400 kr/ha og 168.200 kr/ha for CY og RE. Endvidere er det tidsrum, i hvilket bety-

delige reserver er akkumuleret i skoven, større for den naturnære drift end for alternativerne. Således er den gennemsnitlige værdiophobning 114.000 kr/ha for NN mod henholdsvis 56.900 kr/ha og 64.400 kr/ha for CY og RE. Den naturnære drift synes således at sikre skovejeren større likvide reserver og hermed en større fleksibilitet gennem en større del af rotationen end de to alternativer.

5. Diskussion

Den naturnære bøgedyrkning i de laueburgske skove medfører en højere kapitalværdi for kalkulationsrenter under

2,5% sammenlignet med de øvrige driftsalternativer (konvertering til rødgran, cyklisk bøgeskovsdrift med en kort skærmafvikling eller bøg i 120 årig omdrift). Med andre ord synes den naturnære driftsform at være de øvrige investeringsalternativer overlegen for investorer hvis krav til forrentningen af den investerede kapital ikke overstiger 2,5%.

Investeringer i skov er begunstiget af muligheden for straksafskrivning, og derfor er den reale kalkulationsrente efter skat for de fleste investorer i skov omkring 1-2% (Jensen og Jensen, 1986). På denne baggrund synes den naturnære driftsform at udgøre et økonomisk attraktivt alternativ til de mere traditionelle driftsformer.

Udvikling i priser og omkostninger

Beregningerne i denne artikel er gennemført ud fra en antagelse om uændrede priser og omkostninger i al fremtid. Priser på træ såvel som omkostningerne ved driften har imidlertid historisk set varieret betydeligt (Thorsen, 2003). Derfor ser det ud til at være begrænset hvor meget lid man kan fæste til beregninger af denne karakter. Følsomhedsanalyser viser imidlertid at det indbyrdes forhold mellem alternativerne kun ændres lidt selv ved betydelige prisforskydninger mellem de enkelte sortimenter (Bechsgaard og Nord-Larsen, 2000).

Endvidere har der igennem en årrække været en tendens til at træ af større dimension og højere kvalitet er blevet bedre betalt mens de små dimensioner af dårligere kvalitet er blevet stadigt dårligere betalt (Bechsgaard og Nord-Larsen, 2000; Thorsen, 2003). Fortsætter denne tendens taler det formentlig for den naturnære drift som følge af en større produktion af stort træ over en omdrift.

Kulturomkostninger

Den øjensynligt gunstige økonomi ved naturnær bøgeskovsdrift som den praktiseres i Lauenburg i forhold til de opstillede alternativer svarer til resultaterne fra en række andre undersøgelser (Hanewinkel, 2001; Heding, 2000; Holm, 1990; Janßen, 2000; Knoke og Plusczyk, 2000). Den gode økonomi i de naturnære driftsformer skyldes formentlig produktionen af værdifuldt træ til lave omkostninger.

Kulturomkostningerne i naturnær drift udgør således kun ca. 10% af omkostningerne ved en plantet kultur. Endvidere udnyttes bøgens evne til selvtynding (Astrup og Ohff, 1998), således at man undgår de første udrensninger indtil tyndinger kan udføres med et positivt dækningsbidrag. De lavere kulturomkostninger stemmer med erfaringerne fra den omfattende konvertering til naturnært skovbrug i Niedersachsen, hvor man har dokumenteret et betydeligt fald i kulturomkostningerne (Janßen, 2000; Wollborn, 2000).

Grundet den lange tidshorizont, der er knyttet til investeringer i skovbrug, har denne reduktion i mængden af investeret kapital stor betydning for dyrknings-systemets rentabilitet (Jensen og Jensen, 1986). Dette medfører som vist i Figur 8 et mere attraktivt likviditetsforløb, der på intet tidspunkt er negativt.

Den naturnære drift medfører imidlertid en stadigt stigende diversitet og derfor en mindskning af driftsenhederne. Således kan den naturnære driftsform med tiden vise sig at resultere i stigende udgifter til eksempelvis jordbearbejdning idet transport af maskineri mv. vil udgøre en større del af de samlede udgifter. En undersøgelse af udgifterne til fornygelser i de lauenburgske skove (Bechs-

gaard og Nord-Larsen, 2000) viser imidlertid at kulturomkostningerne på distriktet er mindsket gennem de sidste par årtier. Dette kan være en direkte konsekvens af den naturnære drift, som har ført til et forbedret skovklima og derved har lettet fornyingsens etablering. Den generelle opfattelse på distriktet er at der har været en kraftig stigning i andelen af vellykkede selvforyngelser (Holm, pers. komm.). Således er jordbearbejdning i dag mange steder på distriktet overflødig, idet det forbedrede skovklima ofte fører til spontane selvforyngelser.

Udrensning

At undlade udrensning i de unge bøgekulturer har naturligvis en række konsekvenser: Man frasiger sig muligheden for at borttage uønskede individer (krukker, tveger eller syge træer). Man kan ikke regulere blandingsforholdet mellem de forskellige træarter. Diameterudviklingen bremses som følge af den øgede konkurrence træerne imellem (Astrup og Ohff, 1998 ; Madsen og Petersen, 2002). Fremkommeligheden i bevoksningen mindskes, og endelig må der i højere grad forventes skader på den nye bevoksning ved afvikling af overstanderne.

Disse ulemper skal imidlertid holdes op mod udrensningsomkostninger på omkring 20.000 kr/ha afhængig af det valgte udrensningssystem (Madsen og Petersen, 2002). Hvis investor har en kalkulationsrente på 2% skal bevoksningen efter 100 år være ca. 145.000 kr/ha mere værd for at investeringen er rentabel. Det er næppe troligt at tidlige udrensninger medfører et kvalitetsløft eller en forøget diameterudvikling, der kan retfærdiggøre en sådan investering.

Afviklingsfasen

Et andet element i den øjensynligt fornuftige økonomi ved de naturnære driftsformer skal søges i afviklingsfasen. Afviklingen af bevoksninger ved renafdrift eller kort skærmstilling sker på det tidspunkt hvor middeltræet i bevoksningen i økonomisk forstand har opnået modenhed.

Dette medfører at en del af træerne vil være langt forbi deres økonomisk optimale omdriftsalder mens andre endnu ikke har opnået modenhed (Holten-Andersen, 1986). Den naturnære drift hævdes derfor, som følge af den konsekvente hugst efter individuelle modenhedskriterier (dvs. måldiameterhugst), at producere en større andel af værdifuldt træ (Höfle, 1995; Mundt, 1934).

En analyse af sortimentsudfaldet ved naturnær bøgeskovsdrift viste en forøget produktion af kævler med en midtdiameter på over 50 cm i forhold til de to bøgedriftsalternativer (Bechsgaard og Nord-Larsen, 2000; Heding, 2000). Som følge af prisernes afhængighed af kævlediameteren indikerer dette en forøget produktion af værdifuldt træ. Dette stemmer med andre erfaringer med naturnære driftsformer (Hanewinkel, 2001; Janßen, 2000; Leibundgut, 1983; Morsing, 2001; Wollborn, 2000).

Vedkvalitet og rødkerne

En forøget mængde af værdifuldt træ som følge af en produktion af større dimensioner opnås imidlertid alene hvis kvaliteten af træet opretholdes. Da kvaliteten af træet imidlertid er grundlagt i de unge bevoksninger og derfor i reglen under et ensaldrende dyrkningssystem, vides endnu kun lidt om hvordan kvaliteten af træet vil udvikle sig i de naturnært drevne bevoksninger.

En analyse af det faktiske udfald af 207 tyndinger udført i årene 1990-98 i de lauenburgske skove viser at 69-72% af den samlede vedmasse ved store tyndingsdiametre (>50 cm), udgøres af ringere kvaliteter (Bechsgaard og Nord-Larsen, 2000). Den store andel af dårlige kvaliteter træ skyldes sandsynligvis en stigende andel af stærkt rødkernet træ. Deklassifikationen af træet som følge af rødkerne medfører et prisfald på omkring 50% og antyder at produktionen af stort dimensioneret træ kan resultere i et økonomisk tab (Becker *et al.*, 1989; Knoke, 2002; Moog og Karberg, 1992; Naumann og Julich, 1997).

Derfor bør måldiameteren – og derved enkeltræets omdriftsalder – kun fastsættes efter nøje overvejelse af de lokale dyrkningsbetingelser og bevoksningernes sundhedstilstand (Holm, 1974; Knoke, 2002). Sådanne overvejelser vil muligvis lede til en reduktion af måldiameteren på lokaliteter, hvor dyrkningsforholdene (områder med høj grundvandsstand) leder til en hurtigere udvikling af rødkernen.

Hugstomkostninger

Den øgede variation i skovbilledet ved den naturnære drift giver ikke de samme muligheder for driftsteknisk rationalisering som mere homogene, ensaldrende dyrkningsalternativer. Således synes den største bekymring med hensyn til økonomien i naturnær drift at rette sig imod forøgede hugstomkostninger som en følge af tabet af skalafordele.

Imidlertid vil de forøgede omkostninger som følge af besværlig skovning i nogen grad ophæves af den øgede hugst af store dimensioner. Det skyldes at den såkaldte "stykmasselov" medfører en betydelig reduktion i sortimentsomkost-

ningerne simpelthen fordi der udtages et større volumen ad gangen (Heding, 1983). En analyse af totalproduktionen afslører således, at de gennemsnitlige sortimentsomkostninger ved Lauenburgische Kreisforsten udgør 16% af salgssummen. Derimod udgør sortimentsomkostningerne 21% af de salgssummen for de to alternative bøgedriftssystemer.

Dette resultat stemmer med erfaringer med konvertering til naturmært skovbrug i Niedersachsen. Her førte måldiameterhugst til en reduktion i de gennemsnitlige sortimentsomkostninger fra 76 til 54 DEM/m³ (Wollborn, 2000).

Økonomisk fleksibilitet

De naturnære dyrkningssystemer hævdes at indebære en øget økonomisk fleksibilitet som følge af en øget vedmasseopsparring og herved en forbedret mulighed for konjunkturhugst (Boon *et al.*, 1996; Höfle, 1995).

Muligheden for konjunkturhugst – og derved for en tidvis forøgelse af hugststyrken – afhænger imidlertid af, om mulighederne for den fremtidige drift ødelægges. Dette kan ske i det tilfælde, hvor de økologiske betingelser ændres, således at eksempelvis selvforyngelse ikke længere lader sig gennemføre.

I de lauenburgske skove sikres skovklimaet selv efter kraftige tyndinger ved at bevare en righoldig underetage. Når overetagen hugges hårdt er det således muligt i et vist omfang at styre lystilgangen til jordbunden ved at kontrollere underetagens kronedække. Herved forhindres konkurrence fra græs med efterfølgende beskadigelse af foryngelsen forårsaget af frost og mus (Freist, 1972). Efter at foryngelsen er etableret understreges friheden mht. behandling af overstanderne af Holm (pers. komm.)

som et væsentligt element i dyrknings-systemets økonomi.

Historisk baggrund

Det skovbrug som praktiseres i de lauenburgske skove blev ikke skabt på grundlag af et egentligt ønske om at overgå til mere naturnære dyrknings-principper. Dyrkningssystemet var en direkte konsekvens af den store efter-spørgsel på træ efter anden verdenskrig samt den store fattigdom efter krigen, der dikterede et skovbrug hvor omkost-ningsbevidstheden var i højsædet.

Derfor var situationen dengang mulig-vis ikke så forskellig fra det danske skovbrug i dag, hvor indtjeningsevn en i skovbruget er så lav som aldrig før (Anon., 2000). Samtidig er der i Dan-mark som andre steder i Europa opstået et krav om en bæredygtig forvaltning af skovressourcen, herunder vidtstrakte hensyn til biodiversitet og økosystem-forvaltning. Det er netop i dette bryd-ningsfelt at vi mener at det naturnære dyrkningssystem i Lauenburg kan spille en betydelig rolle.

Den konsekvente afvikling af overstan-derne efter måldiameterkriteriet medfører at foryngelsen etablerer sig over en peri-ode på omkring 30-50 år. Dette fører til en øget diversitet i bevoksningerne som igen fører til en forlængelse af afviklings-fasen i den efterfølgende cyklus. Resulta-tet er en proces der til stadighed driver skoven i en retning af forøget diversitet samtidig med at der sikres en fornuftig økonomi i konverteringsfasen.

6. Konklusion

Økonomien i den naturnære bøgeskovs-drift (NN) hviler grundlæggende på ud-nyttelsen af naturlige økologiske pro-

cesser, hvorigennem der produceres værdifuldt træ med lave etablerings-omkostninger.

Ved en kalkulationsrente på mindre end 2-3% er den naturnære bøgeskovsdrift, som praktiseres i de lauenburgske skove et økonomisk sundt alternativ til de al-ternative dyrkningssystemer: cyclisk bøgeskovsdrift med en omdriftsalder på 90 år og afvikling af overstanderne over 20 år (CY), og bøg i et renafdriftssystem med 120-årig omdrift (RE). Den interne forrentning af NN er på intet tidspunkt i løbet af omdriften mindre end 2,9%, hvilket for mange investorer vil være en tilfredsstillende real forrentning efter skat. NN giver et højt gennemsnitligt årligt dækningsbidrag sammenlignet med al-ternativerne CY og RE. Ydermere er udsvingene i de årlige nettoindtægter små sammenlignet med driftsalternati-verne, og det årlige dækningbidrag er på intet tidspunkt negativt. Således vurde-res den naturnære driftsform at have et attraktivt cash-flow sammenlignet med de opstillede alternativer.

Dyrkningssystemets økonomiske fleksi-bilitet anvendes i vid udstrækning til at akkumulere kapital i skoven til frem-tidige betalinger af eksempelvis arve-afgift. Undersøgelsen viser, at mulighe-den for at akkumulere likvide reserver er større ved den naturnære dyrkning end for CY og RE. Endvidere er store likvide reserver opsparet i skoven i en større del af omdriften, hvorfor skoveje-ren ved den naturnære dyrkning sikres en større økonomisk fleksibilitet.

Endelig forventes dyrkningen i overens-stemmelse med de naturlige økologiske processer i skoven at sikre en større økologisk stabilitet og herved også en mindsket risiko for ejeren sammenlignet med de to driftsalternativer.

På grundlag af den økonomiske analyse synes den naturnære driftsform, der praktiseres i de lauenburgske skove, at give skovejeren et økonomisk tilfredsstillende resultat sammenlignet med de opstillede alternativer.

7. Litteratur

- Anon., 2000. Regnskabsoversigter for dansk privatskovbrug. Dansk Skovforening. Frederiksberg. pp. 71.
- Anon., 2001. Teksten til danske retningslinier for bæredygtig skovdrift på ejendomsniveau. Skoven 5, 210-211.
- Astrup, I., Ohff, P., 1998. Bevokningspleje i ung bøg. Skoven 6-7, 262-265.
- Bechsgaard, A. og Nord-Larsen, T., 2000. Economic analysis of ecological beech stand management – illustrated by Lauenburgische Kreisforsten. Speciale opgave. Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. Frederiksberg. pp. 21.
- Becker, D., Freist, H., Øllegaard, M., 1989. Zielstärkenutzung und Buchenrotkern. Forst und Holz 1, 12-14.
- Boon, T. E., Holten-Andersen, P., Madsen, K. T. og Feilberg, P., 1996. Privat og samfundsmæssig vurdering af bæredygtig skovdrift på baggrund af 4 skove. In: Boon, Tove Engrob, Jakobsen, Michael Krüger, and Feilberg, P. (eds.) Projekt bæredygtig skov. Forskningscentret for Skov & Landskab og Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. Frederiksberg. pp. 143.
- Buongiorno, J., Dahir, S., Lu, H.-C., Lin, C.-R., 1994. Tree Size Diversity and Economic Returns in Uneven-Aged Forest Stands. Forest Science 40, 83-103.
- Emborg, J., Heilmann-Clausen, J., 2000. The structural dynamics of Suserup Skov, a near-natural temperate deciduous forest in Denmark. Forest Ecology and Management 126, 173-189.
- Freist, G., 1972. Die Erhaltung des Unterstandes in Buchenbeständen bei Mäßiger Horchdurchforstung, erörtert am Beispiel von Michaelis-Beständen des Lehrforstamtes Bramwald. Der Forst- und Holzwirt 27, 69-72.
- Hanewinkel, M., 2001. Financial results of selection forest enterprises with high proportion of valuable timber – results of an empirical study and their application. Schweizerischer Zeitschrift für Forstwesen 152, 343-349.
- Heding, N., 1983. Arbejdstidsforbruget – en beslutningsparameter ved dansk løvskovsbehandling. Doktorafhandling. Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole. Frederiksberg. pp. 435.
- Heding, N., 2000. Måldiameterhugst i det aldersklassevisse skovbrug. Dansk Skovforenings Tidsskrift 85, 1-51.
- Höfle, H., 1995. Økonomi og økologi i positivt samspil. In: Forfang, A. S., Sørensen, P., and Feilberg, P. (eds.) Skovbrugets grønne alternativ – en debatbog om naturnær skovdyrkning. Nepenthes. København. pp. 92.
- Holm, H., 1963. Erfahrungen aus unseren Bemühungen um die Erhaltung der Buchenwirtschaft in den Lauenburgischen Kreisforsten. Der Forst- und Holzwirt 15, 298-302.
- Holm, M., 1974. Modelluntersuchungen zur einzelstammweisen Nutzung nach Zieldurchmesser. Dargestellt am Beispiel der Buche. Abhandlung. Freiburg. pp. 195.
- Holm, M., 1979. Ansätze zur Verbesserung der Laubholzwirtschaft durch naturgemäen Waldbau. Forstarchiv 50, 27-32.
- Holm, M., 1990. Die Rentabilität der Laubholzwirtschaft in den Lauenburgischen Kreisforsten. Forst und Holz 45, 64-67.
- Holten-Andersen, P., 1986. Økonomien i cyklisk bøgedyrkning. Dansk Skovforenings Tidsskrift 71, 251-290.
- Holten-Andersen, P., 1987. Economic evaluation of Cyclic Regimes in Beech (*Fagus sylvatica* L.). Scandinavian Journal of Forest Research 2, 215-225.

- Jakobsen, M. K., 1995. Naturnær skovdrift i med- og modgang. In: Forfang, A. S., Sørensen, P., and Feilberg, P. (eds.) Skovbrugets grønne alternativ – en debatbog om naturnær skovdyrkning. Nepenthes. København. pp. 119.
- Janben, G., 2000. Von der Waldverwüstung zum Wirtschaftswald – en gebot rationeller, ökonomisch sinnvoller Forstwirtschaft. Forst und Holz 55, 579-587.
- Jensen, L. E., Jensen, S. F., 1986. Rente i kalkuler over kulturinvesteringer. Skoven 6-7, 254-255.
- Jensen, S. F. og Jensen, L. E., 1985. Sortimentsudfaldet for bøg i det sydøstlige Danmark inder hensyntagen til rødmarv. Arbejdsnotat. 11. Institut for Økonomi, Skov og Landskab; Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole. Frederiksberg. pp. 15.
- Knocke, T., 2002. Value of complete information on red heartwood formation in beech (*Fagus sylvatica* L.). *Silva Fennica* 36, 841-851.
- Knocke, T., Plusczyk, N., 2000. On economic consequences of transformation of a spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) dominated stand from regular into irregular age structure. *Forest Ecology and Management* 151, 163-179.
- Larsen, J. B., 1997. Skovbruget ved en skillevej - teknologisk rationalisering eller biologisk optimering? *Dansk Skovforenings Tidsskrift* 82, 277-308.
- Larsen, J. B. og Madsen, P., 2001. Naturnær skovdrift – erfaringer, status for forskningen og muligheder i Danmark. Skovbrugsserien. 29. Forskningscentret for Skov & Landskab. Hørsholm. pp. 51.
- Leibundgut, H., 1983. Führen naturnaher Waldbauverfahren zur betriebswirtschaftlichen Erfolgsverbesserung? *Forstarchiv* 54, 47-51.
- Madsen, E. M., Petersen, H. C., 2002. Udrensning i meget planterige bøgeforryngelser. *Dansk Skovbrugs Tidsskrift* 4, 109-130.
- Miljøministeriet. 1994. Strategi for Bæredygtig skovdrift. 1267
- Møller, C. M., 1933. Boniteringstabeller og bonitetsvise tilvækstoversigter for bøg, eg og rødgran i Danmark. *Dansk Skovforenings Tidsskrift* 18, 537-623.
- Moog, M., Karberg, B., 1992. Ökonomische Gesichtspunkte zur Zielstärke von Kiefern und Buche. *Allgemeine Forstzeitschrift* 47, 85-90.
- Morsing, M., Dragsted, J., Skovsgaard, J. P., 1999. Plukhugst i Bøg. *Skoven* 31, 234-236.
- Morsing, M., 2001. Simulating selection system management of European beech (*Fagus sylvatica* L.). Ph.D. Thesis. Den Kongelige Veterinær og Landbohøjskole. Frederiksberg. pp. 175.
- Mundt, K. H., 1934. Aims and Means in the Forest. *The Scottish Forestry Journal* 48, 121-141
- Naumann, A., Julich, L., 1997. Berücksichtigung von Rot- und Sprizkernen bei der Holznutzung. *Allgemeine Forstzeitschrift* 49, 528-531.
- Pressler, M. R., 1860. Aus der Holzzuwachsllehre. *Journal of Forest Economics*. (Genoptryk fra *Allgemeine Forst und Jagdzeitung* 36, 1860) 1, 45-87.
- Pyntegrøntsektionen, Dansk Skovforening, Skovdyrkerforeningen, Det Danske Hedeselskab og Skov- og Naturstyrelsen, 1995. Skovøkonomiske Tabeller. Dansk Skovforening. Frederiksberg. pp. 174.
- Skovsgaard, J. P. og Morsing, M., 1996. Bøgeforryngelser i Østjylland. Forskningsserien. 13. Forskningscentret for Skov & Landskab. Hørsholm. pp. 215.
- Thorsen, B. J., 2003. Skovbruget i 1900-tallet – erhverv og investering. *Skoven* 11, 517-519.
- Wollborn, P., 2000. Ist weniger mehr? *Forst und Holz* 55, 202-207.

Skovrejsning ved Nørager

- hensyn til træer, floraudvikling og miljø

Af Lars Bo Pedersen, Torben Riis-Nielsen og Karsten Raulund-Rasmussen,
Skov & Landskab

I 1998 startede Skov & Landskab projektet "Naturindhold og udvaskning i juletræ- og løvtræ-skulturer ved traditionel pesticidbehandling og alternative behandlingsstrategier". Projektet var finansieret af Skov- og Naturstyrelsen og Miljøstyrelsen i fællesskab.

Projektet havde til formål at forbedre beslutningsgrundlaget for valg af pesticidstrategi, herunder valg af metode til ukrudtsbekæmpelse. Projektets skovrejsningsdel blev senere afløst og afsluttet af VARSKO-projektet, finansieret af Skov- og Naturstyrelsen og Skov & Landskab. Disse to projekter har gennem intensive undersøgelser på en skovrejsningslokalitet ved Nørager givet en række resultater, som forventes at få stor betydning både for hvordan skovrejsning bedst foregår under hensyntagen til træernes udvikling, floraudviklingen og miljøet.

Det har længe været et politisk ønske at nedsætte forbruget af pesticider i skovbruget. Det skyldes dels bekymring for om de påvirker skovens biologiske mangfoldighed, dels for at beskytte grund- og overfladevand.

Ved skovrejsning er det traditionelle alternativ til herbicidsprøjtning enten at

anvende intensiv mekanisk ukrudtsbekæmpelse, dybdepløjning eller måske blot at lade ukrudtet vokse. Spørgsmålet er, hvordan man kan sikre kulturernes vækst og kvalitet med så små konsekvenser som muligt for miljø og natur.

En sammenlignende miljøvurdering må ikke blot tage højde for nedsivningen af herbicider, men også for andre miljøeffekter som påvirkning af dyrkningsgrundlaget, udvaskning af nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) og andre næringssalte, samt påvirkningen af plante- og dyreliv. Desuden må følgerne for skovkulturens overlevelse og vækst også stå centralt.

Denne artikel lægger vægten på de kortsigtede effekter på en enkelt lokalitet som er undersøgt i detaljer, sådan som de ses fra anlæg og 6 år frem i tiden. Artiklen søger dog også at tolke kulturmetodernes langsigtede påvirkning.

Forsøget har mange kvaliteter, der gør det særligt velegnet til at vise, hvad der sker ved skovrejsning på markjord. Det skyldes, at variationen i området er lille, og derfor bliver resultaterne klare. Samtidig er det muligt at sammenstykke et mere fuldstændigt billede af de processer, der foregår, fordi en række forhold er blevet undersøgt samtidigt.



Foto over en del af forsøgsarealet. Lige bag måleinstrumenterne ses en kontrolparcel, og bagved den en parcel med mekanisk behandling. Til venstre for personerne er en parcel med herbicidbehandling.

Da der kun er tale om én lokalitet skal man være varsom med ukritisk at overføre resultaterne direkte til praksis. På den anden side er det muligt med dette forsøg at overføre en forståelse for økosystemet (dvs. jordbund, planter mv. under ét), og dette er mindre risikabelt end at overføre enkeltstående resultater.

Forsøget

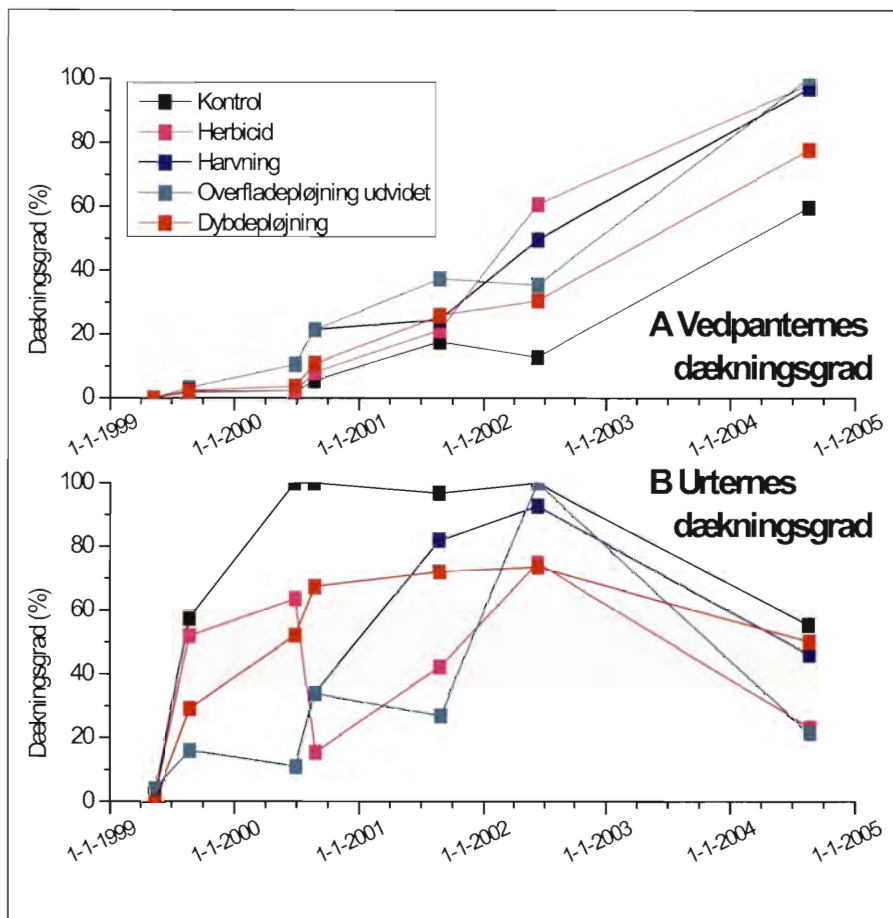
Forsøget blev anlagt øst for Nørager (mellem Hobro og Års) i en byg-stub-

mark i efteråret 1998. Det skete knapt et halvt år før arealet blev tilplantet med henblik på at skabe en bynær skov.

Jorden er morænesand, den er ensartet og oprindeligt pløjet til ca. 30 cm. Arealet er ikke gødsket siden ophør af landbrugsdriften. Der blev plantet 50 % eg, 25 % bøg og 25 % lind.

I forsøget indgik en række behandlinger:

- herbicidsprøjtning
- dybdepløjning til ca. 0,6 m (november 1998)
- mekanisk ukrudtsbekæmpelse i to behandlinger i henholdsvis to og tre vækstopperioder,



Figur 1. Udviklingen i vegetationens dækningsgrad. A angiver dækningsgraden for alle vedplanterne inklusiv naturlig opvækst. Delfigur B angiver urternes dækningsgrad.

– kontrolbehandling uden ukrudtbekæmpelse.

I alle behandlinger undtagen behandlingen med dybdepløjning blev der i novem-

ber 1998 udført en kulturforberedende landbrugspløjning.

Sprøjtningen med herbicider bestod grundlæggende af en afskærmet glypho-

satsprøjtning (1,5 – 2,0 l/ha). Den startede med en forbehandling i efteråret 1998, der siden blev efterfulgt af tre sprøjtninger i 1999 og tre i 2000. Den ene behandling i 2000 blev dog erstattet af en succesfuld sprøjtning med Matrigrion (2,3 l/ha) for at bekæmpe en udbredt forekomst af kløver.

Den *mekaniske* behandling (herefter kaldt harvning) bestod af i 1999 af tre gange strigling med almindelig traktor i maj/juni, efterfulgt af tre gange krydsrensning (juli, august og primo oktober) med minitraktor og rotorharve.

Det var hensigten i denne behandling at lave en fuldbearbejdning med strigle. Begrænsninger i forsøgsdesignet betød dog at der de efterfølgende år udelukkende blev anvendt krydsrensning med harve for at efterligne striglen. Krydsrensningen blev gentaget fire gange (april, maj, juni og juli) i 2000 samt i 2001 i den ene af de mekaniske behandlinger.

Målingerne

Træernes vækst (højde, diameter, bladstørrelse), overlevelse og næringsstofstatus (koncentration af næringsstoffer i blade) er fulgt i alle årene.

I december 1998, 1999 og 2000 blev koncentrationen af glyphosat og nedbrydningsproduktet AMPA målt i vandcentrifugeret ud af jordprøver samt i jordvand fra jordvandssonder i 0,3 og 0,9 m dybde i både kontrolbehandlingen og i herbicidbehandlingen.

Tilførslen og tabet af næringsstoffer gennem udvaskning blev målt i hele forsøgsperioden. Tilførslen er målt i den opsamlede nedbør. Udvasningen er beregnet ved at kombinere de målte koncentrationer i jordvand opsamlet med

sonder med nedsvivningen, der er beregnet vha. en hydrologisk model kalibreret med månedlige jordfugtighedsmålinger og klorid-balancer.

Vegetationens sammensætning er registreret to gange hvert år (forår og sensommer). Desuden er vegetationens biomasse og næringsstofoptag blevet bestemt.

Den bedste skovrejsning

Med udgangspunkt i resultater fra skovrejsningen ved Nørager vil vi sætte fokus på spørgsmålet om hvordan der bedst rejses skov på tidligere markjord, når floraudviklingen er i fokus, henholdsvis træerne og miljøet, og kan disse forhold eventuelt kombineres? Udgangspunktet er de fire ukrudtsbehandlinger, der er beskrevet ovenfor.

Ukrudtsvirkning og floraudvikling

Det er vigtigt at inddrage påvirkningen fra ukrudtet, når behandlingernes virkning på kulturene skal sammenlignes både i dette forsøg og med andre forsøg. I Nørager var harvningen særlig effektiv overfor ukrudtet (figur 1b). De første tre år udgjorde biomassen af ukrudtet i denne behandling kun 15 % i forhold til kontrolbehandlingen, mod 30 - 40 % i de andre behandlinger. Et års ekstra harvning i 2001 betød også en klar forsinkelse i plantedækkets udvikling. Herbicidbehandlingen blev derimod udført på en måde, der tillod en vis mængde ukrudt i rækkeløbsrummene. Bekæmpelsen af ukrudtet blev først rigtig effektiv efter bekæmpelsen af hvidkløveren med Matrigrion i år 2000.

I dybdepløjningen betød den store nedbør i 1999, at der hurtigere end normalt etablerede sig en betydelig mængde ukrudt.

Urternes dækningsgrad (figur 1b) er i de første år af forsøget tydeligt bestemt af renholdningens intensitet, uanset om det har drejet sig om sprøjtning, harvning eller dybdepløjning. I den sidste del af forsøget, hvor ukrudtsbekæmpelsen var ophørt mindst 2 - 3 år tidligere, nærmer urternes dækningsgrad sig mere og mere hinanden i de forskellige behandlinger.

Samtidig reduceres urternes dækningsgrad tydeligt de sidste to år i alle behandlinger. Træerne har nu nået en sådan størrelse (stor forøgelse i dækningsgrad – figur 1a), at de skygger for undervegetationen og er blevet konkurrencedygtige overfor vand og næringsstoffer.

Der har fra starten været påfaldende få græsser og i de første tre vækstsæsoner højst 12 %. Græsser kan hæmme væksten af træerne, især bøg, der kunne være blevet forsinket væsentligt i sin udvikling.

Som årene er gået er billedet skiftet fra enårige til flerårige plantearter. Skovindekset er vokset gennem årene, men ligger som gennemsnit efter 5 år ikke højere end 0,5 (figur 2), med en tendens til højere værdier i herbicidbehandlingen. Den fortsatte harvning reducerede også tydeligt skovindekset. Plantearterne, der kommer til, er arter med god tilpasning til skovklima, men som også kan vokse på landbrugsjord. Typiske arter i denne gruppe er haremud, burresnerre og glat dueurt.

Plantearterne er generelt tilpasset meget lys, og efter 5 år fremtræder der ikke afgørende forskelle imellem lysindekset mellem de enkelte behandlinger (figur 2). Plantearterne er generelt også tilpasset en høj tilgængelighed af kvælstof (figur 2).

Dybdepløjningen skiller sig dog ud fra de øvrige behandlinger. Sammensætningen af planter udvikler sig de senere år

mod en ringere kvælstoftilgængelighed. Det vides fra andre undersøgelser at floraen langsomt erstattes af skovtilpassede arter. I Vestskoven er skovindekset således i løbet af ca. 30 år nået op på 1 i egebevoksninger (Riis-Nielsen, unpubl.). Da bøgen skygger mere, kan man regne med, at bunddækket i Nørager nærmest forsvinder i en årrække, og at udviklingen af et egentlig skovbundsække udskydes endnu længere.

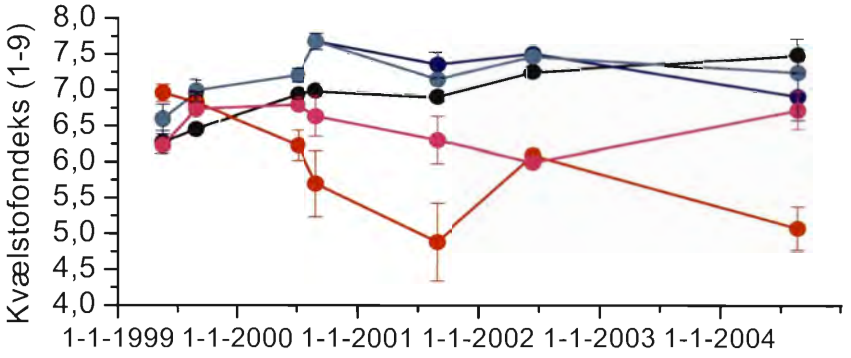
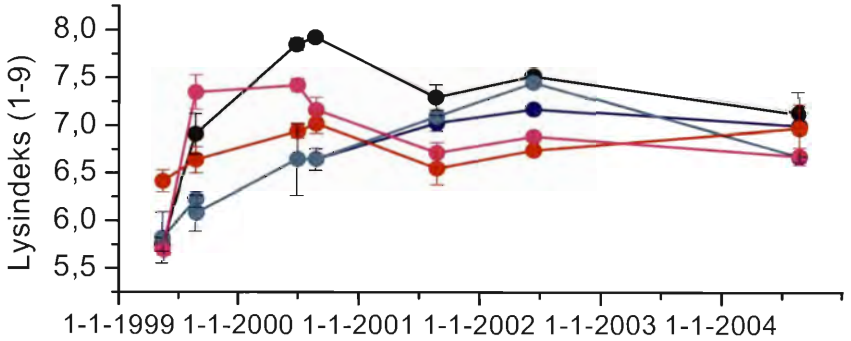
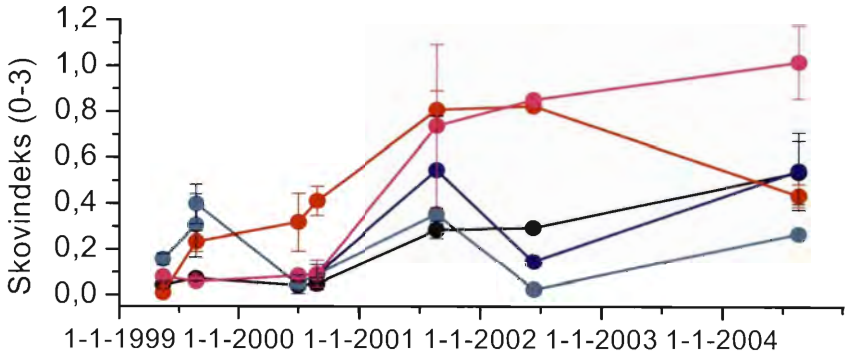
Fra Bjerringbroegnen er skovindekset målt til ca. 2-2,5 efter ca. 100 år. Det er som i en gammel skov. Hvor mange hundrede år, der skal gå ved Nørager, før der fås en artssammensætning som i en gammel skov vides ikke. Det er heller ikke muligt at fremskrive, hvor lang tid jordens næringsberigelse fra landbrugsdriften påvirker sammensætningen af arter.

Ukrudtsbehandlingerne har givet klare forskelle i vegetationsudviklingen. Urtefloraen har i kontrolbehandlingen fra starten været som en almindelig brakmark med mange enårige urter, men der har været en stor fremspiring af hvidkløver, som må skyldes frø fra en tidligere markkultur.

Herbicidbehandlingen har favoriseret dueurt og arter af pileurt, men mest afvigende har floraen været i den dybdepløjede behandling. Her er de fremspирede planter især arter med en stor frøbank i jorden. Desuden er der hurtigt kommet mange vindspredte arter.

Træernes vækst og afgang

Behandlingerne giver tydelige forskelle i vækst og planteafgang, men som helhed har skovrejsningen været en succes. Økonomisk set er planteafgang væsentlig, fordi efterbedring er dyr. Derimod



Figur 2 (til venstre). Udviklingen af skovindeks, lysindeks og kvælstofindeks i urtevegetationen ved plantning af skov ved Nørager. Indeksværdierne er alle vægtet med planternes dækningsgrad. Skovindekset er baseret på Hansen, K., 1976. Dansk Feltflora, og går fra 0 (ikke nævnt fra skov) til 3 (udelukkende nævnt fra skov). Lysinindeks og kvælstofindikatorværdier er baseret på Elleberg et al. (1992).

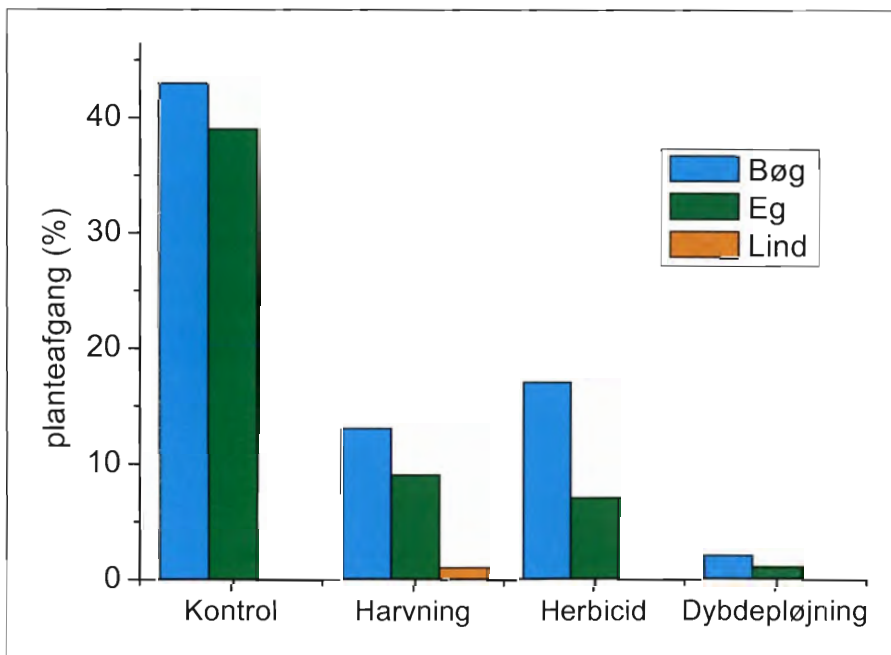
betyder det mindre, om planterne er forsinket lidt i væksten.

Planteafgangen viser, hvor udsat en bevoksning er i de første år. Vildtbid var uden betydning, men i kontrolbehandlingen var der en stor afgang af bøg og eg i vinteren 2000/2001 (Figur 3), som

skyldtes gnav fra mosegrise. Hele 40 % af disse to arter forsvandt. Derimod syntes mosegrisene slet ikke at have interesseret sig for lindetræerne.

I de ubehandlede kontrolparceller har succesen således været meget afhængig af træartsblandingen. Var der kun plan-

Figur 3. Planteafgang fordelt til ukrudtsbehandling og træart. Afgangen (%) er kumuleret fra forsøgsstart 1999 til 2004.



tet eg eller bøg, er der ingen tvivl om, at skovrejsningen her kunne betegnes som en fiasko. Planteafgangen har været mindre i herbicidbehandlingen og i behandlingen med harvning, mens den har været helt ubetydelig ved dybdepløjning.

Planteafgangen som følge af skader fra mosegrise er i træartsblandingen i Nørager gået ud over mosegrisens foretrukne træarter. Det er muligt, at en flerårig urteflora med næringsrige rødder kunne have mindsket angrebet, ligesom det er muligt, at lind ville være blevet angrebet, hvis ikke der havde været andre træer.

Træernes vækst har som hovedregel været god uanset behandling. Væksten er bedst, når ukrudtet holdes i ave ved harvning, eller når der sprøjtes med herbicider (figur 4). Derimod er væksten klart ringere efter dybdepløjning eller hvor ukrudtet slet ikke er blevet bekæmpet (kontrolbehandling).

I starten af forsøget gav harvningen en dobbelt så stor løvbiomasse som de andre behandlinger. Konkurrencen mellem træer og ukrudt om næringsstoffer og vand var da minimal, og koncentrationen af næringsstoffer var høj i denne behandling. Dette forspring er i 2004 endnu ikke indhentet i nogen anden behandling.

Der er også tydelig forskel mellem træarterne. Egen er i sin vækst mest uafhængig af behandlingerne. Der er ca. 25 % mindre vækst ved dybdepløjning og kontrolbehandlingen sammenlignet med den bedste vækst ved herbicidsprøjtning og harvning.

Bøg reagerer på samme måde som eg overfor behandlingerne, men her er forskellene større. Behandlingen med den dårligste vækst er 50 % mindre end behandlingen med den bedste vækst.

Lind udviser de største forskelle. Ved dybdepløjningen ligger væksten ca. 70 %

under væksten ved harvning, som er den bedste behandling. Lind er således i dybdepløjningen foreløbigt efter den 6. vækstsæson mindre end lindetræerne var ved harvningen efter 3 vækstsæsoner. De er mindst tre år forsinket i udvikling.

Træartsblandingen har forhindret huller i bevoksningen på Nørager. Eg og lind har desuden virket som ammetræer for de mere følsomme bølgeplanter, og samtidig har træartsblandingen også givet en vis valgmulighed i fremtiden.

De forskelle, der er i vækst og planteafgang imellem behandlingerne betyder, at de hver især fremtræder meget forskelligt. Efter de 5 års vækst, hvor bøgene efterhånden har indhentet egne, er træarterne i de forskellige behandlinger omtrent lige høje. Kun lind afviger med ringe vækst, hvor der var dybdepløjet.

På længere sigt må man regne med at egen, som er det mest lyskrævende træ, bliver udkonkurreret. Måske kan lindene følge med bøgen op.

I kontrolparcellerne vil der være så store huller mellem bøgene, at der er mulighed for dominans af lind, måske med enkelte ege indimellem.

Ved dybdepløjningen er lindene betydeligt lavere end eg og bøg og vil givet blive skygget ud ret tidligt. I forsøget på Nørager er kontrolbehandlingen sandsynligvis nok den eneste behandling, der i fremtiden vil rumme en blanding af alle tre benyttede træarter.

Miljøet

Miljøstyrelsen anser glyphosat for at være giftigt over for visse vandlevende organismer. Det gælder også i visse tilfælde nedbrydningsproduktet AMPA, som dog normalt regnes for mindre giftigt end glyphosat. Overfor jordlevende

organismer vurderes giftigheden ringe (Miljøstyrelsen 2000).

Glyphosat nedbrydes forholdsvis hurtigt i jorden ved en simpel kemisk eller biologisk hydrolyse til AMPA. Den videre nedbrydning regnes for at være biologisk. Glyphosat bindes stærkt til jordens partikler og angives derfor at være næsten immobil i jord. Udvaskningen kan dog foregå i jordens porer og sprækker bundet til jordens lerpartikler. Lerindholdet på Nørager er forholdsvis lavt, så der er ikke grund til at tro, at denne transportform er specielt dominerende her.

Bortset fra ganske små rester i 0,3 m dybde i 1998, der stammer fra den tidligere landbrugsproduktion, er der hverken fundet glyphosat eller AMPA i kontrolbehandlingen.

Grænseværdierne for glyphosat i drikkevand er 0,1 µg/l. Denne grænse blev overskredet i jordvandet i herbicidbehandlingen med værdier i 1998 og 1999 på 0,98 µg/l og 0,35 µg/l, men kun i 0,3 m dybde.

I det vand der udvaskes fra rodzonen (0,9 m dybde), blev der kun en enkelt gang i forsøgsstarten i 1998 konstateret glyphosat (0,04 µg/l). Denne ene måling er endda tvivlsom, fordi den muligvis også repræsenterer forurening fra overfladejord.

I den tilstødende landbrugsjord blev der i 1998 fundet koncentrationer af glyphosat og AMPA på helt op til henholdsvis 0,95 µg/l og 0,62 µg/l i 30 cm dybde. Derimod blev ingen af stofferne fundet i 90 cm dybde.

Der blev i de første par år fundet meget høje koncentrationer af nitrat (NO₃-N) i det jordvand der udvaskes fra rodzonen, mens den sidste del af undersøgelsen blev præget af faldende og forholdsvis lave NO₃-N koncentrationer. Udviklingen har

været meget forskellig i de enkelte ukrudtsbehandlinger, med skiftende stigninger og fald i hele forsøgsperioden (figur 5). Alle behandlingers ens og høje NO₃-N koncentrationer (25-30 mg NO₃-N /l) i starten af 1999 skyldtes udvaskning fra det tidligere gødskede landbrug.

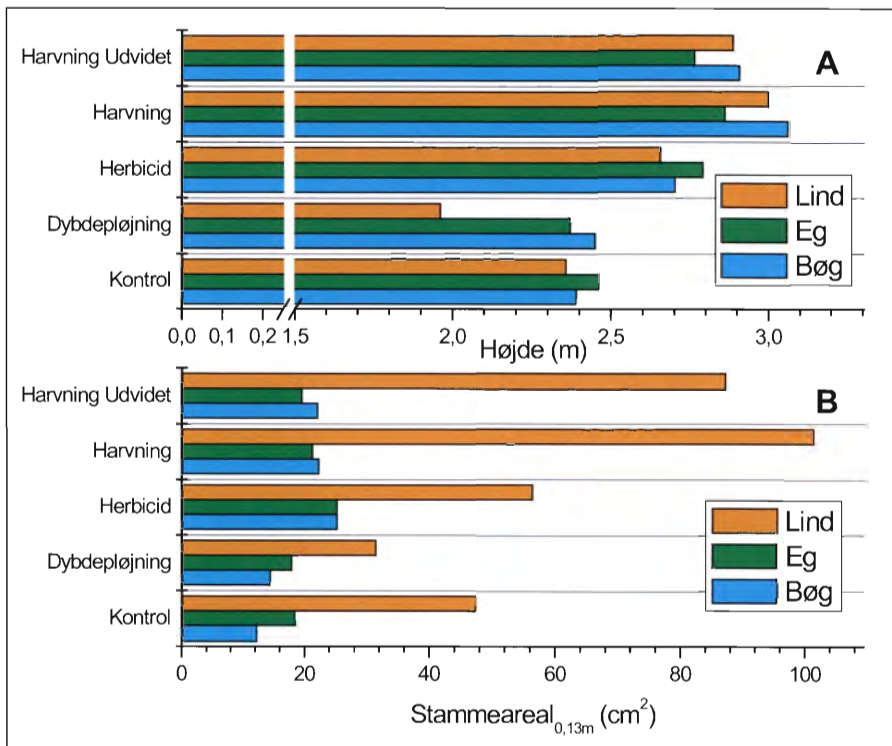
I løbet af 1999 udskiller behandlingerne sig tydeligt fra hinanden. Harvningen har ekstremt høje koncentrationer i efteråret (45 – 60 mg NO₃-N /l), men også dybdepløjningen havde sine højeste koncentrationer i denne periode (ca. 25 mg NO₃-N /l) som følge af en forhøjet produktion af NO₃-N i det nedpløjede gamle pløjelag. De laveste NO₃-N koncentrationer (5-20 mg NO₃-N /l) blev målt i herbicid- og kontrolbehandlingerne. År 2000 havde et helt anderledes forløb med stærkt faldende NO₃-N koncentrationer ved harvning, men også markant stigende koncentrationer i løbet af efteråret i herbicidbehandlingen (max. 36 mg NO₃-N /l). Set over hele året gav kontrolbehandlingen og dybdepløjningen langt de mindste koncentrationer (nørmalt under 10 mg NO₃-N /l).

I 2001 vendte billedet atter. Nu toppede kontrolbehandlingen med de højeste koncentrationer i sommerperioden (max. 26 mg/l). Herbicidbehandlingen fulgte efter, men med klart faldende koncentrationer.

I dette år blev behandlingen med harvning splittet op i to behandlinger, hvor harvningen i den ene del blev fortsat, mens den ophørte i den anden del. Fortsat harvning gav anledning til kun svagt forhøjede koncentrationer dette år sammenlignet med ophør af harvning.

Dybdepløjningen begyndte stadigt tydeligere at skille sig ud som den behandling, der gav de laveste NO₃-N koncentrationer (< 5 mg NO₃-N /l).

Figur 4. Plantevækst fordelt til behandling og træart. Delfigur A viser højden opnået efter vækstsæsonen 2004. Delfigur B viser stammearealet i højden 0,13 m.



I de efterfølgende år (2002-2004) svingede $\text{NO}_3\text{-N}$ koncentrationerne en del, men på et betydeligt lavere niveau end tidligere. Generelt lå herbicidbehandlingen og kontrolbehandlingen skiftevis højest (gns. 4 mg N/l), mens harvning og dybdepløjning lå tydeligt lavere (gns. 0,8 mg $\text{NO}_3\text{-N}$ /l).

Generelt har udvaskningen af kvælstof været meget betydelig i kulturfasen (figur 6). Det første år (1999) voksede udvaskningen især meget ved harvning og dybdepløjning, mens de efterfølgende år (2000, 2002 og 2003) første til en vok-

sende udvaskning i kontrol- og herbicidbehandlingen.

Over 200 kg N/ha blev udvasket det første år (1999) fra den effektive harvning. Udvasningen fra dybdepløjningen var også meget stor det første år, mens de ukrudtsfyldte kontrol- og herbicidbehandlinger kun gav halvt så stor udvaskning.

Det efterfølgende år (2000) blev udvaskningen fra harvningen halveret, fordi plantedækket øgedes, og megen af den tilgængelige kvælstof allerede foregående år var blevet udvasket. For-

modentlig som følge af den effektive sprøjtebekæmpelse af kløver vokser udvaskningen fra herbicidbehandlingen sig ligeså stor som udvaskningen fra harvningen dette år.

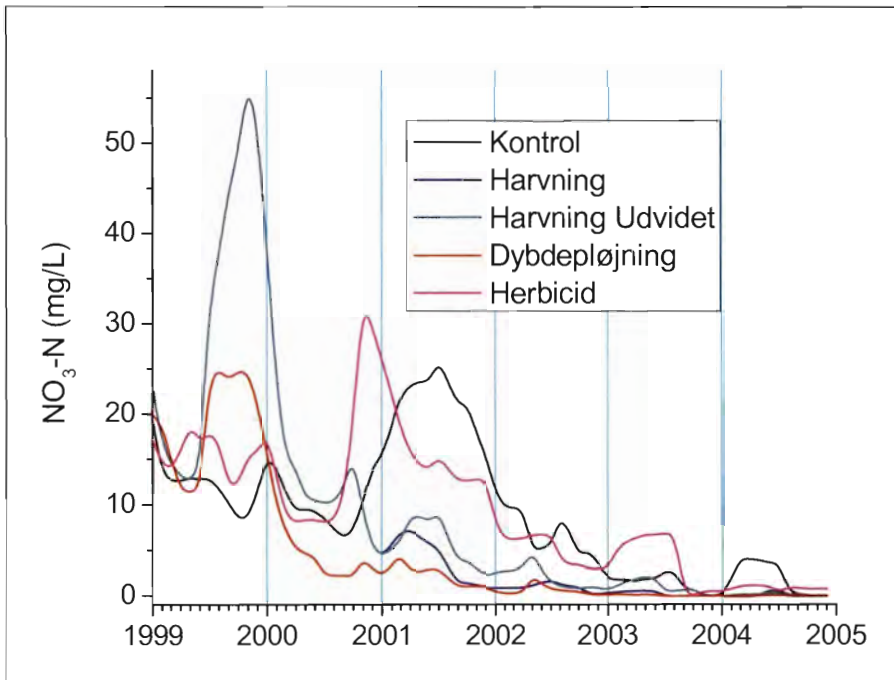
Udvaskningen fra kontrolbehandlingen er givetvis blevet øget lidt som følge af en fremkomst af kløver. Generelt var den dog på samme niveau som året før, mens udvaskningen fra dybdepløjningen, der nu er den mindste, var reduceret til 1/3 i forhold til året år før, formodentlig

som følge af fastlæggelse af kvælstof i det nedgravede pløjelag.

I år 2001 og 2002 var udvaskningen fra kontrol- og herbicidbehandlingen på henholdsvis 80-100 kg N/ha/år og 30-50 kg N/ha/år mod 10-30 kg N/ha/år og 5-15 kg N/ha/år i de øvrige behandlinger. Forskellene kan forklares af, hvor meget let tilgængeligt kvælstof, der var tilbage i de respektive behandlinger.

I 2003 og 2004 var udvaskningen fra dybdepløjningen og harvningerne faldet

Figur 5. Koncentrationsforløb af $\text{NO}_3\text{-N}$ i jordvæsken på skovrejsningslokaliteten ved Nørager under kulturstarten.



til under 1 kg N/ha/år. Kun i kontrolbehandlingen og herbicidbehandlingen var der tilsyneladende stadig let tilgængeligt kvælstof tilbage fra landbrugsdriften til at give en udvaskning på ca. 5 kg N/ha/år.

Især fra et tilsvarende forsøg i Drastrup ved Ålborg er der også fundet resultater, hvor udvaskningen de første to år efter tilplantning var på 40 og knapt 100 kg N/ha/år ved henholdsvis overfladepløjning før plantning (dette forsøgs kontrol) og dybdepløjning (med dækafgrøde) (Gundersen et al. 2003) svarende til 60 og 90 kg N/ha/år i dette forsøg. Det er således tydeligt, at fortsat renholdelse med harvning forhøjer udvaskningen (150 kg N/ha/år de første to år på Nørager) betragteligt de første to år efter tilplantning. Ved Nørager er der siden 1999 udvasket tæt på dobbelt så meget kvælstof fra handlingerne med harvning (gns. 57 kg/ha/år) sammenlignet med dybdepløjningen (gns. 33 kg/ha/år), hvor udvaskningen er mindst. Kontrol- og herbicidhandlingerne gav begge en udvaskning midt imellem de foregående, hhv. 46 og 48 kg/ha/år, men disse handlinger karakteriseres stadigvæk af tab af kvælstof.

Konklusion og anbefalinger

Det er vanskeligt at udpege én kulturmetode frem for en anden, selvom man kun ser på skovrejsningen ved Nørager. Til gengæld har undersøgelsen dokumenteret, hvor vigtigt langsigtede undersøgelser er.

Hvis anbefalingerne alene var baseret på konklusionerne fra det første projekt, der sluttede i år 2000, så havde anbefalingerne hvilet på en forkert vurdering af miljøpåvirkningen om større kvælstofudvaskning ved harvning set i forhold

til herbicidsprøjtning og dybdepløjning og i særdeleshed fra arealer, hvor ukrudt slet ikke bekæmpes. Først seks år efter forsøgets igangsættelse blev det muligt at vurdere kvælstofudvaskningen fra de forskellige kulturmetoder sikkert.

På Nørager bør kontrolbehandlingen foretrækkes hvis driftmålet udelukkende er at skovkulturen selv skulle udvikle sig til at bestå af alle tre oprindeligt plantede træarter. Denne "blandskov" er imidlertid en konsekvens af angreb fra mosegrise, som langt fra kan generaliseres. Dybdepløjningen gav linden rigtig dårlig vækst, hvorfor denne behandling nok ville være den dårligste, hvis målet var, at kulturene selv skulle udvikle sig til blandskov.

Var målet udelukkende at kulturene selv skulle udvikle sig til en bøgeskov burde dybdepløjningen nok foretrækkes pga. af den meget lille planteafgang, til trods for at tilvæksten i kulturstadiet er lille i denne behandling. Alternativet kunne være en herbicidsprøjtning, der også gav en beskeden planteafgang, men som samtidig fremmede en god vækst. Det må dog påpeges, at alle handlingerne stadig giver mulighed for påvirkning af den fremtidige træartssammensætning.

Tages der hensyn til floraen, er der ikke meget, som tyder på at de forskellige kulturforberedelser ville give en væsentlig anderledes sammensætning af floraen, når skoven er etableret om 10-20 år. Måske vil dybdepløjningen hurtigere give en flora, der er mindre domineret af kvælstofelskende planter end de øvrige handlinger.

Beskyttelse af grundvand er ofte et vigtigt driftsmål ved skovrejsning. Det er ikke plantningen af skov på tidligere landbrugsjord, der på kort sigt fører til

en reduktion i udvaskningen, men snarere at landbrugsdriften ikke opretholdes.

Undersøgelsen peger på, at det er især er størrelsen af den opbyggede letomsættelige kvælstofpulje under den tidligere landbrugsproduktion, der er afgørende for den samlede udvaskning af kvælstof ved skovrejsning. Intensiteten af renholdning betyder mindre, men den er til gengæld afgørende for selve forløbet af udvaskning de første ca. fire år.

Vegetationen i de forskellige ukrudtsbehandlinger flytter blot rundt på "interne" kvælstofpuljer, der før eller siden tabes fra økosystemet. Kun flerårige planter med mulighed for akkumulering af kvælstof er i stand til at nedbringe udvaskningen af kvælstof, men dette er dog uden betydning de første år af kulturstadiet.

Først efter 4 - 6 år har træerne nået en størrelse, der for alvor betyder noget for optagelsen af kvælstof. Derfor må udvaskningens størrelse fra skovrejsningsrealer på tidligere landbrugsjord snarere være et produkt af deposition samt gødningstildeling under den tidligere landbrugsdrift.

Med kun én tvivlsom måling af glyphosat i forsøgsstarten, gav sprøjtningen tilsyneladende ikke anledning til udvaskning af herbicider. Sættes forbruget de første to år i relation til bevoksningens forventede liv, må det vurderes at sprøjtning med glyphosat ikke er nogen reel trussel mod forurening af grund- og overfladevand ved skovrejsning.

Omvendt må det også konkluderes, at hvis der ikke ønskes anvendt herbicider, så findes der andre metoder til at bekæmpe ukrudt. Sprøjtning mod ukrudt er en ret billig kulturmetode, som kan anvendes, hvis der opstår en ukontrollabel ukrudtsvækst.

Overordnet set er der i kulturstadiet ikke betydende forskelle i mængde af $\text{NO}_3\text{-N}$, der udvaskes fra de forskellige ukrudtsbehandlinger. Faktisk reducerer "laden stå til situationen" heller ikke kvælstofudvaskningen væsentligt.

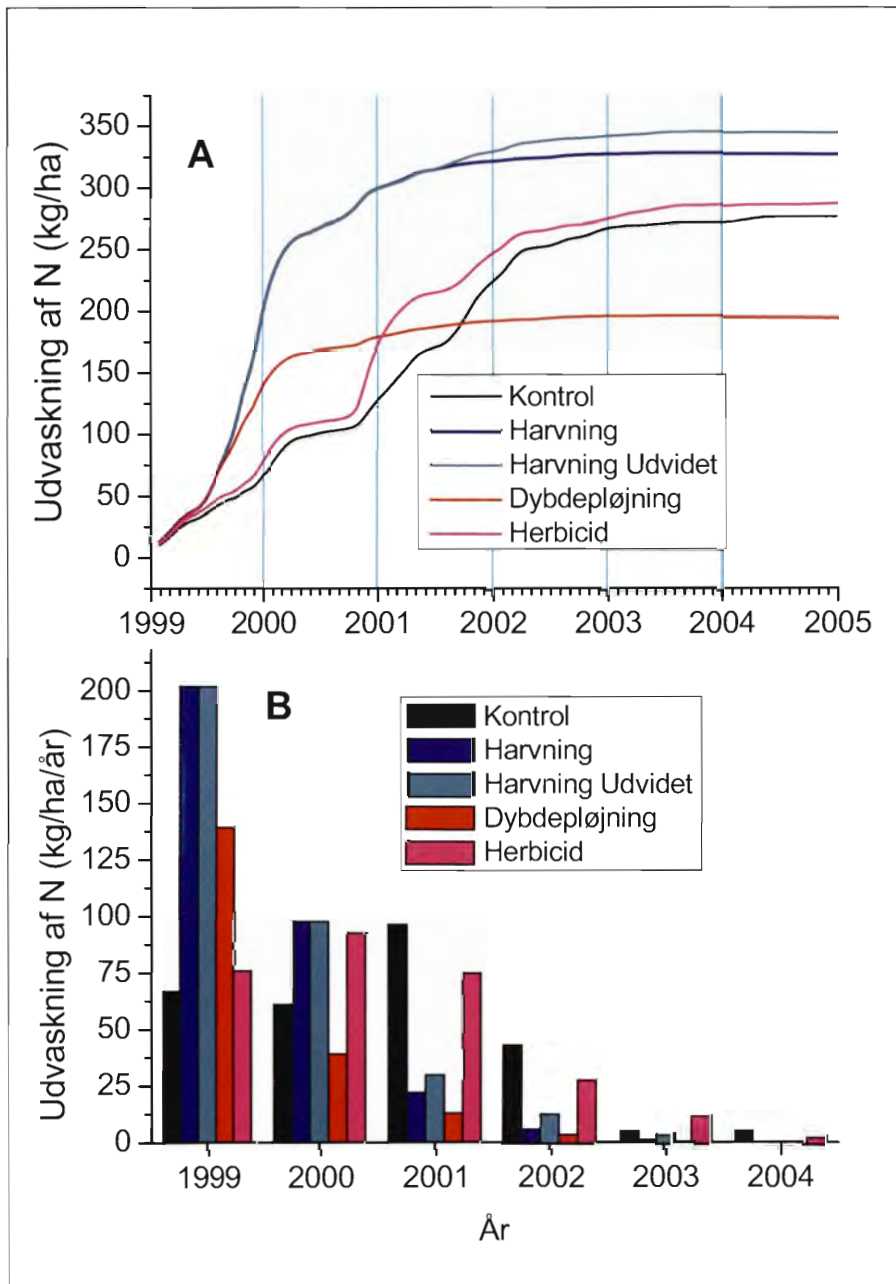
Kun dybdepløjningen skiller sig ud med en lidt lavere kvælstofudvaskning, men det er spørgsmålet, om bare fem år til vil udviske denne mindre forskel. I en vurdering af dybdepløjningen bør dens fysiske påvirkning af jorden og mulige påvirkning af fortidsminder også indgå. Når hele kulturstadiet tages i betragtning, giver harvningen samlet set en udvaskning, der næppe er større end hvis der sprøjtes for ukrudt eller hvis der slet ikke gøres noget, men udvaskningen er meget stor i de første år efter planteetableringen.

Det kan derfor ikke anbefales stærkt nok at tage lokale hensyn, når der skal tilplantes ny skov på tidligere markjord. Det er særdeles vigtigt at have skovrejsningens formål for øje. Er det rekreative i højsædet, bør der måske sættes på kulturmetoder, der giver en sikker planteetablering (dybdepløjning) eller måske en hurtig trævækst (harvning eller herbicidsprøjtning).

Resultaterne peger endvidere på at linds vækst især fremmes af harvning og herbicidsprøjtning, og at bøg og eg er mest udsat for gnav af mosegrise i træartsblandinger.

I forbindelse med hensynet til grundvandsressourcer har dybdepløjningen et lille fortrin som dog skal opvejes mod kulturmetodens destruktive karakter, der ligger langt fra naturgenopretningens ånd.

Overordnet set hersker der ikke tvivl om, at en ændret arealanvendelse fra landbrugsproduktion til skov har og vil



Figur 6. Akkumuleret (A) og årligt forløb af udvaskningen på skovrejsningslokaliteten på Nørager i kulturstarten.

reducere miljøbelastningen markant fra arealerne ved Nørager. Resultaterne peger på, at slet ingen eller kun en meget ringe mængde herbicider forlader rodzonen under både landbrugsproduktionen og ved skovrejsningen, men i rodzonen er herbicidkoncentrationerne faldet dramatisk efter skovrejsningen.

Det tydeligste er, at skovrejsningen har ført til en markant reduktion i udvaskningen af kvælstof. Efter seks år er udvaskningen af kvælstof i alle forsøgsbehandlinger faldet til under 5 kg/ha/år, hvilket må antages at være mellem 10 og 40 gange mindre end under den tidligere landbrugsproduktion.

Efterskrift

Vi vil gerne takke forstfuldmægtig Kim Neven og skovfoged Leif Kogsgård Lyngsø for en uvurderlig inspiration og hjælp i hele forsøgsperioden og under tilblivelsen af denne artikel.

Litteratur

Ellenberg, H., Weber, H. E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W. & Paulissen, D. (1992). Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa; Scripta Geobotanica XVIII. Göttingen (Goltze Verlag). 260 p. Verlag Erich Goltze. 2. Auflage

Miljøstyrelsen (2000).

www.mst.dk/kemi/0303000.htm). Miljø-mæssig vurdering – Glyphosat – Sagens oplysninger og Miljøstyrelsens vurdering.

Gundersen, P., Schmidt, I.K., Hansen, K., Pedersen, L.B; Vesterdal, L. (2003): Nitrat i vand under skoven. I Raulund-Rasmussen, K. & Hansen, K.: Grundvand fra skove – muligheder og problemer. Skovbrugsserien, 34, side 31- 60.

Hansen, K. (1976). Dansk Feltflora.



POST

B

PP

DANMARK

Indhold

<i>Redaktionsudvalget: Debatten om måldiameterhugst</i>	401
<i>Niels Heding: Anti-Heding</i>	402
<i>Thomas Nord-Larsen, Allan Bechsgaard og Per Holten-Andersen: Økonomien ved naturær bøgeskovsdrift i de lauenburgske skove</i>	410
<i>Lars Bo Pedersen, Torben Riis-Nielsen og Karsten Raulund-Rasmussen: Skovrejsning ved Nørager – hensyn til træer, floraudvikling og miljø</i>	437
<i>Forsidefoto: Forsøgsarealet i Nørager, omtalt i sidste artikel</i>	

Dansk Skovbrugs Tidsskrift

ISSN 0905-295X. Udgives af Dansk Skovforening, Amalievej 20, 1875 Frederiksberg C. Telefon 33 24 42 66, telefax 33 24 02 42. Postgiro 9 00 19 64. e-post info@skovforeningen.dk. Hjemmeside www.skovforeningen.dk

Redaktion: Søren Fodgaard (ansvarshavende)

Redaktionsudvalg: Skovrider Leif Madsen (formand), forstfuldmægtig Pernille Karlog, lektor Jens Dragsted, skovfoged Martin Petersen, skovbrugslærer Tyge Kjær, direktør Niels Elers Koch.

Tryk: Litotryk, Svendborg.