

Drs. R. R. Delsman en Prof. Dr. Ir. M. T. G. Meulenberg

Hedging op de aardappeltermijnmarkt

1 Inleiding

Termijnhandel is een instrument waarmee prijsrisico's op voorraden van stapelprodukten, zoals koffie, granen en wol, kunnen worden verminderd. Een bekende definitie van termijnhandel is die van Haccoû (1971): 'Het kopen en verkopen van goederen voor levering op een toekomstig tijdstip, met de bedoeling die goederen op dit overeengekomen tijdstip niet te ontvangen noch te leveren, doch tot afwikkeling van het contract te komen door verrekening van het prijsverschil tussen de oorspronkelijke en een nieuwe, aan deze tegengestelde transactie'.

De transacties op de termijnmarkt, tegengesteld aan die op de naturamarkt, noemt men een *hedge*. De effectiviteit van hedging of het risicodekkend vermogen van de termijnmarkt, wordt in vele studies gemeten door de spreiding (variantie) in het financiële resultaat van transacties op de naturamarkt zonder hedge te vergelijken met de spreiding van het financieel resultaat van transacties bij een *volledige* hedge (waarbij de termijnpositie in omvang gelijk is aan de positie op de naturamarkt). Zo werd dit voor de Nederlandse aardappeltermijnmarkt gedaan door Wierenga & Meulenberg (1984). In meer theoretische studies heeft men getracht een 'optimale hedge' te bepalen door gebruik te maken van een (verwachte) *nutsfunctie*, waarmee verwachte opbrengst en variantie (risico) van diverse strategieën tegen elkaar kunnen worden afgewogen (zie bijv. Stein (1961) en Ward & Fletcher (1971)). Het risicogedrag van de ondernemer is van wezenlijk belang voor de optimale hedge.

In dit artikel wordt getracht een algemeen besluitkader te ontwikkelen waarbinnen de beslissingsproblematiek van de hedger geplaatst kan worden. We gaan er daarbij van uit dat de ondernemer, die over een voorraad beschikt, via maximalisatie van zijn nutsfunctie tot een optimale strategie kan komen met betrekking tot het te hedgen gedeelte van zijn voorraad: het optimale *hedgingpercentage*.

Dit besluitkader passen we toe op de *Nederlandse aardappeltermijnmarkt* door op basis van prijzen uit de jaren 1972-1985 de resultaten van hedges in termen van verwachte opbrengst en variantie bij diverse hedgingpercentages te bepalen en deze voor een aantal *risico-attitudes* van de hedger te vergelijken.

De opzet van het artikel is als volgt: eerst worden enige aspecten van hedging in het algemeen en van hedging op de aardappeltermijnmarkt in het bijzonder besproken. Na de ontwikkeling van het theoretisch kader voor de vaststelling van de 'optimale hedge' komen we tot een empirische illustratie van de theorie: we vergelijken de resultaten van diverse strategieën, en sluiten het artikel af met enige conclusies.

2 Hedging op de aardappeltermijnmarkt

Het innemen van een positie op de termijnmarkt, *tegengesteld* aan de positie op de naturamarkt (de effectieve of fysieke markt), noemt men 'hedging'. Vroeger sprak men uitsluitend van een *hedge*, wanneer deze posities tegengesteld, maar absoluut gezien, gelijk waren. Aan deze opvatting ligt dan ook het *traditionele* hedging-concept ten grondslag; hierbij beschouwt men *risico-reductie* als het belangrijkste motief voor het opereren op de termijnmarkt. Naast overwegingen als risico-reductie en speculatie kunnen ook andere argumenten aan hedging ten grondslag liggen; Working (1953, 1962) noemt onder meer: het behalen van winst uit een gunstige ontwikkeling van de basis, d.i. het verschil tussen termijnprijs en naturaprijs; vereenvoudiging van besluitvorming en bedrijfsoperaties; voorkómen van verlies bij ongunstige verwachte prijsontwikkelingen; het ontstaan van een grotere vrijheid in het zaken doen; tenslotte geeft hedging een betrouwbare basis om goederenoverschotten te bewaren, in het bijzonder wanneer de naturaprijs laag is ten opzichte van de termijnprijs.

Een specifiek aspect van de *aardappeltermijnmarkt* is dat aardappelvoorraden niet tot in het volgende oogstjaar bewaard kunnen blijven in verband met bederfelijkheid en kwaliteitsverschil ten opzichte van de nieuwe oogst. Hier wijkt de aardappeltermijnmarkt af van andere termijnmarkten, zoals die voor graan.

In principe kan men in de Nederlandse aardappeltermijnhandel vier categorieën van potentiële deelnemers onderscheiden, nl. handelaren, telers, industrie en pure speculanten.

In dit onderzoek richt de aandacht zich vooral op het beslissingsprobleem van de handelaar en van de teler, die beiden een voorraad aardappelen hebben, waarop zij een prijsrisico lopen. Het probleem van de teler die vóór de oogst wil hedgen ('prehedging') wordt hier niet geanalyseerd (zie bijv. McKinnon (1967)). In dit laatste geval speelt naast het prijsrisico tevens het opbrengstrisico een rol.

De industriële verwerker zal in het algemeen een hedge plegen die tegengesteld is aan die van de handelaar. Hij koopt op de termijnmarkt op het moment van het afsluiten van verkoopcontracten van bijvoorbeeld chips, indien hij nog niet over de vereiste aardappelvoorraden beschikt.

Speculanten zijn beroepsmatig niet aan het produkt aardappel gebonden, maar zijn essentieel voor het goed functioneren van de termijnmarkt.

Op de Nederlandse (Amsterdamse) aardappeltermijnmarkt was in de betreffende periode (1972-1985) handel mogelijk in contracten van 15 ton

bintjes voor levering in de maanden november, april en mei, en in de formaten 35/50 mm (tot 11 mei 1982: 40 mm) en 50 mm. Bij de analyse van het resultaat van een hedge moet rekening worden gehouden met hedgingkosten, de kosten van opereren op de termijnmarkt. Deze bestaan uit de vaste kosten voor de afwikkeling van een contract, een depôt als onderpand, bijstortingen bij nadelige prijsveranderingen, een disconto over het prijsverschil tussen tijdstip van de hedge en tijdstip van de afwikkeling en tenslotte de rente over het saldo van de rekening-courant die elke handelaar heeft bij de Nederlandse liquidatiekas.

Deze kosten zijn, in tegenstelling tot in andere studies, in onze analyse betrokken, zij het slechts ten dele.

3 Een model voor de optimale hedge

3.1 Het beslissingsproces van de hedger

Het beslissingsproces van een hedger met bekende voorraad op tijdstip (t_1) kan men in verschillende deelvraagstukken onderverdelen.

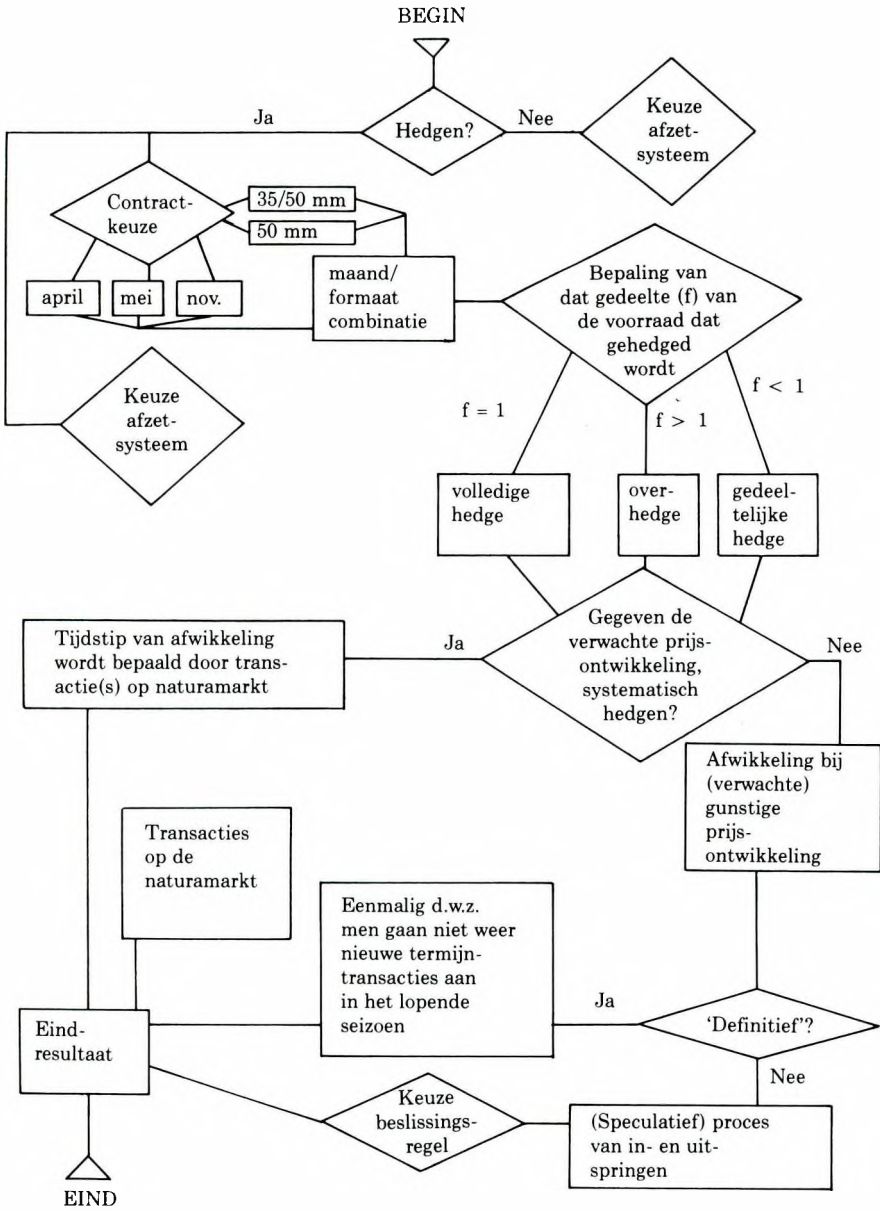
De eerste keuze betreft het al of niet gebruik maken van de termijnmarkt. Hierbij zijn onder meer prijsverwachtingen en de *risico-attitude* van de handelaar van belang. Leidt hedging tot lagere risico's en is risicoreductie het beslissingscriterium dan zou een risico-mijdende beslisser moeten hedgen. Besluit men niet te hedgen, dan moet men vervolgens een keuze maken uit de mogelijke afzetsystemen, zoals afzet via een coöperatie of particuliere handel. Voor een overzicht van afzetsystemen zie bijvoorbeeld Smidts (1985). Besluit men wèl te hedgen, dan moet men naast een afzetsysteem een termijncontract kiezen, d.w.z. een maand/formaat-combinatie. Hierbij moet vastgesteld worden welk deel, f , van de voorraad gehedged wordt: $f = 100\%$ (traditionele hedge), $f > 100\%$ ('overhedge') of $f < 100\%$ ('onderhedge').

Is $f > 100\%$, dan handelt men speculatief. Dit geval sluiten we niet a priori uit.

Gegeven de prijzen uit het verleden en uitgaande van een zekere risico-attitude kan 'ex post' de 'beste' waarde van f bepaald worden. In een toekomstig jaar met een afwijkend prijsbeeld kan uiteraard een andere f 'optimaal' zijn dan de op basis van gegevens uit het verleden vastgestelde. Een volgende vraag is of men uitsluitend een systematisch hedge afsluit, dat wil zeggen men wikkelt de open positie in de termijnmarkt af op het moment van de verkoop van de voorraad in de naturamarkt. Men kan immers ook bij gunstige prijsontwikkelingen een open positie in de termijnmarkt voortijdig afwikkelen.

In het laatste geval kan men de vraag stellen: is deze afwikkeling eenmalig of gaat men weer nieuwe termijntransacties aan, zodat een proces van min of meer continu in- en uitspringen ontstaat? Men moet dan een beslissingsregel vaststellen op grond waarvan men besluit in of uit te springen, bijvoorbeeld: zijn prijsveranderingen absoluut groter dan een zeker percentage, dan moet tot actie worden overgegaan. We betreden dan het terrein van 'filter rules' en chart-trading (zie bijvoorbeeld Kaufman (1978)).

De beslissingen van de hedger vormen dus een *sequentieel beslissingsproces* dat in figuur 1 schematisch weergegeven wordt.



Figuur 1: Hedging als sequentieel beslissingsproces

Opgemerkt moet worden dat de keuze van het afzetstelsel aan de hedge-beslissing vooraf kan gaan, in welk geval bovenstaande figuur enigszins gemodificeerd zou moeten worden. Verder zou nog een *terugkoppeling* aangebracht kunnen worden van 'EIND' naar 'BEGIN', aangezien het besluit wel of niet te hedgen van het (verwachte) eindresultaat afhankelijk is.

Uitgaande van onze vraagstelling zullen we ons uitsluitend concentreren op dat gedeelte in figuur 1 waarin het systematisch te hedgen gedeelte van de voorraad wordt bepaald.

3.2 De optimale systematische hedge

Bij de vaststelling van een optimale strategie staat de *risico-geneigdheid* van de ondernemer centraal. Het risico van een strategie kunnen we uitdrukken in de variatie in de opbrengsten, bijv. variantie of standaarddeviatie. Wanneer twee strategieën slechts verschillen in verwachte opbrengst (en dus een gelijk risico hebben) kiest een rationeel handelende beslisser voor de strategie met de hoogste verwachte opbrengst. Zijn echter zowel risico als verwachte opbrengst van de ene strategie (bijv. 100%-hedge) lager dan van de andere (bijv. niet-hedging) dan zal de keuze afhankelijk zijn van het risico-gedrag.

De risico-geneigdheid van de beslisser weerspiegelt zich in het bestaan van een bepaalde relatieve voorkeur tussen verwachte of gemiddelde opbrengst en het daarmee gepaard gaande risico. Een *risico-zoekende* beslisser kiest van twee strategieën met gelijke verwachte opbrengst de strategie met het hoogste risico.

Een *risico-mijdende* beslisser kiest van twee strategieën met gelijke verwachte opbrengst de strategie met het laagste risico. Een *risico-neutrale* beslisser zal zijn verwachte opbrengst maximaliseren, ongeacht het risico, en een *extreem risico-mijdende* beslisser zal zijn risico minimaliseren, ongeacht de verwachte opbrengst, mits deze positief is. Algemener kunnen we voor elk type handelaar op basis van zijn nutsfunctie de gunstigste systematische hedge afleiden: de 'optimale' hedge.

Het bepalen van de optimale hedge is door een groot aantal onderzoekers - als eerste door Johnson (1960) en Stein (1961, 1964) - geformuleerd als maximalisatie van verwacht nut (expected utility) onder de restrictie van de zogenaamde *opportunity locus*.

Het verwachte nut wordt gebaseerd op de *nutsfunctie*, die de preferentie-relatie tussen verwachte opbrengst en variantie van een strategie weergeeft. De opportunity locus wordt gevormd door de empirische relatie tussen verwachte opbrengst en risico.

Veelal wordt geen functionele vorm gespecificeerd; zie Johnson (1960), Stein (1961, 1964) en Ward & Fletcher (1971). Anderen formuleren het probleem als portfolio-vraagstuk (of als 'mean-variance analysis') zoals o.a. Heifner (1972), Peck (1974), Berck (1981) en Brown (1985).

Wij gebruiken als nutsfunctie de formulering van Anderson e.a. (1977) om het verwachte nut U^* van de alternatieven te evalueren:

$$U^*(ER, V) = ER + b(ER)^2 + bV \quad (1),$$

waarbij ER en V respectievelijk staan voor verwachte opbrengst en variantie van een strategie, terwijl b de risicogeardheid van de beslisser weergeeft: $b > 0$ voor risico-zoekend, $b < 0$ voor risico-mijdend en $b = 0$ voor risico-neutraal gedrag.

Hoewel deze vorm een aantal beperkingen kent wordt (1) veel gebruikt als benadering en is dit gebruik ook te rechtvaardigen (zie bijv. Sinn (1983) en Anderson e.a. (1977)).

De opportunity locus ontstaat door combinatie van verwachte opbrengst en risico, beide als functie van het hedgingpercentage f :

$$ER = ER(f), V = V(f) \tag{2}$$

Bij de bepaling van het optimum maken we gebruik van *gesimuleerde transacties* in de periode 1972-1985 gebaseerd op prijzen uit deze periode: een handelaar koopt in een zekere maand t_1 van een oogstjaar een voorraad van (ter vereenvoudiging) 15 ton aardappelen (= één termijncontract) en verkoopt deze op een later tijdstip (t_2). Hij kan zich daarbij al of niet indekken tegen prijsrisico's door het doen van een hedge: verkoop van een fractie f ($f = 10\%; 20\%; \dots; 100\%$) van een termijncontract op $t = t_1$ en aankoop op $t = t_2$. We gaan er hierbij van uit dat verhandeling van een *deel* van een termijncontract mogelijk is.

De resultaten van deze transacties, gebaseerd op de prijsontwikkeling in de genoemde periode, dienen als basis voor de vaststelling van een 'optimale strategie'. Gemiddelde en variantie van de opbrengsten over de jaren 1972-1985 gebruiken we daarbij als maat voor verwachte opbrengst respectievelijk risico.

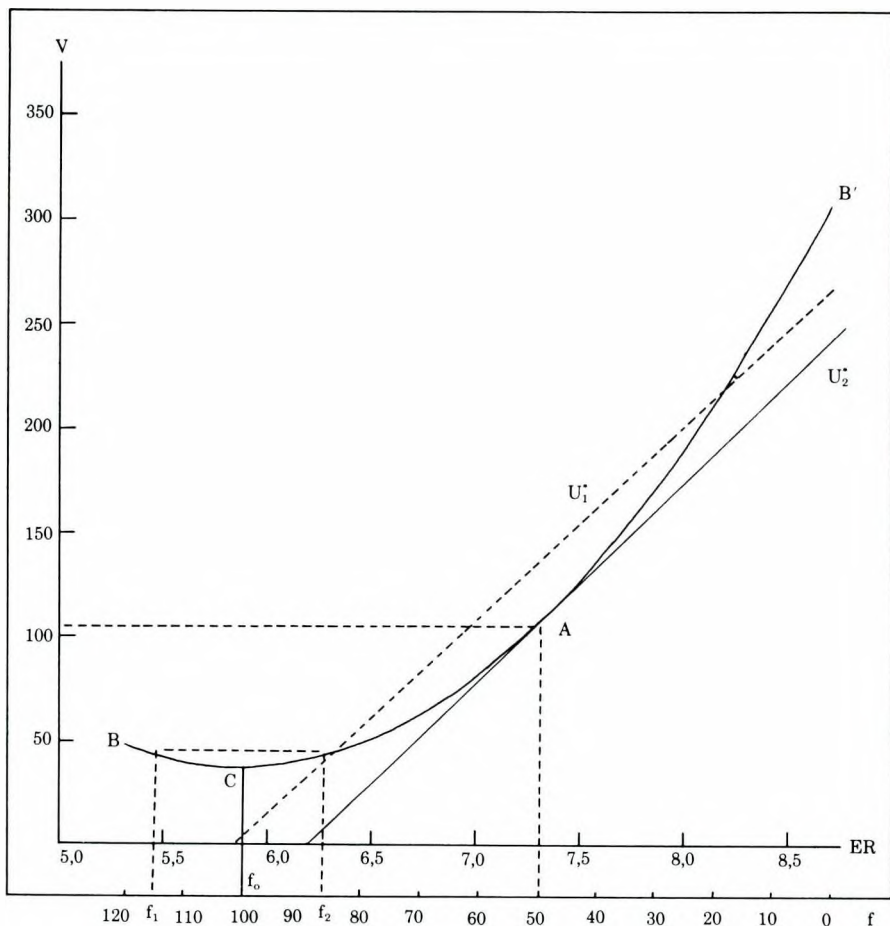
Aldus kan het optimum berekend worden uit:

$$\max_{ER, V} U^* = ER + b(ER)^2 + bV \tag{3}$$

$$\text{onder: } ER = ER(f), \\ V = V(f)$$

De oplossing van dit optimaliseringsprobleem is een eenvoudig voorbeeld van een portfolio-optimalisatie; voor het resultaat verwijzen we naar voetnoot 1.

Ter illustratie is voor een gematigd risico-mijdende beslisser, die wij definiëren als iemand die een 50%-hedge pleegt, voor de maandcombinatie oktober/maart, de oplossing weergegeven in figuur 2.



Figuur 2: Optimale hedge voor maandcombinatie oktober/maart voor een gematigd risico-mijdende beslisser; de 50 %-hedge als optimum ($b \approx -0,0092$)

Toelichting

ER : verwachte (netto) opbrengst in guldens per 100 kg.

f : hedgingpercentage

V : variantie van de opbrengst (in guldens per 100 kg.)² : risico

BB' : 'oportunity locus': mogelijke combinaties van ER en V; gegevens zijn de werkelijke prijzen over de periode 1972-1985

U_1^* : nutsfunctie bij een zeker constant nutsniveau, $U^* = ER + b(ER)^2 + b V$

U_2^* : nutsfunctie waarvoor een maximaal nutsniveau wordt bereikt

A : combinatie ER en V met maximaal nutsniveau

C : het punt waar minimum risico behaald wordt; correspondeert met $\hat{f}_0 = 99,8\%$

f_1 : een hedgingpercentage $> \hat{f}_0$

f_2 : een hedgingpercentage $< \hat{f}_0$, met eenzelfde risico als bij f_1 , maar met een hogere verwachte opbrengst.

NB. : U_1^* en U_2^* zijn kwadratische functies, maar ogen lineair door de zeer kleine waarde (absoluut) van b.

Wanneer we het verwachte nut constant houden op een zeker niveau, dan ontstaat een *indifferentiecurve* U_1^* : de mogelijke combinaties van verwachte opbrengst en risico die gelijk gewaardeerd worden.

Verschuiven we deze naar de opportunity locus BB' dan ontstaat U_2^* , en het optimum vinden we in punt A: raakpunt tussen de 'hoogste', bereikbare, indifferentiecurve en de curve van de mogelijke combinaties (ER, V).

Maakt de ondernemer geen afweging tussen verwachte opbrengst en risico, maar kiest hij daarentegen voor risico-minimalisatie (extreme risico-mijder) dan vinden we zijn optimum in C (het minimum van de opportunity locus BB'), corresponderend met een hedgingpercentage \hat{f}_0 .

4 Hedging-resultaten bij verschillende risico-attitudes

In het volgende zullen we het in paragraaf 3 voorgestelde model voor de bepaling van de optimale hedge toelichten aan de hand van gegevens van de Nederlandse aardappeltermijnmarkt over de periode 1972-1985. Aangezien het empirisch vaststellen van de nutsfunctie van boeren en handelaren buiten het bestek van dit onderzoek viel (zie hiervoor bijv. Smidts (1985)) zullen we de (optimale) resultaten - optimum hedgingpercentage, verwachte opbrengst, risico - voor een aantal specifieke risico-categorieën simuleren.

We richten onze aandacht op het meest courante termijncontract, 'bintje 50 mm april' en de hiermee corresponderende naturamarkt, 'bintje groot, binnenland'.

Bezien we eerst de ontwikkeling in de prijzen waarop de resultaten zijn gebaseerd, dan blijkt dat over de oogstjaren 1972/73-1984/85 slechts drie maal een variatiecoëfficiënt (standaardafwijking/gemiddelde) gevonden werd voor de termijnprijs die hoger was dan voor de naturaprijs, nl. voor de jaren 1973/74, 1976/77 en 1984/85. Dit gegeven is een illustratie van de prijsvariatie-reducerende werking van de termijnmarkt.

Hierbij dient aangetekend te worden dat de prijzen in de oogstjaren 1975/76, 1976/77 en 1983/84 zeer laag waren en veel variatie vertoonden.

Om het optimale hedgingpercentage en de risico-reducerende werking van de termijnmarkt vast te stellen, zijn eerst voor bepaalde maandcombinaties koop- en verkooptransacties met en zonder hedge gesimuleerd over de periode 1972-1985. In verband met de grote variatie in weekprijzen is onze analyse op weekbasis uitgevoerd. Transacties in een bepaalde week worden aan de corresponderende maand toegerekend. Er is voor een deel rekening gehouden met hedgingkosten: vaste kosten en disconto.

We berekenen voor diverse maandcombinaties het gemiddelde, minimum, maximum en variantie van de opbrengst, voor een handelaar die zich voor een fractie f indekt via een tegengestelde transactie op de termijnmarkt. Is $f = 100\%$, dan hebben we te maken met de volledige hedge, terwijl $f = 0$ correspondeert met 'niet hedgen'. We gebruiken de gemiddelde maandagnotering voor de termijnprijs en de Rotterdamse beursnotering voor de naturaprijs over de periode september-april.

In juli en augustus worden geen naturaprijs-noteringen opgemaakt, terwijl

in mei en juni de termijnprijzen al op de nieuwe oogst betrekking hebben en de naturaprijzen nog op de oude oogst.

De resultaten voor $f = 0$ en $f = 100\%$ tonen de risico-reducerende werking van de Nederlandse aardappeltermijnmarkt: in 34 van de 36 vergeleken maandcombinaties (t_1, t_2), is de standaarddeviatie van het inkomen uit de volledige hedge kleiner dan de corresponderende standaarddeviatie wanneer geen gebruik wordt gemaakt van de termijnmarkt. Dit verschil is in alle gevallen statistisch significant. In 32 van de 36 gevallen is de gemiddelde opbrengst van de volledige hedge lager dan bij niet hedgen. Ook dit verschil is vrijwel altijd statistisch significant. Wanneer de maanden t_1 en t_2 verder uiteen liggen, is de variantie van de resultaten in het algemeen groter en het risico is dus hoger.

We richten ons nu op de bepaling van de optimale hedge in samenhang met de risico-geneigdheid van de beslisser. Daartoe kiezen we een aantal risico-categorieën (zie ook 3.2) - zoals gezegd beschikken we niet over 'empirisch gemeten nutsfuncties' - en vergelijken de voor hen optimale resultaten:

- 1 Een *extreme risico-mijder* die streeft naar risico-minimalisatie, ongeacht de verwachte opbrengst (mits deze positief is); hij maakt hierbij geen afweging op basis van een nutsfunctie. We noemen zijn gedrag '*extreem risico-mijdend I*'.
- 2 Een beslisser die de veilige, conservatieve 100%-hedge als 'norm' heeft. Deze wordt gekarakteriseerd als '*extreem risico-mijdend II*' (hij maakt deze keuze niet met behulp van een nutsfunctie).
- 3 Iemand met nutsfunctie (1) waarvoor de parameter b gelijk is aan $-0,0001$; deze parameterwaarde leidt tot f -waarden tussen 50% en 70% en wij omschrijven een persoon met een dergelijke nutsfunctie daarom als '*gematigd risico-mijdend I*'.
- 4 Een beslisser die kiest voor een 50%-hedge als compromis tussen de 100%-hedge en 'niet hedgen' zonder daarbij een expliciete afweging tussen verwachte opbrengst en risico te maken op basis van een nutsfunctie. We duiden deze als '*gematigd risico-mijdend II*'.
- 5 Een persoon met nutsfunctie (1) met $b = 0$; deze is *risico-neutraal*. Zoals blijkt kiest hij in de meeste gevallen voor 'niet hedgen'.

Een ondernemer die als *risico-zoekend* gekarakteriseerd kan worden zou bij de gegeven prijzen irrationeel handelen indien hij zijn 'optimum' als strategie zou kiezen. Het blijkt nl. dat een risico-zoeker ($b > 0$) door maximaliseren van zijn nutsfunctie in het *inefficiënte* gedeelte BC van de opportunity locus terecht komt, de maandcombinaties december/februari en januari/februari uitgezonderd. Voor strategieën die corresponderen met dit gedeelte van de curve is het immers mogelijk een alternatief te vinden in het gedeelte CB' met een zelfde risico, maar met een hogere verwachte opbrengst; een rationeel handelende beslisser zal dus nooit kiezen voor een combinatie van risico en verwachte opbrengst uit BC (zie figuur 2).

Bij het weergeven van de resultaten - zie tabel 1 - beperken we ons tot de maandcombinaties: september/maart, september/april, oktober/maart, oktober/april, november/maart en november/april.

Tabel 1: Een samenvatting van de resultaten van hedging voor vijf typen beslissers*

Maand-combinatie	'extreem risicomijdend I' ^a			'extreem risicomijdend II' ^b			'gematigd risicomijdend I' ^c			'gematigd risicomijdend II' ^d			risico-neutraal ^e		
sept./maart	- 972,73 2533,43	643,55 719,13	102,90	-1080,59 2747,38	651,54 722,93	100	-2342,21 5249,87	853,34 1193,52	66,08	- 2940,30 6436,19	949,08 1546,51	50	- 4800,00 10125,00	1246,61 2759,67	0
sept./april	-1000,27 2773,06	668,80 923,86	109,90	-1295,26 4026,50	783,33 972,26	100	-2563,44 8695,05	1210,49 1704,72	57,44	- 2785,13 10357,00	1362,44 2054,18	50	- 4275,00 16687,50	1941,54 3490,92	0
okt./maart	-1498,53 4443,03	880,95 921,01	99,80	-1497,47 4433,75	880,11 921,02	100	-1646,76 5747,22	1000,39 1151,61	71,70	- 1761,24 6754,38	1092,60 1532,40	50	- 2025,00 9075,00	1305,09 2621,47	0
okt./april	-1528,77 4754,26	996,60 1279,34	106,30	-1531,51 5423,72	1063,37 1294,54	100	-1545,62 8870,89	1406,08 1763,01	67,56	- 1553,26 10763,86	1591,68 2178,25	50	- 1575,00 16050,00	2119,98 3565,55	0
nov./maart	-1930,54 2699,59	458,65 892,73	95,50	-1908,42 2448,65	445,30 898,91	100	-2050,83 4064,12	530,61 1057,60	71,03	- 2154,21 5236,83	592,54 1382,14	50	- 2400,00 8025,00	739,77 2388,60	0
nov./april	-1795,72 3428,24	567,49 1200,39	106,50	-1805,14 4134,50	623,77 1214,48	100	-1858,65 8148,22	945,09 1724,03	63,06	- 1877,57 9567,25	1058,64 2007,77	50	- 1950,00 15000,00	1493,51 3263,22	0

* de resultaten zijn vermeld in gulden voor de totale transactie (aan- en verkoop van 15 ton op de naturamarkt, gepaard gaand met verkoop resp. aankoop van een met f corresponderend gedeelte op de termijnmarkt) en zijn als volgt gerangschikt in het schema:

minimum gemiddelde
maximum standaarddeviatie

a (Geen nutsfunctie); Risico minimaliserend; $f = f_0$.

b Geen nutsfunctie; $f = 100\%$.

c Nutsfunctie (1); $b = -0,0001$; $f = f_0$.

d Geen nutsfunctie; $f = 50\%$.

e Nutsfunctie (1); $b = 0$, verwachte opbrengst maximaliserend.

De keuze: 'hedgen, ja of nee?' is nl. vooral in de herfst relevant, terwijl afwikkeling van de termijnpositie juist in het voorjaar plaats heeft in verband met het naderende einde van het aardappelseizoen.

Uit tabel 1 blijkt dat de resultaten - variantie en verwachte opbrengst - van strategieën sterk uiteen kunnen lopen; de risico-geneigdheid is derhalve van groot belang. We zien tevens dat het geenszins vanzelfsprekend is uitsluitend de volledige hedge met 'niet hedgen' te vergelijken (zoals veel gebeurt): hedgen van een *gedeelte* van de voorraad kan tot acceptabele resultaten leiden. Voor een extreme risico-mijder blijkt het optimale hedgingpercentage \bar{f}_0 voor de 36 onderzochte maandcombinaties vrijwel nooit beneden de 50% te liggen; in de meeste relevante gevallen ligt het rond de 100%. Voor 6 van de 36 gevallen ligt \bar{f}_0 boven de 100%. Mogelijk is als gevolg van een typisch prijsverloop op termijn- en naturamarkt en de daarmee gepaard gaande ontwikkeling van de basis voor sommige maandcombinaties een zekere vorm van speculeren optimaal. Dit lijkt voor een risico-mijder enigszins paradoxaal; risico-mijdend gedrag en speculatie hoeven elkaar echter niet uit te sluiten.

Om de resultaten inzichtelijker te maken en de interpretatie te vereenvoudigen herleiden we de uitkomsten voor de maandcombinatie oktober/maart tot guldens per 100 kg. Vervolgens veronderstellen we dat het netto-resultaat van de totale transactie normaal verdeeld is²; onder deze veronderstelling kunnen we voor elke strategie (hedgingpercentage, verwachte opbrengst en risico) berekenen wat de kans op verlies is. De uitkomsten geven we weer in tabel 2.

Tabel 2: De kans op verlies (p) als functie van het hedgingpercentage f, voor de maandcombinatie oktober/maart

f	verwachte opbrengst ^a	risico ^b	p
0	8,70	17,48	30,85%
10	8,42	15,95	29,81%
20	8,13	14,45	28,77%
30	7,85	12,99	27,43%
40	7,57	11,57	25,78%
50	7,28	10,22	23,89%
60	7,00	8,96	21,77%
70	6,72	7,85	19,77%
80	6,43	6,95	17,62%
90	6,15	6,35	16,60%
100	5,87	6,14	16,85%
110	5,58	6,36	18,94%
120	5,30	6,98	22,36%

a Het gemiddelde netto-resultaat van de transacties, in guldens per 100 kg.

b Standaarddeviatie van de resultaten in guldens per 100 kg.

NB. de verwachte opbrengst-cijfers betreffen de *winst* uit de totale transactie, teruggebracht tot guldens per 100 kg, dus *niet* de bruto opbrengst van 100 kg aardappelen.

Uit tabel 2 blijkt onder meer dat een volledige hedge in vergelijking met 'niet hedgen' de kans op verlies uit de transactie met bijna de helft redu-

ceert. Hier staat echter een verwachte opbrengst (winst) tegenover die bijna f 3,- lager is.

Tevens zien we in tabel 2 dat men door bijv. een 50%-hedge te plegen een compromis vindt tussen 'niet-hedgen' en de volledige hedge:

- ten opzichte van 'niet-hedgen' leidt de 50%-hedge tot een kans op verlies die 7 procent-punt lager is en tot een risicoreductie van 42%, terwijl de verwachte winst f 1,42 per 100 kg, dat is slechts 16%, lager uitvalt;
- ten opzichte van de volledige hedge is voor de 50%-hedge de kans op verlies 7 procent-punt hoger en het risico zelfs 66% hoger, hetgeen echter een verwachte winst betekent die f 1,41, dat is 24%, hoger is.

Uit deze twee afwegingen blijkt duidelijk hoezeer de risico-attitude van de beslisser bepalend kan zijn voor de uiteindelijke keuze van een strategie.

5 Conclusies

Uit de resultaten van 'gesimuleerde' hedges op de Nederlandse aardappel-termijnmarkt over de jaren 1972-1985 blijkt, op basis van de werkelijke termijn- en naturaprijzen in die jaren, 100%-hedging voor bintje 50 mm, termijn april, tot duidelijk veel lagere risico's te leiden, met daarentegen een lagere verwachte opbrengst.

Tevens blijkt dat het geenszins vanzelfsprekend behoeft te zijn om via een 100%-hedge risico te reduceren. Het is heel goed mogelijk om tot een aanzienlijke risicoreductie te komen door een 'gemengde strategie' te volgen, d.w.z. een deel, f %, van de voorraad te hedgen.

Het 'optimale hedgingpercentage' f kan bepaald worden via maximalisatie van de nutsfunctie - gebaseerd op verwachting en variantie van het inkomen uit een hedge ter grootte van f % van de voorraad - van een hedger.

Aan de hand van de gesimuleerde hedges bleek dat de veronderstelde risico-attitude van de ondernemer van groot belang is voor de optimale waarde van f . Zo zou een 'extreme risico-mijder' 100%, soms zelfs iets meer, hedgen, en een 'gematigd risico-mijder' tussen de 50% en 70%. Een risiconeutrale beslisser zal (uiteraard) steeds kiezen voor 'niet-hedgen'.

We moeten hierbij benadrukken dat de relevantie van de gevonden resultaten voor het beleid ten dele afhangt van de gekozen nutsfunctie en van de representativiteit van het prijsverloop in de periode 1972-1985 voor situaties in de toekomst. Zo bevatte de prijzenreeks enige uitzonderlijke jaren.

Tevens moet nog worden benadrukt dat uitsluitend *systematische* hedges zijn geanalyseerd. Het is denkbaar dat een hogere (verwachte) opbrengst zou resulteren via een niet-systematische hedge, bijv. door voortijdig af te wikkelen of herhaaldelijk in en uit te springen.

Ten overvloede merken we op dat de resultaten gegenereerd zijn onder de veronderstelling dat de individuele hedger door zijn specifieke acties geen invloed op de prijzen kan uitoefenen.

Vanuit de hier ontwikkelde methode is bekendheid van de risico-attitude van handelaren/telers m.b.t. hedgen wenselijk om vast te stellen of hedging aantrekkelijk is. Dit lijkt een terrein voor toekomstig onderzoek.

Literatuur

- Anderson, J.R., J.L. Dillon & J.B. Hardaker, *Agricultural Decision Analysis*, The Iowa State University Press, Ames, Iowa, 1977.
- Berck, P., Portfolio Theory and the Demand for Futures: The Case of California Cotton, *American Journal of Agricultural Economics* 63, 3 (Aug.), pp. 466-474, 1981.
- Brown, S.L., 'A Reformulation of the Portfolio Model of Hedging', *American Journal of Agricultural Economics* 67, 3 (Aug.), pp. 508-512, 1985.
- Haccoû, J.F., *Termijnhandel, termijnmarkten en speculatie (goederen)*, Stenfert Kroese N.V., Leiden, 1971.
- Heifner, R.G., Optimal Hedging Levels and Hedging Effectiveness in Cattle Feeding, *Agricultural Economics Research* 24, 2 (April), pp. 25-36, 1972.
- Johnson, L.L., The Theory of Hedging and Speculation in Commodity Futures, *The Review of Economic Studies* 27, pp. 139-151, 1960.
- Kaufman, P.J., *Commodity Trading Systems and Methods*, John Wiley & Sons, New York, 1978.
- McKinnon, R.I., Futures Markets, Buffer Stocks, and Income Stability for Primary Producers, *Journal of Political Economy* 75, pp. 844-861, 1967.
- Nederlandse Liquidatiekas, N.V., *Reglement voor de Termijnhandel in Aardappelen*, Amsterdam.
- Peck, A.E., Hedging and Income Stability: Concepts, Implications and an Example, *American Journal of Agricultural Economics* 57, 3 (Aug.), pp. 410-419, 1975.
- Sinn, H.W., *Economic Decisions under Uncertainty*, North-Holland Publishing Company, Amsterdam, 1983.
- Smidts, A., *De wijze van afzet van consumptie-aardappelen in de IJsselmeerpolders*, Landbouwhogeschool, Wageningen, 1985.
- Stein, J.L., The Simultaneous Determination of Spot and Futures Prices, *American Economic Review* 51, 5 (Dec.), pp. 1012-1025, 1961.
- Stein, J.L., The Opportunity Locus in a Hedging Decision: A Correction, *American Economic Review* 54, 5 (Sept.), pp. 762-763, 1964.
- Ward, R.W. & L.B. Fletcher, From Hedging to Pure Speculation: A Micro Model of Optimal Futures and Cash Market Positions, *American Journal of Agricultural Economics* 53, 1 (Febr.), pp. 71-78, 1971.
- Wierenga, B. & M.T.G. Meulenberg, De Nederlandse termijnmarkt voor aardappelen: Gids en risicodekking voor de naturamarkt?, *Maandblad voor accountancy en bedrijfshuishoudkunde*, 58e jaargang, nr. 8 (september), pp. 357-366, 1984.
- Working, H., 'Hedging reconsidered', *Journal of Farm Economics* 35, 4 (November), pp. 544-561, 1953.
- Working, H., New Concepts Concerning Futures Markets and Prices, *American Economic Review* 52, 3 (June), pp. 431-459, 1962.

Noten

1 De bespreking van een aantal theoretische achtergronden is samengesteld in een appendix; deze is voor geïnteresseerden verkrijgbaar op de vakgroep Marktkunde van de Landbouwniversiteit Wageningen.

2 Voor resultaten van de volledige hedge werd dit m.b.u. een Chi-kwadrat toets overtuigend aangetoond; de corresponderende toets voor 'niet hedgen' leidde echter tot verwerping van de hypothese van normaal verdeelde opbrengsten zodat het onduidelijk is of de veronderstelling van normaal verdeelde opbrengsten voor een partiële hedge gerechtvaardigd is.