

D.W. de Hoop

ONDERZOEK NAAR DE RENTABILITEIT VAN
"SHORT ROTATION FORESTRY"
IN RELATIE MET DE ENERGIEPRIJS

Interne Nota 223

Landbouw-Economisch Instituut
Afdeling Landbouw

De fossiele energie is sinds 1973 sterk in prijs gestegen. Tevens dreigt er bij een zelfde trendmatige stijging van het verbruik op middellange termijn een aanbodstekort te ontstaan.

Naar aanleiding van deze ontwikkelingen wordt er gezocht naar alternatieve energiebronnen. Eén mogelijkheid, die zich dan aandient is het gebruik van de zonne-energie d.m.v. plantengroei. De plant zet d.m.v. fotosynthese zonne-energie om in plantaardig materiaal. Uit energetisch oogpunt heeft deze omzetting een rendement van maximaal 2%. Onderzoek wordt verricht om deze omzettingsefficiëncy te verbeteren.

In deze studie wordt nagegaan of er mogelijkheden zijn tot het verbouwen van hout met een korte omlooptijd. Dit hout zal energie leveren ter vervanging van fossiele energie. In Nederland wordt gedacht aan houtsoorten als populier en els. Door verbetering van de soort en betere teelttechnieken hoopt men snelgroeiende gewassen te krijgen.

De probleemstelling in deze studie is als volgt: bij welke energieprijs kan het verbouwen van hout concurreren met akkerbouw- of veehouderijprodukten. Of wel: bij welke energieprijs en bij welke produktie van hout per ha per jaar is "short rotation forestry" rendabel?

Opzet van het onderzoek

Een verhoging van de energieprijs heeft invloed op de rentabiliteit in de landbouw. Om vergelijking van de rentabiliteit in de landbouw met de rentabiliteit van houtproduktie mogelijk te maken, zullen vooreerst de gevolgen van een verhoging van de energieprijs op de landbouw bekeken moeten worden.

Vervolgens worden bij de verschillende energieprijzen en houtprodukties 1) de opbrengsten en kosten berekend. Hieruit volgt het netto-overschot, waardoor vergelijking met de landbouw mogelijk is.

Invloed van verhoging van de energieprijs op de landbouw

De landbouw maakt in toenemende mate gebruik van fossiele energie door het gebruik van b.v. stikstof, gewasbeschermingsmiddelen, dieselolie, elektriciteit. Berekeningen van Lange geven het energieverbruik in de Nederlandse landbouw. Zowel het directe als het indirecte energieverbruik worden gegeven (tabel 1).

1) Houtproduktie in tonnen droge stof.

Tabel 1. Energieverbruik in de akkerbouw en de veehouderij (incl. bio-industrie) in 1970 in TJ

| | Akkerbouw | Veehouderij |
|--|-----------|-------------|
| Directe energie voor trekkers + motoren | 5540 | 6710 |
| Indirecte energie voor trekkers + werktuigen | 2957 | 3581 |
| Elektrische energie | 1000 | 3749 |
| Verwarming | 335 | 5702 |
| Vervoer brandstoffen + indirecte productie | 2576 | 5442 |
| Kunstmest | 18820 | 41282 |
| Bestrijdingsmiddelen | 636 | 68 |
| Totaal | 31864 | 66534 |
| Energieverbruik per ha | 0,0461 | 0,0484 |

Het energieverbruik per ha in de akkerbouw is 46,1 GJ en in de veehouderij (incl. bio-industrie) 48,4 GJ. Gaan we uit van een energieprijs van f 20,- per GJ, dan zijn de energiekosten per ha in de akkerbouw en veehouderij resp. f 220,- en f 231,-. Stellen we de gemiddelde kosten per ha in de akkerbouw in 1975/76 op f 4000,-, dan bedragen de energiekosten 5,5% van de kosten. In de rundveehouderij bedraagt het percentage van de energiekosten in verhouding tot de totale kosten per ha (= f 6000,-) 3,9%.

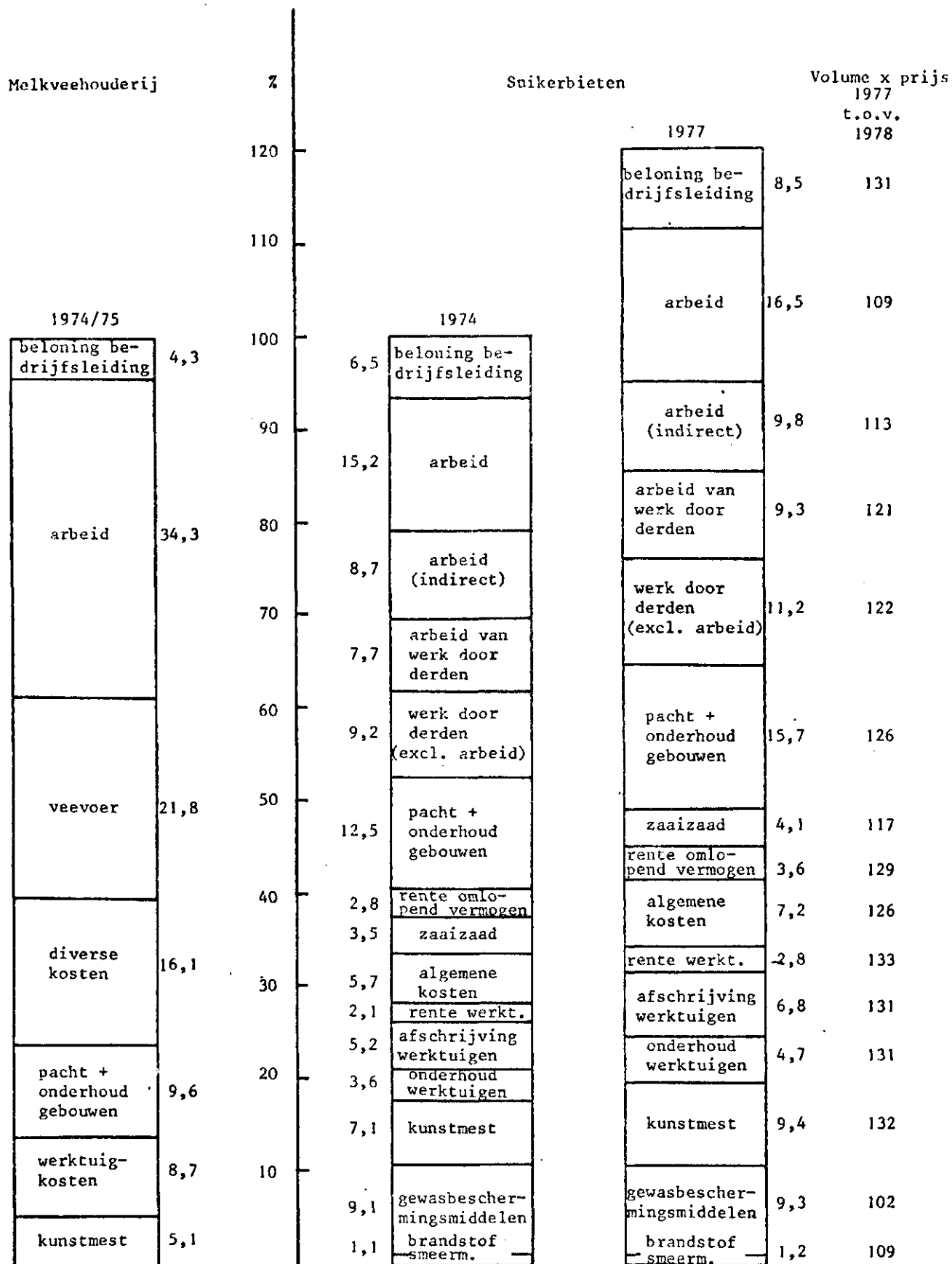
Een verdubbeling van de energieprijs leidt tot een hogere kostprijs in de landbouw van (bij gelijke input-output verhoudingen) 5,5% in de akkerbouw en 3,9% in de rundveehouderij.

Oskam en Smit hebben d.m.v. een input-output model berekend wat de effecten zijn van een 10% prijsverandering van energie op de kost- en afzetprijzen van de landbouw en toeleverende en verwerkende industrie (op grond van gegevens van 1970).

Tabel 2. Effect in procenten van een 10% prijsverandering van energie op de kostprijzen en afzetprijzen van de bedrijfstakken in 1970

| Bedrijfstak | Effect |
|----------------------------------|--------|
| akkerbouw | 0,40 |
| melkveehouderij | 0,35 |
| zuivelindustrie | 0,56 |
| vleesindustrie | 0,47 |
| graanverwerkende industrie | 0,51 |
| bloemverwerkende industrie | 0,45 |
| aardappelmeel- + suikerindustrie | 0,54 |

Figuur 1. Kostenstructuur van resp. de veehouderij en de teelt van suikerbieten (gegevens Scholtz)



Uit tabel 2 blijkt dat bij een verdubbeling van de energieprijis, bij gelijke input-output relaties, de toeleverende en verwerkende industrie te maken krijgen met een ongeveer 5% hogere kostprijs.

Er is sinds 1973 een sterke stijging van de energieprijis opgetreden nl. met ongeveer 100% t.o.v. 1976. Lange heeft berekend dat door deze stijging de kosten in de akkerbouw en veehouderij (excl. bio-industrie) met resp. f 120,- en f 65,- per ha toegenomen zijn. Uitgaande van een energieprijisstijging van 100% t.o.v. 1976 zal dit betekenen aan extra kosten voor akkerbouw en veehouderij van resp. f 240,- en f 130,- per ha.

Figuur 1 geeft een overzicht van de kostenstructuur van een melkveehouderijbedrijf (Noordelijk Klei- en Veenweidegebied) en van de produktiekosten van suikerbieten. De arbeidskosten nemen een groot deel voor hun rekening. Door mechanisering en hogere produktie per ha tracht men de arbeidskosten per eenheid produkt te verlagen. Dit proces gaat gepaard met een sterke toename van fossiele energie.

Bij een snelle toename van de energieprijis zal de landbouw zich aanpassen aan de veranderde omstandigheden (er is geen vaste input-output verhouding). Wordt de energie in verhouding tot andere inputs duurder, dan zal er geprobeerd worden om energie te besparen. We zullen dit aantonen m.b.v. het kunstmestgebruik. Het energieverbruik d.m.v. kunstmest bedraagt in de akkerbouw en veehouderij resp. 59% en 62% van het totale energieverbruik (tabel 1). Uit het handboek voor de rundveehouderij (1974) halen we de gegevens voor tabel 3.

Tabel 3. Gemiddelde stikstofeffect op klaverarm grasland

| Kg N/ha/jaar | Zetmeelwaarde (netto) per kg N | | |
|--------------|--------------------------------|------|------|
| | klei | veen | zand |
| 0 - 100 | 7 | 7 | 7 |
| 100 - 200 | 7 | 6 | 7 |
| 200 - 300 | 5 | 4 | 6 |
| 300 - 400 | 3 | 2 | 4 |

De huidige prijs van 1 kg N is f 1,33. Bij een toename van de energieprijis met 100% zal de stikstofprijis met ongeveer 25% stijgen. Bij overigens gelijk blijvende omstandigheden zal het economisch optimum betreffende de stikstofgift op veen verschuiven naar het gebruik van minder stikstof. Bij de huidige stikstofprijis zal de stikstofgift per ha tussen 200 en 300 kg N een extra opbrengst geven van f 140,-. Bij een hogere stikstofprijis (+ 25%) zal deze extra opbrengst niet opwegen tegen de extra kosten. (Verondersteld is een opbrengstprijis van f 0,35 per kg ZW.)

Ook aan de hand van een lineaire programmering, uitgevoerd door Beumer en Schneider, zien we dat het gezinsbedrijf met 250 kg N per ha (zie tabel 4) een hogere arbeidsopbrengst heeft dan het bedrijf met 400 kg N (tabel 5). In deze situatie waar men 250 kg N strooit i.p.v. 400 kg N wordt stikstof gesubstitueerd door grond (4,14 ha)¹⁾. Bij een stijging van de stikstofprijs zal deze tendens zich versterkt voortzetten.

Bij een hogere energieprijs zal de concurrentie om de grond toenemen, hetgeen tot uiting komt in een hogere grondprijs. Bij de berekening van de rentabiliteit van houtproduktie zullen we dan ook uitgaan van een hogere pacht per ha als gevolg van hogere energieprijzen.

Gezien vanuit macro-economisch gezichtspunt zal een minder intensieve produktie (minder kunstmest) leiden tot een lagere landbouwproduktie, hetgeen zijn gevolgen zal hebben op de prijzen. Het zal van de buitenlandse produktie, overschotsituaties, algemene economische ontwikkeling e.d. afhangen of de prijs van de landbouwproduktie (sterk) zal stijgen. Er vindt dus ook een verandering plaats van de prijs van de produkten.

Voor deze studie is het van niet zo veel belang om deze veranderingen exact, zo het al mogelijk is, te berekenen, daar:

- de energiekosten een klein deel van de kostprijs van de landbouw bedragen;
- er veranderingen in de prijs van de produkten af-boerderij ontstaan, zodat de rentabiliteit in de landbouw, als gevolg van een energieprijsstijging, niet sterk zal wijzigen.

Berekening van de rentabiliteit van "short rotation forestry"

Er zijn nog weinig experimentele gegevens bekend omtrent "short rotation forestry". Wat zijn de kosten en opbrengsten? We zullen een schatting maken van de kosten en opbrengsten bij verschillende produktieniveaus (in tonnen per ha per jaar) en bij meerdere energieprijzen. Er wordt vanuit gegaan dat de energie uit hout wordt omgezet in elektrische energie.

De kosten

Van Boven geeft in zijn artikel een benadering van de kosten van de teelt van snelgroeïende populier. Hij maakt deze schatting bij een aanplant van resp. 4000 en 30000 stekken per jaar. Deze cijfers zijn aangepast aan de probleemstelling van dit onderzoek. Tevens waren enkele kosten te laag geschat.

1) Er wordt 4195 kg N minder en 4,14 ha grond meer gebruikt.

Tabel 4. Bedrijfsplannen in geval van een gezinsbedrijf (1.3 v.a.k.) met een arbeidsaanbod van 3000 uur per jaar bij een gegeven oppervlakte. Variabel aantal melkkoeien, melkproductie van 5000 kg en methode P1M8 bij het melken (Prijzen van 1975/76)

| Bij 250 kg N per ha | Plan 1 | Plan 2 | Plan 3 | Plan 4 | Plan 5 | Plan 5 |
|--|---------|---------|---------|---------|---------------|--|
| Bedrijfsgegevens | | | | | optimaal plan | extra kosten door energieprijsverhoging van 100% |
| Aantal melkkoeien | 35,24 | 44,05 | 52,86 | 61,66 | 68,74 | |
| Aantal g.v.e. | 44,05 | 55,87 | 66,08 | 77,08 | 85,90 | |
| Oppervlakte grasland in ha | 20,00 | 25,00 | 31,00 | 35,00 | 39,01 | |
| N per ha | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | |
| Maaipercantage | 148 | 148 | 148 | 148 | 148 | |
| Kg droge stof uit ruwvoer per g.v.e. per staldag | 8,7 | 8,7 | 8,7 | 8,7 | 8,7 | |
| Arbeidsaanbod in uren tijdens werkdagen | 2785 | 2785 | 2785 | 2785 | 2785 | |
| Resterende uren voor algemeen werk | 1481 | 1272 | 1064 | 856 | 685 | |
| Bedrijfsresultaten in gld. | | | | | | |
| Opbrengsten | 110.292 | 137.864 | 165.437 | 193.009 | 215.416 | |
| Kosten: | | | | | | |
| meststoffen | 6.000 | 7.500 | 9.000 | 10.500 | 11.704 | + 25% |
| rente levende inventaris | 5.884 | 7.355 | 8.826 | 10.298 | 11.479 | |
| veearts, dekgeld, fokveren. enz. | 7.470 | 9.337 | 11.215 | 13.072 | 14.572 | |
| strooisel | 282 | 352 | 423 | 493 | 550 | |
| voeraankopen incl. opfokkosten kalveren | 20.014 | 25.018 | 30.021 | 35.025 | 39.043 | + 5% |
| loonwerk | 12.245 | 15.306 | 18.367 | 21.428 | 23.886 | + 5% |
| bedrijfsverzorger | 6.250 | 6.250 | 6.250 | 6.250 | 6.250 | |
| grond | 8.000 | 10.000 | 12.000 | 14.000 | 15.604 | |
| gebouwen incl. sleufsilos | 20.837 | 24.306 | 27.756 | 31.205 | 33.975 | + 5% |
| werktuigen | 17.995 | 18.135 | 18.270 | 18.410 | 18.545 | + 5% |
| algemeen | 3.500 | 4.400 | 5.300 | 6.200 | 6.900 | + 10% |
| Totale kosten incl. arbeid | 108.497 | 127.959 | 147.418 | 166.881 | 182.518 | |
| Arbeidsopbrengst per bedrijf | 1.795 | 9.903 | 18.019 | 26.128 | 32.638 | |
| Arbeidsopbrengst per man | 1.380 | 7.619 | 13.860 | 20.098 | 25.106 | |
| Arbeidsopbrengst per ha | | | | | 837 | 596 |

Tabel 5. Bedrijfsplannen in geval van een gezinsbedrijf (1,3 v.a.k.) met een arbeidsaanbod van 3000 uur per jaar, bij een gegeven oppervlakte, variabel aantal melkkoeien, melkproductie van 5000 kg en methode P1M8 bij het melken (Prijzen van 1975)

| Bij 400 kg N per ha | Plan 6 | Plan 7 | Plan 8 | Plan 9 | Plan 9 extra kosten door energieprijsver- hoging van 100% |
|---|---------|---------|---------|---------|--|
| Bedrijfsgegevens | | | | | |
| Aantal melkkoeien | 40,92 | 51,14 | 61,37 | 67,36 | |
| Aantal g.v.e. | 51,14 | 63,98 | 76,71 | 84,20 | |
| Oppervlakte grasland in ha | 20,00 | 25,00 | 30,00 | 34,87 | |
| N per ha | 400 | 400 | 400 | 400 | |
| Maaipercantage | 145 | 145 | 145 | 157 | |
| Kg droge stof uit ruwvoer per koe per staldag | 7,00 | 7,00 | 7,00 | 8,7 | |
| Arbeidsaanbod in uren tijdens werkdagen | 2785 | 2785 | 2785 | 2785 | |
| Resterende uren voor algemeen werk | 1367 | 1130 | 893 | 736 | |
| Bedrijfsuitkomsten in gld. | | | | | |
| Opbrengsten | 128.071 | 160.088 | 192.104 | 210.826 | |
| Kosten: | | | | | |
| meststoffen | 9.600 | 12.000 | 14.400 | 16.738 | 4.185 |
| rente levende inventaris | 6.833 | 8.542 | 10.250 | 11.248 | |
| veearts, dekgeld, fokveren. enz. | 8.674 | 10.843 | 13.012 | 14.280 | |
| strooisel | 327 | 409 | 491 | 539 | |
| voeraankopen incl. opfokkosten kalveren | 27.993 | 34.991 | 41.989 | 38.008 | 1.900 |
| loonwerk | 12.280 | 15.350 | 18.420 | 22.774 | 1.139 |
| bedrijfsverzorger | 6.250 | 6.250 | 6.250 | 6.250 | |
| grond | 8.000 | 10.000 | 12.000 | 13.948 | |
| gebouwen incl. sleufsilo | 22.877 | 26.832 | 30.786 | 33.373 | 1.669 |
| werktuigen | 17.940 | 18.080 | 18.230 | 18.460 | 923 |
| algemeen | 4.100 | 5.100 | 6.100 | 6.700 | 670 |
| Totale kosten (excl. arbeid) | 124.874 | 148.397 | 171.928 | 182.318 | 10.486 |
| Arbeidsopbrengst per bedrijf | 3.197 | 11.691 | 20.176 | 28.508 | 18.022 |
| Arbeidsopbrengst per man | 2.459 | 8.993 | 15.520 | 21.929 | 13.863 |
| Arbeidsopbrengst per ha | | | 817 | | 517 |

Het artikel van van Boven geeft een schatting van de kosten en opbrengsten. Verder teelttechnisch onderzoek zal nodig zijn om na te gaan welke teeltmogelijkheden er zijn en hoe hoog de produktie per ha kan worden. Hier is van de volgende teelt uitgegaan. De stekken worden het eerste jaar geplant. Na het 3e, 7e, 11e en het 15e jaar wordt geoogst. Na het 3e, 7e en 11e jaar treedt er een spontane uitloop van de stammen op. Na het 15e jaar wordt verondersteld dat nieuwe aanplant noodzakelijk is. We hebben dus te maken met een periode van 15 jaar, waarover we de kosten en opbrengsten moeten berekenen.

De kosten zijn inclusief de arbeidskosten. Er worden 15000 stekken geplant van elk 10 cent per stuk; de plantkosten zijn 6 cent per stuk. We berekenen de kosten en opbrengsten per ha. De stikstofkosten bedragen f 250,- per jaar en de kosten van kaliumbemesting wordt verondersteld eens in de vijf jaar f 165,- te bedragen. Deze bemestingskosten zijn opgenomen, alhoewel onderzoek gedaan wordt naar de vraag of deze bemesting wel noodzakelijk is. Het eerste jaar is onkruidbestrijding noodzakelijk; dit betekent een kostenpost van f 125,-.

De pacht is gesteld op f 600,- per ha. In het voorafgaande is geconcludeerd dat als gevolg van een verhoging van de energieprijs de grond in prijs zal stijgen. Een pacht van f 600,- is vrij hoog. Echter, de grond zal aan goede eisen t.a.v. bodemvruchtbaarheid en mechanisatie moeten voldoen. Tevens zal het gebruik van grond voor houtproduktie afgewogen moeten worden tegen een bestemming in de akkerbouw of veehouderij.

Het grootste deel van de kosten wordt gevormd door de oogst- en transportkosten. Van Boven gaat uit van f 10,- per m³ voor oogst- en transportkosten op het perceel (hetgeen aan de lage kant is volgens van Boven). Volgens opgave van de Heidemaatschappij zijn bij de huidige methode de totale oogst- en transportkosten f 20,- per m³ nat hout. (De kosten per m³ voor vellen en transporteren naar de chipper zijn f 10,-, voor het chippen f 5,- en voor transport f 5,-.) Daar de produktiemethode bij "short rotation forestry" sterk afwijkt van de huidige methoden zullen ook andere methoden van oogst en transport mogelijk zijn, waardoor de kosten per m³ minder kunnen zijn. Ook de afstand naar de elektriciteitscentrale is nog onbekend. We zullen hier uitgaan van f 75,- per ton droge stof voor oogst- en transportkosten. (Verondersteld is dat 5 m³ nat hout = 1 ton droge stof.) Om de grote invloed van de oogst- en transportkosten op het uiteindelijk resultaat zichtbaar te maken zijn ook berekeningen gemaakt bij f 50,- en f 25,- per ton droge stof.

We hebben hiermede het kostenverloop voor de periode van 15 jaar. Om de opbrengsten en kosten met elkaar te kunnen vergelijken moeten we deze grootheden in een contante waarde weergeven. We doen dit t.o.v. het 1e jaar met behulp van een rentevoet van 5%. De opbouw van de kosten wordt weergegeven in tabel 6.

Tabel 6. Het kostenverloop per ha van "short rotation forestry" voor een periode van 15 jaar met een produktieomvang van 10 ton per jaar

| Jaar | Pacht | Onkruid- bestrij- ding | Planten + stek- materiaal | Bemesting $\frac{N}{K}$ | Totaal | Contante waarde (5%) | Oogst + transport (f 50/ton) | Contante waarde oogst + transport | Totale contante kosten |
|--------|-------|------------------------------|---------------------------------|----------------------------|--------|----------------------------|------------------------------------|--|------------------------------|
| 1 | 600 | 125 | 2400 | 250 | 165 | 3540 | | | |
| 2 | 600 | | | 250 | | 850 | | | |
| 3 | 600 | | | 250 | | 850 | 1500 | 1296 | |
| 4 | 600 | | | 250 | | 850 | | | |
| 5 | 600 | | | 250 | 165 | 1015 | | | |
| 6 | 600 | | | 250 | | 850 | | | |
| 7 | 600 | | | 250 | | 850 | 2000 | 1421 | |
| 8 | 600 | | | 250 | | 850 | | | |
| 9 | 600 | | | 250 | | 850 | | | |
| 10 | 600 | | | 250 | 165 | 1015 | | | |
| 11 | 600 | | | 250 | | 850 | 2000 | 1169 | |
| 12 | 600 | | | 250 | | 850 | | | |
| 13 | 600 | | | 250 | | 850 | | | |
| 14 | 600 | | | 250 | | 850 | | | |
| 15 | 600 | | | 250 | | 850 | 2000 | 962 | |
| Totaal | | | | | | 11622 | | 4848 | 16470 |

Verondersteld wordt dat bij een hogere produktie per ha per jaar alleen de oogst- en transportkosten zullen stijgen: de overige kosten blijven gelijk. Als de energieprijs met 100% toeneemt, zullen de kosten van grond, bemesting en oogst- en transportkosten toenemen (+ 10% van de totale kosten). In tabel 7 worden de totale contante kosten weergegeven bij produkties per ha per jaar van resp. 10, 20, 30, 40 en 50 ton.

Tabel 7. De contante waarde van de kosten per ha van "short rotation forestry" voor een periode van 15 jaar bij variërende produktie en energieprijs, waarbij de oogst- en transportkosten resp. f 50,-, f 25,- en f 75,- per ton bedragen

| Produktie per ha per jaar | Totale contante kosten per ha over 15 jaar | | | | | |
|---------------------------------|--|----------------------|---|-------|---|-------|
| | oogst- + transport- kosten = f 50,-/ton | | oogst- + trans- portkosten = f 25,-/ton | | oogst- + trans- portkosten = f 75,-/ton | |
| | huidige | 100% hogere | | | | |
| | energie- prijs I | energie- prijs II | I | II | I | II |
| 10 ton | 16470 | 18117 | 14046 | 15451 | 18894 | 20783 |
| 20 ton | 21318 | 23450 | 16470 | 18117 | 26166 | 28783 |
| 30 ton | 26166 | 28783 | 21318 | 23449 | 33438 | 36782 |
| 40 ton | 31014 | 34115 | 26166 | 28782 | 40710 | 44781 |
| 50 ton | 35862 | 39448 | 31014 | 34115 | 47982 | 52780 |

Opbrengsten

De energie van hout wordt d.m.v. verbranding omgezet in elektrische energie. De opbrengst per ton hout bestaat dus uit het aantal kwh's, dat geleverd wordt door 1 ton hout. Volgens het artikel "Study of economic aspect of energy from biomass concept" bevat 1 ton hout 16 GJ. (In andere studies wordt uitgegaan van 20 GJ per ton; dit lijkt minder waarschijnlijk, daar de houtsoorten die bij "short rotation forestry" gebruikt worden een lagere energiewaarde hebben.)

De omzetting van energie in hout naar elektrische energie gaat gepaard met grote omzettingsverliezen. Het rendement van de omzetting is 35%. Een ton hout levert dus 5,6 GJ in de vorm van elektrische energie. Daar 1 kwh = 3,6 MJ levert 1 ton hout 1556 kwh.

Volgens opgave van de KEMA was de uitsplitsing van de gemiddelde opbrengstprijis (= kostprijis) van 1 kwh in 1976 als volgt:

| | |
|--------------------------------------|------------------|
| - brandstofkosten | 5,3 cent |
| - produktiekosten (= kapitaalkosten) | 2,0 cent |
| - distributiekosten | 3,5 cent |
| - algemene kosten | 0,7 cent |
| - 1 kwh | <u>11,5 cent</u> |

De brandstofkosten voor de elektriciteitscentrales bedroegen in 1976:

- stookolie f 22,- per Gcal
- gas f 20,- per Gcal
- kolen f 15,- per Gcal

De produktiekosten zijn bij het gebruik van een kolencentrale 12,5% hoger, zodat bij een zelfde opbrengstprijis per kwh de brandstofkosten 5,05 cent mogen bedragen. Ook voor een houtcentrale zullen deze produktiekosten hoger liggen, zodat we voor de brandstofkosten 5 cent per kwh rekenen.

Een energieprijisverhoging van resp. 50, 100 en 200 procent zal de brandstofprijis doen oplopen tot resp. 7,5, 10 en 15 cent per kwh.

Tabel 8 geeft de bruto-opbrengst per ha bij een houtproduktie per ha van resp. 10, 20, 30, 40 en 50 ton en een energieprijis van resp. 7,5, 10 en 15 cent per kwh.

Tabel 8. Bruto-opbrengst bij variërende houtprodukties bij omzetting van hout in elektrische energie

| Brandstofprijis van 1 kwh | Bruto-opbrengst van hout | | | | |
|------------------------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | bij 10 ton | bij 20 ton | bij 30 ton | bij 40 ton | bij 50 ton |
| 7,5 cent | 1167 | 2334 | 3501 | 4668 | 5835 |
| 10,0 cent | 1556 | 3112 | 4668 | 6224 | 7780 |
| 15,0 cent | 2334 | 4668 | 7002 | 9336 | 11670 |

Daar we uitgaan van een periode van 15 jaar, moeten we de contante waarde van de bruto-opbrengst per ha over deze periode berekenen (tabel 9). Er wordt na het 3e, 7e, 11e en 15 jaar geoogst.

Tabel 9. De contante waarde van de bruto-opbrengst per ha voor de periode van 15 jaar bij omzetting van hout in elektrische energie (rentevoet = 5%)

| Brandstofprijis van 1 kwh | Contante waarde van bruto-opbrengst (15 jaar) | | | | |
|------------------------------|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | bij 10 ton/ ha/jaar | bij 20 ton/ ha/jaar | bij 30 ton/ ha/jaar | bij 40 ton/ ha/jaar | bij 50 ton/ ha/jaar |
| 7,5 cent | 11316 | 22632 | 33948 | 45264 | 56580 |
| 10,0 cent | 15088 | 30176 | 45264 | 60352 | 75440 |
| 15,0 cent | 22632 | 45264 | 67869 | 90528 | 113160 |

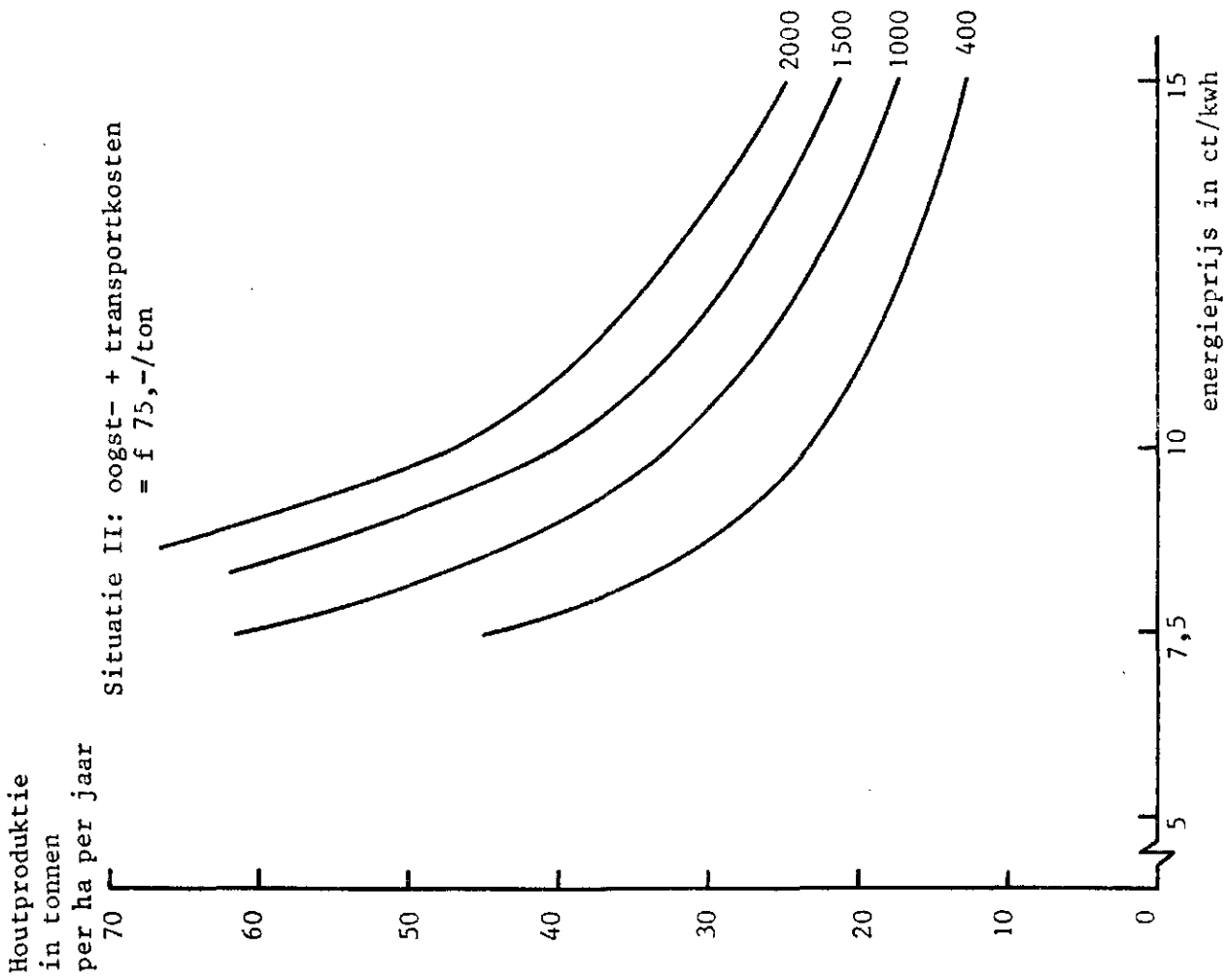
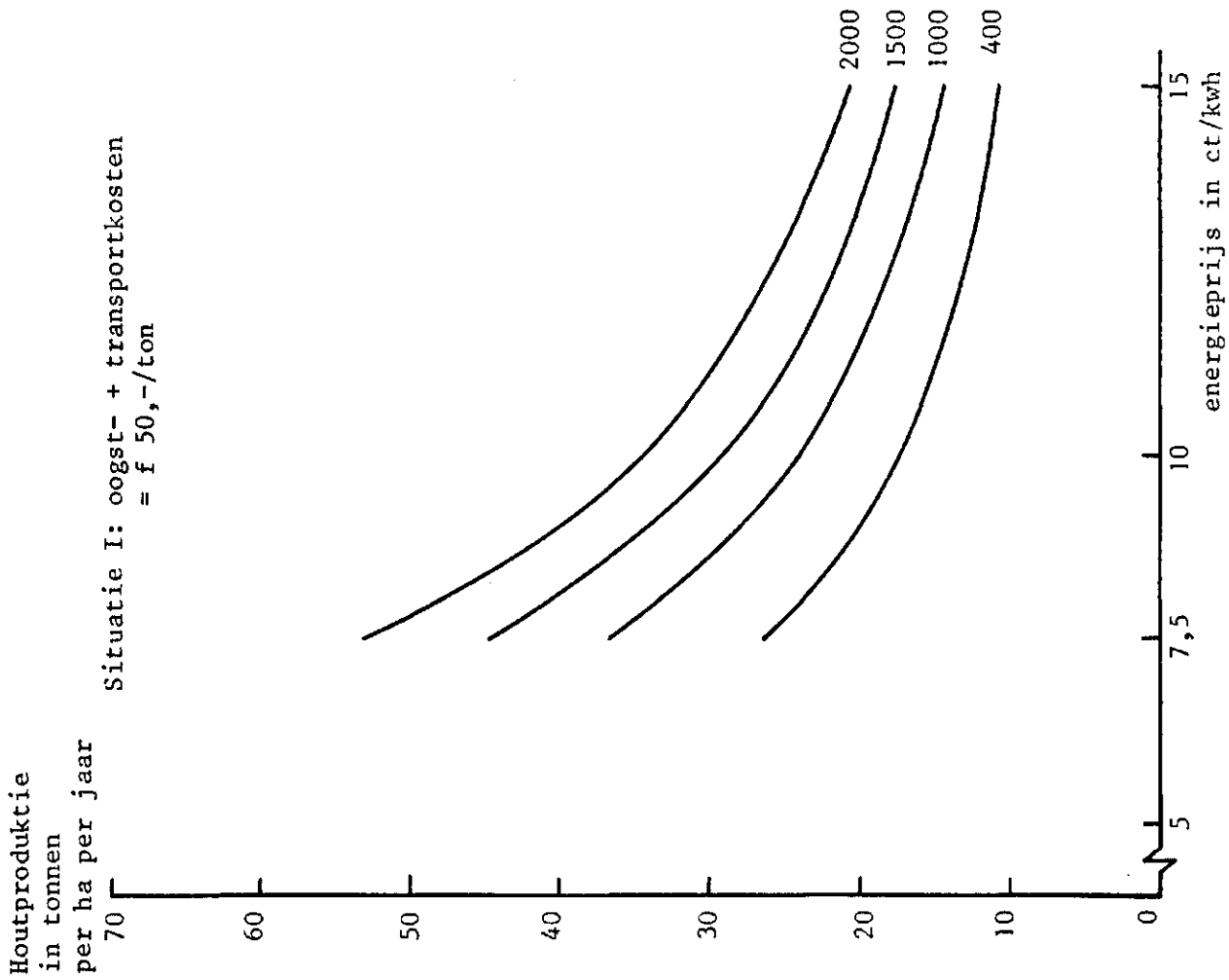
Netto-overschot

We kunnen nu de contante waarde van het netto-overschot berekenen door de kosten van de opbrengsten af te trekken (tabel 10). Tevens is in deze tabel de gemiddelde contante waarde van het netto-overschot per jaar gegeven. Deze berekeningen zijn gemaakt t.a.v. verschillende oogst- en transportkosten nl. f 50,- per ton, f 25,- per ton en f 75,- per ton. Deze kosten hebben een grote invloed op het netto-overschot.

Tabel 10. De contante waarde van het netto-overschot per ha van "short rotation forestry" bij variërende energieprijzen, produktieniveau en kosten van oogst en transport

| Houtproduktie in tonnen per ha per jaar | Contante waarde netto- overschot (15 jaar) | | | Netto-overschot per jaar | | |
|--|---|--------|--------|---|--------|--------|
| | bij een brandstofprijs van 1 kwh van | | | bij een brandstofprijs van 1 kwh van | | |
| | 7,5 ct. | 10 ct. | 15 ct. | 7,5 ct. | 10 ct. | 15 ct. |
| bij oogst- en transportkosten = f 50,- per ton | | | | | | |
| 10 | -5977 | -3029 | 2868 | -576 | -292 | 276 |
| 20 | 248 | 6726 | 19682 | 24 | 648 | 1896 |
| 30 | 6474 | 16482 | 36470 | 624 | 1588 | 3513 |
| 40 | 12700 | 26237 | 53311 | 1224 | 2528 | 5136 |
| 50 | 18925 | 35992 | 70126 | 1823 | 3467 | 6758 |
| ----- | | | | | | |
| bij oogst- en transportkosten = f 25,- per ton | | | | | | |
| 10 | | 363 | | | 35 | |
| 20 | | 12059 | | | 1162 | |
| 30 | | 21815 | | | 2102 | |
| 40 | | 31570 | | | 3041 | |
| 50 | | 41325 | | | 3981 | |
| ----- | | | | | | |
| bij oogst- en transportkosten = f 75,- per ton | | | | | | |
| 10 | -8523 | -5695 | 41 | -821 | -549 | 4 |
| 20 | -4842 | 1919 | 13865 | -467 | 185 | 1336 |
| 30 | -1162 | 8482 | 27743 | -112 | 817 | 2673 |
| 40 | 2519 | 15571 | 41676 | 243 | 1500 | 4015 |
| 50 | 6199 | 22660 | 55582 | 597 | 2183 | 5355 |

Het netto-overschot per jaar (tabel 10) geeft een stroom van netto-overschotten weer, in de periode van 15 jaar. Figuur 2 geeft voor 2 situaties iso-netto-overschot-curven. Situatie 1 geeft curven weer met gelijke netto-overschot per jaar waarbij de oogst- en transportkosten in de uitgangssituatie f 50,- per ton bedragen. In



situatie II zijn de oogst- en transportkosten f 75,- per ton. Er zijn curven getekend voor een netto-overschot per jaar van resp. f 400,-, f 1000,-, f 1500,- en f 2000,-. Er treden aanzienlijke verschillen op als gevolg van vermeerdering van 50% van de oogst- en transportkosten (situatie I in vergelijking met situatie II)

Conclusie

Kan "short rotation forestry" concurreren met andere gebruiksmogelijkheden van de grond? In tabel 11 (overgenomen uit Landbouwcijfers 1977) worden de resultaten van weide- en akkerbouwbedrijven gegeven ingedeeld naar regio en naar grootte van de bedrijven. We moeten er tevens rekening mee houden dat binnen deze indeling een grote spreiding optreedt betreffende de bedrijfsresultaten. De gegevens over het boekjaar 1975/76 zijn overgenomen uit "Bedrijfsuitkomsten in de landbouw".

De resultaten van de weidebedrijven laten een negatief netto-overschot per ha zien, zowel voor de grotere bedrijven en de kleinere bedrijven. Voor de grotere weidebedrijven varieert het netto-overschot per ha de laatste jaren van -500 tot -1000 gulden, voor de kleinere weidebedrijven van -1400 tot -2100 gulden. Ook de arbeidsopbrengst van de ondernemer per bedrijf vertoonde t.a.v. de jaren 1973/74 en 1974/75 een daling, terwijl er in 1975/76 een verbetering optrad.

De resultaten op de akkerbouwbedrijven laten een beter resultaat zien. Voor de grotere bedrijven is het netto-overschot per ha steeds positief. Voor de kleinere bedrijven geldt deze conclusie niet: hier een negatief netto-overschot per ha. De arbeidsopbrengst per ondernemer is de laatste jaren hoog, behalve op de kleinere bedrijven.

Zal de boer hout gaan produceren, wanneer deze produktie een hoger netto-overschot per ha oplevert? Dit zal van verschillende factoren afhankelijk zijn, waarvan de voornaamste zijn:

- het arbeidsaanbod. Op kleinere bedrijven waar genoeg arbeid is, zal de boer moeilijker overgaan naar de minder arbeidsintensieve houtproduktie. Uitbreiding van het bedrijf door grondaankopen is vaak zeer moeilijk;
- de vaste kosten. Een groot deel van de kosten in de landbouw zijn vaste kosten, met name in de veehouderij (gebouwen, machines). De akkerbouw is flexibeler t.a.v. de gewassenkeuze, daar er minder vaak kosten zijn.

We kunnen concluderen, dat bij toenemende energieprijzen en bij mogelijkheden tot hoge houtproducties per ha, "short rotation forestry" tot de economische mogelijkheden voor de boer behoort. Zoals we boven gezien hebben, zal een overgang tot "short rotation forestry" gepaard moeten gaan met grote bedrijfsstructurele aanpassingen, betreffende o.a. de oppervlakte, aard van de machines, gebruik van loonwerk. Tevens moeten we er mee rekening houden dat

de produktiviteitsverbetering in de landbouw zich zal voortzetten. Op grond van deze factoren is het onvoldoende om alleen een vergelijking te maken van het netto-overschot van resp. de veehouderij en de akkerbouw met het netto-overschot van "short rotation forestry".

Uit de weinige experimentele gegevens omtrent "short rotation forestry" blijkt, dat de maximale houtproduktie per ha per jaar rond de 20 ton ligt. Uit figuur 2 blijkt, dat deze houtproduktie rendabel zal zijn als de energieprijs sterk zal stijgen. Het teelttechnisch onderzoek zal moeten uitwijzen of er mogelijkheden zijn tot hogere produkties.

Tabel 11. Resultaten (op pachtbasis) van weide- en akkerbouwbedrijven

a. Weidebedrijven

| | Gemiddelde oppervlakte in ha | Opbrengst in gld. per ha | Netto- overschot in gld. per ha | Arbeidsopbrengst onder- nemer in gld. per bedrijf | |
|---|------------------------------------|--------------------------------|--|--|---------|
| | | | | gem. | mediaan |
| Grotere bedrijven | | | | | |
| Noordelijk kleiweidegebied (1 en 3) | | | | | |
| 1970/'71 | 26,9 | 3659 | - 79 | 16800 | |
| 1971/'72 | 26,86 | 4392 | 291 | 30950 | 31150 |
| 1972/'73 | 27,24 | 4779 | 385 | 38050 | 34900 |
| 1973/'74 | 27,63 | 5012 | - 114 | 28450 | 27950 |
| 1974/'75 | 29,20 | 5214 | - 621 | 22600 | 24150 |
| 1975/'76 | | | - 552 | 30250 | |
| Noordelijk veenweidegebied (2) | | | | | |
| 1970/'71 | 29,0 | 3513 | - 46 | 19650 | |
| 1971/'72 | 31,07 | 4027 | 432 | 37150 | 34850 |
| 1972/'73 | 28,19 | 4666 | 297 | 35300 | 34050 |
| 1973/'74 | 28,17 | 5124 | - 21 | 31350 | 29600 |
| 1974/'75 | 28,51 | 5323 | - 476 | 25150 | 26000 |
| 1975/'76 | | | - 718 | 26487 | |
| Westelijk weidegebied (4) | | | | | |
| 1970/'71 | 22,3 | 4934 | - 416 | 13150 | |
| 1971/'72 | 23,58 | 4673 | - 118 | 21300 | 20700 |
| 1972/'73 | 23,55 | 5370 | 64 | 29300 | 27150 |
| 1973/'74 | 22,29 | 5693 | - 445 | 23350 | 21950 |
| 1974/'75 | 23,85 | 5640 | -1142 | 12850 | 12250 |
| 1975/'76 | | | - 983 | 25988 | |
| Noordelijk zandgebied (6-8) | | | | | |
| 1970/'71 | 22,8 | 3435 | - 246 | 14700 | |
| 1971/'72 | 24,76 | 3966 | 154 | 27150 | 27550 |
| 1972/'73 | 26,05 | 4369 | 179 | 30550 | 29000 |
| 1973/'74 | 26,63 | 4917 | - 178 | 25800 | 24250 |
| 1974/'75 | 28,23 | 5141 | - 760 | 18050 | 16650 |
| 1975/'76 | | | - 731 | 28169 | |
| Oost- en Centraal zandgebied (9, 10) | | | | | |
| 1971/'72 | 20,57 | 4928 | - 37 | 19650 | 20450 |
| 1972/'73 | 21,08 | 5931 | 169 | 27250 | 28150 |
| 1973/'74 | 20,53 | 6355 | - 546 | 17900 | 19000 |
| 1974/'75 | 20,57 | 7061 | -1111 | 9900 | 11800 |
| 1975/'76 | | | - 791 | 21868 | |
| Zuidelijk zandgebied (12) | | | | | |
| 1971/'72 | 21,19 | 5097 | 27 | 23200 | 19550 |
| 1972/'73 | 21,53 | 6319 | 369 | 34300 | 31350 |
| 1973/'74 | 24,30 | 6514 | - 416 | 22100 | 21750 |
| 1974/'75 | 23,46 | 7606 | - 899 | 17150 | 18100 |
| 1975/'76 | | | - 577 | 33402 | |
| Kleinere bedrijven | | | | | |
| Klei- en veengebieden (1-5) | | | | | |
| 1970/'71 | 12,1 | 3873 | - 841 | 9100 | |
| 1971/'72 | 12,25 | 4494 | - 581 | 14650 | 15250 |
| 1972/'73 | 13,13 | 4789 | - 719 | 16700 | 16400 |
| 1973/'74 | 13,17 | 4792 | -1174 | 14600 | 15400 |
| 1974/'75 | 14,21 | 4782 | -1639 | 11100 | 11150 |
| 1975/'76 | | | -1423 | 19072 | |
| Zandgebieden (6-10, 12) | | | | | |
| 1970/'71 | 10,9 | 3747 | -1164 | 7050 | |
| 1971/'72 | 10,97 | 4409 | - 645 | 13950 | 13450 |
| 1972/'73 | 11,93 | 5129 | - 649 | 17000 | 16200 |
| 1973/'74 | 11,72 | 5242 | -1236 | 13850 | 12750 |
| 1974/'75 | 12,29 | 5146 | -2155 | 7700 | 7750 |
| 1975/'76 | | | -2163 | 11473 | |

Tabel 11. (vervolg)

b. Akkerbouwbedrijven

| | Gemiddelde oppervlakte in ha | Opbrengst in gld. per ha | Netto- overschot in gld. per ha | Arbeidsopbrengst onder- nemer in gld. per bedrijf | |
|---|------------------------------------|--------------------------------|--|--|---------|
| | | | | gem. | mediaan |
| Grotere bedrijven | | | | | |
| Noordelijk zeekleigebied (1) | | | | | |
| 1970/'71 | 48,0 | 2804 | 205 | 22100 | |
| 1971/'72 | 52,18 | 2914 | 433 | 39500 | 33200 |
| 1972/'73 | 58,03 | 2980 | 434 | 44800 | 35750 |
| 1973/'74 | 55,70 | 3539 | 731 | 63400 | 49600 |
| 1974/'75 | 56,82 | 3963 | 663 | 62300 | 58400 |
| 1975/'76 | | | 806 | 67098 | |
| Veenkoloniën en Noord. zandgebied (6-8) | | | | | |
| 1970/'71 | 35,0 | 2917 | 301 | 27150 | |
| 1971/'72 | 37,18 | 2961 | 484 | 35100 | 31300 |
| 1972/'73 | 38,40 | 3019 | 385 | 34400 | 29200 |
| 1973/'74 | 39,81 | 3165 | 225 | 33650 | 33050 |
| 1974/'75 | 41,63 | 3877 | 556 | 51050 | 48300 |
| 1975/'76 | | | 6 | 35488 | |
| Droogmakerijen en IJsselm.polders (3, 4) | | | | | |
| 1970/'71 | 32,6 | 3635 | 430 | 30200 | |
| 1971/'72 | 34,13 | 3918 | 720 | 39700 | 35800 |
| 1972/'73 | 35,00 | 4733 | 1438 | 69000 | 63100 |
| 1973/'74 | 39,68 | 5016 | 1309 | 75100 | 67200 |
| 1974/'75 | 41,29 | 5020 | 885 | 63700 | 58450 |
| 1975/'76 | | | 1955 | 107748 | |
| Zuidwestelijk kleigebied (5) | | | | | |
| 1970/'71 | 42,0 | 2912 | 66 | 17750 | |
| 1971/'72 | 45,42 | 3103 | 401 | 32800 | 28500 |
| 1972/'73 | 44,42 | 4007 | 1144 | 68950 | 54700 |
| 1973/'74 | 45,17 | 3569 | 518 | 43500 | 42850 |
| 1974/'75 | 47,41 | 3470 | - 41 | 23500 | 26200 |
| 1975/'76 | | | 1106 | 81096 | |
| Kleinere bedrijven | | | | | |
| Kleigebieden (1, 5) | | | | | |
| 1971/'72 | 14,90 | 3717 | - 86 | 16300 | 13900 |
| 1972/'73 | 17,90 | 3421 | 115 | 22000 | 19900 |
| 1973/'74 | 16,50 | 3267 | -339 | 16400 | 14800 |
| 1974/'75 | 18,90 | 3522 | -405 | 17800 | 16500 |
| 1975/'76 | | | - 60 | 30856 | |
| Veenkoloniën (7) | | | | | |
| 1971/'72 | 14,70 | 3356 | -120 | 17300 | 17500 |
| 1972/'73 | 13,20 | 3810 | -374 | 16000 | 15400 |
| 1973/'74 | 16,50 | 3645 | -433 | 15100 | 15700 |
| 1974/'75 | 15,90 | 3973 | -432 | 19400 | 17200 |
| 1975/'76 | | | -727 | 16710 | |

LITERATUUR

Bedrijfsuitkomsten van de landbouw; boekjaren 1972/73 t/m 1975/76
LEI-publikatie 3.67, 1977.

Boven, B. van,
Schematische benadering van de teelt van snelgroeiende populier;
1974.

Energy requirements in the US food system,
in: Agricultural Outlook; USDA, Economic Research Service, AO-8,
1976.

Landbouwcijfers 1977,
LEI en CBS, 1977.

Lange, J.M.,
De energiehuishouding in de Nederlandse landbouw,
IMAG-publikatie 12, 1974.

Lange, J.M.,
De energiebalans van de Nederlandse landbouw,
Landbouwmechanisatie 27 (1976) 2 (februari).

Oskam, A.J. en J.G.P. Smit,
De plaats van de landbouw en voedingsmiddelenindustrie in de Neder-
landse volkshuishouding
L.H. Algemene Agrarische Economie, 1975.

The potential of energy farming in New Zealand,
D.S.I.R. Information Series No 117, 1975.

Study of the economic aspects of the energy from biomass concept,
General Technology Systems Limited, 1977.

Veranderingen in de concurrentieverhoudingen in bepaalde landbouw-
sectoren als gevolg van de nieuwe situatie op de energiemarkt
EEG-memorandum van de Commissie voor de Raad van Ministers, Brussel
1974.