

## Mechanisch oogsten van boomzaden

*Machine harvesting of tree seeds*

P. D. Kofman<sup>1)</sup> en C. Werkhoven<sup>2)</sup>

### Inleiding

De meeste boomzaden in Nederland worden in handkracht verzameld. Sommige worden geraapt zoals eikels en beukenoten, andere worden geplukt zoals kegels van groveden, fijnspar, lariks en douglas. Het plukken van kegels van staande bomen is tijdrovend en indien in de boom moet worden geklommen zeer gevaarlijk werk.

Vroeger gebeurde dit klimmen (vaak) met klimsporen maar tegenwoordig maakt men gebruik van de boomfiets of van een uitschulfbare brandweertladder op een trekker. Omdat het werk tijdrovend en gevaarlijk is en het aantal deskundige klimmers en plukkers gering, wordt bij een minder dan overvloedige zaaddracht veelal van oogst afgezien. Het verzamelen van eikels en beukenoten wordt over het algemeen door schoolkinderen en particulieren gedaan, slechts een klein deel wordt door deskundigen geraapt. Deze wijze van verzamelen biedt geen enkele garantie over de herkomst van het zaaigoed. De oogsttijd van de meeste boomzaden is kort, zo'n twee tot drie weken per houtsoort.

Om de productiecapaciteit aan zaad van de zaadopstanden vollediger te benutten, in korte tijd veel zaden te oogsten, het gevaarlijke en inspannende klimwerk te vermijden en om de onzekerheid over de herkomst te voorkomen is op verzoek van het Zaadcomité van het Boschap in samenwerking met het IMAG onderzoek verricht naar het schudden van zaadbomen met behulp van een boomschudder. In 1974 werd de Van de Munckhofschudder ingezet bij de oogst van douglas en fijnsparkegels. Deze machine is door het IMAG ontwikkeld voor de oogst van kersen. Een verbeterde versie van deze Nederlandse machine en de Deense Schaumannschudder wer-

### Summary

*In 1974 and 1976, machine harvesting of tree seeds was tested. In 1974, a Dutch tree-shaker (Van de Munckhof) was tested with Douglas fir and Norway spruce. Since the machine had been developed for cherry harvesting, it had to be adapted. After raising the oil pressure and enlarging the clamp, the tree-shaker operated fairly successfully. Table 1 shows the results of time studies in 1974, and Table 2 gives a comparison of costs of the tree-shaker with two methods of climbing and with cone picking from a hydraulic platform. The last method was too clumsy to operate successfully in the stand. The results of the 1974 trials led to a further test in 1976. The Dutch machine was compared with the Danish Schaumann tree-shaker in harvesting acorns. In production and costs, (see table 3 and cost calculation) the machines did not differ much, but the Danish machine was safer and ergonomically sounder.*

*For registered provenances, harvesting of acorns by machine was cheaper than collecting them by hand. However for acorns collected at random (unregistered provenance), the tree-shaker method was more expensive.*

*On a small scale, cones from Scots pine and larch were harvested with tree-shakers, as well as beechnuts. Shaking was easy for beechnuts; it was feasible for larch; but for Scots pine, it was very difficult.*

*Research on prevention of damage to tree tops is necessary, since there was extensive damage when conifers were shaken.*

*It is advisable to remove undergrowth and slash in seed stands before harvesting, to facilitate use of tarpaulins for collecting cones or seeds.*

den in 1976 ingezet bij de oogst van eikels en fijnsparkegels. In 1974 is tevens een kostenvergelijking gemaakt tussen de traditionele oogstwijzen nl. met de boomfiets en de trekker met magyrus ladder en twee nieuwe methoden nl. de Van de Munckhofschudder en het plukken vanuit een hoogwerker (de Vries en Werkhoven 1975).

<sup>1)</sup> Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp"

<sup>2)</sup> Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen (IMAG)

Verschijnt tevens als Mededeling 165 van De Dorschkamp

Foto's: De Dorschkamp

### Technische aspecten

De werking van de boomschudder berust op het gedurende een aantal seconden in sterke trilling brengen van de boom waardoor de kegels naar beneden vallen. Door het schudmechanisme worden versnel-

lingen opgewekt die op de boom worden overgebracht. De grootte van de opgewekte versnelling is bepalend voor het effect van het schudden. Als maximale, op de kegel uitgeoefende versnellingskracht groter is dan de vasthoudkracht dan zal deze naar beneden vallen. Niet alleen de vasthoudkracht



Foto 1. Trekker met uitschuifbare ladder.

Photo 1. Tractor with pull-up ladder.

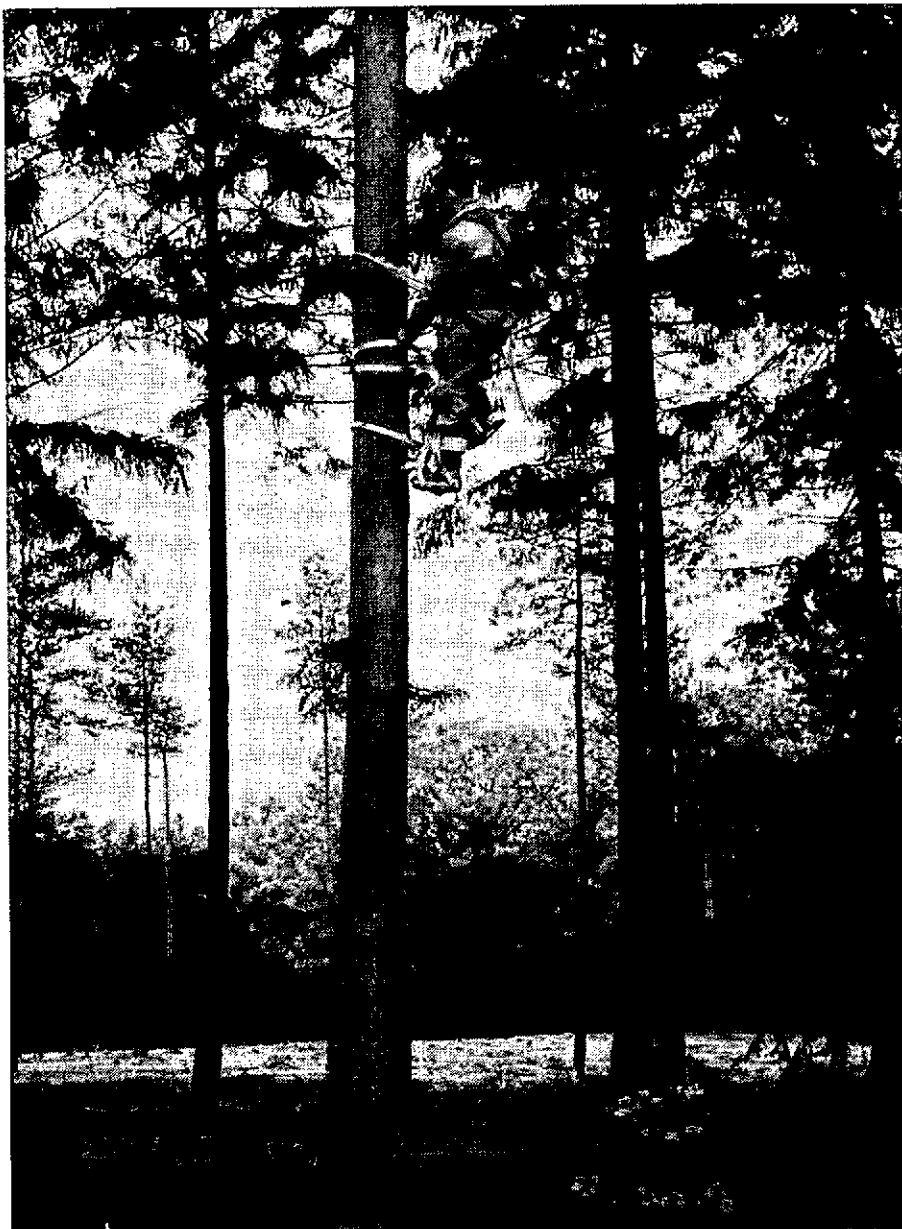


Foto 2. Klimmer met boomfiets.

Photo 2. Use of the tree bicycle.

is van belang voor het afvallen, o.a. ook het gewicht van de vrucht speelt een belangrijke rol.

Voor de maximum optredende versnelling ( $a_{max}$ ) van de kegel geldt:

$$a_{max} = \omega^2 \cdot A.$$

$$\omega = 2\pi f. \text{ hoeksnelheid in radialen}$$

$$f = \text{frequentie}$$

$$A = \text{volle uitslag (Amplitude)}$$

Uit de formule  $a_{max} = (2\pi f)^2 \cdot A$  blijkt, dat een bepaalde versnelling  $a$  zowel kan worden verkregen met een kleine amplitude  $A$  en een hoge frequentie  $f$

of met een grote amplitude  $A$  en een lage frequentie  $f$ . Door de grote massa en de geringe veerkracht van de te schudden bomen zal de versnelling opgewekt met een hoge frequentie en een kleine amplitude het minste vermogen vragen en daarom hier toegepast worden.

*Toegepaste systemen voor het opwekken van versnellingen*

1 *Krukdrijfstaangmechanisme* Bij dit type schudder wordt een massa met behulp van een krukdrijf-

stangmechanisme in de lengterichting van de schudarm in beweging gebracht. De opgewekte frequentie wordt door het toerental bepaald. Met de lengte van de kruk kan de amplitude worden gewijzigd.

2 *Massakrachtschudder* Twee onbalansgewichten draaien met dezelfde snelheid maar in tegengestelde richting zodanig, dat de opgewekte massakracht alleen in lengterichting van de schudarm werkt.

3 *Massakrachtschudder met zich verplaatsende schudrichting* Twee onbalansgewichten op een as draaien tegen elkaar in met verschillende overbrengingen en kruisen elkaar steeds enkele graden later. Hierin de schudrichting, waardoor de boom in alle richtingen wordt geschud. Het schudmechanisme moet zich bij dit type zo dicht mogelijk bij de boom bevinden waardoor de machine zwaar uitgevoerd moet worden wat de wendbaarheid van de boomchudder niet ten goede komt.

#### *Beschrijving van de Van de Munckhofschudder*

De toegepaste schudder is een zogenaamde stamschudder van het massakrachttype (afb. 1). Het schudgedeelte is uit twee, met het zelfde toerental maar in tegengestelde richting draaiende, onbalansgewichten opgebouwd. De bevestiging van de gewichten is zodanig dat de opgewekte kracht alleen in de richting van de schudarm werkt. Deze arm is van een hydraulisch bediende boomklem voorzien. De maximale opening van de klem is 75 cm. De bekken van de klem zijn voorzien van een rubber bekleding om beschadiging van de boomschors te voorkomen. Met behulp van hydraulische cilindres kan de schudarm zowel horizontaal als verticaal (maximum hoogte 2 m) worden verplaatst. De complete schudder is in de driepunthefinrichting van de trekker opgehangen.

De onbalansgewichten worden door middel van de trekkeraftakas via een tandwieloverbrenging en een hydrostatische overbrenging aangedreven. De schudfrequentie van de arm (toerental onbalansgewichten) kan alleen met behulp van het trekkermotortoerental worden gevarieerd. De stuurventielen voor het bedienen van de cilindres en de schudmotor zijn aan het uiteinde van de schudarm bevestigd (tweemansbediening).

#### *Beschrijving van de Schaumannschudder*

De Schaumannschudder is in Denemarken speciaal ontwikkeld voor de oogst van boomzaden (afb. 2). Het schudmechanisme werkt volgens het krukdrif-

stang principe. De schudarm is voorzien van een hydraulisch bediende boomklem met een diameterbereik van 20-60 cm en is draaibaar aan de kolom bevestigd en kan ook in hoogte versteld worden van  $\pm 60$  cm tot 4 m hoogte. De kolom van de schudder dient tevens als oliereservoir voor de hydraulische olie.

De complete machine is in de driepunthefinrichting opgehangen. De hydraulische pomp wordt via de aftakas aangedreven. De schudfrequentie kan alleen met behulp van het trekkermotortoerental worden gevarieerd. De bestuurder kan vanaf zijn zitplaats alle functies hydraulisch bedienen (eenmansbediening).

#### *Technische metingen*

Na de eerste proeven in 1974 met de aangepaste Van de Munckhofschudder vielen de resultaten tegen. De schudfrequentie is daarna opgevoerd door het aftakstoerental van 540 naar 1000 omw./min. te verhogen. De resultaten waren nu wel beter, maar nog niet optimaal. Er zijn daarom een aantal metingen uitgevoerd waarbij de max. versnelling, de frequentie en het benodigde vermogen van de schudder zijn gemeten. Uit deze gegevens kwam naar voren dat de oliedruk in de hydraulische overbrenging van de schudder te laag was en de trekker ook te weinig vermogen had. Met een zwaardere trekker en een verhoogde oliedruk bleek de werking van de schudder sterk verbeterd. Voor een definitieve versie van de machine zouden ook de bedieningsventielen en het leidingstelsel verzaamd moeten worden. Tevens werd de bek vergroot, in eerste instantie voor bomen tot 65 cm diameter, later voor maximaal 75 cm. In 1976 zijn eveneens een aantal metingen uitgevoerd om een inzicht te krijgen in de werking van de beide schudders. Uit deze metingen kan de conclusie worden getrokken dat de beide machines elkaar niet veel ontlopen. Bij een lijnspaar met diameter op borsthoogte van 30 cm was de maximaal optredende schudfrequentie 20 Hz, de maximaal optredende versnelling  $150 \text{ m/s}^2$  en het benodigde vermogen 23 kW (30 pk). Uit veiligheidsoverwegingen bleek het noodzakelijk boven de bedieningsorganen van de Van de Munckhofschudder een dakje aan te brengen zodat de bedieningsman beschermd wordt tegen vallende takken en dergelijke.

#### **Werkmethode bij het schudden**

Bij het oogsten van kegels wordt voornamelijk in opstandsverband geschud. Wanneer niet alle bomen van de opstand voldoende oogstbare kegels bevat-

ten moeten de te schudden bomen te voren worden gemerkt, bijvoorbeeld met tape, touw of verf. Bij het oogsten van eikels en beukenoten wordt tussen individuele bomen geselecteerd. De eikels worden het meest geoogst uit laanbepantingen. De kegels kunnen met of zonder opvangzellen worden verzameld. Als zonder zeilen gewerkt wordt, kan men de kegels ook rapen, nadat de hele opstand geschud is.

Liggen er al oude kegels van voorgaande jaren of is er een dichte ondergroei aanwezig dan is het beter om met opvangzellen te werken. Dit houdt in ieder geval in dat er vier man met twee sets opvangzellen moet zijn om de trekker geen grote wachttijden te bezorgen. Om het rapen te vergemakkelijken verdient het aanbeveling om de selectieopstanden vrij te houden van ondergroei en na een dunning als er een zaadjaar verwacht wordt het tak- en top hout te verkleinen met een slag- of klepelmaaler. Bij het oogsten van eikels en beukenoten zowel in laanbepantingen als in opstanden moet men in ieder geval zellen gebruiken zolang er nog geen goede zuig- of veegmachine is ontwikkeld die dit werk aan kan. Als er laan- of wegbepantingen worden geschud, moet vaak het verkeer gewaarschuwd worden of zelfs één of beide rijbanen tijdelijk afgesloten worden. Dit vergt overleg met de betrokken wegbeheerder en de politie en een deugdelijke voorbereiding.

### De proeven in 1974

Tijdens de eerste proeven werd gewerkt met de Van de Munckhofschudder. Deze machine wordt door twee man bediend nl. de trekkerchauffeur en een bedieningsman voor de schudder.

In september 1974 vond de eerste proef plaats in douglas. Er werd 15% van de kegels (spreiding 5-30%) uit de bomen geschud. De geoogste kegels werden na afloop van het schudden geraapt. Per boom werd gemiddeld 2,5 kg kegels geoogst (100 kg kegels  $\approx$  2 hl kegels  $\approx$  1 kg zaad). Na enige verbeteringen aan de machine te hebben aangebracht (o.a. verhoging van de oliedruk) werd in december 1974 een tweede proef gedaan, nu in lijnspaar. Tevens werden nog enkele douglasbomen geschud. Het bleek dat de verhoging van de oliedruk een verbetering gaf ten opzichte van twee maanden eerder, ca. 60% van de kegels werd geoogst (spreiding van 8-80%). Zoals ook al uit de literatuur (Chappall 1968) bekend was, bleken ook hier de meeste kegels in de eerste seconden te vallen. De resultaten van de tijdstudies uitgevoerd op drie objecten staan in tabel 1. Bij de kostenvergelijkingen wordt gerekend met de tijd die op het object Niersen is gemeten. De reden is dat daar naar aanleiding van de optredende top- en

takbreuk de schudduur verkort werd tot een aanvaardbaar niveau. De gemeten tijd van 1,83 min. per boom wordt verhoogd met 40% algemene tijd (1,83 + 0,73 = 2,56 min.). In de kostenvergelijking is deze tijd afgerond tot 3 min./ boom.

### Vergelijking van de Van de Munckhofschudder met andere methoden

De vergeleken methoden zijn:

- De trekker met ladder. Deze ladder is vast gemonteerd op een afgeschreven trekker en is uitschuifbaar tot een hoogte van 16 m (afb. 3). Een trekker met chauffeur en drie klimmers werken in één ploeg. Via de ladder gaan de klimmers omhoog; ieder in één boom. Zijn ze klaar met plukken dan dalen ze zelfstandig aan een afdaallijn naar beneden. Voorwaarde bij deze methode is dat de ladder de levende kroon moet kunnen bereiken, anders kunnen de klimmers niet verder naar boven.

- De boomfiets. Dit is een eenmans klimwerktuig (afb. 4). Als de klimmer omhoog gaat moet hij tot aan de levende kroon elk takje afzagen daar anders de banden van de fiets blijven haken. Hierdoor is het klimmen zeer inspannend en tijdrovend. Wordt dezelfde boom in de loop der jaren meerdere malen geoogst, dan vervalt natuurlijk het tijdrovende op snoeien. Het klimmen met de boomfiets vereist veel oefening (Koster en Spaarkogel 1965).

- De hoogwerker bestaat uit drie scharnierende armen, welke gemonteerd zijn op een platform. Aan het uiteinde is een open korf gemonteerd waarin plaats is voor twee man. Het geheel is gemonteerd op een vrachtwagen. Vanuit de korf kan de hoogwerker hydraulisch bediend worden. Tijdens het verplaatsen van de korf blijft deze in horizontale stand en is wendbaar om een verticale as. De maximale werkhoogte van de korf is 26 m. Met verhoogde staanplaats wordt dit 28 m. Voor het inzetten van de hoogwerker is toegankelijkheid van de opstand over het algemeen te gering, zodat de inzet beperkt blijft tot de randbomen van een opstand of tot laanbomen, vanwege het gewicht (13 ton) en de afmetingen (lengte 10 m, breedte zonder stempels 2,40 m, met uitgezette stempels 4 m, doorrijhoogte 3,35 m, draaicirkel 17,30 m.) De plukploeg bestaat uit twee man die de kegels plukken, in een emmer doen en deze later op de grond legen in zakken. In tabel 2 worden deze drie methoden vergeleken met de boomschudder.

1 De boomschudder: trekker + schudmachine, trekkerchauffeur, bedieningsman en 4 rapers.

2 De trekker met ladder: trekker + ladder, trekkerchauffeur, 3 plukkers.

Tabel 1. Tijdstudieresultaten van de proeven met de Van de Munckhofschudder in 1974  
 Table 1. Results of time studies of tests with Van de Munckhof shaker in 1974

object/object	douglas Douglas fir Kootwijk		douglas Douglas fir Uddelerheegde		fljnspar Norway spruce Niersen	
	min/ boom min/ tree	% t.o.v. totaal % of total	min/ boom min/ tree	% t.o.v. totaal % of total	min/ boom min/ tree	% t.o.v. totaal % of total
elementen van de cyclus <i>elements of cyclus</i>						
transport/transport richten arm <i>positioning arm</i> klemmen <i>champing</i>	1,03	50,3	1,01	51,5	0,70	38,2
voorbereiding schudden <i>preparation for shaking</i> schudden/shaking	0,38	18,6	0,41	20,9	0,13	7,2
los/removal	0,41	20,3	0,26	13,3	0,14	7,6
voorbereiding transport <i>preparation for transport</i>	0,22	10,8	0,28	14,3	0,25	13,7
totaal tijd per boom <i>total time per tree</i>	2,04	100	1,96	100	1,83	100
aantal geschudde bomen <i>number of harvested trees</i>		59		38		32
gem. hoogte (m) <i>mean height</i>		30		30		22
gem. dbh (cm) <i>mean diam. breast ht</i>		55		55		24
aantal geschudde bomen per ha <i>number of harvested trees per ha</i>		30		18		32

Tabel 2. Kosten per hl kegels voor de verschillende oogstmethoden  
 Table 2. Costs per hl cones for different harvesting methods

methode <i>method</i>	loon- kosten*) fl/uur Dfl/hr	machine kosten fl/uur Dfl/hr	totale uur kosten fl/uur total costs per hour	oogst per boom hl harvest per tree hl	min/ boom incl. 40% alg.tijd min./ tree incl. 40% total allowance	hl/ uur hl/ hr	kosten fl/hl costs Dfl/hl
1.1 boomschudder <i>tree-shaker</i>	108,—	34,50	142,50	0,05	3	1,0	142,50
1.2 boomschudder <i>tree-shaker</i>	108,—	34,50	142,50	0,1	3	2,0	71,25
1.3 boomschudder <i>tree-shaker</i>	108,—	34,50	142,50	0,2	3	4,0	35,70
2 trekker met ladder**) <i>tractor mounted ladder</i>	85,80	18,—	103,80	0,3	70	0,77	134,80
3 boomfiets**) <i>tree bicycle</i>	22,80	1,50	24,10	0,3	80	0,23	104,80
4 hoogwerker <i>hydraulic platform</i>	36,—	126,50	162,50	0,4	60	0,4	406,25

\*) loonkosten f 18,— per manuur/wages Dfl 18,— per manhour.

\*\*) De klimmers krijgen een gevarengeld van f 4,60 per manuur.

*Climbers receive an extra allowance of Dfl 4,60 per manhour for dangerous work.*

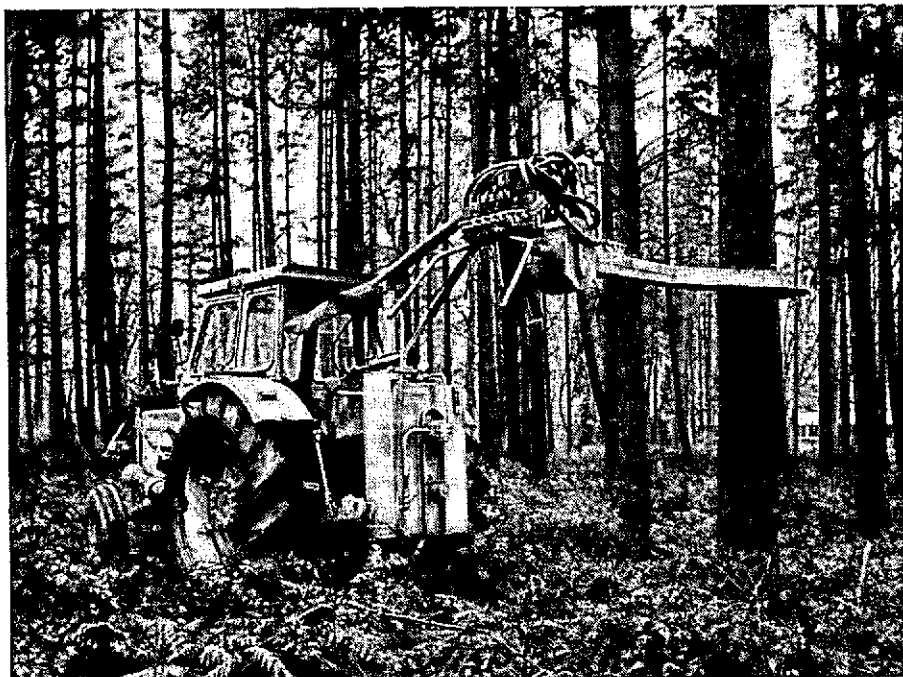


Foto 3. De Van de Munckhof boomschudder.  
Photo 3. The Van de Munckhof tree-shaker.

3 De boomfiets: boomfiets + 1 plukker.

4 Hoogwerker: hoogwerker, 2 plukkers.

Alleen de gegevens van de boomschudder en de hoogwerker berusten op recente tijdstudies, de overige zijn gebaseerd op oudere gegevens van het Staatsbosbeheer. Voor de boomschudder is uitgegaan van verschillende oogstniveaus. De oogst van 0,05 hl/boom werd gerealiseerd in douglas vóór de verbetering aan de machine, die van 0,1 in fijnspar na de verbetering. Uit literatuur (Bergman 1972) is bekend dat in Denemarken met een ander merk schudder prestaties van gemiddeld 0,18 hl/boom mogelijk zijn in fijnspar.

Uit tabel 2 blijkt dat de boomschudder al gauw goedkoper kan werken dan de andere methoden. De hoogwerker valt meteen al af, ook vanwege het feit dat deze machine slechts vanaf de weg kan werken.

#### *Conclusies van de proeven van 1974*

Het is gebleken dat het oogsten van kegels van fijnspar en douglas mogelijk is met een boomschudder en dat met deze methode veiliger en goedkoper gewerkt zal kunnen worden. Het optreden van topbreuk was onaanvaardbaar hoog, verder onderzoek om dit euvel te voorkomen lijkt geboden. Gezien de hoge prestaties van een ander merk boomschudder in Denemarken lijkt het aantrekkelijk deze machine te gaan vergelijken met de Nederlandse machine.

Nu gebleken is dat het oogsten van kegels van fijnspar en douglas mogelijk is zou onderzoek gedaan moeten worden naar de oogstbaarheid van loofhoutzaden zoals eikels en beukennoten met een boomschudder.

#### **De proeven in 1976**

In 1976 is getracht een vergelijking te maken tussen de Van de Munckhofschudder en de Deense Schaumannschudder bij de oogst van eikels. De zaden werden alle geoogst van laan- en wegbeplantingen en opgevangen op dekzeilen. Bij de Van de Munckhofschudder werkten naast de chauffeur van de trekker en de bedieningsman van de schudder vier rapers. Bij de Schaumannschudder werkten eveneens vier rapers terwijl de chauffeur tevens bedieningsman van de schudder was. In het begin werd met vier zeilen van 4 x 5 m per boom gewerkt, naderhand met twee zeilen van 10 x 20 m per opstelling. De vier kleine zeilen werden steeds met de hand verplaatst. Van de grote zeilen werd er één in handkracht verplaatst en één met touwen achter een busje. Bij harde wind was het werken met deze grote zeilen moeilijk, bij rukwinden haast onmogelijk.

De tijdstudiegegevens van beide machines hebben betrekking op één object omdat daar pas efficiënt gewerkt kon worden met de grote zeilen. Helemaal te laat met de proef gestart waardoor een week na het begin de meeste eikels al op natuurlijke

Tabel 3. Tijdstudieresultaten wegbepanting Ede-De Klomp 1976  
 Table 3. Results of time studies in roadside plantation Ede-De Klomp 1976

elementen cyclus <i>elements of cyclus</i>	Van de Munckhof		Schaumann	
	min/boom <i>min/tree</i>	% t.o.v. totaal <i>% of total</i>	min/boom <i>min/tree</i>	% t.o.v. totaal <i>% of total</i>
transport/ <i>transport</i>	0,80	24,8	0,49	15,3
instellen schudder <i>positioning of shaker</i>	0,43	13,3	0,48	15,0
schudden/ <i>shaking</i>	0,20	6,2	0,25	7,8
losmaken/ <i>removal</i>	0,36	11,1	0,30	9,3
zilverplaatsen	0,44	13,6	0,69	21,5
transport of tarpaulins <i>rapen/gathering</i>	1,00	31,0	1,00	31,1
<b>totaal/<i>total</i></b>	<b>3,23</b>	<b>100</b>	<b>3,21</b>	<b>100</b>
gem. afstand tussen de de bomen (m) <i>mean distance between trees(m)</i>		12		12
gem. diameter (cm) <i>mean diameter (cm)</i>		26		26
gem. hoogte (m) <i>mean height (m)</i>		11		11
aantal kg/boom <i>number of kg/tree</i>		10		10

wijze gevallen waren en slechts één object in de proef kon worden betrokken. In tabel 3 worden tijdstudiegegevens weergegeven van beide machines in de wegbepanting Ede-De Klomp.

Uit tabel 3 blijkt dat er weinig verschil in tijd bestaat tussen beide machines. In bijlage 1 is een kostprijsberekening weergegeven van beide machines. Daar ook de kosten weinig verschil vertonen is voor één machine het kostenverloop bij toenemend aantal kg eikels per boom weergegeven in grafiek 1. De grafiek is gebaseerd op tijdstudiegegevens van de wegbepanting Ede-De Klomp. Voor de berekening van de gegevens voor de grafiek is geen rekening gehouden met eventueel te nemen verkeersmaatregelen zoals het plaatsen van verkeersborden en het verplaatsen van de afzetting van een weghelft.

#### Ergonomische aspecten

De Schaumannschudder voldoet ergonomisch vrij goed, de trekkerchauffeur kan in een redelijke houding zitten en wordt tijdens het bedienen van de schudder nauwelijks blootgesteld aan trillingen. Heel anders is het gesteld met de Van de Munckhofschudder. De trekkerchauffeur is hier niet meer belast dan anders, maar de bedieningsman des te meer. Tijdens het transport van boom naar boom moet de bedieningsman meelopen om de schudarm niet al te erg te laten slingeren. Het komt echter in de

opstand voor dat de trekker een plotselinge beweging maakt of dat de schudarm een boom raakt. Het gevolg is een plotselinge hevige beweging van de schudarm, die dan mede door zijn gewicht niet meer onder controle te houden is. Er bestaat in zo'n geval een reëel gevaar dat de bedieningsman beklemd raakt tussen de schudarm en de boom.

De bedieningsman staat ook bloot aan de trillingen van de schudder aangezien de bedieningshandels op dezelfde arm zijn bevestigd als de bek. Deze trillingen liggen in het frequentiegebied rond 20 Hz, juist een erg schadelijk gebied voor de gezondheid.

#### Overige, korte, proeven in 1976

Bij verschillende houtsoorten zijn nog enkele zeer korte proeven genomen om te zien wat de resultaten zouden zijn. In een proef op fijnspar werden beide machines ingezet. Beide machines schudden ongeveer 25% van de kegels uit de boom. Met de Schaumannschudder zijn enkele beuken, grovedennen en lariksboomen geschud. De resultaten in beuk waren goed, die in lariks redelijk. Een proef in groveden in midden december was teleurstellend, mogelijk dat op een later tijdstip bij rijpere kegels een beter resultaat te behalen valt.

#### Beschadigingen aan de boom

Als een schudder goed gebruikt wordt, wordt er

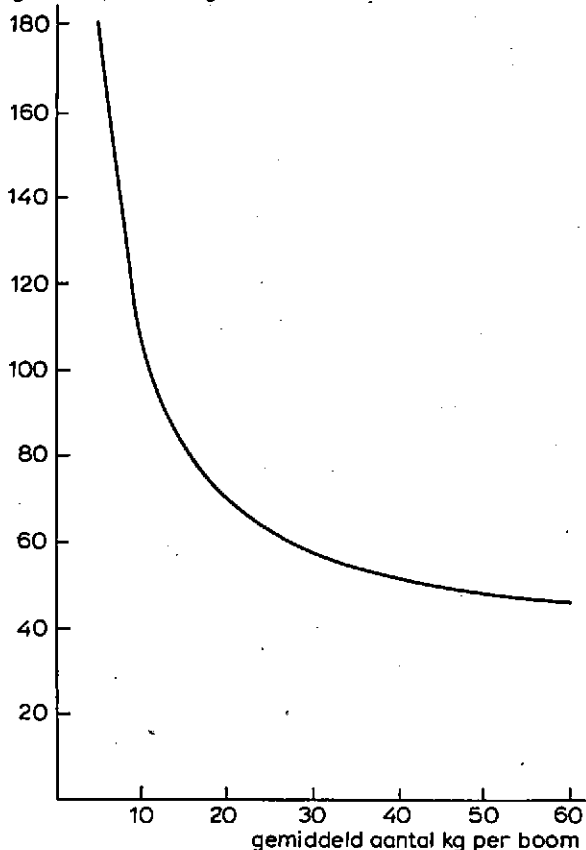




Foto 4.  
De Schaumann  
boomschudder  
met telemetrische  
apparatuur.

Photo 4.  
The Schaumann  
tree-shaker with  
telemetric  
apparatus.

guldens per 100 kg eikels



Kostenverloop per 100 kg bij toenemend aantal kg eikels per boom (Ede-De Klomp).

Cost curve per 100 kg with increasing number of kg acorns per tree (Ede-De Klomp).

geen schade aan de bast toegebracht. Schade aan de kroon is, vooral bij naalddhout, een veel voorkomend euvel. Vooral de topscheut en de verse loten bovenin de kroon breken vaak af. Bij elk komt deze schade vrijwel niet voor. Voorkómen van deze schade is moeilijk, maar een korte schudduur van niet langer dan 10 seconden kan de schade aan de kroon wel beperken. Eventueel kan het schudden herhaald worden nadat de boom helemaal tot rust is gekomen. Verder onderzoek naar het beperken van schade is gewenst.

#### Conclusies

- Het gebruik van een boomschudder verruimt de mogelijkheden van oogst van boomzaden, vermijdt gevaarlijk werk en voorkomt een onzekere herkomst.
- De kosten van het oogsten van kegels met een boomschudder liggen ongeveer gelijk of lager dan die van traditionele methoden.
- De kosten van het oogsten van eikels met de boomschudder (ca. f 1/kg) zijn hoger dan willekeurig door particulieren verzamelde eikels (f 0,25- f 0,50/kg). Wil men echter een gewaarborgde herkomst van het eikenzaaigoed dan mag worden aangenomen dat de kosten van het schudden ongeveer gelijk zijn aan die van het rapen.
- Zaadopstanden dienen vrij gehouden te worden van ondergroei en na dunningen moet het tak- en top hout verkleind worden met een slagmaaler als er een zaadjaar verwacht wordt.

- Het is gebleken dat de Van de Munckhofschudder en de Schaumannschudder elkaar niet veel ontlopen op technisch gebied. De Schaumannschudder voldoet ergonomisch en arbeidsorganisatorisch beter.
- Het schudden van fijnspar, douglas en lariks verloopt redelijk. Bij Pinus soorten zijn de opbrengsten veel lager. Zaden van zowel eik als beuk zijn goed mechanisch te oogsten.
- Onderzoek naar het voorkómen van tak- en topbreuk is gewenst.

## Literatuur

- Bergman, A., 1972. Maskinell nedskakning av grankott. Skogseko 4.
- Chappall, T. W. 1968. Harvesting pine cones with mechanical tree shakers. Forest Engineering Conference Proceedings (65, 68).
- Koster, R., en G. N. Spaarkogel. 1965. Veilig klimmen. Ned. Bosb. Tijdschr. 37 (11): 374-383.
- Korte meded. Stichting Bosbouwproefstation "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 75.
- Vries, J. P. de, en C. Werkhoven. 1975. Het mechanisch oogsten van kegels. Intern rapport "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 76.

## Kostenberekening voor beide machines

In de tabel zijn de gegevens en de resultaten van een kostenvergelijking weergegeven. De afschrijving is gebaseerd op aanschafwaarde. De rente is berekend over het gemiddeld geïnvesteerd vermogen (= helft van de aanschafwaarde).

	Van de Munckhof	Schaumann
aanschafprijs <i>f / price Dfl</i>	15.000,—	25.000,—
levensduur/ <i>yr / machine life / yr</i>	5	5
rentevoet/ <i>interest rate</i>	9%	9%
aantal draaluren/ <i>yr</i>	400	400
<i>machine hours / yr</i>	6	5
benodigd personeel bij gebruik dekzellen incl. chauffeur <i>number of persons when using tarpaulins incl. driver</i>		
uurloon per man incl. soc. lasten <i>wages per man incl. social costs</i>	18,—	18,—
<hr/>		
kosten/uur/ <i>costs/hr:</i>		
afschrijving/ <i>depreciation</i>	7,50	12,50
rente/ <i>interest</i>	1,69	2,81
reparatie/onderhoud 100% van de afschrijving <i>repairs/maintenance = 100% of depreciation</i>	7,50	12,50
	+	
uurkosten machine/ <i>hour costs machine</i>	16,69	27,81
trekker/ <i>tractor (50 pk)</i>	15,—	15,—
loonkosten/ <i>wages</i>	108,—	90,—
dekzellen/ <i>tarpaulins</i>	2,—	2,—
	+	
totaal/ <i>total</i>	141,69	134,81
afgerond/ <i>rounded off</i>	142,50	135,—
<hr/>		
tijd per boom min. incl. 40% alg. tijd <i>time per tree (min.) incl. 40% total allowance</i>	4,52	4,49
kg/boom/ <i>kg/tree</i>	10	10
kosten/kg <i>f / costs/kg Dfl</i>	1,07	1,01