

# TOEKOMSTBEELD DER TECHNIEK

serie toekomststudies uit de ingenieurswetenschappen

## Het voeden van nederland, nu en in de toekomst

door

Prof. dr. ir. M. J. L. DOLS

Drs. J. DE VEER

Dr. C. ENGEL

Prof. dr. J. BOLDINGH

Prof. dr. H. DOORENBOS

Drs. W. C. BUS

Ir. H. GLAZENBURG

Prof. dr. A. G. M. VAN MELSEN



# TOEKOMSTBEELD DER TECHNIEK

---

## Het voeden van nederland, nu en in de toekomst

door

prof. dr. ir. M. J. L. Dols

drs. J. de Veer

dr. C. Engel

prof. dr. J. Boldingh

prof. dr. H. Doorenbos

drs. W. C. Bus

ir. H. Glazenburg

prof. dr. A. G. M. van Melsen

Preadviezen voor het symposium

14 oktober 1971





# TOEKOMSTBEELD DER TECHNIEK

De **STICHTING TOEKOMSTBEELD DER TECHNIEK** is op 6 februari 1968 opgericht door het Koninklijk Instituut van Ingenieurs met als doelstelling:

het initiëren, begeleiden en ondersteunen van studies die beogen, vanuit verschillende gebieden van de techniek, bij te dragen tot meer integrale visies op de samenleving van de toekomst; voorlichting te geven of mede te werken bij het geven van voorlichting, in het bijzonder aan de Nederlandse samenleving, over de mogelijke toekomstige ontwikkelingen der techniek met het oogmerk hierdoor bij te dragen tot het op harmonische wijze invoegen van die ontwikkeling in de samenleving. De voorlichting, zowel van de Stichting zelf als van de Stichting in samenwerking met andere organisaties, zal geschieden in algemeen toegankelijke wetenschappelijke publikaties.

De serie publikaties zal niet alleen individuele bijdragen en resultaten van studiegroepen omvatten, maar ook elders reeds verschenen informatie — al dan niet in de vorm van samenvatting of overzicht — voor zover deze informatie van belang geacht wordt voor het op gang brengen van studies binnen of buiten het kader van de Stichting, dan wel voor het verbreden of verdiepen van zodanige studies.

Een overzicht van reeds verschenen en van binnenkort uit te geven publikaties is gegeven aan de binnenzijde van het achterblad. De publikaties kunnen rechtstreeks bij de Stichting worden besteld.

De Stichting is gevestigd in het gebouw van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, Prinsessegracht 23, 's-Gravenhage, tel. 070-646800.

# Voorwoord

Toen de Stichting Toekomstbeeld der Techniek het plan opvatte een studie te verrichten in het terrein van de menselijke voeding, was de belangrijkste overweging die tot dat besluit leidde dat produktie, bewerking en bereiding van voedsel voor de mens in belangrijke mate afhankelijk zijn van de technische ontwikkeling bij grondwinning, grondbewerking, waterhuishouding, bereiding van kunstmest, bereiding van veevoeder, bewerking, bereiding, conservering, koeling, opslag en vervoer van voedingsgrondstoffen en voedingsmiddelen.

Wil men gaan denken aan de richting waarin deze technieken zich moeten ontwikkelen om zo goed mogelijk dienstbaar te worden aan de toekomstige voedseltoestand, dan dient eerst een inzicht te worden verkregen in enkele basisaspecten van algemene aard. Daar is deze Stichtingsstudie dan ook op gericht. Om tot een zinvolle behandeling te komen, is besloten deze studie te beperken tot de drie hoofdvoedingsstoffen: eiwitten, koolhydraten en vetten, en daarvan te behandelen de voedingsleer, en de huidige en toekomstige produktie- en prijsaspecten, een en ander tegen een achtergrond van de wereldvoedselsituatie en van Westeuropese verhoudingen. Verder worden aan de orde gesteld welke problemen zich gaan voordoen in het samenspel tussen producent, distribuut en consument bij verschuivingen in voedingsgewoonten. Bij alles wat de mens doet, ook op het terrein van de voeding, speelt het risico dat men iets verkeerd doet een grote rol. Daarom worden ten slotte risico en verantwoordelijkheid bij nieuwe ontwikkelingen bezien.

De Stichting was van mening dat deze eerste studie niet slechts moet dienen als interne aanloop voor daaropvolgende technische studies, maar dat deze bovendien in bredere kring openbaar ware te maken. Het Koninklijk Genootschap voor Landbouwwetenschap en de Nederlandse Vereniging voor Voedingsleer en Levensmiddelentechnologie hebben dit mogelijk gemaakt door het daartoe op 14 oktober 1971 te houden symposium mede onder hun auspiciën te nemen.

In deze Stichtingspublikatie nr. 9 zijn, in de vorm van preadviezen voor dit symposium, de resultaten van onze aanloopstudie neergelegd.

Ir. L. Schepers,  
Voorzitter.



# INHOUDSOPGAVE

<b>Voorwoord</b>	
ir. L. Schepers . . . . .	3
<b>Inleiding</b>	
door drs. J. de Veer . . . . .	7
A. De technische ontwikkeling in de landbouw . . . . .	7
B. Problemen van produktie en afzet . . . . .	7
C. Structurele aanpassingen in de ontwikkelde landen . . . . .	8
D. Internationaal handelsverkeer en internationale arbeidsverdeling . . . . .	8
E. Toenemende verwevenheid van landbouw met andere sectoren . . . . .	8
<b>Hoofdstuk 1. Enkele aspecten rond de voedselvoorziening van de wereldbevolking</b>	
door prof. dr. ir. M. J. L. Dols . . . . .	11
I. Inleiding . . . . .	11
II. Voedselvoorziening en wereldbevolking . . . . .	12
III. Voedselvoorziening en volksgezondheid . . . . .	13
IV. Sociaal-economische en handelspolitieke factoren . . . . .	14
V. Bevolkingstoename . . . . .	14
VI. Verhoging van de voedselproduktie . . . . .	15
VII. Beperking van verlies aan voedsel . . . . .	16
VIII. Gevaren voor mens en milieu . . . . .	17
<b>Hoofdstuk 2. Voortbrenging en prijs van dierlijke produkten</b>	
door drs. J. de Veer . . . . .	19
I. Het verbruik van voedingsmiddelen van dierlijke herkomst . . . . .	19
II. Grondstof en eindprodukt . . . . .	20
III. Technische en economische doelmatigheid van de dierlijke veredeling . . . . .	23
IV. Kostprijs en prijs van dierlijke produkten . . . . .	25
<b>Hoofdstuk 3. Gezondheidsaspecten van eiwitten en de toekomstige ontwikkeling van de eiwitvoeding</b>	
door dr. C. Engel . . . . .	29
I. Inleiding . . . . .	29
II. Hoe groot is de behoefte aan eiwitten? . . . . .	30
A. Bepaling van de behoefte . . . . .	30
B. Eiwittekort . . . . .	30
C. Eiwitreserves . . . . .	30
D. Teveel aan eiwit . . . . .	30
E. Voedingswaardebepaling van eiwitten . . . . .	30
F. Toekomstige ontwikkeling . . . . .	30
III. Welke hoeveelheden zijn nodig in de toekomst . . . . .	31
IV. Welke eisen moet men stellen aan de produktie van nieuwe eiwitten? . . . . .	31
V. Hoe kunnen we tot een produktievergroting komen? . . . . .	31
A. Verhoging van de visserij opbrengst . . . . .	31
B. Eiwitproduktie door middel van algen en gisten . . . . .	32
C. Bladeiwitten . . . . .	34
D. Amino-zuren . . . . .	34
E. Conventionele produkten . . . . .	34
F. Betekenis voor ons land . . . . .	34
<b>Hoofdstuk 4. Medisch-biologische &amp; fysiologische aspecten van vetten</b>	
door prof. dr. J. Boldingh . . . . .	35
I. Inleiding . . . . .	35
II. Biochemie en fysiologie . . . . .	36
III. Produktie van linolzuurhoudende oliën . . . . .	40
<b>Hoofdstuk 5. Gezondheidsaspecten van koolhydraten</b>	
door prof. dr. H. Doorenbos . . . . .	47
<b>Hoofdstuk 6. Ontwikkeling in produktie- en verbruikspatroon van koolhydraten bestemd voor menselijke consumptie</b>	
door drs. W. C. Bus . . . . .	53
I. Inleiding . . . . .	53
II. Koolhydraatrijke voedingsmiddelen als leverancier van calorieën, dus als basisvoedsel . . . . .	54
III. Toepassing van koolhydraten in voedingsmiddelen als smaakstof of uit technische overwegingen . . . . .	55
A. Suiker . . . . .	56
B. Zetmeel . . . . .	57



**Hoofdstuk 7. De problematiek van de levensmiddelenproductie en distributie in Nederland, nu en in de toekomst**

door ir. H. Glazenburg . . . . . 59

I. Inleiding . . . . . 59

II. De huidige situatie . . . . . 59

III. Hoe meer zicht op de toekomst? . . . . . 61

**Hoofdstuk 8. Verantwoord risico**

door prof. dr. A. G. M. van Melsen . . . . . 65

I. Inleiding . . . . . 65

II. De fundamentele beperktheid van alle kennen en kunnen . . . . . 66

III. Wetenschap en risico . . . . . 67

IV. De nieuwe situatie inzake de verantwoordelijkheid voor risico's . . . . . 68

V. Conclusie . . . . . 70



# Inleiding

door

Drs. J. de Veer, adjunct-directeur van het Landbouw-Economisch Instituut

Zich voeden is voor de mens een onontkoombare activiteit, die een belangrijke plaats inneemt in het dagelijkse leefpatroon.

De mens is echter slechts bij uitzondering direct bij de voortbrenging van zijn dagelijks voedsel betrokken. Zelfs de boer en zijn gezinsleden voeden zich in de moderne maatschappij niet of nauwelijks met producten uit hun eigen bedrijf. De voedselvoorziening is gekenmerkt door een vèrgaande arbeidsverdeling, zowel functioneel als geografisch. Ook bij de voedselbereiding schrijdt de arbeidsverdeling voort.

In de preadviezen van het symposium „Het voeden van Nederland” kan slechts een beperkt onderdeel van het ingewikkelde samenstel van op de voedselvoorziening gerichte activiteiten worden behandeld. Dit heeft tengevolge dat van de problemen zoals die bij de landbouw liggen, niet meer dan terloops melding wordt gemaakt. Niettemin is de landbouw verreweg de belangrijkste grondstoffenbron voor de voedselvoorziening. Technische, economische, politieke en ook vele aanverwante ontwikkelingen met betrekking tot de landbouw hebben verstrekkende invloed op juist de voedselvoorziening. Een symposium, dááaraan gewijd, dient men te zien tegen deze achtergrond. Daarom is getracht een samenvattend beeld te geven van de positie waarin de landbouw in Nederland verkeert en van de ontwikkelingen die men daarin kan verwachten.

## A. De technische ontwikkeling in de landbouw

Door de sterke technische ontwikkeling is in de ontwikkelde landen de produktiviteit sterk opgevoerd. Een steeds groter deel van het groeiend produktiepotentieel kon daardoor worden bestemd voor voorziening in andere behoeften en de relatieve betekenis van de agrarische produktie in het geheel van economische activiteiten nam regelmatig af. Dit blijkt uit het dalend aandeel van de landbouw in het nationale inkomen en uit het afnemend percentage van de beroepsbevolking dat in de landbouw werkzaam is. De technologische ontwikkelingen binnen de landbouw zelf kunnen worden onderscheiden in teelttechnische en mechanisch-technische ontwikkelingen. Door vooruitgang in de teelttechniek was het mogelijk de opbrengstniveaus van gewassen te vergroten en kon het technisch rendement van de dierlijke produktie worden verbeterd. Daardoor kon niet alleen met de beschikbare natuurlijke hulpbronnen beter in de voedselvoorziening van een toenemende bevolking worden voorzien, maar werd ook een meer gevarieerde en betere samenstelling van het voedselpakket gerealiseerd.

Potentieel is het nog steeds mogelijk de opbrengstniveaus en de technische rendementen verder te verhogen. Dit geldt in het bijzonder voor vele ontwikke-

lingslanden waar de toepassing van opbrengstverhogende technieken stuit op problemen van onvoldoende kennis, inzicht en voorlichting, onvoldoende kapitaal, problemen in de maatschappelijke organisatie en het ontbreken van afzetkanalen en transportmogelijkheden.

In de ontwikkelde landen vindt de ontwikkeling en toepassing van nieuwe mogelijkheden belangrijk sneller plaats, mede dank zij de grote overheidsinvesteringen in landbouwkundig onderzoek en voorlichting sedert de tweede helft van de 19e eeuw. Ook daar bestaat in vele gebieden echter nog een grote afstand tussen de praktisch toepasbare biologisch-technische mogelijkheden en de realisatie daarvan als gevolg van gebrek aan kennis en vakbekwaamheid, van onvoldoende vooruitstrevendheid en van te geringe mobiliteit van de produktiefactoren.

Door de ontwikkeling op mechanisch-technisch terrein komen er steeds verdergaande mogelijkheden voor vervanging van mankracht door machines. Er is hier een toenemende wisselwerking tussen autonome technische ontwikkelingen binnen de landbouw en de economische en technische ontwikkeling in de maatschappij in zijn totaliteit. De economische groei gaat gepaard met een sterke stijging van de reële arbeidsinkomens en leidt tot een steeds verdere verschuiving in de verhouding tussen de kosten van arbeid enerzijds en de prijzen van producten en kosten van arbeidsvervangende produktiemiddelen anderzijds. Dit stimuleert tot verdere vervanging van arbeid door kapitaal en een voortdurende opvoering van de produktie per man.

## B. Problemen van produktie en afzet

De vraag naar landbouwprodukten reageert, in zijn totaliteit gezien, weinig op prijsveranderingen en ook het aanbod past zich niet elastisch hierbij aan. Betrekkelijk kleine overschotten zouden daarom, bij een vrije prijsvorming, leiden tot een sterke en moeizaam te herstellen prijsafbraak. Bovendien neemt de vraag naar landbouwprodukten slechts weinig toe in verhouding tot de toeneming van het inkomen. De structurele aanpassingen in de landbouw aan nieuwe technische mogelijkheden en veranderende prijsverhoudingen moeten daardoor plaatsvinden binnen de grenzen van een weinig expanderende afzet. Ook de geringe mobiliteit van de produktiefactoren grond, kapitaal en arbeid leidt tot een traag verloop van de structurele aanpassingen aan economische en technische ontwikkelingen.

Deze inelasticiteit van vraag en aanbod, de geringe mobiliteit van de produktiefactoren en de niet onbelangrijke fluctuaties in de produktie als gevolg van wisselende weersomstandigheden, hebben in vrijwel alle ontwikkelde industriële landen geleid tot overheidsingrijpen in de prijsvorming van landbouwpro-



dukten, met de bedoeling een redelijke inkomensvorming voor de landbouwers te waarborgen en de nationale voorziening met landbouwprodukten te verzekeren. De toepassing van nieuwe teelttechnische mogelijkheden en een toenemend verbruik van opbrengstverhogende produktiemiddelen leiden echter tot een voortdurende verhoging van opbrengsten. Deze vergroting van de agrarische produktie dreigt steeds weer de slechts in geringe mate stijgende vraag naar landbouwprodukten te overtreffen en binnen de afgesloten nationale en supranationale deelmarkten het marktevenwicht te verstoren. Het agrarisch markt- en prijsbeleid moet daardoor steeds koersen tussen de Scylla van een onaanvaardbare achteruitgang in de inkomenspositie van de landbouwers en de Charybdis van slechts via kostbare marktinterventies af te zetten agrarische overschotten.

### C. Structurele aanpassingen in de ontwikkelde landen

Het op de bescherming van de inheemse landbouw tegen internationale concurrentie gerichte markt- en prijsbeleid kan wél redelijke inkomensmogelijkheden scheppen voor de landbouwers, maar kan niet de noodzaak wegnemen van ingrijpende structurele aanpassingen aan nieuwe technische mogelijkheden en aan veranderingen in de prijsverhouding van de kostencomponenten. Het ligt niet in de macht en het is bovendien niet de opgave van de prijspolitiek om de concurrentie op de binnenlandse markt te beperken en de inkomenspositie van zich niet aan nieuwe verhoudingen aanpassende ondernemingen op gelijk niveau te handhaven.

Deze aanpassing wordt bereikt door vervanging van arbeid door kapitaal en schaalvergroting terwille van een volledige benutting van de stijgende bewerkingscapaciteit per arbeidskracht en een doelmatige en rendabele toepassing van een moderne bedrijfsuitrusting.

De hiervoor noodzakelijke afvloeiing van arbeid en concentratie van de agrarische produktie op een kleiner aantal bedrijven hebben een traag verloop. Het tempo waarin bedrijven vrijkomen en arbeid afvloeit doordat oudere boeren hun bedrijf beëindigen zonder dat een opvolger het overneemt, is hiervoor te langzaam. Het is noodzakelijk op grotere schaal agrarische ondernemers ertoe te bewegen nog tijdens de actieve beroepsuitoefening hun bedrijf op te geven en een niet-agrarisch beroep te kiezen.

De overblijvende ondernemers zullen hun bedrijf moeten vergroten en bovendien investeringen moeten doen ter modernisering van de bedrijfsuitrusting.

Het stimuleren, begeleiden en ondersteunen van deze structurele aanpassing binnen het kader van de bestaande afzetmogelijkheden en het daarbij rekening houden met de regionale ontwikkelingsproblemen, wordt een steeds belangrijker onderdeel van de agrarische politiek (Plan Mansholt enz.).

### D. Internationaal handelsverkeer en internationale arbeidsverdeling

Als gevolg van de opbrengstverhoging door de teelttechnische vooruitgang en van de geringe toeneming van de afzetmogelijkheden dreigt er een voortdurende

overproduktie binnen de nationale markten. Er is daar in verband met de consequenties voor de agrarische inkomensvorming slechts een beperkte ruimte om via de prijzen de weinig en traag op prijsveranderingen reagerende vraag en aanbod van agrarische produkten beter met elkaar in overeenstemming te brengen. De wereldmarkt van landbouwprodukten heeft daardoor sterk het karakter gekregen van een overschottenmarkt, waarop ieder land met zijn overschotten zijn nationale agrarisch-politieke problemen exporteert. De prijsvorming op deze wereldmarkten houdt daardoor weinig verband met de prijs- en produktiviteitsverhoudingen binnen de afzonderlijke nationale markten. En deze nationale markten bestrijken juist het grootste gedeelte van de agrarische produktie en afzet.

De nationale landbouwpolitiek van de diverse landen doet dan ook afbreuk aan een doelmatige internationale arbeidsverdeling. De ontwikkelingslanden, die op grond van de hun beschikbare nationale welvaartsbronnen vergelijkenderwijs aantrekkelijke mogelijkheden zouden hebben tot uitbreiding van de agrarische produktie en afzet, worden daardoor in hun ontlooiingsmogelijkheden beperkt. Dit betekent niet alleen een beperking van hun economische mogelijkheden, maar indirect ook van de mogelijkheden tot een betere voedselvoorziening van deze landen zelf. Hoewel er in de ontwikkelde landen bij een herordening van de produktiefactoren aanloopverliezen optreden (verschuivingen van arbeid uit landbouw naar andere toepassingen, kapitaalverlies, verandering van vestigingsplaats, factoren van op landbouw georiënteerde handel en industrie), zou ook daar de welvaartsontwikkeling toch worden bevorderd door de voorsprong en betere mogelijkheden in de niet-agrarische produktie.

Een dergelijke omschakeling vereist echter ingrijpende structurele aanpassingen, waardoor de reeds bestaande problematiek als gevolg van aanpassing aan technische en economische ontwikkeling nog aanzienlijk zou worden versterkt. Het zou ook betekenen dat de nationale voedselvoorziening sterker afhankelijk wordt gesteld van produktie in en transport uit andere delen van de wereld.

### E. Toenemende verwevenheid van landbouw met andere sectoren

De agrarische produktie raakt in dit proces van economische en technische ontwikkeling steeds nauwer verweven met andere sectoren van de maatschappij. Verder ontstaan, als gevolg van de toeneming in communicatie en de voortschrijdende verstedelijking van grote delen van het platteland, steeds intensievere contacten tussen het agrarische deel van de bevolking en de rest van de samenleving. Levensstijl en inkomensaspiraties gaan daardoor steeds meer overeenstemmen met die van andere bevolkingsgroepen. De landbouw wordt bovendien een voortdurend belangrijker afnemer van industriële produkten (werktuigen, opslaginstallaties, chemische middelen).

De ontwikkeling in voedingsgewoonten en in voedingsmiddelentechnologie leidt er tenslotte toe dat de afzet van landbouwprodukten in steeds belangrijker mate plaatsheeft via de industrie. Van de Nederlandse landbouwproduktie wordt ongeveer 60%



industriële verwerkt. Daardoor ontstaat een steeds verdergaande integratie van landbouw, verwerkende industrie en handel, vaak met inschakeling van de toeleverende handel en industrie van agrarische produktiemiddelen en van financieringsinstellingen. Door integratie en contractproductie wordt voor de gehele keten van opeenvolgende bedrijven de besluitvorming ten aanzien van omvang, samenstelling en kwaliteit van de grondstoffenvoorziening steeds meer gecentraliseerd. Op deze wijze wordt getracht een zo doelmatig mogelijke wederzijdse afstemming van de productieprocessen in de verschillende geleidingen van de produktiestroom te bereiken en zodoende de verlangens van de consument zo ver mogelijk te laten doorwerken. De marktprijs alleen is een te gebrekkig signaal om deze gecompliceerde eisen doelmatig over te brengen. Met name bij de dierlijke veredeling en de groentenconserven is de contractproductie reeds ver doorgedrongen. In de Nederlandse varkenshouderij werd in 1968 reeds 42% van de totale afzet in een of andere vorm contractueel geproduceerd, bij de kalvermestery lag dit percentage op 65% en bij het slachtpluimvee op 95%.

Landbouw en de daarop aansluitende agribusiness, d.w.z. de op verwerking van en de handel in landbouwprodukten gerichte bedrijvigheid, vormen daardoor meer en meer een samenhangend geheel. In de tabel is aangegeven hoe in de loop van de periode 1958-1968 de inkomens zich ontwikkelden in de landbouw en in enkele belangrijke, voornamelijk op de inheemse landbouwproductie gebaseerde sectoren van handel en verwerking. In de beide staafdiagrammen zijn deze inkomsten weergegeven in verhouding tot de eigenlijke landbouw, resp. het nationale inkomen. Hieruit blijkt hoezeer de betekenis van verwerking en handel is toegenomen ten opzichte van de

In Nederland behaalde inkomens, samenhangend met de afzet van agrarische produkten (in miljoen gld.)

	1958	1963	1965	1968
Eigenlijke landbouw	3281	3721	4588	5059
Verwerking van inheemse en buitenlandse agrarische produkten	1404	1878	2400	3055
Toeleveringen	1042	1401	1817	2190
Distributie	1260	1983	2642	3400
Totaal	6987	8983	11447	13704

landbouw en hoezeer de bijdrage van de landbouw aan het nationale inkomen is gedaald.

In 1970 ging ongeveer 30% van de totale consumptieve bestedingen naar de voedings- en genotmiddelensector. In 1970 werden aan landbouw, tuinbouw, bosbouw, visserij, voedings- en genotmiddelenindustrie (exclusief distributie) 500.000 manjaren besteed, overeenkomende met 11% van het totale nationale arbeidsvolume. Dit betekent een sterke teruggang ten opzichte van 1956 toen nog 700.000 manjaren arbeid hiervoor werden gebruikt. Deze teruggang kwam voornamelijk voor rekening van de agrarische produktie.

De dierlijke produktie kan eigenlijk worden opgevat als een verwerkende sector, gebaseerd op de agrarische plantaardige produktie. Op energiebasis gemeten legt in de ontwikkelde landen de omweg van de dierlijke produktie een groter beslag op de plantaardige oorsprong.

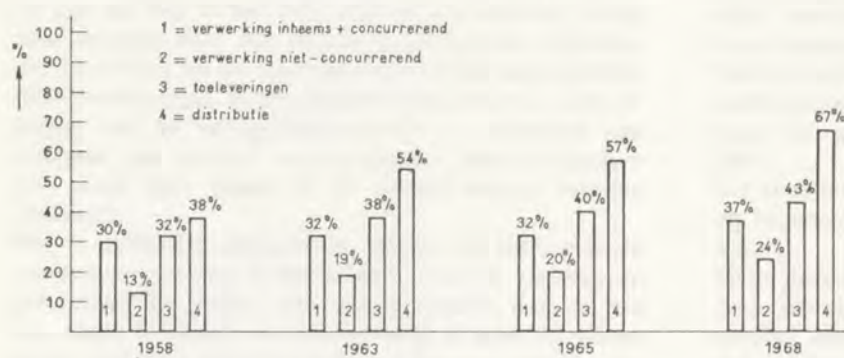


Fig. 1. Inkomens in enkele sectoren van de voedselvoorziening als percentage van de inkomsten in de eigenlijke landbouw.

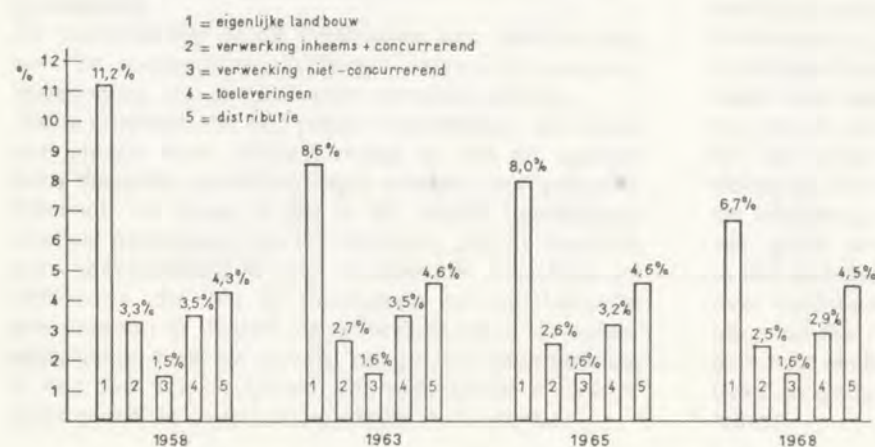


Fig. 2. Inkomens in enkele sectoren van de voedselvoorziening als percentage van het nationale inkomen.



Wat de plantaardige produktie betreft is de landbouw in de economisch ontwikkelde landen dan ook in belangrijke mate zijn eigen afnemer. Terloops zij opgemerkt dat dit, als gevolg van de relatief grote energieverliezen bij de dierlijke veredeling, een grote invloed heeft op de totale hoeveelheid plantaardige grondstoffen die direct en indirect voor de menselijke voeding worden verbruikt.

Door de overheersende betekenis van de landbouw als producent van grondstoffen steunt de handel en verwerking van voedingsmiddelen sterk op de bestaande structuur en geografische verdeling van de agrarische produktie en de daarbij behorende internationale goederenstroom.

Indirect worden daardoor ook de positie van de voedingsmiddelenindustrie en de handel in grondstoffen en eindprodukten van deze industrie medebepaald door de landbouwpolitiek. De invloed daarvan op de geografische situering van de agrarische produktie en op de prijsverhoudingen tussen de agrarische produkten in de afzonderlijke marktgebieden, werkt door in het economisch krachtenveld waarbinnen handel en industrie positie kiezen.

Bij de overwegingen ten aanzien van de toekomstige ontwikkelingen in de toegepaste voedingsmiddelen-technologie, is het goed zich deze afhankelijkheid van de landbouwpolitieke stelsels in de diverse landen of groepen van landen te realiseren. De prijsverhoudingen tussen plantaardige eiwitten en vetten enerzijds en plantaardige koolhydraten en dierlijke produkten anderzijds, zoals die thans bestaan binnen de E.E.G., zijn b.v. sterk beïnvloed door de gevoerde gemeenschappelijke landbouwpolitiek.

Ontwikkelingen in de technologie van de voedselbereiding en de opvattingen omtrent de uit gezondheidsoogpunt optimale voeding kunnen op langere termijn belangrijke consequenties hebben voor de agrarische produktie. Dit geldt in het bijzonder voor industriële processen, die, al dan niet op basis van agrarische grondstoffen, in concurrentie treden met de dierlijke produktie. Dit zou namelijk niet alleen betekenen, dat de betekenis van de dierlijke produktie als belangrijke agrarische sector wordt aangetast, maar het zou ook weerslag hebben op de omvang en samenstelling van de vraag naar agrarische produkten van plantaardige oorsprong.



# Hoofdstuk 1. Enkele aspecten rond de voedselvoorziening van de wereldbevolking

door

Prof. dr. ir. M. J. L. Dols, vm. Raadadviseur in algemene dienst van het Ministerie van Landbouw en Visserij

## Samenvatting

*In dit eerste hoofdstuk wordt een beschouwing gewijd aan de toekomstverwachting omtrent de voedselvoorziening van de groeiende wereldbevolking. Momenteel wordt in de gehele wereld misschien net voldoende geproduceerd om de berekende minimum behoefte te dekken. Vanwege een wanverhouding tussen de voedselproductie en de voedselbehoefte van een steeds groeiende bevolking is er echter in delen van de wereld honger en ondervoeding en elders in de wereld overvloed. Naast agrarische, spelen sociaal-economische, culturele, handelspolitieke en godsdienstige factoren een rol. In het bijzonder op de ontwikkelde landen, maar eveneens op ieder persoonlijk, rust de plicht te werken aan een oplossing.*

*Met behulp van kwantitatieve gegevens wordt aangegeven welke veranderingen nodig zijn om de ontwikkelingslanden in 1980 en 2000 voldoende voeding te geven. Niet alleen dient de productie te worden verhoogd, maar ook moeten voedselverliezen worden voorkomen en moet de te sterke bevolkingsgroei worden afgeremd.*

*In de ontwikkelde landen zal de bereidheid moeten zijn de handelspolitiek meer te richten op ontplooiing van de productie en de economie in de ontwikkelingslanden. Verhoging van de productie per eenheid van oppervlakte is de meest aangewezen methode om de totale opbrengst te vergroten. Plantenziektes moeten worden verminderd door het kweken van resistente gewassen en door het toepassen van geschikte bestrijdingsmiddelen. Grote aandacht dient te worden besteed aan mogelijke gevaren voor mens en milieu.*

## I. Inleiding

Zoals in het voorwoord wordt uiteengezet, beoogt het symposium een toekomstvisie te geven over de ontwikkeling van de voedselproductie en de wijziging van het voedingspatroon in Nederland voor de komende 30 jaar en wel in het licht van de toenemende vraag naar voedsel door een steeds groeiende en welvarender bevolking en de vooruitgang van de voedingsmiddelentechnologie. In een beschouwing over de ontwikkeling van de voedselvoorziening in Nederland kan evenwel niet worden voorbij gegaan aan de wijzigingen zoals deze elders in de wereld kunnen worden verwacht.

Het is zelfs niet uitgesloten, dat in de toekomst de voedselvoorziening in Nederland meer zal steunen op produkten die elders zijn voortgebracht, dan op die van eigen landbouw en veehouderij, al was het alleen maar omdat ze elders goedkoper kunnen worden geproduceerd.

Dit rechtvaardigt in dit symposium een beschouwing over de toekomstverwachtingen omtrent de voedselvoorziening van de groeiende wereldbevolking.

Het is duidelijk, dat een steeds toenemende bevolking ook steeds meer voedsel vraagt en dat dit voedsel door diezelfde bevolking moet worden voortgebracht. Wanneer we thans al het in de wereld beschikbare voedsel gelijkmatig zouden verdelen, zou de beschikbare hoeveelheid aan eiwit en calorieën misschien net voldoende zijn om de berekende minimumbehoefte per persoon te dekken. In werkelijkheid is dit echter onmogelijk, met als gevolg honger en ondervoeding in een deel van de wereld, voornamelijk de ontwikkelingslanden en ondervoeding elders in de wereld.

Niet kan worden ontkend, dat zolang de mensenmaatschappij bestaat er een voedselprobleem is geweest; vele volksverhuizingen vonden hun oorzaak in een plaatselijk voedseltekort. Zowel de bijbel als andere bronnen uit de oudheid leveren duidelijke bewijzen, dat honger van oudsher de mensheid heeft geplaagd. Dit is nog steeds het geval. Misoogsten door ongunstige weersomstandigheden en natuurrampen zijn de voornaamste oorzaken. Sedert het begin van de Christelijke jaartelling zijn minstens 400 ernstige hongersnoden geregistreerd. Geen enkel land of volk is in de loop der eeuwen hieraan ontkomen, ook Nederland niet.

Dit alles mag evenwel geen reden zijn om onverschillig tegenover het probleem van de honger te blijven staan.

Over de vraag hoe groot het percentage van de huidige wereldbevolking is dat honger lijdt kan men twisten, evenals over het percentage van de bevolking dat met een tekort aan voedsel te kampen heeft en derhalve onvoldoende wordt gevoed; dat er honger en ondervoeding in de wereld bestaan kan niet worden ontkend, evenmin als het feit dat het een onvervreemdbaar recht van iedere mens is gevrijwaard te zijn van honger en gebrek.

De bestaande wanverhouding tussen de voedselproductie en de voedselbehoefte van de steeds groeiende bevolking is de eerste oorzaak. Toch bestaat er een groot verschil tussen de huidige situatie en die in het verleden. Men kan gerust stellen, dat wij thans over voldoende kennis en rijkdom beschikken om dit gecompliceerde vraagstuk, waarbij naast agrarische, ook nog sociaal-economische, culturele, handelspolitieke en godsdienstige factoren een rol spelen, op te lossen.



Op de mensheid als geheel en in het bijzonder die van de ontwikkelde landen, maar eveneens op ieder persoonlijk, rust de plicht zich in te spannen om te werken aan een oplossing en om de bestaande barrières — ook de politieke — te doorbreken.

## II. Voedselvoorziening en wereldbevolking

Een eerste vraag die wij ons moeten stellen is: hoe staat het thans met de voedselvoorziening van de verschillende delen van de wereld?

Bij de beantwoording van deze vraag wordt uitgegaan van gegevens die enkele jaren oud zijn, maar toch globaal de toestand duidelijk weergeven. Ze zijn ontleend aan publikaties van de Voedsel- en Landbouworganisatie van de Verenigde Naties. Vergelijkt men hierbij allereerst de voedselvoorziening van de ontwikkelingslanden in Azië, Afrika en Latijns Amerika met die van de ontwikkelde landen in Europa, Noord Amerika en Oceanië, dan blijkt dat de voeding in de ontwikkelingslanden voornamelijk bestaat uit granen en hakvruchten en dat het aandeel van eiwitrijke plantaardige en dierlijke producten, evenals van groenten en fruit, slechts klein is. Uit de gegevens komt eveneens tot uitdrukking dat de doelstellingen voor de jaren 1980 en 2000 onvoldoende zijn om dan een voorziening te scheppen die kwalitatief en kwantitatief die van de ontwikkelde landen bereikt. Nog duidelijker komt dit naar voren, wanneer de voedingswaarde van de per hoofd van de bevolking beschikbare hoeveelheden voedingsgewassen wordt vergeleken met de behoefte.

In de ontwikkelingslanden bedraagt het aantal calorieën uit de beschikbare voeding per hoofd van de bevolking 2170 of wel 6% minder dan de berekende behoefte per hoofd, die op 2300 calorieën moet worden gesteld. In de ontwikkelde landen ligt dit geheel anders; hier heeft men per hoofd van de bevolking 3070 calorieën beschikbaar, bij een berekende behoefte die 20% lager ligt, n.l. bij 2600 calorieën. (Verg.: fig. 1).

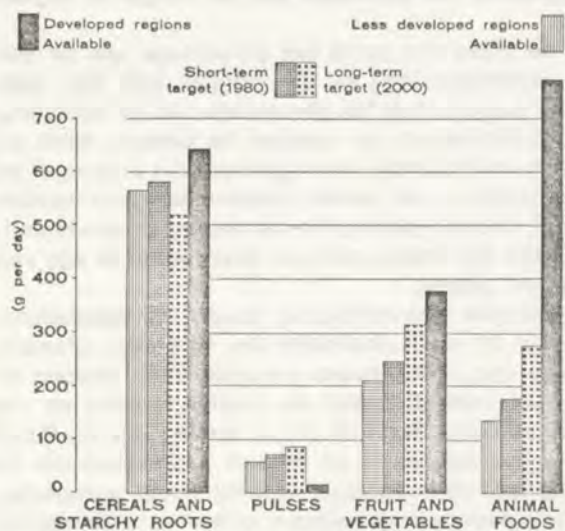


Fig. 1. Beschikbare en benodigde voeding per hoofd. (Bron: Food and Agricultural Organization).

Vergelijkt men de verschillende nutriënten, dan treedt de achterstand in de ontwikkelingslanden nog duidelijker aan het licht. Zo bedraagt de consumptie aan dierlijk eiwit, totaal eiwit en vetten in de ontwikkelde landen respectievelijk 45 gram, 90 gram en 109 gram per hoofd per dag; in de ontwikkelingslanden zijn deze cijfers veel lager, respectievelijk 10 gram, 58 gram en 36 gram. Zelfs wanneer men de voor het jaar 2000 geplande cijfers beziet, blijkt dat de berekende behoefte dan nog niet kan worden gedekt; er zullen dan in de ontwikkelingslanden 20 gram dierlijk eiwit, 76 gram totaal eiwit en 54 gram vetten per hoofd en per dag beschikbaar zijn. (Verg.: fig. 2).

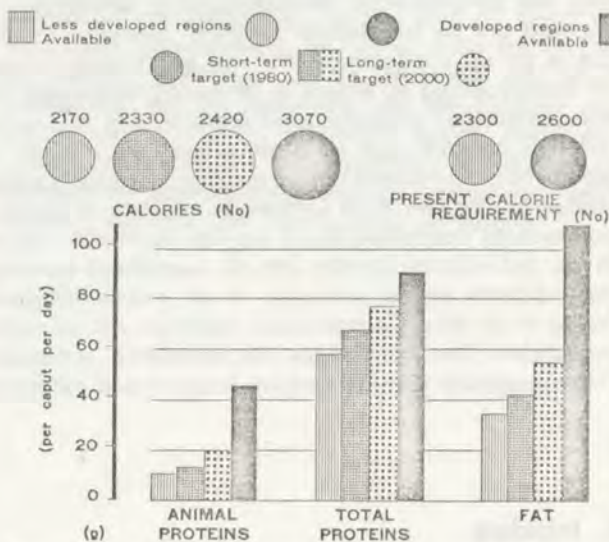


Fig. 2. Voedingswaarde van beschikbare en benodigde voeding per hoofd (Bron: Food and Agricultural Organization).

De verschillen, zowel in kwantitatieve als in kwalitatieve zin, tussen de beschikbare hoeveelheid voedsel van de ontwikkelde landen en die van de ontwikkelingslanden worden hiermee wel duidelijk aangetoond. De vraag waarmee we ons nu bezig moeten houden is deze: hoe ziet het er met de voedselvoorziening in de toekomst uit en wel in het bijzonder in de ontwikkelingsgebieden? Wat kan daar voor de jaren 1980 en 2000 worden verwacht, allereerst op het gebied van de bevolkingstoename en vervolgens op het gebied van de voedselproductie.

Wat de bevolkingsgroei betreft, staan ons de gegevens van de Verenigde Naties ter beschikking (zie fig. 3). Hieruit blijkt dat volgens recente schattingen voor het jaar 1980 op een wereldbevolking van ruim 4,5 miljard moet worden gerekend en dat dit getal voor het jaar 2000 op ruim 6,6 miljard wordt geschat. Men dient bij het zien van deze cijfers te bedenken, dat van deze totale wereldbevolking er in 1980 ongeveer 3,5 miljard in de ontwikkelingslanden zullen leven en dat dit cijfer voor het jaar 2000 op 5,4 miljard moet worden gesteld. Ofschoon het slechts schattingen zijn, geven de cijfers niettemin een duidelijk beeld van de ernstige situatie. Alleen een onverwachte catastrofe of een werkelijk effectieve geboorteregeling kan deze snelle groei misschien nog voorkomen.

Wat betekenen deze bevolkingcijfers nu voor de voedselvoorziening in de ontwikkelingslanden? Wat is er nodig in de jaren 1980 en 2000 op basis van de beschikbare voedselproductie van 1965? Wanneer we



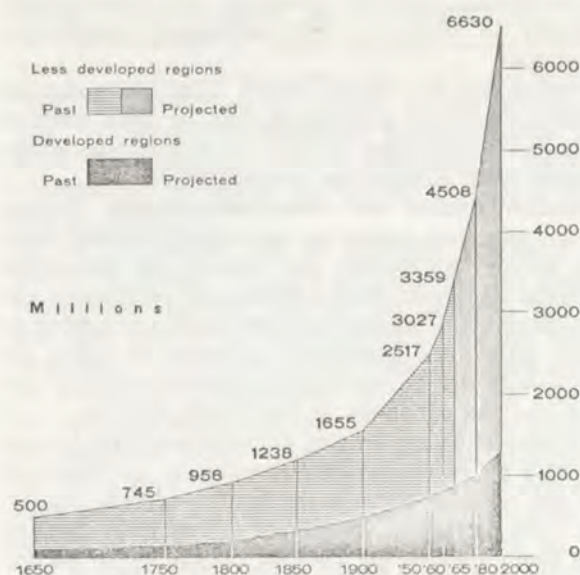


Fig. 3. Wereldbevolking 1650-2000.

deze vergelijking maken, dan zien we dat de bevolking in de ontwikkelingslanden in 1980 met 41% zal zijn gestegen en in het jaar 2000 118% hoger zal zijn dan in 1965. Hieruit volgt, dat de totale productie aan voedingsmiddelen voor het jaar 1980 65% en voor het jaar 2000 ongeveer 225% hoger zal moeten zijn om een adequate voorziening te krijgen. Voor dierlijke voedingsmiddelen zijn deze cijfers berekend op 92% en 380%. Berekent men wat dit per hoofd van de bevolking betekent op basis van 1965, dan komt men voor alle voedingsmiddelen op 117%, resp. 149% en voor de dierlijke produkten op 136% en 220% respectievelijk (zie fig. 4).

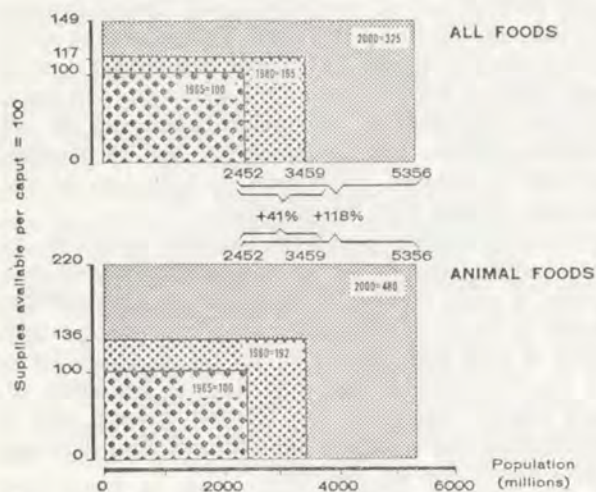


Fig. 4. De hoofdelijke en de totale beschikbare voeding (1965), de behoefte op korte termijn (1980) en die op lange termijn (2000) voor de ontwikkelingsgebieden.

De voedselproductie in de ontwikkelingslanden zal derhalve per jaar met 4,3% moeten toenemen, terwijl de stijging in de laatste 10 jaar gemiddeld slechts 2% was. Een belangrijk deel van de grotere behoefte zal in de ontwikkelingslanden moeten worden geproduceerd, eensdeels gezien de transportmoeilijkheden met dergelijke grote hoeveelheden, maar eveneens ter voorkoming van een verstoring van het economisch evenwicht in de ontwikkelingslanden.

Wil men dit alles bereiken, wil men een evenwicht brengen tussen productie en bevolkingsgroei, dan zal met alle mogelijke middelen — agrarische, economische en politieke — dienen te worden gestreefd naar verhoging van de voedselproductie, naar het voorkomen van voedselverliezen, maar eveneens naar een afremmen van de te sterke bevolkingsaanwas.

### III. Voedselvoorziening en volksgezondheid

Een goede, evenwichtige voeding is een eerste voorwaarde voor een goede gezondheid. Dit is geen ontdekking van onze eeuw, al heeft ze ongetwijfeld de voedingsleer tot ontwikkeling gebracht. Het verband tussen voeding en gezondheid was reeds lang bekend. De Egyptenaren in de eerste eeuw voor Christus wisten reeds dat overvoeding de oorzaak is van vele ziekten en Hippocrates wees erop, dat personen die van natuur echt vet zijn, vroeger tot sterven neigen dan magere personen; daarnaast probeerde hij reeds door het regelen van de voeding ziekten te voorkomen.

Thans weten wij meer van het verband tussen voeding en gezondheid. Wij kennen het bestaan van deficiëntie ziekten, zoals rachitis, scheurbuik, pellagra, beri-beri, enz., die door een tekort aan een bepaald nutriënt in de voeding worden veroorzaakt. Bij vele andere ziekten speelt de voeding eveneens een rol, o.a. bij atherosclerose, suikerziekte en anemieën, maar eveneens is ze van betekenis voor de gezondheid van de zwangere vrouw en het groeiende kind.

De statistieken tonen duidelijk verschillen aan met betrekking tot ziekten en doodsoorzaken. In de ontwikkelde landen is de overvoeding ongetwijfeld een der voornaamste vijanden van de gezondheid van de mens; in de ontwikkelingslanden daarentegen zijn het de honger en de ondervoeding die de gezondheid, in het bijzonder van het groeiende kind, bedreigen.

Dit komt reeds tot uiting bij een vergelijking van het geboortegewicht, dat in de ontwikkelingslanden wel tot 30% lager ligt dan in de ontwikkelde landen. Maar ook in het vaak korte verdere leven van vele kinderen in de ontwikkelingslanden zien wij de gevolgen van honger en ondervoeding. Naast de reeds genoemde deficiëntieziekten als gevolg van het ontbreken van een bepaald nutriënt komt een eiwit- en calorieën-tekort dat aanleiding geeft tot syndromen die onder de namen kwashiorkor en marasmus bekend zijn en die de grote kindersterfte tot gevolg hebben. Alleen een goede voedselvoorziening, waarbij aandacht wordt besteed aan een goede eiwitvoeding, kan hier verbetering brengen.

Ook op andere wijzen kan de voeding de gezondheid van de mens bedreigen. Sommige voedingsgewassen bevatten van nature schadelijke stoffen (oxalaten, glucosiden; door ondoelmatige opslag kan schimmelvorming optreden, waardoor mycotoxinen in het produkt kunnen ontstaan; voedingsprodukten kunnen dragers zijn van ziektekiemen, salmonellose, botulisme). Ook kunnen als gevolg van landbouwkundige handelingen, bestrijding van dierziekten en fabriekmatige verwerking, residuen van verschillende stoffen in het voedsel achterblijven.



Zowel in de ontwikkelde landen als in de ontwikkelingslanden wordt hieraan, dank zij de WHO en FAO veel aandacht besteed. De voortbrenging van voldoende voedingsmiddelen alleen, is, zoals blijkt, niet voldoende om een goede gezondheid te verzekeren. Naast de kwantiteit vraagt de intrinsieke kwaliteit eveneens de volle aandacht wil men met het oog op de volksgezondheid van een goede voedselvoorziening kunnen spreken.

#### IV. Sociaal-economische en handelspolitieke factoren

Uit de voorafgaande beschouwing is wel reeds gebleken, dat het wereldvoedselvraagstuk niet slechts een agrarisch-technisch probleem is waarbij het de vraag is hoe zoveel mogelijk voedsel kan worden geproduceerd, maar evenzeer een maatschappelijk probleem, waarbij het erom gaat hoe uiteindelijk kan worden bereikt dat elk individu een adequate hoeveelheid voedsel ontvangt.

Deze vraag werd reeds in het eindrapport van de Voedsel- en Landbouwconferentie die in 1943 te Hot Springs werd gehouden, op de volgende wijze beantwoord:

*"The first cause of hunger and malnutrition is poverty. It is useless to produce more food, unless men and nations provide the markets to absorb it. There must be an expansion of the whole world economy to provide the purchasing power sufficient to maintain an adequate diet for all. With full employment in all countries, enlarged industrial production, the absence of exploitation, an increasing flow of trade within and between countries, an orderly management of domestic and international investment and currencies, and sustained internal and international economic equilibrium, the food which is produced can be made available to all people."*

Het is niet de bedoeling hier een oordeel uit te spreken over hetgeen met betrekking tot de inhoud van deze resolutie door de Voedsel- en Landbouworganisatie van de Verenigde Naties is bereikt. Niet kan worden ontkend dat met verschillende van de genoemde activiteiten vorderingen zijn gemaakt; daartegenover staat evenwel, dat nog zeer veel zal moeten worden gedaan, met name door de ontwikkelde landen, alvorens de armoede van velen in de ontwikkelingsgebieden en de daarmee gepaard gaande honger en ondervoeding tot het verleden zullen behoren. De wij van de ontwikkelde wereld om de ontwikkelingslanden daadwerkelijk te helpen is daartoe onmisbaar. Deze ontwikkelingshulp vraagt niet alleen het kapitaal waaraan deze landen behoefte hebben, maar evenzeer de bereidheid geheel of gedeeltelijk afstand te doen van produktiemogelijkheden die in deze gebieden met eigen grondstoffen zouden kunnen worden ontwikkeld. Men zal bereid moeten zijn mede te werken aan het tot stand komen van industrieën voor de be- en verwerking van inheemse grondstoffen, die tot nu toe werden geëxporteerd, maar eveneens aan de vestiging van basisindustrieën die voor de verdere ontwikkeling van de landbouw onmisbaar zijn, zoals

b.v. kunstmestfabrieken, fabrieken voor bestrijdingsmiddelen en fabrieken voor eenvoudige landbouwwerktuigen.

Bovendien zal men deze landen meer kans moeten geven om met hun exportprodukten op onze markten te kunnen komen; het sluiten van goederenovereenkomsten biedt hiertoe een mogelijkheid.

Bovendien zouden de ontwikkelingslanden kunnen worden geholpen indien de ontwikkelde landen matiging zouden betrachten wat betreft de industriële productie van synthetische stoffen ter vervanging van natuurprodukten, waarbij gedacht wordt aan rubber en vezels, daar deze produkten bij export de harde valuta leveren die de ontwikkelingslanden voor de opbouw van hun economie zo hard nodig hebben.

De productie en export van eindprodukten op het gebied van de voedingsmiddelenindustrie zal voorlopig nog wel op zeer grote moeilijkheden blijven stuiten, daar deze produkten veelal niet aan de hoge hygiënische eisen voldoen die door de overheden in de ontwikkelde landen uit een oogpunt van de volksgezondheid aan voedingsmiddelen worden gesteld. Soms ook zullen dusdanig hoge eisen aan technische voorzieningen voor de productie en voor het transport van het eindprodukt moeten worden gesteld, dat het niet economisch verantwoord is ter plaatse te produceren.

#### V. Bevolkingstoename

De oplossing van de wereldvoedselvoorziening hangt ten nauwste samen met de te verwachten bevolkingstoename. De ontwikkelingslanden zullen derhalve zo moeten plannen, dat de voedselproductie aangepast wordt en blijft aan de bevolkingsgroei. Dit zal evenwel een wedloop met de tijd blijven. Zou door een effectieve geboorteregeling de bevolkingstoename voor de jaren 1980 en 2000 tot de helft kunnen worden teruggebracht, dan blijft de voedselproductie van de ontwikkelingslanden nog onvoldoende om de voedselbehoefte te dekken, zodat men op hulp van de ontwikkelde landen blijft aangewezen.

Het demografische probleem, waarbij culturele, sociale, psychologische en godsdienstige factoren meespelen, is geen eenvoudig vraagstuk. In de Verenigde Naties en in de daartoe behorende bijzondere organisaties is men met betrekking tot dit probleem tot nu toe niet veel verder gekomen dan tot het uiten van vage kreten. Hetzelfde kan worden gezegd van de Wereldbank, die zelfs een departement voor demografische problemen wil instellen.

Effectieve geboorteregeling is een zeer moeilijk vraagstuk. Men heeft wel gedacht dat dank zij de gevorderde biologische kennis en de daarop gebaseerde technieken het vraagstuk eenvoudig zou kunnen worden opgelost. Al spoedig is evenwel gebleken dat het effect van een algemeen aanvaarde methode vermindert, naarmate het ontwikkelingspeil van de bevolking lager is.

Ditselfde geldt ook voor de bereidheid van de bevolking tot vrijwillige medewerking. De aanbevolen methoden zijn voor velen in de ontwikkelingslanden onbruikbaar, de toepassing is te ingewikkeld of soms zelfs gevaarlijk. Andere methoden, die men elders met



succes heeft toegepast zijn in verschillende landen om godsdienstige of morele redenen onaanvaardbaar. De Verenigde Naties staan hier voor een dilemma. Enerzijds kennen ze de situatie en de gevolgen die reeds in de naaste toekomst hieruit kunnen voortvloeien; anderzijds zijn ze machteloos op dit gebied beslissingen te nemen die tot een oplossing zouden kunnen leiden.

Bij het beoordelen van dit moeilijke vraagstuk dient men te bedenken, dat voor iedere mens een rangorde van plichten bestaat, waarvan de voorrang kan wijzigen naar gelang de omstandigheden en van land tot land, zowel als van individu tot individu anders kan zijn. De mensheid in zijn geheel en ieder mens afzonderlijk moet zijn verantwoordelijkheid met betrekking tot dit vraagstuk onder ogen zien en zich afvragen op welke wijze en met welke middelen hij tot een effectieve geboorteregeling kan bijdragen. Zij moeten hierbij hun eigen geweten volgen. De taak van de overheid is naar mijn mening beperkt; die ligt uitsluitend op het gebied van de voorlichting van de massa, met respect voor de individuele mening en in de opvoeding van ieder individu afzonderlijk tot verantwoordelijkheid voor het welzijn van de gehele mensheid.

## VI. Verhoging van de voedselproductie

Er bestaan verschillende methoden om tot een hogere voedselproductie in de wereld te komen.

De eerste mogelijkheid hiertoe is de vergroting van het areaal cultuurgrond. Slechts 28 % of wel 13,5 miljard hectare van de aarde bestaat uit vast land, waarvan 10 % als akkerland, 20 % als grasland of weidegrond en 30 % als bosgrond in gebruik is, terwijl de overige 40 % stads- of industriegebied is — inclusief wegen — of om andere redenen niet in cultuur is gebracht. Wil men over meer cultuurgrond beschikken, dan zou een gedeelte van de laatste categorie daarvoor in aanmerking komen. Aan zulk een uitbreiding zijn evenwel vele bezwaren verbonden. Ze vergt een langdurige voorbereiding, stelt hoge eisen aan de uitvoering en vraagt hoge investeringen voor het uitvoeren van de nodige cultuur-technische voorzieningen. Voor alle nog niet in gebruik zijnde gebieden die voor gebruik als cultuurgrond in aanmerking komen en die voornamelijk in Afrika (ten zuiden van de Sahara), Zuid-Amerika, Canada, de Verenigde Staten en in Rusland liggen, geldt bovendien een aantal bezwaren, waardoor uitoefening van de landbouw wordt belemmerd of verhinderd. Hiertoe behoren o.a. de topografische geschiktheid, de gemiddelde kwaliteit van de bodem, klimatologische factoren (temperatuurverhoudingen, regenhoeveelheid en regenverdeling), alsmede de afzetmogelijkheden van de verkregen producten.

Een tweede middel om meer voedsel ter beschikking te krijgen zou kunnen bestaan in het in gebruik nemen van cultuurgrond die thans wordt benut voor de voortbrenging van handelsgewassen zoals katoen, sisal, rubber, enz. Synthetische producten zouden dan volledig de plaats moeten gaan innemen van de natuurlijke producten. Berekent men wat dit betekent voor b.v. rubber, daarbij uitgaande van het gegeven dat in

1960 de produktie aan natuurlijke rubber nog slechts 30 % van de totale wereldbehoefte bedroeg, dan blijkt dat hierdoor een areaal zou vrij komen voor een voedselproductie waarmee 20 miljoen mensen een jaar lang zouden kunnen worden gevoed. Eenzelfde berekening kan worden opgezet met betrekking tot de oppervlakten die in gebruik zijn voor de produktie van vezels, zoals katoen, jute, sisal enz.

Aan een dergelijke oplossing zijn zeer grote bezwaren verbonden, die niet opwegen tegen de geringe voordelen voor de wereldvoedselvoorziening. Door zulk een wijziging in de produktie worden de ontwikkelingslanden beroofd van de export van handelsgewassen, die hen de harde valuta moeten verschaffen om hun primitieve economie tot ontwikkeling te brengen. Een dergelijke oplossing moet dan ook ten sterkste worden ontraden.

Een derde mogelijkheid voor het verhogen van de wereldvoedselproductie vormt de verhoging van de opbrengst per eenheid van oppervlakte.

Tengevolge van klimaatsverschillen, bodemvruchtbaarheid en het ontwikkelingsstadium waarin de landbouw ter plaatse verkeert, lopen de opbrengsten sterk uiteen. Vooral tropische gronden zijn over het algemeen niet vruchtbaar; voor een aantal gebieden is de regeling van de waterhuishouding bepalend, meestal evenwel is stikstofgebrek de limiterende factor. Verbetering van de waterhuishouding, mechanisering van de landbouw, toepassing van kunstmest, bestrijding van plantenziekten, alsmede de toepassing van graanvariëteiten met hoge opbrengsten, zijn middelen om tot grotere oogsten per eenheid van oppervlakte te komen.

Vooral de toepassing van nieuwe graanvariëteiten heeft de laatste jaren in verschillende ontwikkelingslanden tot succes geleid, vooral wanneer gepaard aan een gelijktijdige toepassing van verbeterde landbouwtechnieken.

In dit verband kan naar Mexico worden verwezen. Met behulp van nieuwe tarwevariëteiten, die zeer gunstig op kunstmest reageren, resistent zijn tegen ziekten en legeren, en vooral geschikt zijn voor een tropisch of sub-tropisch klimaat, worden zeer hoge opbrengsten verkregen, die, wanneer tegelijkertijd de waterhuishouding wordt verbeterd, tot het achtvoudige van de normale opbrengsten kunnen oplopen (zie fig. 5).

Als gevolg van deze resultaten is men in India en

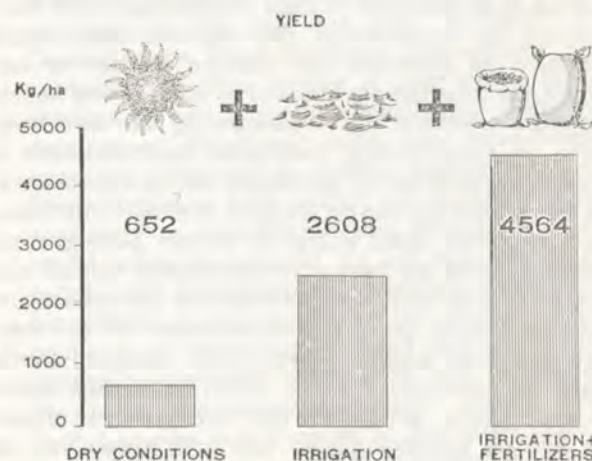


Fig. 5. De invloed van irrigatie en kunstmest op de tarweoogst in Mexico.



Pakistan eveneens tot de teelt van deze variëteiten overgegaan; ook hier worden met de nieuwe variëteit opbrengsten verkregen, die twee tot driemaal zo hoog zijn als die van de lokale variëteiten.

Eenzelfde ervaring werd in de Philippijnen en Ceylon opgedaan met hoogproductieve rijstvariëteiten. In proefnemingen werden zelfs drie oogsten per jaar met hoge opbrengsten verkregen.

Grote toepassing heeft in de Verenigde Staten de hybride mais gekregen; de opbrengst werd door het gebruik hiervan verdubbeld, terwijl het areaal zelfs tot 40 % kon worden verkleind.

Naast betere variëteiten, zijn nieuwe landbouwtechnieken, waaronder een doelmatige toepassing van de beschikbare waterreserves, en mechanisatie van grote betekenis. Momenteel wordt 13 tot 14 % van de opervlakte cultuurgrond, met een opbrengst van 25 % van de wereldvoedselproductie, bevoeid. Met een goede toepassing van de reeds aanwezige waterreserves, is het volgens berekeningen van deskundigen mogelijk het percentage akkerbodem dat voor bevoeiing in aanmerking komt te verdubbelen, terwijl bovendien de mogelijkheid bestaat nog niet in cultuur gebrachte grond te gaan gebruiken.

Mechanisatie van de landbouw in de ontwikkelingslanden is eveneens van groot belang. In de ontwikkelde landen vindt deze op grote schaal plaats; in de ontwikkelingslanden daarentegen wordt de arbeid nog voor 90 % door mens of dier verricht. Toch staat het vast, dat het gebruik van landbouwmachines een stijging van de opbrengst per hectare met zich brengt. Daartegenover staat evenwel dat, wil men succes verwachten, gezorgd dient te worden, dat in de ontwikkelingslanden over voldoende geschoolde krachten kan worden beschikt om nodige reparaties te verrichten, daar anders — zoals mij herhaaldelijk is gebleken — de machines ongebruikt ter plaatse blijven staan.

De toepassing van variëteiten met hoge opbrengsten per hectare, resistent tegen ziekten en met een kortere rijpingstijd, houdt grote beloften in voor een verhoogde plantaardige produktie, en des te meer, indien gecombineerd met verbeterde landbouwtechnieken.

Voor een goede en adequate voeding is de voorziening met dierlijke producten eveneens van groot belang. Dit spreekt duidelijk als men bedenkt dat juist in Afrika en Azië de gewenste dagelijkse hoeveelheid dierlijk eiwit voor slechts 30 tot 50 % wordt gedekt. Wil men derhalve met het oog op de groeiende bevolking in de toekomst in deze eiwitbehoefte voorzien, dan zal het noodzakelijk zijn met alle beschikbare middelen de produktie aan dierlijke eiwitten te verhogen. De bronnen die hiervoor in aanmerking komen betreffen allereerst de vermeerdering van de vlees-, melk- en eierproduktie; daarnaast dient aandacht te worden besteed aan de verhoging van de visproduktie. Bij de verbetering van de dierlijke produktie van vlees, melk en eieren dient vooral te worden gezorgd voor goede voeding en drinkwatervoorziening van de dieren, maar daarnaast eveneens aan de diergeneeskundige verzorging. Groot zijn de verliezen die aan dierlijke producten worden geleden door ziekte en sterfte onder de veestapel. Daarom zullen doelmatige selectie en kruising, gericht op het verkrijgen van dieren die aan de klimatologische omstandigheden van de ontwikkelingslanden zijn aangepast, eveneens kunnen bijdragen tot een vermeerdering van de dierlijke pro-

duktie in die landen en daarmee tot een betere eiwitvoorziening.

Een andere mogelijkheid om de dierlijke eiwitproduktie te vergroten biedt de visserij. Ze heeft, wat de ontwikkelingsgebieden betreft, echter alleen betekenis voor die welke aan zee, rivieren of meren zijn gelegen. De slechte houdbaarheid en het meestal ontbreken van geschikte transportmiddelen beperken, vooral in de tropen, de distributie op grotere afstand van de aanvoer- of vangplaatsen. Toch kan een verbeterde vangtechniek, gepaard aan betere transport- en opslagmogelijkheden, in de toekomst van grote betekenis worden voor grotere delen van de ontwikkelingslanden. Veel mogelijkheid op zeer korte termijn biedt de instelling of uitbreiding van de viscultuur in vijvers, waardoor ter plaatse belangrijke hoeveelheden dierlijk eiwit beschikbaar kunnen komen.

Een laatste mogelijkheid om de voedselsituatie te verbeteren biedt het gebruikmaken van niet-conventionele voedingsmiddelen en van nieuwe voedingsmiddelen. Tot de groep van de niet-conventionele voedingsmiddelen behoren:

blad-eiwitten, die worden verkregen uit bladen die tot nu toe niet voor menselijke consumptie werden gebruikt;

produkten die worden verkregen door het laten groeien van algen op semi- of geheel synthetische voedingsbodems;

eiwitten uit micro-organismen die op koolwaterstofmengsels zijn gegroeid.

Daarnaast komen nieuwe voedingsmiddelen, die vervaardigd zijn uit conventionele grondstoffen, maar waarbij het nu gebruikte deel vroeger niet voor de voeding van de mens werd bestemd. Tot deze groep behoren de eiwitten uit perskoeken van de verschillende oliezaad, vis-eiwitconcentraten, caseinaten enz.

De ontwikkeling van de voedingstechnologie heeft het mogelijk gemaakt uit deze grondstoffen eiwitrijke produkten te winnen die reeds een beperkte toepassing zowel bij de voeding van de mens als van het dier hebben gevonden.

Het voordeel voor de wereldvoedselvoorziening is, dat voor sommige van deze produkten geen cultuurgrond nodig is, terwijl de toepassing ervan in de dierlijke voeding andere produkten vrij maakt voor gebruik als voedingsmiddel voor de mens.

## VII. Beperking van verlies aan voedsel

Voor een goede voedselvoorziening van de steeds toenemende bevolking is het een eerste vereiste dat alles wordt gedaan om verliezen aan voedsel tijdens en na de produktie van plantaardige en dierlijke produkten te voorkomen, of althans tot het uiterste te beperken.

De grootste verliezen treden op in het produktiestadium, ofschoon de verliezen tijdens de opslag, het transport, be- en verwerking en huishoudelijke bereiding en bewaring ook niet gering zijn.

De verliezen tijdens de voortbrenging worden voornamelijk veroorzaakt door ziekten, plagen en verkeer-



de verzorging, waaronder een onjuiste toepassing van meststoffen of een verkeerde voeding.

Uit verschillende schattingen is komen vast te staan, dat in de gematigde klimaatzones de verliezen veroorzaakt door plantenziekten van 7 tot 30 % van de oogst kunnen bedragen; voor de verliezen als gevolg van plagen worden cijfers genoemd variërend van 3 tot 20 % van de oogst, terwijl in sommige gevallen de gehele oogst verloren kan gaan.

De verliezen in de dierlijke voortbrenging moeten op de eerste plaats worden toegeschreven aan een inadequate voeding; daarnaast kunnen parasitaire ziekten en andere ziekten de produktie van vlees, melk en eieren zeer sterk nadelig beïnvloeden.

Uit Amerikaanse gegevens is bekend, dat, ondanks alle daar beschikbare middelen, de oogstverliezen voor granen niettemin 5 tot 10 % bedragen, terwijl gedurende de opslag en het transport nog eens 3 tot 7 % verloren gaat. Verliezen aan rijst in een land in het verre oosten geeft cijfers te zien van ongeveer 18 %; terwijl voor West Afrika de verliezen aan mais op 34 % worden geschat.

Veel groter dan de verliezen aan granen zijn die aan bederfelijke produkten zoals vlees, vis, melk en groenten.

Het is derhalve wel duidelijk, dat alles dient te worden gedaan om de verliezen aan voedingsmiddelen, in het stadium van de voortbrenging maar ook daarna, te voorkomen of althans tot het uiterste te beperken. Bij de voortbrenging van plantaardige produkten zal meer gebruik kunnen worden gemaakt van variëteiten die resistent zijn tegen plantenziekten en voorts door doelmatige bemesting, betere verzorging en het gebruik van plantenziektenbestrijdingsmiddelen.

Bij de dierlijke produktie komt vooral het zwaartepunt te liggen op het verduurzamen van de bederfelijke produkten, zoals vlees, vis en melk.

Daarnaast zal bij alle voedingsprodukten aandacht dienen te worden gegeven aan het transport en de opslag, omdat eveneens grote verliezen aan voeding worden veroorzaakt door knaagdieren, insecten en schimmels. Ook de huishoudelijke bewaring vraagt aandacht; verbeteringen hier kunnen alleen door doelmatige voorlichting worden bereikt.

## VIII. Gevaren voor mens en milieu

Het gebruik van chemische stoffen ter bestrijding van ziekten en plagen heeft ook zijn schaduwzijde. Deze stoffen zijn per definitie giftig en kunnen bij ondoelmatig gebruik bodem en water verontreinigen en een gevaar opleveren voor mens, fauna en flora; bovendien kunnen residuen achterblijven in de plant, m.a.w. in het voedsel dat voor de mens is bestemd. Hetzelfde geldt voor stoffen die ter bevordering van de groei of als diergeneesmiddel in het voedsel voor het dier worden toegepast, of die bij de opslag van grondstoffen worden gebruikt of om technologische redenen in de levensmiddelenindustrie worden aangewend. Ze vormen allemaal een groter of kleiner gevaar voor de gezondheid van de mens, afhankelijk van de aard van de stof en van de hoeveelheid die dagelijks wordt opgenomen.

Het doel van al deze toepassingen is een zo goed mogelijke voedselvoorziening te verzekeren door het beschermen van de oogst en het voorkómen van verliezen elders in de voedselketen. De daartoe gebruikte middelen kunnen — zoals reeds gezegd — een gevaar opleveren voor de mens en zijn milieu, zeker bij een ondoelmatige toepassing. Dit leidt tot een toenemende publieke verontrusting en tot verwijten aan de overheid en het bedrijfsleven dat niet genoeg wordt gedaan om het risico te beperken. Niets is minder juist. Dat de overheden in deze geenszins onverschillig staan, blijkt duidelijk uit de beperkingen en verboden die in vele landen aan het gebruik van b.v. persistente pesticiden — in het bijzonder die, welke in bepaalde organen van mens of dier worden opgestapeld — zijn opgelegd, en uit de toleranties die met betrekking tot het voorkomen van residuen van bestrijdingsmiddelen in levensmiddelen zijn gesteld.

De overheden staan vaak voor een dilemma; ze moeten enerzijds de volksgezondheid, die primair is, beschermen, anderzijds een zo goed mogelijke voedselvoorziening waarborgen. Men dient daarbij dan te bedenken dat de overheden in de ontwikkelingslanden een beleidskeuze moeten maken, waarbij maar al te vaak het beschermen van de oogst de belangrijkste volksgezondheidsmaatregel is.

De industrie is zich eveneens bewust van deze problemen en zoekt doorlopend naar stoffen die minder gevaarlijk zijn, evenals naar alternatieve bestrijdingswijzen.

De critici van de chemische bestrijdingsmethoden doen het vaak voorkomen alsof voldoende alternatieve methoden aanwezig zijn. Ofschoon intensief aan dit probleem wordt gewerkt, is een adequate en economisch uitvoerbare alternatieve bestrijdingsmethode waarop op enigermate grote schaal zou kunnen worden overgeschakeld, nog niet beschikbaar.

Enigszins anders ligt het vraagstuk bij de toepassing van b.v. conserveermiddelen in de levensmiddelenindustrie om chemisch en microbieel bederf tegen te gaan.

Deze methode was reeds in de oudheid bekend; levensmiddelen werden met behulp van zout of zuren geconserveerd; ook kende men toen reeds het gebruik van nitraat- en nitriethoudende pekels om hammen te verduurzamen.

Tegenwoordig worden in de levensmiddelenindustrie diverse conserveermiddelen en anti-oxydanten op grote schaal toegepast. Op internationaal niveau zijn vele van deze stoffen door het Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives geëvalueerd. De beoordeling van deze stoffen is zeer streng en is gebaseerd op een uitvoerig toxicologisch onderzoek in dierproeven. Daarnaast heeft men zuiverheidseisen opgesteld, waaraan de stoffen moeten voldoen. De hoeveelheid van deze stoffen die maximaal in de verschillende levensmiddelen mag worden gebruikt, is veelal wettelijk geregeld. Er zijn dus alle mogelijke waarborgen geschapen om eventuele risico's die aan het gebruik in levensmiddelen zijn verbonden, tot een minimum te beperken. Dit geldt niet alleen voor de conserveermiddelen, maar voor alle toevoegstoffen die in de levensmiddelenindustrie worden gebruikt. Toch kan men zich afvragen of hier geen alternatieve methoden bestaan om levensmiddelen te verduurzamen. Dit is zeker het geval. Men kan nl. fysische methoden, zoals drogen, pasteuriseren, steriliseren, be-



vriezen en bestralen, toepassen om de houdbaarheid te verbeteren. Voor de ontwikkelingslanden is dit evenwel niet terstond uitvoerbaar, omdat bij deze methoden grote investeringen, geschoold personeel en bovendien een continue aanvoer van het te behandelen produkt nodig zijn om economisch te kunnen werken.

Ook is het niet uitgesloten, dat bij de fysische methoden van verduurzaming veranderingen in het produkt optreden die eveneens een zeker risico kunnen vormen.

Derhalve zal men in de ontwikkelingslanden voorlopig nog wel, evenals in de ontwikkelde landen, op grote schaal conserveringsmiddelen blijven toepassen. Wat moet de overheid hier doen? Moet ze het gebruik van conserveermiddelen verbieden in die landen waar alternatieve mogelijkheden bestaan, ook al hebben de deskundigen geen bezwaar tegen de toepassing? Zo-

als gezegd, behoort het tot de verantwoordelijkheid van de overheid, de mogelijke risico's voor de volksgezondheid, die primair is, af te wegen tegen de economische voordelen voor de gemeenschap. Een volledig remmen van de technologische ontwikkeling om zelfs het kleinste risico te vermijden zal meestal niet zinvol zijn en dient dus te worden voorkomen. Er kunnen natuurlijk fouten worden begaan, waarbij dan achteraf op een in geweten genomen beslissing moet worden teruggekomen, omdat de bij de beslissing gebruikte feiten door nieuwe gegevens zijn achterhaald. Dit is geen schande. Geen mens en ook niet de overheid is in staat alles vooruit te voorzien. In zulke gevallen is er dan ook geen enkele reden voor verwijt, noch aan de overheid, noch aan de deskundigen; integendeel er is reden voor waardering omdat het beleid wordt aangepast aan nieuw verworven inzichten.



## Hoofdstuk 2. Voortbrenging en prijs van dierlijke producten

door

drs. J. de Veer, adjunct-directeur Landbouw-Economisch Instituut.

### Samenvatting

Het calorische verbruik per hoofd van de bevolking is de laatste jaren stabiel geworden. Het aandeel daarin van dierlijk voedsel is eveneens constant op 33% gebleven. Dierlijk voedsel is bijzonder belangrijk voor de voorziening aan eiwitten en vetten. De veeteelt is voornamelijk gebaseerd op plantaardig materiaal. De varkens- en pluimveeteelt is daarbij voornamelijk afhankelijk van geïmporteerd voer; de rundveeteelt is grotendeels gebaseerd op niet-geïmporteerd ruwvoer. De prijzen van plantaardig voer voor de veeteelt worden sterk beïnvloed door de landbouwpolitiek. Deze is gericht op bescherming van de verbouw van binnenlandse bodemgewassen. De calorische efficiëntie van veeteelt is tamelijk gering. Er kan echter geen vergelijking worden gemaakt met industriële vervaardiging van eiwitten en vetten uit plantaardig materiaal. De voerinput voor de veeteelt dient n.l. niet alleen maar voor het produceren van dierlijk voedsel voor de mens, maar wordt ook verbruikt voor de reproductie en het onderhoud van de veestapel. Zulks in tegenstelling met de industriële productie, waar de procesenergie uit andere bronnen afkomstig is. De mogelijkheden om snelle verbetering in het calorisch rendement van dierproductie te verkrijgen zijn gering. De voederkosten vormen het hoofdbestanddeel van de totale kosten in de veeteelt. Zelfs op boerderijen van voldoende economische grootte, is de marge tussen opbrengst en kosten gering. Er is op korte termijn dan ook weinig uitzicht op verlaging van de consumentenprijs als resultaat van verhoging van het rendement van de veeteelt.

### I. Het verbruik van voedingsmiddelen van dierlijke herkomst

Dierlijke producten vormen een belangrijk onderdeel van de voeding van het Nederlandse volk. Van de totale calorische waarde van het voedingsmiddelenpakket wordt ongeveer een derde gedeelte geleverd door dierlijke producten.

Het totale calorische verbruik per hoofd van de bevolking schijnt de laatste jaren ongeveer op een gelijk niveau te blijven (zie fig. 1) en ook voor de toekomst wordt geen verdere stijging verwacht [1]. Ook het hoofdelijk verbruik van dierlijke producten verandert, gemeten in calorieën, weinig.

Binnen het pakket voedingsmiddelen van dierlijke herkomst treden nog wél verschuivingen op. Zo neemt de consumptie van kaas en vlees toe en van consumptiemelk af [1, 2].

Dierlijke producten zijn vooral van belang in verband met de voorziening met eiwitten en vetten. Ongeveer 11% van het totale calorische verbruik wordt thans gedekt uit eiwitten. Uitgaande van de aanbevelingen in de voedingsmiddelentabel [3], is er over het geheel genomen geen eiwitoverconsumptie. Wat de samenstelling van de eiwitten betreft, zou echter zonder bezwaar een deel van de dierlijke eiwitten kunnen worden vervangen door plantaardige eiwitten. Van het totale eiwitverbruik wordt  $\pm 60\%$  verkregen uit dierlijke producten.

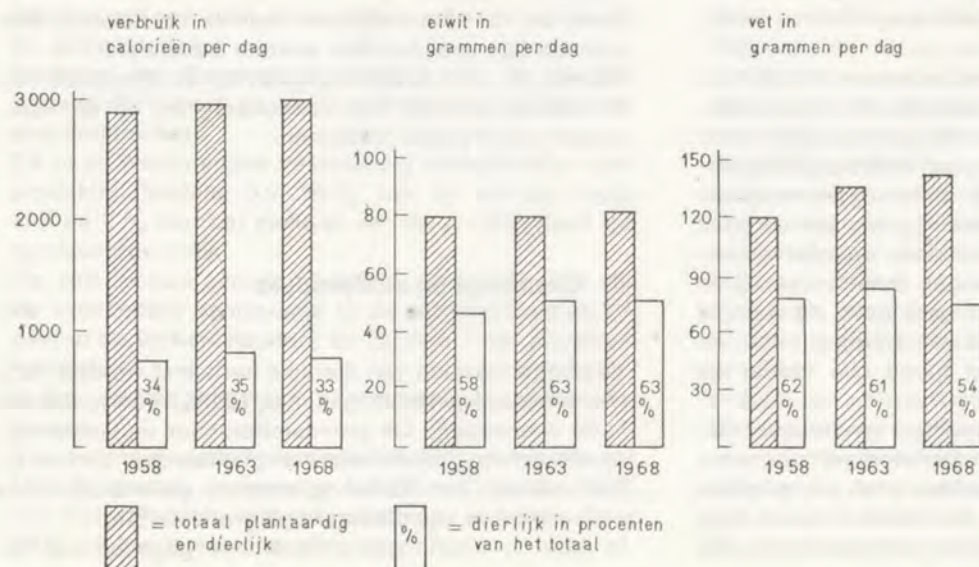


Fig. 1. Hoofdelijk verbruik van voedingsmiddelen in Nederland.



De samenstelling van het pakket voedingsmiddelen dat de mens tot zich neemt, wordt echter niet uitsluitend bepaald door voedingskundige overwegingen en evenmin op basis van minimale kosten. Leef- en eetgewoontes, smaakvoorkeuren, enz. spelen hierbij een belangrijke rol. Bovendien is het in de praktijk niet zo eenvoudig om, bij gelijkblijvend totaal calorisch verbruik, de dierlijke produkten, waarvan 20 à 50 % van de calorische waarde van eiwitten afkomstig is, door voedingsmiddelen van plantaardige herkomst te vervangen. Van het gangbare assortiment zouden, op grond van het eiwitgehalte, alleen peulvruchten en artikelen uit de groente- en fruitsector hiervoor in aanmerking komen. Dit zou echter slechts beperkte mogelijkheden bieden.

Een vervanging van dierlijke eiwitten door plantaardige zal in de praktijk slechts kunnen worden gerealiseerd via teruggang in het verbruik van eiwitloze en eiwitarme voedingsmiddelen (suiker, vetten) of door introductie van plantaardige produkten met een hoog eiwitgehalte.

Wat de eerste mogelijkheid betreft: het hoofdelijk verbruik van suiker en vet stijgt nog steeds en de dierlijke produkten met een hoog eiwitgehalte vormen meer en meer een noodzakelijk tegenwicht tegen voedingsmiddelen met een hoge calorische waarde en een laag eiwitgehalte.

Ten aanzien van de tweede mogelijkheid kan worden vermeld dat op het terrein van de plantaardige produkten met een hoog eiwitgehalte enige ontwikkelingen gaande zijn zoals de invoering van vleesvervangende produkten. Tot nu toe is de invloed hiervan echter gering.

De vetten, deels zichtbaar in de vorm van boter, margarine, spijsolie, enz., deels onzichtbaar als bestanddeel van diverse voedingsmiddelen, voorzien thans voor ongeveer 40 % in het calorisch verbruik van de gemiddelde Nederlander.

Volgens de voedingsmiddelentabel is het niet wenselijk dat meer dan 30 % van de behoefte aan calorieën door vetten wordt gedekt en moet 35 % als een maximum worden beschouwd. Gemeten aan deze norm is er dus een overmatig vetverbruik. Van het totale vetverbruik is 50 à 60 % afkomstig van dierlijke produkten. Slechts voor een gering deel (25 %) wordt dit dierlijke vet als zodanig opgenomen (boter, spijsvet); het grootste gedeelte ( $\pm 75$  %) wordt opgenomen als bestanddeel van andere voedingsmiddelen (melk, vlees, enz.).

In de vetsector is de concurrentie tussen dierlijke en plantaardige produkten scherper dan bij de eiwitten. Voor zover het gaat om vetten als zodanig, zijn vetten van dierlijke en van plantaardige of overwegend plantaardige herkomst in hoge mate onderling vervangbaar (boter, margarine). De samenstelling van het verbruik wordt dan ook sterk beïnvloed door de prijsverhoudingen. Gezondheidsoverwegingen spelen daarbij in toenemende mate een rol. Met name geldt dit voor de samenhang tussen het verbruik van dierlijke vetten en het cholesterolgehalte van het bloed (zie verder de bijdrage van prof. Boldingh).

De concurrentie tussen plantaardige en dierlijke vetten werkt ook verder door. In verband met de wens het totale vetverbruik te beperken, gaat de voorkeur steeds meer uit naar dierlijke produkten met een laag vetgehalte (mager vlees, magere melkprodukten). De

afzet van het vet wordt in diverse sectoren van de dierlijke produktie een steeds groter probleem. In de zuivelsector wordt dit nog versterkt door de gevoerde prijspolitiek, waarbij voor de producent de prijs van het melkvet ten opzichte van het melkeiwit kunstmatig op een hoog niveau wordt gehouden. De rundveehouderij is, zoals uit figuur 2 blijkt, met 54 % verreweg de belangrijkste leverancier van dierlijke produkten. De varkenshouderij volgt met 24 % op verre afstand als tweede en de pluimveehouderij komt daarna met, op calorische basis gemeten, nog slechts een bescheiden aandeel (7 %).

Onder de overige produkten zijn opgenomen de dierlijke grondstoffen voor margarine, die niet zijn verdeeld naar herkomst. Het betreft hoofdzakelijk traan- en visolie.

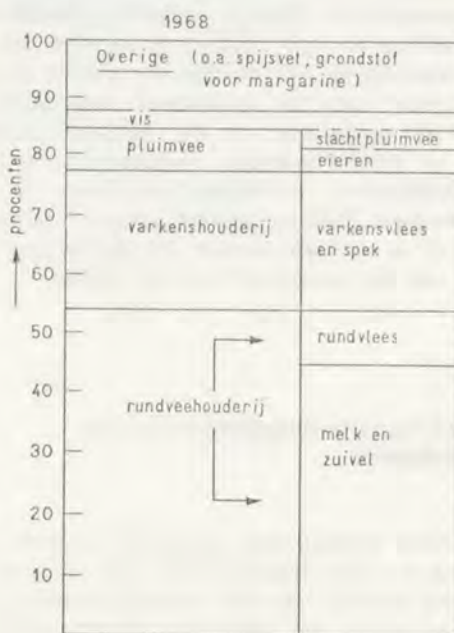


Fig. 2. Menselijk verbruik van voeding van dierlijke herkomst (op caloriebasis in %).

In het volgende zal de aandacht in het bijzonder worden gericht op de diverse takken van veehouderij als leverancier van voedingsmiddelen. Veehouderij is te karakteriseren als veredeling van plantaardige produkten.

Eerst zal de afhankelijkheid van de veehouderij van plantaardige grondstoffen worden behandeld.

Vervolgens zal worden ingegaan op de efficiëntie van de diverse vormen van veehouderij en op de kosten van dierlijke produkten.

## II. Grondstof en eindproduct

Voedingsmiddelen van dierlijke herkomst worden voor verreweg het grootste gedeelte (90 %) voortgebracht in de veehouderij. De grondstoffen voor de veehouderij zijn echter grotendeels van plantaardige herkomst. Veehouderij kan derhalve worden gekarakteriseerd als veredeling van plantaardige grondstoffen.

In tabel 1, waarin een overzicht is gegeven van de



Tabel 1. Verbruik van grondstoffen in de Nederlandse veehouderij 1967/1968 [4].

	VERBRUIK IN MILJOENEN KILOCALORIEËN <sup>1)</sup>					Waarvan import
	Rundvee	Varkens	Pluimvee	Overige vee	Totaal	
graan, graanafvallen	2.472	4.709	4.366	232	11.779	78 %
melkprodukten	549	174	—	—	723	34 %
overige dierlijke eiwitten	—	349	227	—	576	71 %
overige dierlijke vetten	275	174	340	—	789	42 %
overige krachtvoerders	3.846	2.965	737	58	7.606	80 %
ruwvoerders	20.328	349	—	1.160	21.837	0 %
<b>totaal</b>	<b>27.470</b>	<b>8.720</b>	<b>5.670</b>	<b>1.450</b>	<b>43.310</b>	<b>38 %</b>
waarvan import	19 %	72 %	90 %	16 %	38 %	

<sup>1)</sup> berekend op basis van 1 zetmeelwaarde = 4,1 kilocalorie.

grondstoffenbasis van de Nederlandse veehouderij, komt dit duidelijk naar voren.

De dierlijke grondstoffen voorzien op basis van het calorisch verbruik slechts voor 5 % in de voederbehoefte van de Nederlandse veestapel. Zij vervullen in het algemeen een speciale functie in de veevoeding. De in de rundveehouderij gebruikte melkprodukten dienen voor opfok en mesten van kalveren. In de mengvoerders voor varkens en pluimvee worden dierlijke eiwitten (voor  $\frac{2}{3}$  bestaande uit vismeel) gebruikt om te voorzien in de tekorten van enkele aminozuren, die in de plantaardige grondstoffen relatief te weinig voorkomen. De dierlijke vetten dienen om de calorische waarde van de mengvoerders te verhogen.

Door toevoeging van dit vet kunnen op ruimere schaal plantaardige grondstoffen van lagere calorische waarde worden gebruikt. Dit berust volledig op de prijsverhoudingen op de grondstoffenmarkt.

De samenstelling van de in de veehouderij gebruikte mengvoerders wordt thans vrijwel algemeen bepaald met de computer, waarbij langs mathematische weg die samenstelling wordt berekend, die tegen de geringste kosten aan de diverse veevoedingskundige eisen voldoet. In dit opzicht verschilt de veevoeding sterk van de menselijke voeding, waar gewoonten en voorkeuren een veel belangrijker invloed hebben op de samenstelling.

Ondanks het bescheiden aandeel van de dierlijke grondstoffen moet de omvang hiervan toch niet worden onderschat.

De in de Nederlandse veehouderij vervoederde melkprodukten beslaan b.v. 30 % van de vetvrije droge stof en 2 % van het melkvet van de in Nederland geproduceerde melk.

Op caloriebasis gemeten wordt ongeveer  $\frac{2}{3}$  deel van de veevoerders aangewend in de rundveehouderij,  $\frac{1}{5}$  deel in de varkenshouderij en  $\frac{1}{8}$  deel in de pluimveehouderij.

In het overige vee zijn o.a. schapen en paarden begrepen.

Van de totale voederwaarde wordt 38 % geïmporteerd. Van de granen en overige krachtvoerders, die 45 % van het calorisch verbruik uitmaken, is echter bijna 80 % uit het buitenland afkomstig.

Voor de pluimveehouderij en de varkenshouderij, die relatief veel krachtvoer gebruiken, zijn daardoor sterk afhankelijk van geïmporteerde grondstoffen.

De ruwvoerders, hoofdzakelijk graslandprodukten, leveren ongeveer de helft van de totale voederwaarde en zijn in tegenstelling tot de krachtvoerders vrijwel geheel van Nederlandse bodem afkomstig.

De mogelijkheid om ruwvoerders om te zetten betekent voor de rundveehouderij een groot voordeel. Per eenheid voederwaarde gerekend zijn deze namelijk gemiddeld de helft goedkoper dan krachtvoerders. Daarbij is er overigens weer groot verschil tussen verse ruwvoerders (weidegras) die alleen in de weideperiode beschikbaar zijn, en geconserveerde ruwvoerders (hooi, silage) waarvoor kosten van winning, conservering en opslag moeten worden gemaakt.

Niettemin worden krachtvoerders opgenomen in de rundveeantsoenen. De opnamecapaciteit van het rundvee voor ruwvoerders is namelijk te gering om hieruit de voederbehoefte volledig te dekken.

Dit geldt vooral in de stalperiode en voor dieren met hoge melkproductie of sterke groei. Naarmate de kwaliteit van het ruwvoeder beter is kan een groter deel van de voederbehoefte worden gedekt uit ruwvoeder. Dit kan worden bereikt door toepassing van technisch efficiëntere methoden van graslandexploitatie, beweiding, winning en conservering.

Behalve door deze technische uitgangspunten wordt het krachtvoerverbruik in de rundveehouderij bepaald door prijsverhoudingen. Binnen zekere grenzen en met afnemende meeropbrengsten is het namelijk mogelijk de melkproductie per koe en de groeisnelheid van mestvee op te voeren door de calorische opname per dag te vergroten. In verband met de beperkte opnamecapaciteit van ruwvoerders moet een hogere voederopname echter in de vorm van krachtvoer worden verstrekt. De mate waarin dit rendabel is hangt uiteraard af van de prijsverhouding tussen krachtvoer en eindprodukt.

Krachtvoer en ruwvoer zijn voorts over een lang traject onderling substitueerbaar. Naarmate de krachtvoerprijs lager is ontstaat derhalve een toenemende neiging om de veestapel per bedrijf uit te breiden op basis van krachtvoer. Op zichzelf is dit, gezien de lagere (kost)prijs van ruwvoeder, ook in geconser-



veerde vorm, niet aantrekkelijk. Voor bedrijven met een overcapaciteit aan stalruimte en arbeid in verhouding tot het beschikbare land, b.v. als gevolg van modernisering, kan dit echter niettemin aantrekkelijk zijn. Aankoop van land voor bedrijfsvergroting is duur en op korte termijn vaak moeilijk te realiseren.

De prijsverhouding tussen krachtvoer en eindprodukten is sterk afhankelijk van het in de landbouw gevoerde markt- en prijsbeleid.

Om een redelijk inkomensniveau in de landbouw mogelijk te maken, worden o.a. de prijzen van granen, melk en rundvlees binnen de E.E.G. op het hiervoor noodzakelijk geachte niveau gehouden via importheffingen, exportrestituties en marktinterventie en daardoor losgekoppeld van het prijsniveau van de wereldmarkt.

Van de grondstoffen voor de veehouderij vallen de granen hieronder terwijl de overige krachtvoerders vrij tegen wereldmarktprijzen kunnen worden geïmporteerd.

In de varkenshouderij en pluimveehouderij wordt het kostprijsverhogend effect van de heffingen op voedergranen gecompenseerd door importheffingen en exportrestituties over de al of niet verwerkte eindprodukten van deze sectoren; daardoor wordt het mogelijk de concurrentie met producenten buiten de EEG open te houden.

In de rundveehouderij staat de prijsvorming van de eindprodukten echter niet zo sterk in relatie tot de prijzen van de grondstoffen; de prijsvorming is afgestemd op redelijke inkomensmogelijkheden voor het veehouderijbedrijf, dat ruwvoeder voortbrengt en op basis daarvan melk en/of rundvlees produceert. In wezen is dit een protectie van de voedergewassen, die in de EEG naar areaal en economische betekenis de belangrijkste gewassengroep vormen. Het markt- en prijsbeleid van de EEG kan dan ook worden beschouwd als protectie van de bodem-gebonden, d.w.z. plantaardige, produktie.

De prijsvorming van zowel voedergranen als rundveehouderijprodukten wordt dus beïnvloed door het markt- en prijsbeleid, maar niet in onderlinge samenhang.

Bij de samenstelling van mengvoerders voor de rundveehouderij bestaan bovendien ruimere mogelijkheden om granen te vervangen door andere voedermiddelen dan bij varkens en pluimvee. Het aandeel van de

granen in het krachtvoerverbruik van de rundveehouderij loopt dan ook steeds verder terug. De mengvoerprijzen in de rundveesector zijn dan ook minder beïnvloed door de graanprijsstijging in de EEG dan de prijzen van varkens- en pluimveevoer.

De hierdoor in gunstige zin beïnvloede prijsverhouding tussen krachtvoer en melk vormt een stimulans om via hogere krachtvoergiften de melkproduktie te verhogen en aldus een — op wereldmarktbasis gerekend onvoordelige — omzetting van krachtvoer in een binnen de EEG niet af te zetten uitbreiding van de melkproduktie te bevorderen. Op grond hiervan wordt wel bepleit om ook de invoer van overige veevoedergrondstoffen met een heffing te belasten (o.a. Horring [5]).

De heffingen op een deel van de ingevoerde grondstoffen, de granen, hebben ook andere bezwaren. De prijsverhoudingen binnen de EEG wijken hierdoor sterk af van die op de wereldmarkt. De samenstelling van het veevoederpakket en daarmee van het pakket geïmporteerde grondstoffen wordt echter op basis van de binnenlandse prijzen bepaald. Het gevolg is dat tegen wereldmarktprijzen gerekend niet op de meest voordelige wijze wordt ingekocht. De relatief duur gemaakte voedergranen worden namelijk zo veel mogelijk vervangen door niet onder de heffing vallende grondstoffen, ook als dit tegen wereldmarktprijs gerekend onvoordelig is. De voor de Nederlandse veehouderij geïmporteerde grondstoffen werden daardoor in 1968 naar onze schatting  $\pm 200$  miljoen gulden duurder ingekocht dan op basis van de prijsverhoudingen van de wereldmarkt mogelijk geweest zou zijn.

De omzetting van plantaardige grondstoffen in dierlijke produkten gaat gepaard met verliezen. Een globaal beeld hiervan, waarbij geen rekening is gehouden met bestandsveranderingen in de veestapel geeft tabel 2.

Van de calorische waarde van de ingezette voedermiddelen blijkt slechts 19% in de vorm van dierlijke produkten weer beschikbaar te komen. De efficiëntie van dit omzettingsproces is dus schijnbaar niet hoog. We komen echter op dit punt nog nader terug.

De tabel geeft voorts duidelijk aan hoe zeer de Nederlandse veehouderij zowel bij de grondstoffenvoorziening als bij de afzet van de produkten, is opgenomen in het internationale handelsverkeer.

Tabel 2. Grondstoffenverbruik en eindprodukt 1967/1968 op basis van kilocalorieën.

	grondstoffenverbruik in miljoenen kilocalorieën <sup>1)</sup>		dierlijke produktie in miljoenen kilocalorieën <sup>2)</sup>		omzetverhouding
rundveehouderij	27.470	81 % <sup>3)</sup>	5.750	69 % <sup>4)</sup>	0,21
varkenshouderij	8.720	28 % <sup>3)</sup>	1.873	68 % <sup>4)</sup>	0,22
pluimveehouderij	5.670	10 % <sup>3)</sup>	476	60 % <sup>4)</sup>	0,08
totaal	41.860	62 % <sup>3)</sup>	8.099	68 % <sup>4)</sup>	0,19

<sup>1)</sup> berekend op basis van 1 zetmeelwaarde = 4,1 kilocalorieën (Bron: Veevoederbalans, Min. van Landbouw en Visserij [4]).

<sup>2)</sup> procentueel aandeel binnenlandse produktie in binnenlands verbruik.

<sup>3)</sup> omgerekend m.b.v. voedingsmiddelentabel [3].

<sup>4)</sup> binnenlands verbruik in procenten van binnenlandse produktie.



### III. Technische en economische doelmatigheid van de dierlijke veredeling

Gemeten aan de verhouding tussen de ingezette grondstoffen en de verkregen dierlijke producten is de dierlijke veredeling een proces met een laag rendement. Uit tabel 2 bleek reeds dat er, op caloriebasis gemeten, grote verliezen zijn. Hetzelfde geldt voor de verhouding tussen de opgenomen en vrijgekomen eiwitten.

Een dergelijke technische benadering zegt op zichzelf weinig over het economisch rendement van de dierlijke productie. Economisch gezien wordt er bij de dierlijke productie waarde toegevoegd, ondanks de calorische verliezen en de eiwitverliezen. De economische doelmatigheid is echter geen onveranderlijk gegeven maar is afhankelijk van schaarsteverhoudingen en alternatieve technische mogelijkheden.

Bij een overvloedige voedselvoorziening leggen de verliezen minder gewicht in de schaal dan bij voedselschaarste. In de oorlog b.v. werd in ons land de voeding reeds spoedig zo schaars, dat dierlijke veredeling op basis van grondstoffen die ook direct voor menselijke consumptie konden dienen, abrupt werd stopgezet. Bovendien werd de teelt van voedergewassen voor vee zoveel mogelijk ingekrompen ten gunste van de productie van plantaardige producten voor menselijke consumptie. Ook voor het wereldvoedselvraagstuk is de omvang van de dierlijke veredeling en de daarmee verbonden verliezen een factor van betekenis.

Als gevolg van de aanzienlijke verliezen aan calorieën en eiwitten zal dierlijke veredeling gevoelig zijn voor concurrentie met industriële procédés tot veredeling van plantaardige grondstoffen die met minder verliezen gepaard gaan. Voor de eiwitproducten is deze concurrentie nog nauwelijks actueel. Er zijn wel industriële processen ontwikkeld voor veredeling van plantaardige eiwitten of productie van synthetische eiwitten, maar deze vormen, althans bij de menselijke voeding, nog geen ernstige concurrent voor de pro-

dukten van de dierlijke veredeling. Indien bij verdere ontwikkeling deze langs industriële weg bereide eiwitproducten in concurrentie treden met de dierlijke veredelingsproducten, zal de lage efficiëntie van de dierlijke veredeling echter een nadelige factor kunnen vormen in de concurrentiestrijd.

Bij de vetten vormen de industriële winning en veredeling van plantaardige oliën en vetten reeds een ernstige concurrent voor de dierlijke vetten. In melkproducten wordt, zowel in de veevoeding als in de menselijke consumptie, het melkvet zelfs wel vervangen door plantaardig vet (kunstmelk voor kalveren, filled milk). De concurrentiepositie van de plantaardige vetten wordt versterkt doordat de bijproducten een bestemming krijgen als veevoeder. In zekere zin zijn de plantaardige oliën en vetten dan ook een bijproduct van de dierlijke veredeling of omgekeerd. Binnen de EEG wordt de concurrentiepositie van de dierlijke vetten ten opzichte van de plantaardige oliën en vetten bovendien aanmerkelijk verzwakt door de heffingen op een deel van de grondstoffen voor de dierlijke veredeling.

De efficiëntie-beoordeling op basis van calorische verliezen en eiwitverliezen is ook in andere opzichten eenzijdig en onvolledig. Er wordt daarbij o.a. geen rekening gehouden met andere factoren die de waarde van een produkt bepalen, zoals smaak, gehalte aan verschillende voedingsstoffen, enz. Van de grondstoffen voor dierlijke veredeling is een groot deel zelfs niet geschikt voor directe menselijke consumptie (ruwvoerders b.v.) en daarom is dierlijke veredeling tot nu toe de enige mogelijkheid om die grondstoffen tot waarde te brengen.

Bovendien moet in aanmerking worden genomen, dat in de dierlijke veredeling de verbruikte voedermiddelen niet alleen dienen als grondstof voor de eindproducten maar ook als materiaal voor opbouw en vervanging van het productieapparaat en als bron van energie voor het veredelingsproces. De vergelijking met industriële processen gaat in dit opzicht mank. Tabel 3, waarin de voor de verschillende takken van

Tabel 3. Technische efficiëntie van dierlijke veredeling.

	Melk	Rundvlees	Varkensvlees	Eieren	Slachtkuikens
in % van calorische waarde van voederopname					
Energie opgenomen voor:					
regeneratie <sup>1)</sup>	20 %	6 %	26 %	20 %	10 %
onderhoud <sup>2)</sup>	35 %	55 %	27 %	54 %	} 90 %
productie	45 %	39 %	47 %	26 %	
	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
omzetverhouding <sup>3)</sup>	25 %	7 %	24 %	12 %	8 %

<sup>1)</sup> regeneratie = voortbrenging en opfok van jonge dieren (kalfvaars: 2 jaar, kalf: 1 week, big: 20 kg, jonge leggen: 5 maand, eendagskuiken).

<sup>2)</sup> onderhoud = onderhoudsbehoefte tijdens produktieperiode (melk-, vlees- en eierproductie); bij slachtkuikens ontbreken de gegevens voor splitsing in onderhoud en produktie.

<sup>3)</sup> omzetverhouding = procentuele verhouding tussen de calorische waarden van de voortgebrachte veredelingsproducten [3] en die van de ingezette voedermiddelen (1 zetmeelwaarde = 4,1 kilocalorieën).



dierlijke veredeling benodigde energie is verdeeld over regeneratie, onderhoud en produktie, geeft hierin een nader inzicht (zie ook Leignes Bakhoven blz. 276 e.v. [6]).

De berekeningen van tabel 3 voor melk en rundvlees zijn, wegens het ontbreken van nauwkeurige gegevens over het ruwvoerdersverbruik, volledig gebaseerd op voedernormen, terwijl voor varkens en pluimvee is uitgegaan van het gemiddelde verbruik volgens gegevens uit bedrijfsadministraties en alleen de splitsing over onderhoud en produktie berust op voedernormen [7]. De berekende omzetverhouding stemt redelijk overeen met die welke werd vastgesteld op basis van landelijk veevoedersverbruik en landelijke produktie van de veehouderij (zie tabel 2). Een belangrijk deel van de opgenomen energie dient voor onderhoud, d.w.z. voor het in stand houden en laten functioneren van het dierlijke mechanisme. De onderhoudsbehoefte hangt bij elke veesoort sterk samen met het lichaamsgewicht en wordt niet of weinig beïnvloed door de produktiesnelheid (produktie per dier per tijdseenheid).

Verhoging van de efficiëntie kan dus worden bereikt door langs genetische weg en/of verbetering van de voeding en andere milieufactoren de produktiesnelheid te verhogen bij gelijk lichaamsgewicht of door verlaging van het lichaamsgewicht bij gelijke produktiesnelheid. Bij de eierproduktie is men de laatste jaren sterk in laatstgenoemde richting gegaan door ontwikkeling van lichtere dieren met gelijke eierproduktie. Bij de mestdieren is het lichaamsgewicht tegelijkertijd produkt. Een relatieve verlaging van de onderhoudsbehoefte is ook daarbij echter mogelijk door verhoging van de groeisnelheid.

De ongunstige verhouding tussen onderhoud en produktie die volgens tabel 3 in de rundveemesterij naar voren komt, houdt mede verband met de keuze van het uitgangspunt. Er is namelijk uitgegaan van een sterk op ruwvoeder gebaseerd systeem. Bij overschakeling op krachtvoer kan in verband met een grotere voederopname per dag een hogere groeisnelheid worden bereikt, waardoor de onderhoudsbehoefte relatief afneemt. Bij de in ons land geldende prijsverhouding tussen krachtvoer en rundvlees is dit echter minder rendabel.

De regeneratie vereist volgens tabel 3 vooral in de melkveehouderij en de varkenshouderij relatief veel energie <sup>1)</sup>.

Een relatieve verlaging van de energiebehoefte voor regeneratie in de melkveehouderij is bereikbaar door verkorting van de opfokperiode, door vervroeging van het begin van de lactatie (eerder afkalven) en door verlenging van de produktieve levensduur. In Nederland ligt de leeftijd bij eerste afkalving reeds zeer vroeg; er is op dit punt weinig winst meer te realiseren. Verlenging van de produktieve levensduur biedt nog wel mogelijkheden met name via betere

<sup>1)</sup> De grens tussen regeneratie en produktie is arbitrair en het schema van tabel 3 heeft dan ook slechts illustratieve waarde. Bij de beoordeling van de hoge energiebehoefte voor regeneratie in de varkenshouderij moet er b.v. rekening mee worden gehouden, dat is uitgegaan van een gespeende big van 20 kg, die reeds tijdens de zoogperiode enige groei heeft doorgemaakt en bijvoeding heeft ontvangen. Eigenlijk zou een deel van de opgenomen energie tijdens de zoogperiode moeten worden toegerekend aan de produktie.

selectie van de voor de melkveehouderij op te fokken dieren. Een kwart van de in de Nederlandse melkveestapel opgenomen jonge koeien wordt reeds tijdens het eerste jaar weer uitgestoten. De in de regeneratie vastgelegde energie levert dan weinig rendement op in de vorm van melkproduktie. Het schadelijke effect hiervan wordt nog versterkt door de lagere melkproduktie in het eerste produktiejaar. Economisch wordt dit nadeel echter voor een belangrijk deel gecompenseerd door de relatief hoge slachtwaarde van deze jonge dieren.

In de varkenshouderij zou een relatieve verlaging van de regeneratie-aanspraken kunnen worden bereikt door grotere worpen of door een kortere zoogperiode gecombineerd met verkorting van de drachtigheidsintervallen van de zeugen. Verhoging van het aantal grootgebrachte biggen per worp is een terrein waar via fokkerij en betere verzorging reeds belangrijke vorderingen zijn gemaakt. Verkorting van de zoogperiode door ontwikkeling van op kunstmelk gebaseerde opfoksystemen bevindt zich nog in een experimenteel stadium, maar biedt wellicht toekomstperspectief.

De rundvleesproduktie is volgens het schema van tabel 3 gekenmerkt door een relatief lage regeneratie-aanspraak. Dit is te danken aan het uitgangspunt van rundveemesterij op basis van de uitstoot uit de melkveestapel. De voor regeneratie in rekening gebrachte energiebehoefte vertegenwoordigt daarbij slechts de voederwaarde die nodig is voor de ontwikkeling van het kalf tot vlak na de geboorte, exclusief opfok en onderhoud van de ouderdieren. Gaat men uit van speciale vleesrassen, dan moet men ook deze in rekening brengen en komt men tot een 15 à 20 maal zo hoge energie-aanspraak.

Rundvleesproduktie op basis van uitsluitend vleesrassen biedt daarom slechts perspectief als de energiebehoefte voor de regeneratie kan worden gedekt uit goedkoop ruwvoeder. Dit is b.v. het geval als er land beschikbaar is dat zich uitsluitend leent voor een extensieve beweiding en tevens geen rendabeler (agrarische) toepassingen heeft (zoals b.v. de ranches in de V.S.). In concurrentie met andere takken van landbouw moet een dergelijke extensieve veehouderij al gauw het veld ruimen. Binnen de EEG zouden de mogelijkheden daartoe misschien kunnen worden geschapen indien ter opheffing van agrarische overschotten via overheidsmaatregelen grond aan andere agrarische bestemmingen zou worden onttrokken en uitsluitend hiervoor zou worden bestemd.

De ruimte laat niet toe bovenstaande globale aanduiding van mogelijkheden tot opvoering van de efficiëntie van de voederomzetting verder uit te werken. In het algemeen kan wel worden gesteld dat de mogelijkheden tot verhoging van de voederefficiëntie beperkt zijn en veel tijd vragen. Een hogere technische efficiëntie is bovendien niet altijd economisch aantrekkelijk.

Naast de voederefficiëntie zijn er nog vele andere factoren die de economische doelmatigheid bepalen. Terloops is reeds gewezen op de prijsverschillen tussen verschillende soorten voeder, waardoor de prijzen per eenheid voederwaarde sterk uiteenlopen. De economische doelmatigheid wordt derhalve niet alleen bepaald door het calorisch verbruik, maar ook door de samenstelling van het voederrantsoen (o.a. aandeel van ruwvoerders).



In verband met de moeilijke afzetpositie en de afgenomen waardering voor het dierlijke vet, is het voorts van belang dat een zo klein mogelijk deel van de calorische opbrengst uit vetten bestaat. Bij de vleesproductie komt dit tot uiting in de prijsvorming en daarom wordt op grond daarvan zowel in de fokkerij als bij de keuze van het afmeststelsel gestreefd naar een zo laag mogelijk vetgehalte.

In de prijsvorming van melk wordt het melkvet nog steeds relatief hoog gewaardeerd omdat op deze wijze in het kader van het markt- en prijsbeleid op de binnenlandse markt de hoogste geldopbrengst voor de overvloedige melkproductie is te realiseren. De prijsverhouding tussen melkvet en vetvrije droge stof is, bij gegeven melkprijs, vooral van belang voor de prijsvorming van boter en magere melkpoeder. De prijzen van de zuivelproducten, waarvan het vetgehalte meer overeenkomt met die van de grondstof, zoals kaas en consumptiemelk, worden weinig beïnvloed door de prijsverhouding tussen vet en vetvrije droge stof, die bij de opbouw van de melkprijs wordt aangehouden. Dankzij de bijzondere eigenschappen neemt de boter nog steeds een sterke marktpositie in en kan ook tegen relatief hoge prijzen de E.E.G.-productie voor verreweg het grootste deel (80%) op de gemeenschappelijke markt worden afgezet. De prijs voor de vetvrije droge stof uit de melk wordt, afgezien van een toeslag, bepaald door de waarde als veevoer.

Deze prijsbeleid leidt ertoe, dat er nog steeds een streven bestaat tot verdere opvoering van het vetgehalte van de melk.

Tenslotte zijn naast de voederkosten ook de kosten van huisvesting en veeverzorging belangrijke kostenposten in dierlijke productie en daarmee aangrijpingspunten voor kostprijsverlaging. Juist op deze punten zijn de laatste jaren belangrijke ontwikkelingen gaande.

#### IV. Kostprijs en prijs van dierlijke producten

Voor een veredelingsproces als de veehouderij, zijn de grondstoffenkosten de belangrijkste kostenfactor. Dit blijkt ook uit tabel 4. Bij varkens en pluimvee betreft het in het algemeen aangekochte voedermiddelen. In de melkveehouderij en stierenmesterij, die mede op ruwvoerders zijn gebaseerd, wordt het voer grotendeels op het eigen bedrijf voortgebracht. De kosten van dit voer, d.w.z. de kosten van arbeid, grond, werktuigen, meststoffen, enz., die hiervoor moeten worden aangewend, zijn in tabel 4 samengevat in de kosten van zelf gewonnen voer. Daardoor komen de voerkosten zo duidelijk mogelijk naar vo-

Tabel 4. Produktiekosten van diverse veehouderijproducten, prijspeil 1970 (in guldens per eenheid).

	Melk		Rundvlees		Varkensvlees	Slachtkuikens	Consumptie-eieren
	gemiddeld weidebedrijf (Friesland)	begroting modern weidebedrijf	meststieren (begroting)	kalvermesterij	varkensfokkerij en mesterij	incl. vermeerdering	incl. vermeerdering en opfok
produktieomvang (afgeleverde produkt in tonnen)	140	462	26	98	40	100	8
produktiekosten per:	100 kg	100 kg	kg (geslacht)	kg (levend)	kg (geslacht)	kg (levend)	100 stuks
<b>voederkosten</b>							
aangekocht	13,24	10,40	2,08	1,72	2,19	1,16	10,20
zelf gewonnen	19,14	16,30	1,10	—	—	—	—
<b>totaal</b>	<b>32,38</b>	<b>26,70</b>	<b>3,18</b>	<b>1,72</b>	<b>2,19</b>	<b>1,16</b>	<b>10,20</b>
<b>uitgangsmateriaal</b>	—	—	0,96	1,77	0,92 <sup>2)</sup>	0,35 <sup>2)</sup>	(0,69) <sup>2)</sup>
arbeid en bedrijfsleiding	12,85	7,43	0,45	0,21	0,34	0,25	2,35
stalling en mechanisatie	3,67	6,17	0,27	0,10	0,20	0,07	0,95
overige	6,40	5,45	0,69	0,13	0,25	0,09	0,65
<b>totaal bruto</b>	<b>55,30</b>	<b>45,75</b>	<b>5,55</b>	<b>3,93</b>	<b>2,98</b>	<b>1,57</b>	<b>14,15</b>
aftrek opbrengst bijprodukten	11,50	9,65	—	—	0,23	—	0,95
<b>totaal netto</b>	<b>43,80</b>	<b>36,10</b>	<b>5,55</b>	<b>3,93</b>	<b>2,75</b>	<b>1,57</b>	<b>13,20</b>
opbrengstprijs 1970	38,50 <sup>1)</sup>	38,50 <sup>1)</sup>	5,05	3,85	3,18	1,60	11,00

<sup>1)</sup> Bij gemiddeld vetgehalte.

<sup>2)</sup> Reeds verrekend in overige kosten (o.a. voederkosten).



ren. Deze voederkosten belopen bijna 60 % van de bruto kosten in de melkveehouderij en ongeveer 70 % van de bruto kosten in de varkenshouderij en de pluimveehouderij. Bij de rundvleesproductie zijn ook de kosten van het uitgangsmateriaal van belang. Dat is een bijproduct van de melkveehouderij, zodat daarvan geen kostenopbouw is te geven zoals bij varkens en pluimvee. De gezamenlijke kosten van voer en uitgangsmateriaal belopen in de stierenmesterij  $\pm 75\%$  en in de kalvermesterij  $\pm 90\%$  van de totale kosten.

De veredelingsmarges zijn dus in verhouding tot de totale kosten relatief klein. De opbrengstprijs ligt ook ongeveer op het niveau van de kostprijs of daaronder. Alleen de varkenshouderij maakt een gunstige uitzondering, maar voor dit produkt was 1970 een relatief gunstig jaar. Zowel de varkenshouderij als de pluimveehouderij zijn gekenmerkt door cyclische veranderingen in aanbod en opbrengstprijs.

Op de melkveehouderijbedrijven, uitsluitend bedrijven met meer dan 25 melkkoeien, wordt gemiddeld een aanzienlijk verlies geleden, zelfs indien men de kosten van grond en gebouwen baseert op de huidige pachtprizen, die een laag rendement ( $1\frac{1}{2}$  à  $2\%$ ) opleveren voor het in grond en gebouwen geïnvesteerde vermogen.

Ter vergelijking is een begroting gegeven voor een moderne bedrijfsopzet van ruim 100 melkkoeien, waarbij de kosten voor gebouwen op vervangingswaarde zijn gebaseerd en voor de grond  $4\%$  over de verkeerswaarde als grondrente in rekening is gebracht. Als gevolg daarvan zijn zowel de kosten voor gebouwen als de grondkosten aanmerkelijk hoger. Daar staat echter tegenover dat de arbeidskosten aanmerkelijk lager zijn. Bij deze op een optimale bedrijfsvoering en gunstige produktieomstandigheden afgestemde begroting is er een klein overschot.

Bij de rundvleesproductie vormt het uitgangsmateriaal een belangrijke kostenfactor. De schaarste aan uitgangsmateriaal, de kalveren, vormt een knelpunt bij de uitbreiding van de rundvleesproductie met als gevolg dat hiervoor hoge prijzen moeten worden betaald. De kalveren zijn nl. een bijproduct van de melkveehouderij en het aantal beschikbare kalveren is dan ook gekoppeld aan de omvang van de melkproductie. De schaarste wordt nog in de hand gewerkt doordat een groot deel van de geboren kalveren, in Nederland  $\pm 40\%$ , wordt bestemd voor de kalvermesterij op basis van kunstmelk, waarbij het melkvet is vervangen door plantaardige vetten. De vleesproductie per kalf is in deze tak van mesterij gering. De financiële aantrekkelijkheid ervan wordt bevorderd door de gevoerde prijspolitiek, waarbij de magere melkpoeder voor veevoederdoeleinden tegen lage prijzen beschikbaar wordt gesteld. De hoge kalverprijs betekent overigens dat via de afrekpost voor het bijproduct de kostprijs van de melk wordt verlaagd.

De kostprijzen van veehouderijprodukten hangen dus sterk af van de voederkosten. De prijs hiervan wordt direct en indirect in sterke mate bepaald door het gevoerde markt- en prijsbeleid, dat in hoofdzaak is gericht op protectie van de bodemgebonden produktie. De hieruit voortvloeiende hogere prijzen van voedermiddelen leiden uiteraard tot hogere kostprijzen van de binnen de EEG voortgebrachte veehouderijprodukten.

Het peil van de producentenprijzen van de diverse dierlijke produkten ligt hierdoor in het algemeen in ons land hoger dan in de landen buiten de EEG, zoals uit tabel 5 blijkt.

De verschillen blijken vooral voor te komen bij varkensvlees en slachtkuikens. De kostprijsverhoging als gevolg van de heffingen op de voedergranen kunnen worden gesteld op  $\pm f 30$  per 100 kg levend gewicht voor varkens,  $\pm f 20$  voor slachtkuikens en  $\pm f 1,50$  per 100 eieren. Gezien tegen deze achtergrond ligt de varkensprijs hoog en de eierprijs laag in verhouding tot de andere landen. Dit is voor een belangrijk deel te verklaren uit de marktverhoudingen binnen de EEG in deze jaren. De eierproductie bevindt zich reeds jaren in een moeilijke situatie als gevolg van een voortdurende overproductie, terwijl de varkensmarkt een relatief gunstige periode doormaakt.

Tabel 5. Producentenprijzen voor dierlijke produkten in diverse landen (1969).

	Neder- land	Dene- marken	Verenigd Koninkr.	Ver. Staten
varkensvlees (100 kg levend gewicht)	f 254	f 175	f 172	f 182
slachtkuikens (100 kg levend gewicht)	„ 160	„ 135	„ 138	„ 121
eieren (100 stuks)	„ 10,95	„ 10,40	„ 10,60	„ 12,10
melk (100 kg, 3,70 % vet)	„ 34,70	„ 23,35	„ 30,00	„ 43,60

Bron: Ministerie van Landbouw en Visserij [8] op basis van gegevens van L.E.I., P.Z., P.P.E., Z.M.P. <sup>1)</sup> en Deense Landbruksstatistik.

<sup>1)</sup> L.E.I. = Landbouw Economisch Instituut; P.Z. = Produktschap Zuivel; P.P.E. = Produktschap Pluimvee en Eieren; Z.M.P. = Centrale Markt- und Preisberichtsstelle (Bonn).

In de melkveehouderij is de kostprijsverhoging als gevolg van de heffingen te stellen op  $f 1$  à  $f 2$  per 100 kg melk bij de bestaande voedersystemen. Opvallend is daarbij het lage niveau van de Deense prijs. De Deense melkveehouderij maakt dan ook als gevolg van de afgenomen exportmogelijkheden een zeer moeilijke tijd door en het huidig prijsniveau is niet maatgevend voor de kostprijzen van de Deense producenten.

Gegeven de prijzen van het voer ligt de mogelijkheid tot verlaging van de voederkosten vooral in verbetering van de voederconversie. De diverse mogelijkheden hiertoe zijn reeds in de voorgaande paragraaf besproken.

Een andere weg tot verlaging van de produktiekosten is besparing op verdelingskosten. Besparing op arbeidskosten via mechanisatie en toepassing van moderne bedrijfssystemen gekoppeld aan schaalvergroting bieden daartoe de grootste mogelijkheden. In de Nederlandse veehouderij is dit proces reeds jaren op gang.

Het aantal veehouders in de verschillende takken van



veehouderij neemt van jaar tot jaar af en de productieomvang per bedrijf neemt sterk toe. Het langzaamste gaat het in de bodemgebonden veehouderij, waarbij de immobiliteit van de factor grond een belemmering betekent.

In de in tabel 4 gegeven kostenopstelling is met een uitzondering voor het gemiddelde weidebedrijf echter reeds uitgegaan van een bedrijfsopzet en een bedrijfsomvang, waarbij de mogelijkheden tot rendabele vervanging van arbeid door kapitaal bij de huidige technische mogelijkheden en prijsverhoudingen nog slechts beperkt zijn. Tevens in aanmerking genomen het geringe aandeel van de arbeidskosten in de totale kosten, moeten dan ook geen grote verwachtingen worden gekoesterd van de mogelijkheden van prijsverlaging door opvoering van de arbeidsproductiviteit. Bij de huidige niveaus van opbrengstprijzen is de veehouderij in het algemeen geen winstgevend bedrijf. Overschotten moeten dan ook niet worden verklaard uit een niveau van opbrengstprijzen, dat ver boven de kostprijs ligt, maar uit de neiging om bij de huidige technische en economische verhoudingen te kleine en ondoelmatige bedrijven te continueren ondanks een lage beloning van de in het bedrijf aangewende productiefactoren.

De produktiekosten op het landbouwbedrijf vormen uiteraard slechts een onderdeel van de consumentenprijs. De kosten van verdere verwerking en de tussenmarges in de diverse opvolgende geleidingen hebben een belangrijk aandeel in de consumentenprijs, zoals in tabel 6 voor enkele produkten nader is aangegeven.

Tabel 6. Producentenaandeel in de consumentenprijs (1969)

	Producentenprijs in procenten van consumentenprijs <sup>1)</sup>	Netto toegevoegde waarde veehouderij in procenten van consumentenprijs
consumptiemelk	55 %	25 %
varkensvlees	65 %	20 %
rundvlees	75 %	12 %
eieren	64 %	4 %
slachtkuikens	48 %	10 %

<sup>1)</sup> Bron: Ministerie van Landbouw en Visserij [6].

Uit het producentenaandeel in de consumentenprijs moet de veehouder ook weer een belangrijk deel afstaan aan toeleverende bedrijfstukken, in verband met aankoop van voedermiddelen, werktuigen, gebouwen, dienstverleningen, enz. Aftrek van deze kosten (de z.g. niet-factorkosten) resulteert in de beloning voor de in de veehouderij aangewende arbeid en het in grond, gebouwen, vee, werktuigen, enz. geïnvesteerde vermogen. Deze factoropbrengst of netto-toegevoegde waarde is, uitgedrukt in een percentage van de consumentenprijs, ook in tabel 6 opgenomen. Het aandeel in de consumentenprijs dat tenslotte beschikbaar is voor beloning van arbeid, grond en kapitaal in de veehouderij is, naar hieruit blijkt, nog aanmerkelijk lager dan het producentenaandeel. Het effect van

fluctuaties in de prijzen van dierlijke produkten wordt echter voor een groot deel opgevangen in deze marge. Het lage percentage netto toegevoegde waarde in de eierproductie en het relatief hoge percentage in de varkenshouderij houden dan ook verband met de marktsituatie in 1969. Voor een gelijke beloning van arbeid en kapitaal in beide sectoren zouden deze een zelfde orde van grootte moeten hebben. Een belangrijk doel van de landbouwpolitiek is het inkomen van de in de landbouw aangewende productiefactoren op een redelijk niveau te handhaven.

Afgezien van een prijsverlaging van het veevoer liggen de mogelijkheden tot kostprijsverlaging in de veehouderij hoofdzakelijk in arbeidsbesparing door schaalvergroting, mechanisatie en automatisering. Verhoging van de efficiëntie van de voederomzetting is een geleidelijk proces, waarvan op korte termijn geen belangrijke kostenverlaging is te verwachten. Schaalvergroting, mechanisatie en automatisering zullen voorts niet leiden tot verlaging van de niet-factorkosten; eerder tot een geringe verhoging (meer werktuigen o.a.).

Een kostenverlaging in de veehouderij zal daardoor op korte termijn alleen kunnen komen uit een verminderde factorinzet, met name arbeidsbesparing. Gezien de matige beloning, die thans in het algemeen in de veehouderij ook bij een doelmatige en moderne opzet voor grond, arbeid en kapitaal wordt gerealiseerd (zie tabel 5), en het lage aandeel van de netto toegevoegde waarde veehouderij in de consumentenprijzen (zie tabel 6) is het een illusie te menen, dat hiermede een belangrijke verlaging van de consumentenprijzen van dierlijke produkten is te bereiken.

Zoals Frens stelde, is de mens er steeds meer in geslaagd de dierlijke levensvoorwaarden te bepalen en op zijn voordeel te richten.

De herder heeft zich ontwikkeld tot veehouder en deze is al bijna geëvolueerd tot vakkundig bedienaar van dierlijke machines die nauwelijks meer instincten of zintuigen behoeven in te spannen om op de voordeligste manier de dierlijke voortbrengselen te produceren die de menselijke economie verlangt. Het lijkt Frens niet al te gewaagd te veronderstellen, dat de fysiologie ons op den duur in staat zal stellen waardevolle dierlijke weefsels zelfstandig te laten groeien, los van het dierlijke individu. Met behulp van dergelijke weefselculturen zou men de productie van dierlijke afval (b.v. veren, beenderen) kunnen vermijden en tot een efficiënte omzetting van de voedermiddelen kunnen komen [9].

Dit is echter voorshands nog een toekomstperspectief, waarvan de realisatie niet op korte termijn is te verwachten. Een verbetering van de voederconversie en een betere afstemming van de produkten op de behoeften en verlangens van de consumenten en de eisen van verdere verwerking tot een steeds meer gedifferentieerd pakket van voedingsmiddelen, zal voorlopig nog een weg zijn, waarlangs slechts geleidelijk voortgang wordt geboekt. Ook hiervan is op korte termijn geen belangrijke verlaging van de kosten van de dierlijke veredeling te verwachten.



## Literatuur

1. G. A. van Houten: Het eten van de Nederlanders; Landbouwkundig tijdschrift, april 1970 (82-4) blz. 165-174.
2. Ministerie van Landbouw en Visserij: Consumptie van voedingsmiddelen 1967 en 1968; 's-Gravenhage.
3. Voorlichtingsbureau voor de voeding: Nederlandse voedingsmiddelentabel, 23ste druk, 's-Gravenhage (maart 1970).
4. Ministerie van Landbouw en Visserij: Het veevoederconsumptie in 1967/1968 en 1968/1969; 's-Gravenhage (1969).
5. J. Horring: Nogmaals: het melk- en zuivelbeleid in discussie; Economisch-Statistische Berichten, 12 juni 1968 (53-2648).
6. H. G. A. Leijnes Bakhoven: Veevoeding, een beknopt leer- en handboek, Wolters, Groningen (1947).
7. Centraal Veevoederbureau in Nederland: Voedernormen voor de landbouwhuisdieren en voederwaarde der veevoerders. 26ste druk, Wageningen (1970).
8. Ministerie van Landbouw en Visserij: Schriftelijke mededeling van de heer L. van Altena; Afdeling Statistiek en Documentatie, 's-Gravenhage (dec. 1970).
9. A. M. Frens: Dierfysiologische schilderingen voor landbouwkundig gebruik. Inaugurele rede Landbouwhogeschool Wageningen-Jaarboek 1964-1965, blz. 164-177. Wageningen 1969.



## Hoofdstuk 3. Gezondheidsaspecten van eiwitten en de toekomstige ontwikkeling van de eiwitvoeding

door

dr. C. Engel, directeur van het Centraal Instituut voor Voedingsonderzoek TNO

### Samenvatting

*Na een inleiding over de betekenis van de eiwitten in de voeding en een bespreking van de huidige beoordelingsmethoden van de eiwitvoedingswaarde, individuele behoefte, gevolgen van tekort en overvoeding, worden de toekomstige ontwikkelingen op het terrein van de eiwitvoeding besproken.*

*Aan de hand van de individuele behoefte en de te verwachten bevolkingstoename, is een schatting gemaakt van de wereldbehoefte in de komende jaren.*

*De mogelijkheden om hierin te voorzien worden nagegaan. Naast het bevorderen van een betere distributie — d.w.z. meer eiwit voor de meest behoeftigen — zoals in verschillende UNICEF/FAO-projecten voor baby- en kindervoeding in ontwikkelingslanden is opgesteld, wordt vooral aandacht besteed aan de mogelijkheden van industriële massaproductie van nieuwe eiwitbronnen, en aan de verhoging van de productie van conventionele voedingsmiddelen door de landbouw, veeteelt en visserij.*

*Voor industriële productie zijn er, in verband met de beschikbare uitgangsstoffen, slechts weinig mogelijkheden.*

*Aandacht wordt gevraagd voor het hoogst noodzakelijke biologische en toxicologische onderzoek van nieuwe industrieel ontwikkelde producten, waarmee vele jaren van onderzoek gemoeid zijn voordat een wezenlijke bijdrage aan de eiwitbehoefte wordt geleverd.*

*Als serieuze mogelijkheden worden besproken de productie van gistewitten uit minerale oliën en algeneiwitten uit synthetische voedingsbodems, het verzamelen van kril uit de oceanen en de industriële productie van synthetische aminozuren.*

*Voor de Nederlandse bevolking zijn weinig spectaculaire veranderingen te verwachten in verband met de eiwitvoeding. De mogelijkheden om aan de oplossing van dit intrigerende probleem, d.w.z. te voorzien in de eiwitbehoefte van de wereldbevolking, mee te werken zijn in Nederland gunstig. De verworven kennis en ervaring op landbouw-, veeteelt- en visserijgebied, het hoge industriële ontwikkelingsniveau, de goede samenwerking tussen overheid, industrie en onderzoekinstellingen, enz., zijn hiertoe een waarborg.*

### I. Inleiding

De opbouw van lichaamseiwitten geschiedt met behulp van aminozuren, afkomstig van de afbraak van voedingseiwitten door spijsverteringsenzymen.

Van de aminozuren, nodig voor deze opbouw, kan een deel (de niet essentiële) door het lichaam zelf worden gesynthetiseerd, mits voldoende stikstofverbindingen (b.v. ammoniumzouten) in de voeding aanwezig zijn. De overige aminozuren (de essentiële) moeten van buitenaf worden toegevoerd. Hieruit volgt, dat voor de opbouw van lichaamseiwitten voedingseiwitten moeten worden opgenomen die 1e. goed verteerbaar zijn en 2e. alle essentiële aminozuren in een goede verhouding en voldoende hoeveelheid moeten bevatten.

Het is van belang dat deze essentiële aminozuren min of meer tegelijk worden aangeboden en niet met een groot verschil in tijd.

Bij de „eiwitvoorziening” en „eiwitbehoefte” waarover men meestal spreekt, gaat het eigenlijk om een achttal essentiële aminozuren. In plaats van te spreken over de gehalten (en eventuele beschikbaarheid) van de essentiële aminozuren die de waarde van de voedingseiwitten bepalen, heeft men tal van hulptermen ingevoerd om de kwaliteit van een eiwit weer te

geven in één getal, b.v. Netto Eiwit Benutting (NEB)<sup>1)</sup> en Eiwit Efficiëntie Verhouding (PER)<sup>2)</sup>. Ofschoon door deze termen meestal goed tot uitdrukking komt dat het ene eiwit beter is dan het andere, zijn het toch slechts hulpmiddelen die onvoldoende informatie geven over de beschikbare hoeveelheden essentiële aminozuren. In de toekomst zal men er zeker toe overgaan een systeem te ontwikkelen waarin duidelijke kwantitatieve gegevens voor alle acht essentiële aminozuren tot uitdrukking worden gebracht.

Voorlopig echter zullen we ons bij de bespreking van de eiwitvoeding moeten behelpen met de in de literatuur gebruikelijke benamingen, met als gevolg een grote variatiebreedte van de meningen van diverse auteurs over „eiwitbehoefte” en „eiwitvoorziening”.

De eiwitten zijn dus noodzakelijk voor de opbouw van lichaamseiwitten; ze kunnen echter ook worden gebruikt voor de energievoorziening en daarmee de koolhydraten of vetten vervangen. Dit gebeurt indien de calorievoorziening laag is. De behoefte aan eiwitten is dan dus groter. Deze behoefte wordt eveneens beïnvloed door andere factoren.

<sup>1)</sup> Percentage geresorbeerde stikstof vastgehouden in het lichaam.

<sup>2)</sup> Protein Efficiency Ratio: gram gewichtstoename per gram opgenomen eiwit.



## II. Hoe groot is de behoefte aan eiwitten ?

### A. Bepaling van de behoefte

Er zijn twee wegen om dit probleem te benaderen, nl. de klinische en de fysiologische.

Bij de klinische benadering zijn de kernvragen hoe men bij mensen een eiwittekort vaststelt en welke hoeveelheden volgens deze klinische criteria adequaat en welke inadequaat zijn.

De meest gebruikte criteria zijn de antropometrische bepalingen (lengte en gewicht), de klinische afwijkingen in haar en huid bij deficiëntie en diverse biochemische bepalingen (in bloed en urine). Over de waarde van al deze criteria is veel discussie en algemeen komt men tot de conclusie dat de klinische methode van weinig nut is om de eiwitbehoefte te schatten.

Bij de fysiologische benadering wordt de eiwitbehoefte berekend uit opname, nodig voor de fysiologische processen en de noodzakelijke verliezen. Deze methode is de grondslag voor de behoefte-schatting van het FAO-WHO-panel van deskundigen over eiwitbehoefte [1].

Tabel 1. Gemiddelde eiwitbehoefte per dag in gram per kilogram lichaamsgewicht op verschillende leeftijden (eiwit-waarde bij 100 % benutbaarheid).

Leeftijd	behoefte
0—3 mnd	2,3
3—6 „	1,8
6—9 „	1,5
9—12 „	1,2
1—3 jaar	0,9
4—9 „	0,8
10—15 „	0,7
volwassenen	0,6

### B. Eiwittekort

Indien de voeding een tekort heeft aan voedingseiwitten zal de lichaamsgroei ten achter blijven. Bij gelijktijdig calorie- en eiwittekort treedt bij kinderen (van een half—vier jaar) kwashiorkor en marasmus op, waarbij tal van functies gestoord zijn. Ook de hersenontwikkeling kan onherstelbaar worden geschaad. Bij volwassenen treedt oedeem op.

Tot nu toe zijn geen verschillen gevonden in de deficiëntiesymptomen bij eiwittekort waarbij verschillende essentiële aminozuren limiterend waren.

### C. Eiwitreserves

In tegenstelling met de vet- en koolhydraatdepots in het lichaam worden bij overvloedige opname van eiwitten geen reserve-voorraden van eiwitten gevormd. Een overmaat wordt uitgescheiden of in de stofwisseling verbrand.

Er zijn enige aangeboren stofwisselingsstoornissen bekend waarbij aminozuren zijn betrokken (fenylalani-

ne, cystine), maar die blijven in deze samenvatting buiten beschouwing.

### D. Teveel aan eiwit

Er is weinig bekend over nadellige gevolgen van een zeer eiwitrijke voeding. De nadellige gevolgen zijn meestal terug te voeren op andere bestanddelen van deze eiwitrijke voeding (purinederivaten) en worden niet causaal veroorzaakt door een teveel aan essentiële aminozuren.

Een andere bijkomstigheid kan zijn dat voor de uitscheiding van een teveel aan aminozuren een te grote druk wordt gelegd op de nierfunctie (b.v. baby's op eiwitrijke voedingen).

### E. Voedingswaardebepaling van eiwitten

#### 1. Chemische methode

De kwaliteit van een eiwit wordt bepaald door de aminozuursamenstelling en door de mate waarin de essentiële aminozuren door de spijsvertering beschikbaar komen voor resorptie. De benutbaarheid van de aminozuren uit de eiwitten is slechts gedeeltelijk onderzocht en wel bij enkele proefdieren (varkens en ratten). Hieruit is reeds gebleken dat de wettelijke verteerbaarheid voor het gehele eiwit varieert van b.v. 100 % bij caseïne tot ca. 80 % bij rogge en haver. Voor verscheidene aminozuren is er verschil in verteringscoëfficiënt. Daardoor is een evaluatie op grond van de verteringscoëfficiënt van het totaal stikstof niet mogelijk. Een aanvullende biologische methode is daarom aanbevelenswaardig.

#### 2. Biologische methoden

We noemden reeds de netto eiwitbenutting en de eiwit-efficiëntie verhouding. Deze methoden, in diverse modificaties toegepast, zijn praktisch hanteerbaar gebleken bij de beoordeling van de voedingswaarde.

### F. Toekomstige ontwikkeling

In tegenstelling tot de recente ontwikkelingen op het terrein van de vetten (verband met atherosclerose, schadelijke werking van sommige vetten) is er op het terrein van de eiwitten weinig opwindends te vermelden. Het onderzoek is nog in een ander stadium; we weten zelfs nog niet of een tekort aan één bepaald aminozuur te onderscheiden is van een tekort aan een ander aminozuur en zo zijn er tal van nog onopgeloste vragen.

In het algemeen kan men stellen dat in de eiwitbehoefte van de bevolking van ons land ruimschoots is voorzien. Ons land neemt een vooraanstaande plaats in bij de conversie van plantaardig eiwit (gedeeltelijk geïmporteerd) tot dierlijk eiwit (voor een groot deel geëxporteerd). Hierdoor is tevens een redelijke verhouding van plantaardig en dierlijk eiwit in ons dieet gewaarborgd.

Indien we de toekomstige ontwikkeling op het gebied van de eiwitvoorziening willen benaderen, is het noodzakelijk dit te doen in wereldverband daar we sterk afhankelijk zijn van de ontwikkelingen elders.



### III. Welke hoeveelheden zijn nodig in de toekomst?

Anders dan bij vetten en koolhydraten die elkaar voor een groot deel kunnen vervangen, kunnen de eiwitten (d.w.z. de essentiële aminozuren daaruit) niet worden vervangen door andere voedingsstoffen. Dit is voor een deel der vetten (essentiële vetzuren) eveneens het geval. Er zal dus steeds een absolute behoefte zijn aan eiwitten (essentiële aminozuren). Als men over de toekomstige ontwikkelingen spreekt is het, om de gedachte te bepalen, nuttig met enige cijfers te beginnen, teneinde een indruk te krijgen over de hoeveelheden waar het om gaat.

In de jaren 1960-1962 werd door de wereldbevolking  $\pm 80$  miljoen ton eiwit geconsumeerd [2]. De behoefte was in de zestiger jaren reeds groter dan deze 80 miljoen ton per jaar. In de ontwikkelingsgebieden ( $\frac{2}{3}$  van de wereldbevolking) heerst een eiwittekort. Naar schatting zal 20 % meer eiwit nodig zijn om de bevolking in deze gebieden voldoende te voeden. Het voorzien daarin vergt een jaarlijkse productie van 16 miljoen ton.

Voor de aanwas van de wereldbevolking is eveneens een jaarlijkse groei van de eiwitproductie nodig. De bevolkingsaanwas wordt geschat op 2,5 à 3 %. Indien de voedselproductie gelijke tred houdt met deze stijging, vraagt dit een hoeveelheid eiwit van

$$\frac{80 + 16}{100} \times 2,5 = 2,4 \text{ miljoen ton. Bij een toeneming}$$

van de welvaart is er tevens een trend naar het gebruik van meer eiwit en wel speciaal van dierlijk eiwit. Er is een zeker verband tussen welvaartsstijging en vraag naar deze eiwitten. Indien men er tevens rekening mee houdt dat voor het consumeren van één kg dierlijk eiwit minstens twee kg plantaardig eiwit nodig is, dan komt men voor 1 % welvaartsstijging tot 0,6 % stijging van de eiwitbehoefte of wel 0,6 miljoen ton per jaar. Een zeer ruwe benadering geeft aan dat de behoefte in 1962 was: 96 miljoen ton; in 1985 zal dit zijn: 96 miljoen ton + 23 x 2,4 miljoen ton voor bevolkingsaanwas + 23 x 0,6 miljoen ton voor welvaartsstijging = 165 miljoen ton. In het jaar 2000 zal dit zijn: 96 miljoen ton + 48 x 2,4 miljoen ton voor bevolkingsaanwas + 48 x 0,6 miljoen ton voor welvaartsstijging = 240 miljoen ton. Dit zijn slechts ruwe schattingen om te laten zien dat het gaat om tientallen miljoenen tonnen eiwit.

### IV. Welke eisen moet men stellen aan de produktie van nieuwe eiwitten?

Uit bovenstaande cijfers, hoe onnauwkeurig deze ook mogen zijn, blijkt duidelijk dat het dringend gewent is meer gericht te werk te gaan om in de komende decennia een grotere hoeveelheid eiwit ter beschikking te krijgen. Om een wezenlijk grotere eiwitproductie te verkrijgen zullen naast de conventionele produkten (agrarische- en visserijprodukten) ook niet-conventionele voedingsmiddelen en grondstoffen moeten worden ontwikkeld. Zowel een vergroting van de

conventionele (nieuwe soorten, andere technieken en verwerking) als de ontwikkeling van niet-conventionele eiwitten zal vele jaren van onderzoek vragen.

In de tussengelegen tijd zal men, door verschuiving van reeds beschikbare eiwitten naar de meest behoeftige groepen, de gevolgen van acute tekorten moeten opheffen. Dit geschiedt reeds op vele plaatsen in de wereld, waar UNICEF en FAO „infant feeding” projecten op gang trachten te brengen. Het is van groot belang dat men in een vroegtijdig stadium van het onderzoek bij de ontwikkeling van nieuwe produkten die tot nu toe niet werden gebruikt in de menselijke voeding zich realiseert dat men strenge eisen moet stellen in verband met het risico voor de volksgezondheid. Hetzelfde geldt voor conventionele produkten die een niet gebruikelijke bewerking hebben ondergaan (extrusion cooking, enzymatische behandelingen, extractie van eiwitten met loog en precipitatie, enz.).

Een dergelijk gericht toxiciteitsonderzoek zal in de regel jaren in beslag nemen (8 à 10 jaren); eerst daarna kan men op enigermate grote schaal met de produktie beginnen. Weliswaar kan men in dezelfde tijd de utiliteitsstudies uitvoeren bij landbouwhuisdieren, zodat men in deze periode een indruk krijgt over de voedingswaarde en de eventuele schadelijke eigenschappen voor mens en dier. De eisen die men aan dit onderzoek stelt zijn vastgelegd in voorlopige richtlijnen voor de beoordeling van eiwitrijke grond- en hulpstoffen en voedingsmiddelen [3].

In sommige gevallen kunnen de eisen voor het onderzoek aanzienlijk worden beperkt (b.v. bij synthetische aminozuren). Indien het schadelijkheidsonderzoek en de voedingswaarde-evaluatie ver genoeg zijn gevorderd, kan men gaan denken over de technologie van de produktie. Soms sluit deze aan bij reeds langer bestaande technologische ervaring uit de conventionele voedingsmiddelenindustrie (gist uit bier en melasse; gist uit paraffinen). Soms ook is de technologie geheel nieuw (produktie en verwerking van algen of produktie van bladeiwitten of viseiwitten). Om tot de meest economische produktie te komen, zullen eveneens enkele jaren voor ontwikkelingswerk nodig zijn. Men moet hierbij bedenken dat dergelijke industriële processen alleen kans van slagen zullen hebben, indien zeer grote produktie-eenheden kunnen worden opgezet (in de orde van grootte van 100.000 tot één miljoen ton per jaar).

### V. Hoe kunnen we tot een produktievergroting komen?

#### A. Verhoging van de visserij-opbrengst

Men is altijd nogal optimistisch over de mogelijkheden meer voedsel te winnen van mariene oorsprong. Momenteel wordt slechts 1 % menselijk voedsel uit de zee gehaald; daarbij komen dan nog enige procenten (2 à 3) die via diervoeding de mens ten nutte komen. Indien men bedenkt dat een dergelijke omzetting met slechts 10 % rendement verloopt, dan bedraagt de voedselhoeveelheid uit zee minder dan 2 %. In FAO-kringen stelt men zich steeds veel voor van een be-



tere benutting der zeeën. Door Korringa is dit probleem geanalyseerd [4]. Door verbetering van de visserij en uitbreiding daarvan zou men inderdaad meer kunnen produceren. De ervaring van de laatste jaren heeft echter geleerd dat de economische drijfveren om efficiënt vis te vangen een overbevissing veroorzaken, waardoor de vangsten dreigen te verminderen ondanks geperfectioneerde vangst- en opsporingsmethoden. Internationale overeenkomsten ter beperking van de intensiteit zullen nodig zijn om het teruglopen te voorkomen. De kansen om dit te bereiken zijn echter gering (uitsterven van de baleinwalvissen, vermindering van de haringvangst op de Noordzee, pilchards in Z. Afrika, enz.).

Ofschoon potentieel de zee miljoenen tonnen meer vis zou kunnen leveren, is hiervan weinig te verwachten. Andere produkten dan vis uit zee heeft men eveneens nogal eens genoemd. Korringa heeft hieraan ook aandacht besteed. Het fytoplankton, in enorme hoeveelheden aanwezig, geeft voorlopig weinig hoop evenals het zoöplankton. Een uitzondering hierop wordt gemaakt voor het kril (*Euphasiden*), een garnaalachtig zoöplankton dat zich misschien in de toekomst leent voor vangst en verwerking. Naar schatting komt hiervan 50 miljoen ton voor exploitatie in de zee voor, dus inderdaad een hoeveelheid die de moeite waard is in relatie tot de behoefte.

## B. Eiwitproductie door middel van algen en gisten

Hier gaat het om een grote reeks eiwitten, waarvan men nogal speculatief hoge verwachtingen heeft. Welke komen nu reeds voor productie in aanmerking en welke pas in een verre toekomst?

### 1. Algen-eiwitten (*Scenedesmus*, *Chlorella* en *Spirulina*)

Deze algen worden alleen in proefprojecten gebruikt om eiwitrijke produkten te produceren. Deze organismen groeien op eenvoudige voedingsbodems van anorganische zouten. Door fotosynthese wordt CO<sub>2</sub> uit de lucht (of uit verbrandingsgas) als energiebron gebruikt. Zonlicht of kunstmatige belichting zijn nodig voor de groei. Proefinstallaties zijn in Duitsland, Frankrijk en Japan in gebruik om de economie van het proces te leren kennen. Op betrekkelijk kleine oppervlakken kan een grote hoeveelheid materiaal worden verkregen (40 ton algen-eiwit per hectare per jaar). Het algenmeel heeft weinig aantrekkelijke eigenschappen voor de productie van voedingsmiddelen voor menselijke consumptie. Als diervoedsel kan het bijdragen in de eiwitbehoefte, waarbij men er rekening mee moet houden dat slechts  $\pm 10\%$  hiervan voor menselijke consumptie tot zijn recht komt.

Ook is de economische benutbaarheid bij landbouwhuisdieren nog niet uitgebreid bestudeerd.

Het perspectief voor deze produkten is niet onverdeeld gunstig. De groei is betrekkelijk langzaam en het verwerkingsproces is kostbaar.

Hoe is de voedingswaarde? In tabel 3 wordt de aminozuursamenstelling gegeven.

### 2. Eventuele schadelijkheid

Er is enige ervaring met algenpreparaten opgedaan in de diervoeding. Daar deze produkten geen conventionele bestanddelen zijn van de menselijke of dierlijke

voeding, is een uitgebreid toxicologisch onderzoek vereist alvorens men deze produkten op grote schaal hiervoor kan gaan gebruiken.

### 3. Gisteiwitten

Een productie van eiwit met behulp van gisten is eveneens bij verschillende instellingen in studie. Hierbij doel ik vooral op de productie uit minerale oliën, paraffinen, enz. Het is al een oud proces, gist te produceren op koolhydraatrijke voedingsbodems. De hoeveelheid van deze voedingsbodems is beperkt, daar de koolhydraten afvallen zijn van de agrarische industrie. Saccharomyces-gist, geproduceerd op melasse van biet- of rietsuiker, alsmede *Torula*-gist, geproduceerd op sulfietlogen uit hout van de papierindustrie, zijn reeds jaren in gebruik; de jaarproductie ligt in de orde van grootte van tienduizenden tonnen (50% eiwit).

Eiwitproductie met gisten (allen *Candida*-soorten) die op koolwaterstoffen groeien, is een geheel nieuwe ontwikkeling van de laatste tien jaren en biedt momenteel het gunstigste perspectief.

Hoeveel gisteiwit van deze categorie kan er potentieel worden vervaardigd? De totale jaarlijkse productie van ruwe petroleum bedraagt 1500 miljoen ton. Deze bevat 40 miljoen ton koolwaterstoffen die gebruikt kunnen worden voor voedergistproductie; dit komt overeen met ca. 30-35 miljoen ton gist, d.w.z. 23 miljoen ton eiwit. Op een totale jaarbehoefte van 120-150 miljoen ton eiwit in de jaren 1980-1985 zou dit dus ca. 20% zijn.

### 4. Productie van gisteiwit uit minerale olie (*Single Cell Proteins = SCP*)

In de laatste tien jaren is de kennis over de omzetting van koolwaterstoffen in celmassa ten behoeve van voeder en voedsel snel toegenomen. Vele firma's zowel in de Westelijke wereld als ook in de Oostbloklanden hebben semitechnische installaties voor de productie van SCP in bedrijf. De capaciteit van deze installaties en de werkwijze variëren. Weinig exacte gegevens zijn gepubliceerd en het is wel duidelijk dat het ontbreken hiervan er op wijst dat er vele mislukkingen zijn te verwerken en dat men nog niet is geslaagd in een commerciële vervaardiging van een produkt dat van toxicologisch en voedingsstandpunt bezien aanvaardbaar is. De meeste gegevens zijn gepubliceerd door de British Petroleum Groep. Deze groep, die zowel in Frankrijk (*Lavera*) als in Schotland (*Grangemouth*) proefabrieken in bedrijf heeft, beschikt over een zodanige capaciteit dat voldoende materialen aanwezig waren voor het uitvoeren van uitgebreide onderzoekprogramma's ten einde de eventuele schadelijke eigenschappen vast te stellen en de voedingswaarde te evalueren. Deze evaluatie (met laboratoriumproefdieren en, in de veeteeltsector, met varkens, kippen en runderen) geschiedde in opdracht van de B.P. in Nederland bij het Centraal Instituut voor Voedingsonderzoek TNO te Zeist en bij het Instituut voor Landbouwkundige Onderzoekingen van Biochemische Produkten te Wageningen. Alvorens hierop in te gaan zou ik echter iets meer willen mededelen over de bij de productie gebruikte micro-organismen, grondstoffen, enz.

Koolwaterstoffen. (*n*-paraffinen) uit de minerale olie, al of niet van tevoren afgescheiden, dienen als pri-



maire koolstof- en energiebron voor de celgroei. De koolwaterstoffen worden gedispergeerd in een waterfase. In de waterfase zijn de voor de celgroei noodzakelijke nutriënten (ammoniumzouten, kalium, magnesium, fosfor, enz.) opgelost. Intensieve luchttoevoer is noodzakelijk. In de grenslaag van water en oliephase treedt de celgroei op. In tabel 2 zijn enige mogelijkheden samengevat.

Tabel 2. Verschillende substraten voor SCP-produkten

	land	organisme
ruwe aardolie met hoog paraffinegehalte	USSR	Candida (spec.)
gasolie (kookpunt 350—358 °C)	B.P. Frankrijk	Candida (spec.)
n-paraffine (C <sub>10</sub> -C <sub>12</sub> )	B.P. Schotland	Candida (spec.)
ureum-paraffine clathraat	Institut Français du Pétrole	Candida (spec.)

De opbrengst in celmateriaal ( $\pm 60\%$  eiwit) is gelijk aan het gewicht der paraffine. Bij gebruik van melasse is deze verhouding veel ongunstiger. 2 kg melasse geeft 1 kg gist. De eigenschappen van het verkregen produkt zijn sterk afhankelijk van het gebruikte produktieproces.

Bij gebruik van ruwe grondstoffen moeten resten hiervan door wassen en extractie worden verwijderd. Bij gebruik van gezuiverde n-paraffinen als grondstof is dit niet nodig. In het eerste geval krijgt men een produkt met een zeer laag gehalte aan vetachtige stoffen; bij het tweede proces is het gehalte hiervan ongeveer 8-10%. Het eiwitgehalte varieert dienovereenkomstig van ca. 65 tot 55%.

Behalve met Candida-gisten is het ook mogelijk met bacteriën de paraffinen om te zetten in celmassa met een hoog eiwitgehalte. Deze processen zijn echter moeilijker technisch uitvoerbaar. Tot nu toe zijn de meeste preparaten geproduceerd met Candida-soorten.

#### 5. Voedingswaarde

Er zijn slechts enkele gegevens gepubliceerd [5, 6]; deze zijn verstrekt door Shacklady en Clement en afkomstig van onderzoek dat in het CIVO is uitgevoerd. De aminozuursamenstelling in vergelijking met soja- en vismeleeiwit is in tabel 3 weergegeven.

De biologische voedingswaardebepaling, de methode van de „netto eiwitbenutting” met behulp van ratten, geeft een gemiddelde waarde van NEB = 41 (48 verschillende monsters). Uit tabel 3 is duidelijk dat methionine het limiterende aminozuur is. Indien 0,3% dl-methionine wordt toegevoegd is de NEB = 74.

#### 6. Schadelijkheidsonderzoek

Indien men een produkt als veevoeder op de markt brengt, zijn er tot nu toe geen wettelijke eisen voor het schadelijkheidsonderzoek. De resultaten verkregen in de veeteelt (varkenshouderij, legkippen en slachtkuikens), zijn dan maatgevend voor het aanvaarden van deze produkten. Voor het gebruik van stoffen in de menselijke voeding stelt men wel eisen aan het schadelijkheidsonderzoek. Ofschoon dit gistewit

Tabel 3. Aminozuursamenstelling van algen- en Candida-eiwit in vergelijking met soja- en vismeleeiwit.

Aminozuur	Gehalte in grammen aminozuur per 16 gram stikstof			
	algen-eiwit	Candida-eiwit	vismeeleiwit	sojameleiwit
Isoleucine	6,0	5,3	4,6	5,4
Leucine	8,6	7,8	7,3	7,7
Fenylalanine	4,4	4,8	4,0	5,1
Tyrosine	4,5	4,0	2,9	2,7
Threonine	5,1	5,4	4,2	4,0
Tryptofaan	1,6	1,3	1,2	1,5
Valine	6,5	5,8	5,2	5,0
Arginine	6,4	5,0	5,0	7,7
Histidine	1,6	2,1	2,3	2,4
Lysine	4,5	7,8	7,0	6,5
Cystine	1,0	0,9	1,0	1,4
Methionine	2,4	1,6	2,6	2,8
Cystine + methionine	3,4	2,5	3,6	4,2

voorlopig alleen bruikbaar is voor veevoeder, wegens het ontbreken van eigenschappen die technologisch gunstig zijn voor de vervaardiging van voedingsmiddelen, heeft de B.P. het schadelijkheidsonderzoek van het begin af aan laten uitvoeren volgens de meest eisende onderzoekprogramma's zoals die voor voedseltoevoegingen zijn voorgeschreven. Dit onderzoek (De Groot et al. [7]) heeft in de loop der jaren veel bijgedragen tot het vinden van de juiste procesvoering. Al spoedig bleek dat het produceren van gist op een efficiënte wijze moeilijk was, maar dat het produceren van goede gist zonder schadelijke factoren bijzondere procesomstandigheden en een stringente bedrijfscontrole vergt.

#### 7. Voederproeven

Waar in het toxiciteitsonderzoek de concentratie van de gist varieerde van 10-40%, zijn in de voederproeven meestal lagere percentages gebruikt, overeenkomstig het gebruik van soja- of vismeel. Bij pluimvee varieerde het percentage van 7,5-20%, bij de varkensmestrij tot 15%. Het is duidelijk dat deze gisten een werkelijk alternatief kunnen vormen voor soja- en vismeleeiwit.

De voederproeven zijn voortgezet in 3 generaties. Ook met het materiaal van in de veeteelt verkregen produkten is weer toxiciteitsonderzoek uitgevoerd volgens programma's als voor voedseltoevoegingen.

#### 8. Toekomstige ontwikkeling

Bij het onschadelijkheidsonderzoek en het veeteelt-onderzoek is het na 8 jaar zover, dat, van de resultaten uit gezien, de produkten zoals die door de B.P. volgens de processen te Lavera en in Grangemouth worden vervaardigd, aanvaardbaar worden geacht. Doorslaggevend voor de verdere ontwikkeling zal nu de economische zijde van de toepassing zijn. De kosten van de produktie op grote schaal zijn volgens sommige publikaties laag genoeg om een produkt te geven dat kan concurreren met soja- en vismeel. Vóór echter de grote schaal (100.000 ton per jaar en meer) wordt bereikt, zullen nog jaren nodig zijn.



In de stadia tussen nu en over enige jaren zullen nog verliesgevende resultaten worden bereikt. Het zal duidelijk zijn dat alleen de allergrootste industrieën een dergelijk risico kunnen dragen.

Bij de oliemaatschappijen kunnen tevens politieke factoren een rol spelen om dergelijke processen tot een goed einde te brengen.

Voor Nederland kan de ontwikkeling van gistewit uit aardolie uitermate belangrijk worden. De grote concentratie van raffinage-capaciteit zowel als van een grote veredelingsindustrie zijn gunstige factoren voor het tot stand komen van een produktie van gistewitten.

### C. Bladeiwitten

Pirie is de grote promotor om van bladeiwitten eiwitpreparaten te maken [8]. Het proces is relatief simpel, maar afhankelijk van de plantengroei. In enige ontwikkelingslanden (India, Australisch Papoea) zijn proefinstallaties gebouwd. De fabricage is bedoeld als een dorpsindustrie (dus op kleine schaal).

Voedingswaarde-evaluatie en toxiciteitsonderzoek zal bij elke niet-conventionele grondstof nodig zijn. Het is m.i. een emotionele ontwikkeling die weinig perspectief biedt.

### D. Amino-zuren

De eenvoudigste manier om aan de eiwitbehoefte tegemoet te komen is aanvulling van de limiterende aminozuren in die grondstoffen, waarbij duidelijk effecten te verkrijgen zijn. Juist bij de granen (grootste gedeelte van de jaarlijkse produktie overeenkomend met 17 miljoen ton eiwit) is met lysinetoevoeging een verbetering te verkrijgen van de netto eiwitbenutting met enige tientallen procenten (NEB wordt verbeterd van ca. 40 naar 60%), hetgeen in bepaalde gevallen, mits voldoende calorieën aanwezig zijn, met meer eiwit gelijk te stellen is.

De produktie van synthetische amino-zuren is reeds gerealiseerd voor dl-methionine en l-lysine.

In de diervoeding neemt het gebruik van deze amino-zuren geleidelijk toe. De toepassing wordt hier niet geremd door emotionele beschouwingen, maar uitsluitend geleid door economische voordelen. In de menselijke voeding is het gebruik reeds op enige schaal van belang bij de verrijking van brood in India. De toevoeging kan alleen daar geschieden waar op centrale punten meel wordt gefabriceerd voor broodbereiding. Bij landelijke dorpsgemeenschappen, in streken waar er juist behoefte aan bestaat, kan deze methode niet worden toegepast.

### E. Conventionele produkten

Uit het voorgaande is wel duidelijk dat een vergroting van de eiwitproduktie voor een groot deel zal moeten komen van de landbouw. Hier zijn nog veel mogelijkheden door verbetering en verhoging van de opbrengst. Bekend zijn de gevallen van de lysinerijke

mais uit Columbia en de eiwitrijke rijst uit de Filipijnen. Op dit terrein heeft men minder belemmeringen dan bij de produktie van geheel nieuwe grondstoffen. Het is zeer goed mogelijk gebleken om langs conventionele wegen veel meer opbrengst te verkrijgen.

### F. Betekenis voor ons land

Door de steeds stijgende behoefte aan totaal-eiwit en eveneens aan dierlijk eiwit in de gehele wereld, zullen er meer basisgrondstoffen als soja en vismeel nodig zijn voor het vervaardigen van dierlijk eiwit. Hierdoor zal het mogelijk zijn om produkten te vervaardigen die momenteel economisch nog niet aantrekkelijk zijn, zoals b.v. gistewit uit paraffinen, krileiwit uit de oceanen, algen uit zonrijke streken.

Nederland kan op velerlei manieren bij deze ontwikkelingen worden betrokken. Onderzoekmogelijkheden, ervaring op veeteeltgebied en landbouwproduktie bieden vele kansen voor Nederlanders om behulpzaam te zijn bij de oplossing van het intrigerende probleem van de vervulling van de eiwitbehoefte der wereldbevolking.

Voor de Nederlandse bevolking verwacht ik weinig spectaculaire veranderingen.

### Literatuur

1. Protein requirements, Technical Report Series Nr. 301, World Health Organization and Food and Agricultural Organization, 1965.
2. E. M. Demayer, The contribution of WHO to the international protein-rich foods programme, 9th International Symposium, Amsterdam, 1968.
3. Rapport inzake Adviescommissie voor eiwitvoeding, nr. 13, Ministerie van Sociale Zaken en Volksgezondheid, 1970.
4. P. Korringa, De Zee als voedselbron. Chemisch Weekblad 66 (1970).
5. C. A. Shacklady, Single cell proteins, nutritional value, application and acceptability, Yeast from gas oil, 9th Intern. Symp., Amsterdam, 1968.
6. G. Clement, H. Durand-Chastel, V. Henny, Une nouvelle algue alimentaire, 9th Intern. Symp., Amsterdam, 1968.
7. A. P. de Groot, H. P. Til, V. J. Feron, Safty evaluation of yeast grown on hydrocarbous. I and II. Food Cosmet. Toxicol. 8 (1970) 267-276; 499-507.
8. N. W. Pirie, Leaf proteins, Evaluation of novel protein products, Proceedings Intern. Biol. Progr. and Wenner-Gren Center Symposium, Stockholm, 1968.



## Hoofdstuk 4. Medisch-biologische & fysiologische aspecten van vetten

door

Prof. dr. J. Boldingh, directeur van het Unilever Research Laboratorium Vlaardingen/Duiven.

### Samenvatting

*De in dit hoofdstuk besproken toekomstverwachtingen met betrekking tot de voeding zijn voornamelijk gecentreerd rondom de rol van voedingsvetten.*

*De spectaculaire vooruitgang in de laatste jaren op het terrein van de vetchemie en de lipide biochemie en de belangrijk toegenomen kennis van de fysiologische functies van bepaalde vetbouwstenen stellen ons in staat tot het trekken van een reeks voor de gezondheid van de mens zeer belangrijke conclusies.*

*Na een inleiding die een historisch overzicht geeft over de ontwikkeling van de kennis van de z.g. „essentiële vetzuren” waarvan linolzuur de belangrijkste component in de voeding vormt, wordt uiteengezet hoe in het laatste decennium steeds meer aanwijzingen zijn verkregen dat linolzuur een beschermende werking kan uitoefenen tegen de in de westerse landen zeer wijd verbreid voorkomende atherosclerose. De antithrombotische werking en de cholesterolverlagende werking worden behandeld en tevens worden mogelijke verbanden met de thans in het middelpunt der belangstelling staande prostaglandines aangegeven.*

*De verwachting wordt uitgesproken dat de huidige verschuivingen in de samenstelling van voedingsvetten in de zin van een verhoging van het linolzuurgehalte zich verder zullen voortzetten en veranderingen op landbouwgebied zowel in Europa als elders teweeg zullen brengen, met name m.b.t. de produktie van soja- en zonnebloemolie. Ook wordt aangegeven welke technologische problemen nog te overwinnen zijn om uit soja-olie produkten van hoge kwaliteit en een hoog linolzuurgehalte te vervaardigen. De eigenschappen van dierlijke vetten — vooral uit de zuivel-sector — doen de vraag rijzen in welke mate het zuivelbeleid een weerslag van de geschetste verschuiving naar sterk linolzuurhoudende oliën zal ondervinden.*

*Voorts wordt aandacht besteed aan de voedingsfysiologische eigenschappen van raapolie en de wenselijkheid van overschakeling op koolzaadvariëteiten waarvan de olie geen erucazuur bevat, een ontwikkeling die thans in Canada reeds in volle gang is en waarvan verwacht wordt dat Europa daarin spoedig zal volgen.*

*Tenslotte worden enige beschouwingen gewijd aan de verwachting dat een belangrijk bijproduct van de oliëwinning uit zaden, met name de eiwitfractie, in versterkte mate in aanmerking zal komen voor technologische verwerking tot produkten, die dierlijk eiwit in de voeding in de ontwikkelde landen ten dele zullen vervangen bijv. als vleessubstituten in diverse vormen van toebereiding. Deze ontwikkeling is er een op wat langere termijn, daar de technische problemen van het textureren en de bereiding van produkten met de vereiste smaak- en aroma-eigenschappen nog zeer veel speurwerk zullen vereisen.*

### Inleiding

De in dit hoofdstuk te bespreken toekomstverwachtingen met betrekking tot de voeding zijn voornamelijk gecentreerd rondom de rol van voedingsvetten. De spectaculaire vooruitgang in de laatste jaren op het terrein van de vetchemie en de lipide biochemie en de belangrijk toegenomen kennis van de fysiologische functies van bepaalde vetbouwstenen stellen ons in staat tot het trekken van een reeks voor de gezondheid van de mens zeer belangrijke conclusies. Daaruit laat zich weer een aantal toekomstverwachtingen afleiden ten aanzien van:

- de keuze van grondstoffen (en als gevolg daarvan voor de landbouw);
- de vetverwerkingstechnologie;
- de eisen, te stellen aan voedingsmiddelencomposities, alsmede de mogelijke invloed hiervan op de eetgewoonten van de mens.

Bij de bespreking van deze „trends” kunnen en mogen wij onze aandacht zeker niet uitsluitend op vetten

gericht houden. Hoe belangrijk en vooral hoe specifiek de rol van vetten in de voeding van de mens ook moge zijn, hun betekenis dient te worden beschouwd in samenhang met die van de twee andere hoofd-nutriënten: de eiwitten en de koolhydraten (suikers, zetmeel), waarmee zij in fysiologische wisselwerking staan.

Reeds bij de grondstoffen voor de olie- en vetwinning (zaden, vruchten of dierlijke vethoudende materialen) heeft men te maken met combinaties met eiwitten, koolhydraten of beide, waarin de vetten zich van nature bevinden.

Een belangrijk economisch gevolg van dit gecombineerde voorkomen is, dat de produktiekosten van eetbare oliën en vetten mede afhankelijk zijn van de verwerkings- en toepassingsmogelijkheden van de niet-vette bestanddelen. Hierbij spelen factoren zoals agrarisch subsidiebeleid een vertekende rol, die regionaal zeer verschillend kan zijn, en waardoor marktprijzen geen directe maatstaf zijn voor de reële technische produktiekosten. Veranderende vraag naar één der grondstofcomponenten kan een grote invloed op de prijs van de andere componenten hebben.



Waar mogelijk zal ook aan dit aspect aandacht worden besteed doch wij zullen ons toch hoofdzakelijk beperken tot gevolgtrekkingen die langs wetenschappelijke weg werden verkregen over de betekenis van de vetten voor de volksgezondheid, en de daaruit mogelijk voor de toekomst voortvloeiende ontwikkelingen.

## Biochemie en fysiologie

De periode waarin aan vetten en oliën in onze voeding louter de rol van energiebron werd toegekend hebben wij reeds enige tijd achter ons. Het keerpunt werd voorafgegaan door een periode waarin men had gevonden dat vetten en oliën een zeer geschikt vehikel vormen voor een aantal, in het eerste kwart van deze eeuw ontdekte, vetoplosbare vitaminen (D, A en E). Van een inzicht in de specifieke fysiologische betekenis van de eigenlijke vetbouwstenen (de vetzuren, gebonden aan glycerol) was echter eerst sprake toen in 1929 de sterk de aandacht trekkende onderzoeken van Burr & Burr [1] aan het licht brachten dat een bepaalde klasse van vetzuren een onontbeerlijk bestanddeel is in de voeding van proefdieren. Reeds spoedig was men in staat een nadere definitie van deze klasse te geven; het bleek dat een z.g. meervoudig onverzadigd vetzuur — dat zich van de z.g. verzadigde vetzuren onderscheidt door het ontbreken van een aantal paren waterstofatomen in de koolstofketen van het vetzuur — essentieel voor het leven is. Het vetzuur waarom het hier ging bleek linolzuur te zijn en de conclusie moest worden getrokken dat het proefdier in kwestie (de rat) dit zuur niet zelf kan maken, maar hiervoor op het voedsel is aangewezen. Ontbreekt dit voedingsbestanddeel, dan treden ernstige deficiëntieverschijnselen op die op den duur fataal zijn. Dit geldt, zoals later is gebleken, voor een groot aantal warmbloedige dieren, wellicht ook voor nog andere diersoorten; in ieder geval is komen vast te staan, dat ook de mens dit vetzuur absoluut nodig heeft en het alleen via de voeding kan verkrijgen. Linolzuur wordt om deze reden een „Essentieel Vetzuur” genoemd (EFA = essential fatty acid). Uit latere onderzoeken is gebleken dat linolzuur in het lichaam in een aantal ervan afgeleide vetzuren wordt omgezet welke alle deze „essentiële functie” hebben. Als de belangrijkste ervan moeten bis-homo- $\gamma$ -linoleenzuur en arachidonzuur worden genoemd [2, 3, 4]. Beide zuren vervullen blijkens meest zeer recente onderzoeken fysiologisch belangrijke functies bij mens en dier.

Arachidonzuur is enerzijds een hoofdbestanddeel van de lipiden in de biomembranen van de levende cel en van celonderdelen, anderzijds is bekend geworden [5, 6] dat beide laatstgenoemde vetzuren de biochemische voorlopers zijn van de fysiologisch hoogst belangrijke prostaglandines.

Prostaglandines zijn in het lichaam gevormde, fysiologisch actieve stoffen. Zij oefenen op cellulair niveau regulerende functies uit die o.a. blijken uit het tegengaan van de aggregatie van

thrombocyten (bloedplaatjes), veroorzaken van gladde-spiercontractie, bloeddrukverlagende werking, regulatie van de bloedvoorziening van de hartspier, invloed op de contractiliteit van het hart, op vetmobilisatie uit vetweefsel en nog vele andere werkingen o.a. op het centrale zenuwstelsel. De werkingsdosis ligt zeer laag — in de orde van 0,001-0,1 microgram per milliliter bloedserum — en is van de zelfde orde als die van een aantal bekende hormonen.

Na de ontdekking van de „Essentiële Vetzuren” heeft men hieraan aanvankelijk de naam „Vitamine F” gegeven, doch het feit alleen al dat de rat hiervan voor een normale groei tussen 10 en 30 mg/dag nodig heeft is een aanwijzing dat de benaming vitamine, voor wat betreft de grootte-orde van de werkingsdosis, elke aansluiting met de andere vertegenwoordigers van die klasse mist.

Tot voor 10 à 15 jaren heeft ook niemand zich op wetenschappelijke gronden bezorgd gemaakt over de vraag of de mens in zijn essentiële-vetzuurvoorziening middels de voeding wel altijd aan zijn trekken komt. Linolzuur komt namelijk in het plantenrijk zeer wijd verbreid voor: niet alleen bevat een aantal conventionele zaadoliën dit zuur in zeer aanzienlijke mate (zonnebloemolie 65%, sojaolie 55% en maisolie 50%), het komt ook voor in granen, peulvruchten, noten, groenten als bestanddeel van plantencellen en cellichamen, terwijl mager vlees een geringe hoeveelheid essentiële vetzuren (o.a. ook arachidonzuur) bevat.

Evenwel moet in dit verband worden vermeld dat — en dit geldt met name voor de westerse landen — bij de vetverwerkende industrieën, alsmede in het algemeen bij de voedingsmiddelenproductie, richtingen waren ingeslagen die ten dele tot een vermindering van het linolzuurgehalte in voedingsmiddelen leidden. De lage uitmalingsgraad van granen leidt tot verlies van linolzuur. En zo is ook de z.g. katalytische vet-hydrogenering, dienende om uit vloeibare oliën consistente vetten te vervaardigen voor de bereiding van margarine en braadvetten, tot voor 1960 veelal zodanig uitgevoerd dat het aanwezige linolzuur grotendeels in niet-essentiële vetzuren wordt omgezet.

De vervaardiging van verduurzaamde levensmiddelen in luchthoudende verpakking (chips, snacks, etc.) eist dat het erin verwerkte vet van het verzadigde type is, daar anders oxydatief smaakbederf optreedt. Bij de bereiding van de veevoeders werd op steeds groter schaal gebruik gemaakt van de bijproducten verkregen uit de zaadoliëwinning, die op haar beurt steeds minder restoliën in deze eiwit-koolhydraat-bestanddelen achterliet als gevolg van de toepassing van vloeistofextractie. In de zozeer op veeteelt georiënteerde westerse landen, met een hoge consumptie van dierlijk vet in de vorm van melkproducten afkomstig van het rund, heeft de ver doorgevoerde eliminatie van linolzuur uit het veevoeder van het rund er toe geleid [7] dat melk en melkproducten een bijna verwaarloosbare bijdrage leveren tot de linolzuurvoorziening van de bevolking (het melkvetbestanddeel bevat in de regel niet meer dan 1-2% essentieel vetzuur); hetzelfde geldt voor rundvet.



Niettemin ging men er aanvankelijk van uit — daar er nooit een duidelijk geval van EFA-deficiëntie bij de mens was aangetoond — dat voor een volwassene de dagelijkse behoefte aan linolzuur (men nam aan: 5 tot 10 gram) gemakkelijk door een niet al te eenzijdig samengesteld voedselpakket kon worden gedekt.

In de laatste 2 decennia is er echter in de inzichten hieromtrent een grondige wijziging gekomen. Door niet alleen op uiterlijk waarneembare verschijnselen (toestand van de huid, groei) te letten maar ook de lipidesamenstelling van het bloed aan een nauwkeurige analyse te onderwerpen, werd een veel gevoeliger criterium voor het meten van de linolzuurbehoefte verkregen. Naarmate aan deze behoefte minder voldaan wordt, verschijnt in de bloedvetten een afwijkend („alternatief“) vetzuur (het z.g. eicosatriëenzuur), terwijl gelijktijdig het arachidonzuurgehalte afneemt. Het is een proces dat enige tijd vergt en sterk afhankelijk is van de voeding in de voorperiode. Was deze rijk aan linolzuur dan beschikt het lichaam over voldoende in depotvet opgeslagen linolzuur om de arachidonzuurspiegel nog enige tijd op peil te houden en duurt het wel enige weken voordat genoemde verandering via de bloedlipiden-analyse manifest wordt.

Een uitgesproken deficiëntietoestand wordt gekenmerkt door een zeer laag gehalte aan arachidonzuur en een hoog gehalte aan het alternatieve zuur, dat i.p.v. uit linolzuur uit het lichaamseigen oliezuur wordt gesynthetiseerd, de plaats van arachidonzuur in de celmembranen inneemt, doch in het geheel geen „essentiële vetzuur“ werking vertoont, hetgeen ook niet anders verwacht kon worden [8].

Met gebruikmaking van dit criterium heeft Pikaar [9] in een in 1966 beschreven onderzoek aangetoond dat zuigelingen, gevoed op koemelk — vergeleken met zuigelingen die borstvoeding ontvingen — in een toestand geraken die beschreven kan worden als „op weg te zijn naar een EFA-deficiëntie“.

Koemelkvet bevat een sub-optimale hoeveelheid essentieel vetzuur, moedermelkvet bevat in onze streken gemiddeld ongeveer 8-10 % linolzuur doch, zoals wij later zullen zien, kan men niettemin de vraag stellen of dit gehalte in alle opzichten wel voldoende is. Vast staat dat moedermelkvet bij bepaalde, niet door de westerse beschaving beroerde, bevolkingsgroepen hogere gehalten aan linolzuur bevat — tot wel 25 % — en ook is het bekend dat het linolzuurgehalte van moedermelk bij voeding met sterk linolzuurhoudende margarine snel tot boven de 15 % oploopt. In de laatste jaren is een aantal moedermelk-substituten op de markt gebracht waarin het melkvet door o.a. maisolie was vervangen, maar verder dan tot zuigelingenvoeding (bijv. tot schoolmelk) heeft zich deze ontwikkeling tot op heden nog niet uitgebreid.

Inmiddels heeft zich parallel hieraan nog een andere ontwikkeling met betrekking tot de rol van vet in de voeding voorgedaan, die aan de betekenis van linolzuur extra gewicht verleent. Wij doelen hiermede op de atherosclerose.

Atherosclerose is een ziekte van de slagaders. De ziekte wordt gekenmerkt door veranderingen

die gepaard gaan met ophopingen van overwegend vetachtige stoffen in de binnenste laag van de vaatwand. Ook kan zich kalk afzetten, waardoor de vaten verharden („aderverkalking“). Atherosclerose kan in allerlei slagaders voorkomen, vooral in de kransslagaders (coronaire vaten), dat zijn de vaten die de hartspier voeden, de aorta (grote lichaamsslagader) en de vaten in de hals, hersenen en onderste ledematen. De zich geleidelijk uitbreidende atherosclerotische haarden verdikken de vaatwand, waardoor de doorsnede van het vat verkleind en de bloedstroom belemmerd wordt; dit kan zelfs leiden tot afsluiting van het vat. Totale blokkering van de bloedstroom ontstaat echter meestal doordat zich een bloedstolsel vormt op de aangetaste, vernauwde vaatwand.

Als dit verschijnsel, trombose genoemd, zich voordoet in een coronair vat, treedt afhankelijk van de grootte van het nu niet meer van voedingsstoffen en zuurstof voorziene weefselgebied, een min of meer ernstige tot dodelijke hartaanval op — hartinfarct. Doch ook bij een niet totale afsluiting van het vat kan de zuurstofvoorziening zó belemmerd worden dat bij lichamelijke inspanning, schrik, emoties, koude, e.d. de voeding van de hartspier onvoldoende wordt.

Dit uit zich dan in typische pijnen, voornamelijk in de borststreek — angina pectoris. Bij verstopping in de hersenvaten is een verlamming of een de dood veroorzakend hersenletsel (beroerte) het gevolg, terwijl dit proces in de ledematen invaliditeit en in ernstige gevallen versterf (gangreen) van bijv. de voet kan veroorzaken.

De mortaliteit als gevolg van deze ziekte heeft in de westerse landen onrustbarende cijfers bereikt, met name onder mannen van middelbare leeftijd. In de U.S.A. en de meeste landen van Noordwest Europa bedraagt de sterfte ten gevolge van coronaire ziekten rond 50 % van de totale mortaliteit in deze leeftijdsgroep.

Omtrent de aetiologie van deze afwijking tast men nog grotendeels in het duister. Wel is er een aantal verbanden gelegd met factoren waardoor het ontstaan van de aderlaesies zou worden bevorderd, of waar het althans mee samengaat: overmatig roken, gebrek aan lichaamsbeweging, hoge bloeddruk, diabetes. Zij het minder nadrukkelijk, worden ook zwaarlijvigheid en „stress“ in dit verband wel genoemd.

Een zeer duidelijke — weliswaar statistische — correlatie is vastgesteld tussen atherosclerose en een verhoogd gehalte aan cholesterol alsmede fosfolipiden en triglyceriden in het bloed (bloedlipiden).

In het begin der '50-er jaren verschenen in de literatuur berichten dat het cholesterolgehalte van het bloed beïnvloed kan worden door voedingsvet, waarbij het steeds duidelijker werd dat, afhankelijk van het type vet, het cholesterolgehalte zowel in verhogende als in verlagende zin te beïnvloeden was. Echter is hierbij de uitgangstoestand wel van belang. Bij een lage uitgangswaarde van de cholesterolspiegel is deze door het voedingsvet niet sterk verder te verlagen, bij een hoge waarde daarentegen kan deze een grote daling ondergaan doch dan moet het voedingsvet een zeker



gehalte aan het eerder genoemde linolzuur bevatten. Omgekeerd kan een voornamelijk uit verzadigde vetten bestaand dieet een normale of lage bloedcholesterolwaarde in opwaartse richting doen bewegen. Zulke effecten zijn in de regel reeds na enkele weken duidelijk waarneembaar.

Grote bekendheid heeft het werk van Keys [10] gekregen die heeft gepoogd, in een formule weer te geven welke verandering in de bloedcholesterolwaarde is te verwachten, indien men van een dieet met een bepaalde vetzuursamenstelling overgaat op een dieet met een vet van een andere vetzuursamenstelling. Daarbij is ook rekening gehouden met het in het voedsel aanwezige cholesterol.

De door Keys gevonden formule luidt:

$$\Delta C = 1.2 (2\Delta S - \Delta P) + 1.5 \Delta VZ$$

Hierin is:

$\Delta S$  = de verandering in het aantal kilocalorieën afkomstig van verzadigde vetzuren met 12, 14 of 16 koolstofatomen (laurine-, myristine- en palmitinezuur),

$\Delta P$  = de verandering in het aantal kilocalorieën afkomstig van meervoudig onverzadigde vetzuren (linolzuur, linoleenzuur),

$\Delta S$  en  $\Delta P$  beide uitgedrukt als percentage van het totaal aantal opgenomen kcal voedsel

$\Delta VZ$  = de verandering in de vierkantswortel uit het aantal mg cholesterol dat per 1000 kcal voedsel hierin aanwezig is,

$\Delta C$  = de op grond van bovengenoemde dieetverandering te verwachten verandering in het serum cholesterol gehalte in mg/100 ml bloedserum.

Zozeer is men er van overtuigd geraakt dat de cholesterolspiegel van het bloed in redelijke mate de atherosclerotische toestand bij de mens reflecteert, dat deze bepaling — later aangevuld met die van de lipidenspiegel — bij medische keuringen wordt gehanteerd en „how is your bloodcholesterol level today?” een Amerikaanse begroetingsfrase is geworden.

Het gehalte aan bloedlipiden vertoont een snelle schommeling in de tijd, o.a. in afhankelijkheid van genuttigde maaltijden en daarom is een betrouwbare meting alleen verkrijgbaar als het bloed b.v. 's morgens vroeg, voordat een maaltijd is genuttigd, wordt afgenomen.

Er is een aantal ziektebeelden die met een verhoogde bloedcholesterolwaarde samengaan. Vrijwel steeds worden relatief hoge waarden gevonden bij diabetici (suikerzieken) terwijl ook „hypercholesterolaemie” voorkomt welke genetisch is (aangeboren). Waarden van rond 200 mg% (mg per 100 ml bloedserum) worden gevonden bij normale volwassen personen van middelbare leeftijd. Bij diabetici vindt men afhankelijk van de leeftijd en de ernst van de aandoening in het algemeen iets hogere waarden, bij aangeboren hypercholesterolaemie kunnen zij tot wel 2000 of hoger oplopen.

De vraag omtrent het al of niet causale verband tussen een hoge bloedcholesterolspiegel en het ontstaan

van atherosclerose heeft nogal wat gemoederen in beweging gebracht. De strijd spitste zich uiteindelijk toe op de vraag of een sterk onverzadigd (d.i.: linolzuurrijk) vetdieet door zijn cholesterolverlagende werking in staat zou zijn de atherogenese bij de mens tegen te werken resp. te onderdrukken.

Eenvoudig was deze vraag niet op te lossen. Het proces van de atherogenese is door zijn aard bij de mens moeilijk te volgen. Het zijn dierproeven geweest waaruit geleidelijk gedurende de periode 1955-1965 steeds meer een direct verband tussen type voedingsvet en atherosclerose aan het licht kwam. De stoot tot deze reeks dierexperimenten is gegeven door Thomasson [11] (Nederland) en Malmros [12] (Zweden), die beiden aan konijnen aantoonde dat verzadigd vet (20 gew.% kokosolie op totaal dieet) sterk atherogeen is, onverzadigde olie (20 ged.% mais-, soja-, zonnebloemolie) uitgesproken non-atherogeen en een vetvrij dieet — waaraan juist voldoende linolzuurhoudende olie (1-2 % zonnebloemolie) was toegevoegd om de dieren voor EFA-deficiëntie te vrijwaren — een intermediaire positie inneemt.

Deze resultaten zijn nadien door vele anderen bevestigd en daarbij ook bij andere diersoorten (varken, kip, duif, cavia en primaten) waargenomen. De vraag over de vergelijkbaarheid van de vaatwandlaesie bij konijn en mens kon na het werk van Constantinides (Canada) [13] en van Vles en Büller (Nederland) [14] in positieve zin worden beantwoord.

Er waren aldus sterke argumenten voorhanden om de resultaten verkregen uit dierproeven naar de mens te extrapoleren en er is in dit verband een aantal interessante onderzoeken verricht met het doel na te gaan of zulk een extrapolatie verantwoord is.

Een der fraaiste is een zeer overtuigende proevenreeks van Turpeinen (Finland) [15] die een z.g. primaire preventiestudie (d.i. een onderzoek uitgaande van lichamelijk gezonde personen) heeft verricht in inrichtingen voor geestelijk gestoorde en daar gedurende een lange periode de twee dieetvettypen heeft toegepast. Na 5 jaar bleek een significant hogere frequentie van coronair infarct bij de verzadigde vetgroep te zijn opgetreden. Na verwisseling der diëten tussen de beide groepen werd reeds na ca. 4 jaar het effect — nu in omgekeerde richting — manifest. Analoge resultaten werden door Christakis (New York) [16] en door Stamler (Chicago) [17] in primaire preventieproeven verkregen.

Veel meer — waaronder helaas ook een aantal slecht uitgevoerde — proeven zijn verricht volgens het principe van de secundaire preventie, waarbij men uitging van personen die reeds een eerste hartinfarct hadden doorstaan. Van meer dan 13 proeven zijn er 8 duidelijk gunstig uitgevallen voor het onverzadigde vetdieet, bij de rest waren de verschillen niet significant, doch geen der proeven viel tegengesteld uit.

Zeer fraai is het onderzoek van Leren (Oslo) [18] dat duidelijk laat zien hoe de graad van preventie hoger is naarmate de leeftijdsgroep jonger is (bijv. 45-55 jaar versus 55-65 jaar). Toch is ook bij oudere leeftijdsgroepen nog een duidelijke bescherming bij de



Tabel 1. Plasmacholesterol vóór en aan het einde van een 6 weken durende periode met „liquid formula diets” die in totaal 50 cal.% vet bevatten van sterk verschillende vetzuursamenstelling.

Groep	Vetzuursamenstelling in % <sup>1)</sup>			n <sup>2)</sup>	Plasmacholesterol (mg %)		Verandering	
	S	M	P		vóór	na	in % van „vóór”	gecorrigeerd in mg % <sup>3)</sup>
1	95	1	4	6	128	151	+ 18 %	+ 26 mg %
2	73	23	4	7	150	171	+ 14 %	+ 20 mg %
3	71	5	24	7	155	162	+ 4 %	+ 6 mg %
4	45	47	8	7	135	144	+ 6 %	+ 9 mg %
5	41	11	48	7	138	132	- 4 %	- 6 mg %
6	18	70	12	7	136	131	- 3 %	- 4 mg %
7	16	52	32	7	155	138	- 11 %	- 16 mg %
8	14	34	52	7	142	112	- 21 %	- 30 mg %
9	12	15	73	5	149	126	- 15 %	- 22 mg %
10	43	29	28	7	163	165	+ 1 %	+ 1 mg %
				67	145			

<sup>1)</sup> de samenstelling is opgegeven in procenten van de totale hoeveelheid vetzuren; S = verzadigd; M = mono-, P = poly-onverzadigd.

<sup>2)</sup> aantal deelnemers (als regel 4 mannen en 3 vrouwen in elke groep).

<sup>3)</sup> gecorrigeerd naar een gemiddelde van 145 mg % vóór de proef.

onverzadigde vetdieetgroep in vergelijking met de controle (normaal vetdieet)-groep geconstateerd. Dit bleek eens te meer uit onderzoekingen van Dayton [19], die oorlogsveteranen (middelbare en oudere leeftijdsgroepen) heeft onderzocht. Het verstrekte onverzadigde dieetvet bestond bij dit onderzoek zoveel mogelijk uit soja-olie, die ca. 55 % linolzuur bevat.

Nog een ander soort onderzoek waarin de mens was betrokken werd door Thomasson [20] in Trappistenkloosters hier te lande uitgevoerd. Dit onderzoek had uitsluitend ten doel vast te stellen hoe het cholesterol (en andere lipidenfracties) in het bloed reageert op het type vet in het dieet. De Trappisten waren bereid zich voor de tijd van enige weken aan het wel zeer eentonige z.g. „liquid formula diet” — ontwikkeld door Ahrens (New York) — te onderwerpen. Het vet varieerde van totaal verzadigd (trilauraat) via uitsluitend mono-onverzadigd (olijfolie-type, vnl. oliezuur) naar sterk onverzadigd (saffloerolie, 85 % linolzuur).

Uit tabel 1 blijkt dat, als men uitgaat van proefpersonen die op een normaal dieet staan, de cholesterolwaarde van het bloed door het type dieetvet zeer sterk wordt beïnvloed. Uit andere proevenseries van deze soort is gebleken dat een minimale bloedlipidewaarde wordt bereikt met een hoeveelheid linolzuur van 30-40 gram per dag. Dit bevestigt de waarneming bij proefdieren dat, ter voorkoming van atherosclerose, verstrekking van een vrij hoge dosis linolzuur vereist wordt. Deze dosis is voor de mens ca. 5-8x hoger dan vroeger ter voorkoming van de klassieke EFA-deficiëntie werd gesteld. Tevens is gebleken hoe bij verhoging van de vetopname, mits het vet veel linolzuur bevat, de bloedlipidespiegel toch afneemt. Medische kringen zijn zich dit nog niet voldoende bewust, hetgeen wel begrijpelijk is als men bedenkt dat de vetten in onze voeding nu eenmaal overwegend arm

aan linolzuur waren. Verhoging van de hoeveelheid van zulk vet in het dieet geeft verhoging van het bloedlipideniveau. De nog steeds veelvuldig in de medische praktijk gehoorde raadgeving om „minder vet” te eten, stamt hieruit voort. Het is echter duidelijk dat door een dergelijke maatregel de enige mogelijkheid om de samenstelling van het voedingsvet in gunstige zin te beïnvloeden — n.l. door verhoging van het linolzuurgehalte in het zichtbare vet — wordt beperkt, terwijl het z.g. onzichtbare, verzadigde deel ongemoeid wordt gelaten. Een algemeen als juist aanvaard uitgangspunt is: beperking van de totale calorieënopname, doch als men dit wil nastreven, dient men over de gehele linie minder te eten en zeker het gebruik van koolhydraten te verminderen. De „vrees voor vet” begint een medisch anachronisme te worden en sluit in het geheel niet meer aan bij de huidige wetenschappelijke inzichten in de beschermende werking van meervoudig onverzadigde voedingsvetten m.b.t. atherogenese.

Er is thans duidelijk sprake van een doorbraak naar nieuwe inzichten op het gebied van de voeding die zich in de komende jaren in toenemende mate zal manifesteren. De verdringing van boter door margarine, die tot voor kort louter door prijsoverwegingen en ook wel door de gunstiger gebruikseigenschappen werd bepaald, zal in de komende jaren stellig verder doorzetten ten gevolge van de moderne medische inzichten.

Hierbij zal het echter niet blijven. Het is te verwachten dat ook het vet in andere voedingsmiddelen waarin dierlijk vet voorkomt in de toekomst aanpassing zal ondergaan. De eerste stap, die reeds werd gezet in de zuigelingenvoeding, zal ongetwijfeld worden gevolgd door de ontwikkeling van andere melkproducten waarin het melkvet door linolzuurhoudende oliën is ver-



vangen. Hierdoor zal de voeding, zowel voor kinderen als voor volwassenen, veel gemakkelijker dan tot nu toe aan een adequate linolzuur-voorziening kunnen voldoen, zonder dat bijzondere ingrepen in de eetgewoonten nodig zijn.

Er is alle reden om een regime dat rijk aan linolzuur is, voor alle leeftijdsgroepen aan te bevelen. Dit komt duidelijk naar voren in aanbevelingen van de American Heart Association [21] („all age groups”) en van de Swedish Medical Association. Het laat zich voorspellen dat bijv. bij de schoolmelkverstrekking spoedig tot z.g. „filled milk” zal worden overgegaan.

Deze tendens roept echter een reeks van vragen op en voert op een aantal punten tot controversiële situaties. Deze vragen zijn:

- Welke grondstoffen zijn de meest geschikte?
- Is er feitelijk wel voldoende plantaardige olie beschikbaar om aan de grote thans gestelde behoefte aan linolzuur voor de voeding van de westerse wereld te voldoen?
- Beschikt men thans over een adequate technologie annex produktontwikkeling hiervoor?
- Welke economische repercussies heeft een en ander op de produktie van dierlijke vetten, in het bijzonder melkvet?
- Wat is de invloed op bestaande subsidiemaatregelen in Nederland; zal dit grote locale veranderingen teweegbrengen in produktie- en subsidiebeleid?
- Hoe liggen deze zaken in ruimer Europees, i.c. E.E.G.-verband; zijn er bijv. verschuivingen van veeteelt naar landbouw uit te voorspellen?
- Is Europa in het nadeel vergeleken met Amerika als het om produktie van linolzuurhoudende oliën gaat?
- Welke plaats neemt raapolie — als de enige linolzuurhoudende plantaardige olie die in Europa geproduceerd wordt — hierbij in?

Voor een goed inzicht in de situatie is het noodzakelijk de laatste vraag het eerst te behandelen.

### Produktie van linolzuurhoudende oliën

De produktie van raapolie is vooral in de laatste 15-20 jaar sterk toegenomen. In Europa strekt de verbouw zich uit van Scandinavië (midden Zweden) tot ver in Frankrijk. Scandinavië, Polen, Duitsland en Frankrijk hebben hoge produktiecijfers, in Nederland is de teelt na een piek tijdens en vlak na de 2e Wereldoorlog geleidelijk weer afgenomen en is thans van vrij geringe omvang. (zie tabel 2.).

In de E.E.G. vergt de raapolieteelt een subsidie die meer dan f 200 miljoen bedraagt. Een van de belangrijkste oorzaken hiervan is dat het bijprodukt van de raapoliewinning, het koolzaadschroot, zich slechts in beperkte mate in veevoeders als eiwit- en koolhydraatbron laat verwerken vanwege de aanwezigheid van thioglucosiden, stoffen die een nadelige werking

Tabel 2. Raapolieproduktie in 1966 [22] (in 1000 ton olie/jaar).

Nederland	5	
West-Duitsland	40	
Zweden	70	
Frankrijk	130	
Polen	190	
		435
Canada	195	
India	480	
		675
Overige landen		390
Wereld produktie	1500	(in 1964: 1150 in 1969: 1750)

op het vee hebben. Bovendien vereist de olie zeer zorgvuldige raffinage en is in ongeharde toestand niet goed toepasbaar wegens haar vrij hoge gehalte aan linoleenzuur, dat aanleiding kan geven tot oxydatief smaakbederf. In Nederland ligt het verbruik in de olie- en vetverwerkende industrie gemiddeld rond 5 %, in Zweden en Polen ligt het percentage hoger (Zweden 10-15 %).

Raapolie is de enige linolzuurhoudende olie die in onze gematigde streken op grootscheepse wijze kan worden verkregen uit zaad\* dat volgens moderne methoden van landbouw kan worden gewonnen. In het licht hiervan mag het op zijn minst zeer onfortuinlijk heten dat deze olie in zijn huidige samenstelling spoedig zal moeten verdwijnen. Deze uitspraak is gegrond op hetgeen thans bekend is geworden over de fysiologische werking van deze olie, die het gevolg is van de aanwezigheid van een vetzuur, dat in de olie van andere zaadgewassen praktisch niet wordt aangetroffen: het z.g. erucazuur (13-docoseenzuur).

Europese raapolie (wintervariëteit) bevat in de regel tussen 40 en 50 %, de Canadese (zomer)-variëteit 25-30 % van dit vetzuur.

Reeds geruime tijd was uit dierproeven bekend [23] dat raapolie een eetlustremmende werking heeft als men het in hoge dosering verstrekt. Uit proeven bij Unilever Research in Nederland is gebleken [24] dat dit effect geheel aan het genoemde erucazuur moet worden toegeschreven, m.a.w. bevat het voedsel een hoge dosis erucazuur dan is de voedelefficiëntie (gewichtstoename per gram voedsel) verlaagd.

De feitelijke oorzaak van deze verschijnselen is eerst kort geleden duidelijk geworden uit werk in genoemd laboratorium (Vles, Abdellatif, Gottenbos, Houtsmuller, Vergroesen) [25], alsmede onderzoek in Canada (Murray, Beare-Rogers) [26] en Frankrijk (Rocquelin, Cluzan) [27]. Hierbij zijn feiten aan het licht gekomen die tot voorzichtigheid manen.

Bij hoge erucazuuropname treedt n.l. binnen enkele dagen een intense vetinfiltratie van de hartspier en andere gladde spieren op. Tengevolge van metabolische aanpassing verdwijnt deze weer geleidelijk,

\* Koolzaad — een eenjarig gewas dat in Europa in de herfst, in Canada in het voorjaar wordt ingezaaid.



maar er blijft, afhankelijk van de mate van vetinfiltratie, een min of meer duidelijk herkenbaar lidtekenweefsel (fibrose) achter.

Het is gebleken [28] dat erucazuur aanvankelijk de verbranding van vet(zuur) in de hartspeer (vetzuren vormen de hoofdbron voor de energie die voor de hartfunctie nodig is) significant verlaagt. Door versnelde aanmaak van energieproducerende mitochondriën in de hartspeer komt de aanpassing vervolgens tot stand en de vetinfiltratie verdwijnt, met achterlating van de fibrose.

Bij proefdieren is waargenomen dat, bij verlaging van de dosis, de beschreven verschijnselen niet meer optreden bij een opnameniveau dat aanmerkelijk boven het gemiddelde gebruik in onze voeding ligt.

Niettemin moest men zich toch ernstig afvragen of het gebruik van raapolie op den duur wel verantwoord is. Dit zou in een aantal landen licht tot een economisch dilemma voeren, ware het niet dat een duidelijke uitweg uit de impasse door reeds jaren geleden begonnen onderzoek in Canada geweest is. Onder leiding van Craig [29] zijn in Saskatoon in het Prairie Research Laboratory, University of Saskatchewan bijzonder succesvolle selectieproeven met koolzaad verricht die een variëteit hebben opgeleverd welke vrijwel niet meer in staat is erucazuur te vormen. De raapolie van deze z.g. „Canbra” variëteit, ook wel „Zero-erucic” genoemd, bevat minder dan 3,5 % erucazuur (in de plaats hiervan wordt oliezuur gevormd). Deze raapolie staat in zijn samenstelling tussen grondnotenolie en soja-olie in; zij bevat nog een zeker percentage linoleenzuur naast ca. 20 % linolzuur, de rest is oliezuur. Zij geeft, zelfs in de hoogste dosering toegepast, geen enkele der genoemde fysiologische effecten.

Midden 1970 zijn in Europa en Canada de regeringsinstanties (Volksgezondheid, Landbouw) door de onderzoekcentra van deze ontwikkeling op de hoogte gesteld en in Canada heeft men toen besloten op de kortst mogelijke termijn de koolzaadteelt geheel op de erucazuurarme zomervariëteit over te schakelen. Verwacht wordt dat deze operatie in 1972/73 zal zijn voltooid.

In dit opzicht loopt Europa duidelijk achter, doch in Frankrijk meent men thans ook vrij spoedig, wellicht nog vóór 1975, een dergelijke ommezwaai te kunnen realiseren. Het ligt echter wel in de verwachting dat de olie-opbrengst per hectare van de nieuwe variëteit 10 à 20 % lager zal uitvallen. Hier ligt een duidelijke taak voor de landbouw om zo snel mogelijk door selectie equivalente wintervariëteiten te ontwikkelen. Bovendien zou een nog beter alternatief gevonden kunnen worden door gelijktijdige selectie naar een thioglucoside- en linoleenzuurvrije, hoog-linolzuurhoudende variëteit. In al deze richtingen wordt reeds gespeurd (Zweden, Duitsland, Nederland), het is in principe mogelijk gebleken, doch het is nog verre van gerealiseerd.

Het is echter de vraag of de produktie van raapolie voor Nederland in de toekomst wel zo belangrijk zal zijn. Wellicht dat het antwoord hierop negatief moet luiden gezien in het licht van mogelijke ontwikkelingen

op het terrein van de zuivelproduktie in E.E.G.-verband. Reeds thans ziet men binnen de E.E.G. verschuivingen optreden in de agrarische sector, verschuivingen die voldoen aan het principe: produceer daar waar het produkt het meest economisch is te produceren. Ondanks de nog veel toegepaste overgangsmatregelen die deze tendens vertragen, speelt zulks zich reeds af in de kasteelt van o.a. druiven en perziken, die in Nederland geen toekomst meer heeft.

Voor de melkproduktie lijkt het geen twijfel dat Nederland in de E.E.G. door bodemgesteldheid en agrarische structuur de meest economische produktieregio is. De tijd kan spoedig aanbreken dat door inflatie en kostenstijging ook in de melkproduktie in de E.E.G. een polarisatie op gang komt en Nederland de „melkschuur” van de E.E.G. zal worden. Als gevolg hiervan zal men voor de toekomst een boeiende ontwikkeling op het gebied van — wellicht gekoeld — transport van semi-verduurzaamd of „vers” produkt, met aangepaste verpakkingsvormen enz. mogen verwachten.

Als tegenhanger zullen er in Frankrijk en delen van Zuid-Duitsland alternatieven gevonden en ontwikkeld dienen te worden op landbouwgebied. Teelt van — vernieuwde — koolzaadvariëteiten is er één van, doch er komt onmiddellijk een andere mogelijkheid naar voren. Deze vloeit voort uit de vraag of er wel voldoende linolzuurhoudende zaadolie beschikbaar zal zijn om aan de te voorziene groeiende behoefte hieraan te voldoen. Is hiertoe in Europa wellicht de teelt van andere gewassen mogelijk?

Om deze vraag te beantwoorden dienen wij eerst een aantal zaken de revue te laten passeren die met elkaar de situatie in de olieverwerkende industrie bepalen.

Dat er in een betrekkelijk gering aantal jaren grote veranderingen in de landbouw kunnen plaatsvinden is duidelijk gebleken bij de sojateelt in de Verenigde Staten van Amerika. Was vóór de 2e Wereldoorlog de soja-olie vrijwel geheel uit Mandsjoerije afkomstig, daarna, toen deze bron was afgesloten, is in een zeer snel tempo de sojateelt in de U.S.A. op gang gekomen zoals uit Tabel 3 blijkt.

Tabel 3. Soja-olieproduktie en export (10<sup>6</sup> tonnen/jaar) [30]

		1938	1962
U.S.A.	Produktie	0,30	3,2
	Export	0,01	1,3
China en Mandsjoerije	Produktie	1,75	1,8
	Export	0,35	0,06

In tegenstelling tot koolzaad, levert de sojaboon een zeer hoogwaardig sojaschroot voor verwerking in veevoeder. De prijs van de olie (20 gew.% van de boon) wordt in hoge mate bepaald door de waarde van het vetvrije schroot. Hij heeft veelal betrekkelijk gunstig gelegen ten opzichte van de prijs van andere oliën, doch het is duidelijk dat een verdere vergroting



van het soja-areaal in de U.S.A., die zuiver landbouw-technisch wel mogelijk is, niet alleen op een grotere vraag naar deze olie gebaseerd kan zijn. Er zou een overschot aan plantaardig (soja-)eiwit uit voortvloeien waarvoor niet direct voldoende afzet zou zijn. Reeds thans beginnen de sojaverbouwers zich zorgen over de afzetmogelijkheden te maken.

De kwestie is in feite nog ingewikkelder. Soja-olie bevat 7-8 % linoleenzuur, een vetzuur dat zeer gemakkelijk tot oxydatief smaakbederf voert bij opslag en transport van produkten die dit vetzuur bevatten. Er zijn daarom maar weinige vetprodukten in de handel die een grote hoeveelheid niet-geharde, originele soja-olie bevatten. Slechts als de olie partieel „gehard“ is, is het linoleenzuur verwijderd en kan de olie in hoge percentages in voedingsmiddelen worden verwerkt. De bekende „all-soyabean oil“ margarines en shortenings in de U.S.A. bestaan voor 80-100 % uit partieel geharde soja-olie en bevatten weinig of geen origineel produkt, alles om bovengenoemde redenen. Bij de partiële harding is echter ook het linolzuur gehalte van 55 % in de originele olie tot een fractie ervan afgenomen en is feitelijk, gezien in het licht van de moderne voedingsleer, met het badwater ook het kind weggegooid. Men heeft zich hier echter niet bij neergelegd en veel ontwikkelingswerk is verricht aan technische verbetering van het hardingsproces in de richting van een meer selectieve omzetting van het ongewenste linoleenzuur met een zo groot mogelijk behoud van het gewenste linolzuur [31]. Dit is ten dele gelukt door gebruik van nieuwe katalysatoren op koperbasis in plaats van nikkel, doch het is thans zelfs met het laatste type katalysator mogelijk geworden ca. 60-80 % van het linolzuur intact te laten. Deze processen zijn echter nog niet algemeen in praktijk gebracht. Dit is een belangrijke reden waarom andere, veelal hoger geprijsde plantaardige oliën op de wereldmarkt een belangrijke plaats hebben veroverd, oliën met een hoog linolzuur gehalte en vrijwel geen linoleenzuur. Dit zijn: maisolie (50 % linolzuur, 1 % linoleenzuur), zonnebloemolie (65 % linolzuur, 0,5 % linoleenzuur). Een voorlopig qua volume nog onbelangrijke soort is saffloerolie; deze olie kan tot 85 % linolzuur bevatten, naast sporen linoleenzuur.

Tabel 4. Wereldproductie (10<sup>3</sup> ton/jaar) (1969)

maisolie	295
zonnebloemolie	3255
saffloerolie	205

Maisolie is afkomstig van maiskiemen die in grote hoeveelheid vrij komen bij de maismeelproductie. Zonnebloem- en saffloerolie zijn oliën gewonnen uit de zaadlobben, zoals bij de sojaboon en de grondnoot. Deze laatste bevat ook linolzuur doch het gehalte is betrekkelijk laag (15-25 %).

Zonnebloemolie is voornamelijk afkomstig uit de Oost-Europese landen, alsmede Argentinië en de laatste jaren ook Zuid-Afrika, terwijl West-Pakistan mogelijk weldra ook een aandeel in de export van zonnebloemolie zal hebben. Ook in de Verenigde

Staten van Noord-Amerika heeft men experimenten met zonnebloemteelt aangevangen. Het lijkt geen twijfel dat grote delen van dit land zeer goed aan de eisen die aan de teelt van dit gewas gesteld worden, voldoen.

Er bestaat thans ook in een aantal Europese landen toenemende belangstelling voor de verbouw van zonnebloem. Het zijn vooral de landen rondom de Middellandse Zee die een buitengewoon gunstig klimaat hebben voor zonnebloemteelt. Een frappant voorbeeld ziet men in Turkije, dat in korte tijd in hoge mate zelf-supporting is geworden door een massale teelt van dit aldaar goed gedijende gewas. Italië, Frankrijk, Spanje en delen van Zuid-Duitsland komen klimatologisch voor deze teelt in aanmerking. Op vele plaatsen worden reeds proefnemingen verricht. De uitgestrekte „tournesol“ velden zijn thans reeds voor menig zomer-toerist in Frankrijk een vertrouwd beeld geworden.

Zonnebloemzaad bevat ca. 40 % olie en levert bovendien een betrekkelijk hoogwaardige proteïne fractie. De door selectieteelt zeer verbeterde rassen geven een hoge opbrengst die thans reeds tot 1000 kg olie/hectare kan bedragen, terwijl de opbrengst zeker nog aanmerkelijk kan worden opgevoerd. Als men er door selectie in slaagt rassen te vinden die meer wind- en vochtresistent zijn is het mogelijk dat hiermede in Noord-Frankrijk en Duitsland een goed alternatief voor de raapolie, alsmede voor de melkvetproductie wordt verkregen, dat past in het huidige beeld van de voedingsleer en de eruit voortvloeiende toenemende vraag naar linolzuurhoudende oliën. Met de thans bestaande rassen kan de olieproductie zich over grote delen van Frankrijk tot aan de Middellandse Zee uitstrekken. Het is denkbaar dat de olijfbom hierdoor zal worden teruggedrongen tot zeer moeilijk bewerkbare, sterk hellende en steenachtige terreinen.

Het is interessant na te gaan hoeveel linolzuur wordt geproduceerd als bestanddeel van alle oliën en vetten die in de wereld worden verhandeld. Tabel 5 geeft hiervan een overzicht.

Theoretisch betekent dit dat deze oliën tezamen de bevolking van geheel Europa, Noord-Amerika en

Tabel 5. Wereldproductie van plantaardige, linolzuurhoudende oliën (1969).

Olie	Linolzuur-gehalte (%)	Hoeveelheid (1000 ton)	
		Grondstof	Linolzuur (als glyceride)
olijf	9	1560	140
palm	11	1380	152
raap	16	1745	279
arachide	30	2765	830
sesam	44	535	235
mais	51	295	150
katoen	51	2580	1316
soja	55	6090	3350
zonnebloem	64	3255	2083
saffloer	76	205	156
		20400	8700



Australië — ca. 700 miljoen inwoners — zouden kunnen voorzien met 30 g linolzuur/dag. Opgeteld bij een aangenomen opname van ca. 10 g linolzuur/dag uit onzichtbare voedingsvetten zal dus de optimale linolzuurconsumptie van 40 g/dag voor de bevolking van deze landen bereikt kunnen worden. Dit zou echter een excessief hoge dosis van deze oliën in het dagelijks menu betekenen, aangezien hun gemiddelde linolzuurgehalte niet boven de 30 % komt. In een normaal voedingspatroon bedraagt het aandeel van vetten in de totale voeding tussen 10 en 20 gew.%; om met die hoeveelheid de genoemde linolzuuropname te bereiken, zouden uitsluitend oliën met een linolzuurpercentage van minstens 50 % moeten worden gebruikt. In deze vorm is dus duidelijk veel te weinig linolzuur voorhanden.

Indien er een „ideale” distributie zou plaatsvinden, zou bovendien, wegens het verlies van linolzuur bij de partiële harding van soja-olie, de 40 g/dag behoefte toch nog slechts voor ca.  $\frac{2}{3}$  deel worden gedekt. In de praktijk wordt de behoefte bij grote groepen thans nog slechts voor  $\frac{1}{3}$  tot  $\frac{1}{4}$  gedekt.

In deze beschouwing werd de rest der wereldbevolking niet betrokken. Naarmate ook voor deze groep als gevolg van toenemende gemiddelde levensduur atherosclerose in frequentie zou toenemen, is te verwachten dat ook daar de vraag naar meervoudig onverzadigde vetten, waarin men thans nog niet geïnteresseerd is, zal toenemen.

Het jaar 2000 zou, in verhouding tot de wereldbevolking, wel eens een buitengewoon sterk opgevoerde produktie van oliehoudende zaden te zien kunnen geven (soja, zonnebloem, mais, saffloer en nieuwe koolzaadvariëteiten) en een daarmee gepaard gaande relatieve daling van de produktie van dierlijk vet.

Men dient natuurlijk bijzonder voorzichtig te zijn bij dergelijke beschouwingen. Wat zou er gebeuren, indien

- a) de technologie van de soja-olieverwerking het oxydatief smaakbederf door linoleenzuur de baas zou worden?
- b) er een extra afzetgebied voor het soja-eiwit wordt gevonden?

Beide ontwikkelingen zijn stellig niet denkbeeldig en succes met de ene ontwikkeling zou een sterke stimulans voor het zoeken naar een oplossing voor de andere opleveren en de thans unieke positie van de zonnebloemolie zou erdoor veranderen.

Soja-eiwit heeft reeds van zich doen spreken in verband met toepassingen in de vorm van vervangingsmiddelen voor vleeseiwit. Vooral geldt dit voor de toepassing in produkten waarin de vlees(spier)structuur geen al te grote rol in de eigenschappen van het produkt vervult, bijv. worst, gerechten met fijn verdeeld vlees, soepen, e.d.; toepassing dus in de zin van de z.g. „meat-extenders”.

Vervanging van een deel van het dierlijk eiwit in de voeding door het biologisch niet geheel volwaardige soja-eiwit schept in de welvarende landen, gezien het zeer hoge verbruik van dierlijk eiwit, geen enkel pro-

bleem met betrekking tot de behoefte aan essentiële eiwitbouwstenen (aminozuren) die nodig zijn voor de biologische verzorging en het in standhouden van celstructuur. Wij verwijzen hiervoor naar het artikel van dr. Engel in deze bundel.

Anders wordt het bij het streven soja-eiwit in produkten te verwerken voor de minder ontwikkelde landen, waar een dergelijke vrijheid niet aanwezig is. Een waarschuwing is hierbij wel op zijn plaats: men zou een ernstige psychologische vergissing begaan door te menen dat het eiwitverbruik in deze landen opgevoerd zou kunnen worden door produkten aan te bieden die, naar het oordeel van de Westerling, de toets der kritiek op kwaliteit (smaak, uiterlijk, consistentie) niet kunnen doorstaan.

Er is gegronde reden, de ontwikkeling van plantaardige eiwitprodukten voor menselijke voeding in eerste instantie te richten op de Westeuropese en Amerikaanse (en wellicht ook de Japanse) markt. De mens is echter van nature bijzonder conservatief met betrekking tot een van de primaire levensbehoeften: zijn voeding. Willen nieuwe produkten zoals deze een kans op succes hebben, dan zal er alles aan gedaan moeten worden om ze kwalitatief op een hoog peil te brengen. Dit betekent dat er zeer hoge research- en ontwikkelingskosten mee gemoeid zijn. De potentiële mogelijkheden voor produkten op basis van soja-eiwit zijn echter zo groot, dat zulke uitgaven alleszins verantwoord moeten worden geacht.

In de eerste plaats is de markt enorm groot. Als men bedenkt dat alleen al in Nederland jaarlijks voor f 2 miljard aan vlees en vleesprodukten wordt geconsumeerd, dan kan men begrijpen dat in de U.S.A. — met een potentiële thuismarkt van 180 miljoen consumenten — reeds een groot aantal firma's (wij noemen General Mills, Swift, Central Soya, Archer Daniels Midland, Rolston Purina, Grace, Borden Foods, Worthington Foods) op dit gebied activiteit ontplooit.

In de tweede plaats laat het grote prijsverschil tussen vlees en soja-eiwit een aanzienlijke marge over voor produktontwikkeling. Bij een sojaschrootprijs van f 0,40/kg kost het soja-eiwit, ongerekend bewerkingskosten, ca. f 1,—/kg (berekend als waterdicht eiwit). Ter vergelijking de volgende globale prijzen van eiwit uit andere bronnen (berekend voor Nederland):

Eiwit in:	gld./kg
bloem	1
magere-melkpoeder (caseïne)	3
rundvlees (groothandelsprijs)	40

Bovendien zal de richtprijs voor soja-eiwit in de vorm van schroot in de toekomst bij oplopende vraag zeker nog dalen tot wellicht f 0,70/kg (ongerekend inflatie). Zelfs als men rekent dat de diverse reinigingen en voorbereidingen en de omzetting in gesponnen toestand de prijs van het soja-eiwit uiteindelijk op ca. f 8,—/kg zullen brengen, dan nog is er altijd een zeer grote speelruimte ten opzichte van de prijs van vlees-eiwit aanwezig.



Vooraf in de Verenigde Staten is in de laatste 5 jaar zeer veel aandacht besteed aan gespecialiseerde toepassingen van soja-eiwit in z.g. „meat analogues”, al dan niet bereid via een voorgespunnen soja-eiwitpreparaat. De huidige produktiecapaciteit voor meat analogues in Amerika wordt geschat op ca. 10.000 ton/jaar. De omzet van soja-eiwit voor andere toepassingen in voedingsmiddelen ligt thans in de U.S.A. in de orde van grootte van \$ 10 miljoen/jaar en men verwacht een voortgaande sterke groei.

Weliswaar zijn er ook tegenslagen geweest, zoals met het bekende T.V.P. (Texturized Vegetable Protein) dat door Archer Daniels Midland ook op de Nederlandse markt is geïntroduceerd en dat geen groot succes is gebleken, maar hierover is het laatste woord nog niet gesproken. In Europa bewegen Nestlé en Unilever en enkele Duitse firma's zich op dit terrein en er zijn combinaties o.a. van General Mills in Zweden tot stand gekomen.

Ondanks dergelijke, welhaast onvermijdelijke moeilijkheden zijn de verwachtingen voor de toekomst buitengewoon optimistisch. Een rapport van de Stanford Research Institute Long Range Planning Service (1969) voorspelt dat de consumptie van „meat, chicken and sea food analogues” in de Verenigde Staten van Noord-Amerika van \$ 10 miljoen in 1968 zou oplopen tot \$ 1500-2000 miljoen in 1980! Ook al zou daar maar een deel van uitkomen dan nog geeft het genoeg stof tot nadenken. Voor de vraag of ook andere eiwitbronnen in dergelijke ontwikkelingen een rol zullen kunnen spelen verwijzen wij naar het artikel over eiwitten.

Het is echter wel duidelijk dat er bij de ontwikkeling van produkten op basis van plantaardig eiwit ook vrijheid komt in de keuze van de vetcomponent die op grond van smaak-, resp. consistentie-overwegingen aan dergelijke produkten weer moet worden toegevoegd, m.a.w. er kan naar worden gestreefd, het produkt door middel van dit vet een zeker gehalte aan linolzuur mee te geven. Als van medische zijde de wenselijkheid hiervan wordt onderschreven, zal de industrie hier stellig rekening mee houden en er de fabricage-procédés voor weten te ontwikkelen. Met de vraag of voor dit doel de soja-oliecomponent in dergelijke produkten herincorporatie kan vinden, zijn wij weer terug op de vraag of het oxydatieve smaakbederf van het linoleenzuur ons daar geen parten bij zal spelen.

Schrijver dezes is van mening dat het mogelijk moet zijn de olie in door mensen vervaardigde produkten even efficiënt tegen oxydatie te beschermen als de natuur dit in de sojabonen doet. De tijd die het hiervoor vereiste research- en ontwikkelingswerk nog zal vragen is op 5-10 jaar te schatten en in de tussentijd zal de vraag naar de stabiele zonnebloemolie toenemen en zal deze olie tegen soja-olie kunnen concurreren.

Wil het meer noordelijk gelegen deel van Europa in deze ontwikkeling participeren, dan dient met voortvarendheid naar koolzaadvariëteiten te worden gezocht die een hoog linolzuurgehalte paren aan afwezigheid van linoleenzuur en daarbij tevens vrij zijn van

erucazuur. Zo'n programma zou tegen 1980 voltooid moeten kunnen zijn.

Tot dusver zijn trends in de voeding in algemene zin voor de gezonde bevolking beschouwd. Daarbij zijn inzichten besproken die een bepaalde keuze van het type voedingsvet in de zin van een verschuiving van dierlijk vet naar sterk linolzuurhoudende vetten (oliën) inhielden als bijdrage in de preventie van hart- en vaatziekten. Uiteengezet is dat dit doel het beste bereikt kan worden als linolzuurhoudende oliën een wijde toepassing vinden, niet alleen in margarine en spijsvetten maar ook in „zuivel”-produkten, „vlees”-produkten, e.d.

In de margarine- en spijsvettenindustrie heeft deze verschuiving in het afgelopen decennium plaatsgevonden. Aangevoerd door de U.S.A., waar thans vele vetprodukten met een zeer hoog linolzuurgehalte (tot ca. 50 %) in de handel zijn, is Europa spoedig gevolgd, allereerst Nederland, waarna de ontwikkeling zich heeft uitgebreid tot o.a. Duitsland, Zweden, Denemarken, België, Ierland en Engeland. Ook in de bereiding van zuigelingenvoeding heeft een dergelijke ontwikkeling plaatsgevonden, althans in Nederland.

Merkwaardig is echter, dat tot nu toe zeer weinig aandacht is besteed aan de betekenis van vetten in de voeding van bepaalde groepen van de bevolking die stellig baat moeten ondervinden bij een meer onverzadigd vetdieet: de betrekkelijk grote groep van personen met manifeste en latente diabetes. Dit ziektebeeld wordt uitvoerig toegelicht in het artikel over koolhydraten. De hoge frequentie van hart- en vaatziekten bij diabetici en de in den regel verhoogde bloedlipidespiegel bij deze patiënten vragen om een aangepaste voeding, gecombineerd met een gelimiteerd gebruik van koolhydraten. In de komende jaren zal de industrie er bij de toenemende consumptie van „fabricated foods” op kunnen rekenen dat voor deze en ook andere categorieën een markt aanwezig is voor zeer gevarieerde dieetprodukten, produkten die het leven van de patiënt en zijn (haar) huisgenoten kunnen vergemakkelijken en veraangename. Het is interessant er in dit verband op te wijzen dat in ons land nog op initiatief van het Ministerie van Sociale Zaken en Volksgezondheid (Dr P. Siderius) een werkgroep in het leven is geroepen, die moet nagaan hoe — te beginnen in ziekenhuizen en inrichtingen — de bereiding en de distributie van maaltijden kan worden gerationaliseerd. Hieruit zal ongetwijfeld een assortiment dieetprodukten resulteren waarin met nieuwe inzichten zoals ook in dit artikel behandeld werden, rekening is gehouden. Deze produkten zullen daarna ook hun weg naar de patiënt thuis vinden in de vorm van diepgevroren kant-en-klaar dieetmaaltijden, dan wel componenten waaruit men zelf een maaltijd naar eigen keuze kan samenstellen.

Goede voorlichting op het terrein van de voedings- en dieetleer aan medici, en via de medicus aan de patiënt, zal in de komende jaren in toenemende mate zorg en aandacht vergen.



## Literatuur

1. G. O. Burr en M. M. Burr; *J. Biol. Chem.* **82**, 345 (1929).
2. J. F. Mead en D. R. Howton; *J. Biol. Chem.* **229**, 575 (1957).
3. D. H. Nugteren; *Biochim. Biophys. Acta* **60**, 656 (1962). *Ibid.*; *Biochem. J.* **89**, 28 (1963).
4. W. Stoffel; *Biochim. Biophys. Res. Commun.* **6**, 270 (1961).
5. D. A. van Dorp et al.; *Biochim. Biophys. Acta* **90**, 204 (1964). *Ibid.*; *Nature* **203**, 839 (1964).
6. S. Bergström et al.; *Biochim. Biophys. Acta* **90**, 207 (1964).
7. M. A. Crawford; *Lancet* **1968 I**, 1329. *Ibid.*; *New Scientist* **39**, 16 (1968) nr 604.
8. A. J. Fulco en J. F. Mead; *J. Biol. Chem.* **234**, 1411 (1959).
9. N. A. Pikaar en J. Fernandes; *Amer. J. Clin. Nutr.* **19**, 194 (1966).
10. Zie o.a. A. Keys, J. T. Anderson, F. Grande; *Metabolism* **14**, 747 (1965).
11. J. J. Gottenbos en H. J. Thomasson; *Colloques Internationaux du CNRS* **99**, 221 (1961).
12. H. Malmros et al.; *Arteriosklerose u. Ernährung* **3**, 92 (1959).
13. P. Constantinides, J. Booth en G. Carlson; *A.M.A. Arch. Path.* **70**, 712 (1960).
14. R. O. Vles, J. Büller, J. J. Gottenbos en H. J. Thomasson; *J. Atherosclerosis Res.* **4**, 170 (1964).
15. O. Turpeinen et al.; *Am. J. Clin. Nutr.* **16**, 255 (1968).
16. G. Christakis et al.; *Publ. Health* **56**, 299 (1966).
17. J. Stamler; *Lectures on preventive cardiology*, Grune & Stratton Inc., New York/London (1967).
18. P. Leren; *Acta Med. Scand., Suppl.* **1966**, 466.
19. S. Dayton et al.; *Lancet* **1968 II**, 1060.
20. H. J. Thomasson et al.; *Pathol. Microbiol.* **30**, 629 (1967).
21. A. H. A. News Release, October 30, 1968.
22. H. Niewiadomski; *Rev. franç. Corps Gras* **15**, 139 (1968).
23. J. Boer, C. P. Jansen en A. Kantie; *J. Nutr.* **33**, 339 (1947).
24. H. J. Thomasson en J. Boldingh; *J. Nutr.* **56**, 469 (1955).
25. A. M. M. Abdellatif en R. O. Vles; *Nutrition & Metabolism* **12**, 285, 296 (1970).
26. J. L. Beare-Rogers et al.; *Can. J. Biochem. Physiol. & Pharmacol.* (in druk).
27. G. Rocquelin en R. Cluzan; *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* **8**, 395 (1967).
28. U. M. T. Houtsmuller et al.; *Biochim. Biophys. Acta* **218**, 564 (1970).
29. B. M. Craig en J. L. Beare-Rogers; *Can. J. Biochem.* **45**, 1075 (1967).
30. J. Boldingh; *Fette, Seifen, Anstrichmittel* **66**, 892 (1964).
31. J. W. E. Coenen; *Progress (The Unilever Quarterly)* **53**, 115 (1969) nr 2.



## Hoofdstuk 5. Gezondheidsaspecten van koolhydraten

door

Prof. dr. H. Doorenbos, hoogleraar klinische endocrinologie, Rijksuniversiteit Groningen.

### Samenvatting

*Koolhydraten zijn voor de energievoorziening van de mens van grote betekenis. Zij worden veelal in de vorm van glucose geresorbeerd. Ook de andere geresorbeerde suikers worden in de lever grotendeels in glucose omgezet. In de lever wordt een gedeelte opgeslagen als glycogeen, een gedeelte wordt geutiliseerd bij de synthese van vetzuren en aminozuren en een gedeelte wordt onveranderd afgegeven aan het bloed. De glucose in het bloed verzorgt de energiebehoefte van de hersenen, die in tegenstelling tot de spieren hierin niet door verbranding van vetzuren kunnen voorzien. De spieren gebruiken vrije vetzuren en glucose; glucose kan ook als spierglycogeen ter plaatse worden opgeslagen. Wanneer de voeding calorisch adequaat is en een overmaat koolhydraten bevat, zal de vetzuursynthese in de lever toenemen en zullen triglyceriden in de vetcellen worden opgeslagen.*

*Als het koolhydraatgehalte van calorisch voldoende voeding gering is, zal het lichaam in zijn behoefte aan glucose na uitputting van de glycogeenreserve voorzien door gluconeogenese in de lever uit eiwit en vet. Dit gebeurt ook wanneer de voeding calorisch onvoldoende is. Enkele aspecten van de relatie tussen het koolhydraatgehalte van de voeding en het insulinesecreatiepatroon bij gezonden en bij diabetici worden besproken. Een calorisch overmatige koolhydraatrijke voeding kan een stijging van de bloedvetten veroorzaken, die door beperking van het vetgehalte van het dieet weinig wordt beïnvloed, maar door beperking van het koolhydraatgehalte grotendeels kan worden teniet gedaan. De rol, die koolhydraten naast andere factoren zouden kunnen spelen bij de genese van atherosclerose en de consequenties hiervan voor het optimale voedingspatroon worden besproken.*

Koolhydraten nemen als leveranciers van calorieën een belangrijke plaats in naast eiwitten en vetten in het voedingspatroon van de mens. Het zijn verbindingen van koolstof-, waterstof- en zuurstofatomen, die over het algemeen zijn opgebouwd volgens de formule  $C_nH_{2n}O_n$ . De belangrijkste vertegenwoordigers van de samengestelde koolhydraten, de polysacchariden, zijn zetmeel, cellulose en glycogeen, allen van plantaardige oorsprong. Alleen glycogeen wordt in vrij kleine hoeveelheden aangetroffen in voedsel van dierlijke oorsprong, met name in lever en vlees. Van de polysacchariden is het zetmeel voor de menselijke voeding het belangrijkste. In sommige gevallen wordt dit polysaccharide chemisch gemodificeerd, bij voorbeeld bij de industriële bereiding van z.g. instantproducten. De samengestelde koolhydraten worden gehydrolyseerd tot disacchariden onder invloed van het enzym amylase, dat onder meer in speeksel voorkomt.

Disacchariden, suikers met twaalf koolstofatomen, zijn de biet- of rietsuiker, de lactose en de maltose. Zij bestaan uit twee monosacchariden. Zo is biet- of rietsuiker een verbinding van de monosacchariden glucose en fructose, lactose is samengesteld uit glucose en galactose en maltose uit twee moleculen glucose. In het darmkanaal worden de disacchariden gehydrolyseerd tot monosacchariden. Monosacchariden zijn hexosen of pentosen. Hexosen zijn suikers met zes koolstofatomen als glucose, galactose, mannose en fructose; pentosen zijn suikers met vijf koolstofatomen als xylose en ribose.

Het grootste gedeelte van de in de voeding aanwezige koolhydraten wordt in de vorm van hexosen geresorbeerd. In de lever vindt omvorming plaats tot glucose.

Sommige hexosen, zoals bijv. fructose en galactose, alsmede xylose kunnen onder bepaalde omstandigheden na resorptie uit de darm de lever gedeeltelijk onveranderd passeren. Deze suikers worden dan met de urine uitgescheiden voor zover zij niet alsnog deelnemen aan de stofwisselingsprocessen in het lichaam. Normaliter worden zij echter niet in de urine aangetroffen.

De in de lever beschikbare glucose kan aldaar worden opgeslagen als leverglycogeen, of rechtstreeks worden afgegeven aan de periferie. Ook kan zij na transaminering worden gebruikt voor de synthese van aminozuren en tenslotte kan zij worden geutiliseerd voor de vetzuursynthese. De lever kan ten hoogste 150 g glycogeen bevatten. Glucose wordt in de periferie geutiliseerd door spieren, hersenen en zenuwweefsel, opgeslagen als spierglycogeen of — na afbraak tot alfa-glycerofosfaat — in de vetcellen gebruikt voor de synthese van triglyceriden, samen met de uit de lever afkomstige vetzuren [1]. Spierglycogeen is in tegenstelling tot leverglycogeen niet meer beschikbaar voor het handhaven van de glucoseconcentratie in het bloed. De glucose in het bloed is hoofdzakelijk afkomstig uit de lever; bij langdurig vasten schijnen de nieren echter ook glucose te kunnen afgeven. De lever kan, zoals reeds werd opgemerkt, de glucose rechtstreeks laten passeren na resorptie uit het darmkanaal. Ook kan glucose ontstaan door glycolyse van leverglycogeen, door omzetting van andere suikers of door gluconeogenese uit vetzuren en aminozuren. Wanneer in de voeding onvoldoende koolhydraten ter beschikking zijn voor de energievoorziening wordt de bloedsuikerspiegel hoofdzakelijk door



gluconeogenese — door nieuwvorming van glucose uit eiwit en vet — gehandhaafd, want de geringe hoeveelheid leverglycogeen is snel uitgeput. Het leverglycogeen vertegenwoordigt immers slechts 600 kcal. De resorptie van suikers staat voor zover tot dusver bekend, niet onder hormonale invloed. Ook de opname van glucose in levercellen vindt plaats zonder tussenkomst van een hormoon. Wel wordt de snelheid van afgifte van glucose vanuit de lever aan de periferie en ook de synthese van vetzuren uit glucose door het endocriene systeem beïnvloed.

Het zou te ver voeren op deze plaats uitvoerig in te gaan op de gegevens die de laatste jaren in toenemende mate ter beschikking zijn gekomen over de hormonale regulatie van de koolhydraatstofwisseling. Volstaan wordt met een enkele aanduiding van de rol die insuline hierbij speelt. Dit hormoon wordt afgegeven door de betacellen van de eilandjes van Langerhans, die zich bevinden in het pancreas. De voornaamste stimulans tot afgifte van insuline is de glucoseconcentratie in het bloed. Insuline bevordert de entree van glucose in de lichaamscellen, en remt de afgifte van glucose uit de lever. Dientengevolge daalt de glucoseconcentratie, anders gezegd het bloedsuikergehalte wordt lager.

Wanneer het vermogen tot secretie van insuline afgenomen is, stijgt het bloedsuikergehalte omdat de entree van glucose in de cellen moeilijker is geworden, terwijl de afgifte vanuit de lever niet meer wordt geremd. Zodra het bloedsuikergehalte een niveau van circa 180 mg/100 ml heeft overschreden verschijnt glucose in de urine. Suikerziekte, de toestand waarbij het vermogen tot secretie van insuline verminderd is, wordt gekarakteriseerd door afgenomen utilisatie — ten gevolge van de moeilijke entree in de cellen —, overmatige produktie — er is verhoogde afgifte van glucose uit de lever door afbraak van leverglycogeen —, alsmede door nieuwvorming van glucose uit eiwit en vet en door verlies van glucose via de urine.

Voor een optimale utilisatie van de koolhydraten in de voeding is dus steeds een voldoende capaciteit van de eilandjes van Langerhans tot afgifte van insuline nodig. Wanneer het vermogen tot insulineproduktie is verminderd, zal bij de behandeling van de suikerziekte in het algemeen in eerste instantie de dagelijkse opname van koolhydraten worden beperkt. Vervolgens neemt men zijn toevlucht tot geneesmiddelen, die het pancreas stimuleren tot afgifte van insuline en wanneer ook dit niet voldoende helpt, wordt een insulinepreparaat per injectie gegeven.

De dagelijkse behoefte aan koolhydraten is afhankelijk van de totale calorieënbehoefte en van de hoeveelheid calorieën die in de vorm van eiwitten of vetten wordt gebruikt. Wanneer de toevoer van koolhydraten met de voeding onvoldoende is voor de energiebehoefte van het lichaam kan glyconeogenese uit vetten op zo grote schaal plaats vinden, dat de vetzuren onvolledig worden afgebroken. Er ontstaat dan acetonemie en keto-acidose. Dit kan echter grotendeels worden voorkomen door per dag een koolhydraatequivalent van 100 g glucose te gebruiken [2]. In theorie is de behoefte aan koolhydraten vrijwel nihil, in de praktijk zal het gebruik meestal niet meer dan 400 g per dag bedragen.

Suikerziekte komt niet méér voor in landen waar men gewend is relatief veel koolhydraten te gebruiken. Wel

is er veel diabetes mellitus, wanneer een calorisch overvloedige voeding met een hoog koolhydraatgehalte wordt gebruikt.

Van overmatig gebruik van koolhydraten is alleen sprake, wanneer de calorische behoefte wordt overschreden door het totaal aan opgenomen eiwitten, vetten en koolhydraten. Dit surplus wordt in de lever omgezet in vetzuren en in combinatie met het uit de glucosestofwisseling afkomstige alfa-glycerofosfaat in de periferie opgeslagen als vet.

In het algemeen komt de spontane calorieënopname vrij nauwkeurig overeen met de wisselende behoefte. Zou de consumptie dagelijks 10 % groter zijn dan het gebruik, dan zou dit resulteren in een gewichtsstijging van circa 10 kg per jaar. Het gewicht van de meeste mensen blijft echter gedurende het grootste deel van hun volwassen leven binnen vrij nauwe grenzen constant. De voedselopname wordt gereguleerd door nog onvoldoende gekarakteriseerde sensaties als hongeren verzadigingsgevoel, maar ook door psychologische factoren. De neiging tot overmatig gebruik van calorieën is groter, naarmate de voedingsstoffen meer voldoen aan wensen betreffende uiterlijk, smaak en gemakkelijke verteerbaarheid. Naarmate de koolhydraten in de voeding door vervaagende zuivering lichter verteerbaar worden, hebben ze een geringere verzadigingswaarde. Dit geldt in het bijzonder voor biet- en rietsuiker.

Overmatig gebruik van koolhydraten leidt tot overgewicht. Dit predisponeert tot het manifest worden van de genetische aanleg voor diabetes mellitus [3]. Twee vormen van deze ziekte kunnen worden onderscheiden met ieder een verschillend klinisch beeld. Bij het type suikerziekte dat meestal op jonge leeftijd ontstaat, is er een absoluut tekort aan insuline. Deze patiënten zijn mager. Het tweede type, het zg. ouderdoms- of „maturity-onset” type suikerziekte ontstaat meestal op middelbare of oudere leeftijd bij mensen met een te hoog lichaamsgewicht. Bij deze vorm van suikerziekte kunnen de eilandjes van Langerhans nog wel insuline produceren. Hoewel de insulinespiegels bij deze patiënten soms hoger zijn dan bij normale mensen wordt gevonden, is hun bloedsuikergehalte verhoogd. Ze hebben een relatief tekort aan insuline. Deze vorm van suikerziekte komt veel frequenter voor dan het eerder genoemde juveniele type. Het ouderdoms- of „maturity-onset” type diabetes mellitus is zeer conjunctuur-gebonden. In tijden van hongersnood of onder oorlogsomstandigheden wordt het aanmerkelijk minder vaak gezien.

Bij patiënten met deze vorm van diabetes mellitus vertoont het verloop van de insulinespiegel na belasting met glucose een sterke gelijkenis met dat bij sommige gezonde te zware mensen [4]. In beide gevallen is de reactie van de betacellen op de glucoseprikkels traag, waarna de insulinespiegel stijgt tot relatief hoge waarden op het moment, dat de bloedsuiker al weer normaal of zelfs laag normaal is. Men spreekt dan van reactief hyperinsulinisme (fig. 1). De daling van de bloedsuiker tot subnormale waarden geeft een hongergevoel 3 à 4 uur na de maaltijd. Dit verschijnsel vinden we bij gezonde mensen na overvloedig gebruik van koolhydraten, bijv. na het eten van rijst, bij mensen met overgewicht en ook bij beginnende suiker-



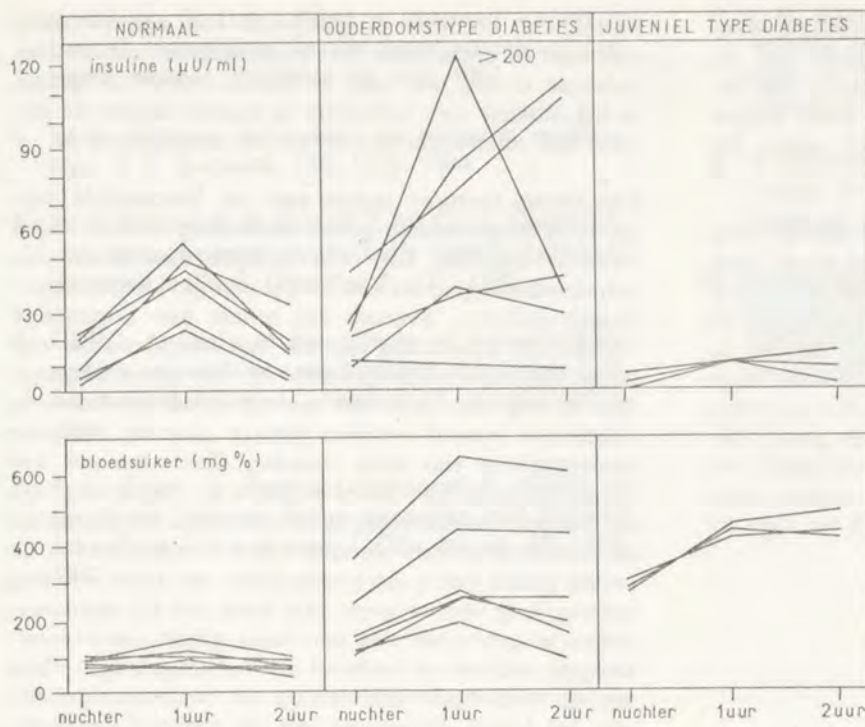


Fig. 1. Het verloop van de insuline- en bloedsuikerspiegels bij gezonde mensen en patiënten met het ouderdomstype en juveniele type diabetes mellitus na toediening van 100 g glucose.

ziekte. Een laag bloedsuikergehalte enige uren na de maaltijd als teken van beginnende suikerziekte is in 1956 het eerst door Seltzer c.s. [5] beschreven. Ter bestrijding van dit hongergevoel worden weer koolhydraten gebruikt en de gebeurtenissen herhalen zich. Wanneer de opname van koolhydraten echter wordt beperkt, bijv. door het niet meer gebruiken van suiker, daalt de bloedsuiker niet meer buitengewoon en verdwijnt het hongergevoel. Het spreekt vanzelf, dat deze vorm van suikerziekte niet met insuline moet worden behandeld. Ook behandeling met een oraal antidiabeticum dat de pancreas aanzet tot verhoogde insulineproductie, lijkt niet aangewezen. Recent zijn er zelfs aanwijzingen gevonden, dat behandeling van patiënten met deze lichte vorm van diabetes met een dergelijk middel kan leiden tot een verhoogde mortaliteit door een toename van het aantal hartinfarcten [6]. Men heeft nog geen sluitende verklaring gevonden voor het merkwaardige, ook in onze kliniek waargenomen, verschijnsel, dat het insulinegehalte van bloed van patiënten met het ouderdomstype diabetes vaak zelfs hoger is dan normaliter het geval is. Een aantal factoren zou verantwoordelijk kunnen zijn voor de klaarblijkelijke resistentie tegen de eigen insuline. Er zijn aanwijzingen, dat insuline de opname van glucose in vetcellen die reeds veel vet bevatten minder effectief kan bevorderen dan in cellen, die slechts ten dele met vet zijn gevuld [7]. Wanneer deze in vitro bevindingen een weerspiegeling geven van het gebeuren bij de mens (en het lijkt waarschijnlijk dat dit het geval is [8, 9]), kunnen wij een aantal verschijnselen beter begrijpen. Het hyperinsulinisme van patiënten met het ouderdomstype diabetes mellitus kan dan ongedwongen worden verklaard, evenals de hoge insulinespiegel bij gezonde mensen met overgewicht. Vermindering van het lichaamsgewicht door beperking van de calorieëntoevoer zou deze patiënten gevoeliger maken voor het bloedsuikerverlagend effect van hun eigen insuline. Inderdaad is het bij velen mogelijk alleen door het voorschrijven van een calorie-arm dieet de verschijnselen van suikerziekte te doen verdwijnen.

De meest efficiënte manier de toevoer van calorieën te beperken, is de vermindering van de hoeveelheid lichtverteerbare koolhydraten.

Overmatig gebruik van koolhydraten doet niet alleen de vetcellen in omvang toenemen, maar ook het gehalte aan triglyceriden in het bloed stijgt. Deze zg.

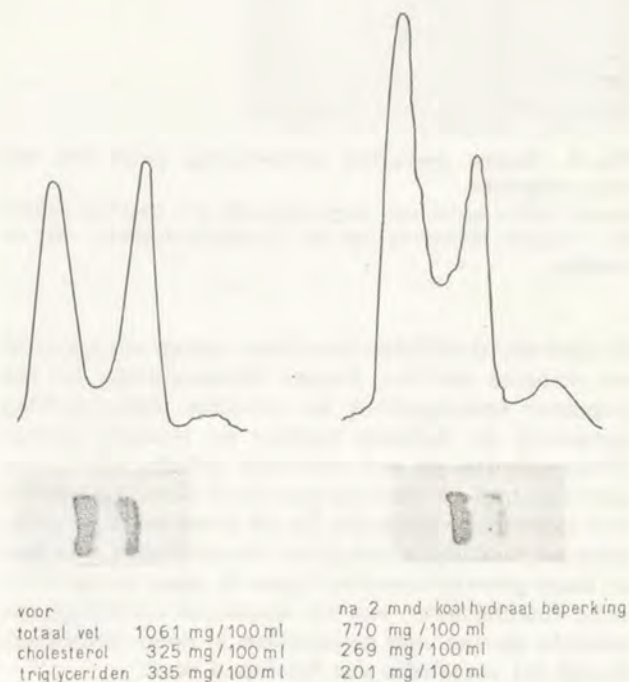


Fig. 2. Vetspectrum bij een patiënt met hartinfarct vóór en 2 maanden na beperking van het koolhydraatgehalte van de voeding. Het onderste deel van de figuur geeft een visuele indruk van de lipoproteïnen elektroforese op cellulose acetaat (v.l.n.r.: beta, alfa 2 en alfa 1 lipoproteïnen). Het bovenste deel geeft de gemeten kleurintensiteit van deze vetfracties weer. De percentages van de lipoproteïnen kunnen planimetrisch worden bepaald. Na koolhydraatbeperking treedt een relatieve daling op van de alfa 2 lipoproteïnen.



„carbohydrate induced hyperlipemia” verdwijnt, wanneer het gebruik van suiker wordt beperkt (fig. 2). Aangenomen werd dat gebruik van zetmeel het triglyceridengehalte van bloed minder zou doen stijgen dan een calorisch equivalente hoeveelheid suiker. Dit is echter niet het geval.

Hypertriglyceridemie houdt geen verband met de mate van overgewicht. Bij sommige families met de zg. type III en type IV hyperlipemie volgens Fredrickson [10] is de neiging tot het optreden van hoge vetspiegels bij excessief gebruik van koolhydraten groter dan bij de populatie als geheel. Bij deze mensen bestaat vaak een lichte diabetes mellitus. De kans op het optreden van hart- en vaataandoeningen bij hen is groot. Beperking van de koolhydraattoevoer normaliseert het triglyceridengehalte van het bloed bij de meeste mensen geheel en bij patiënten met type III en type IV hyperlipemie in belangrijke mate (fig. 3).

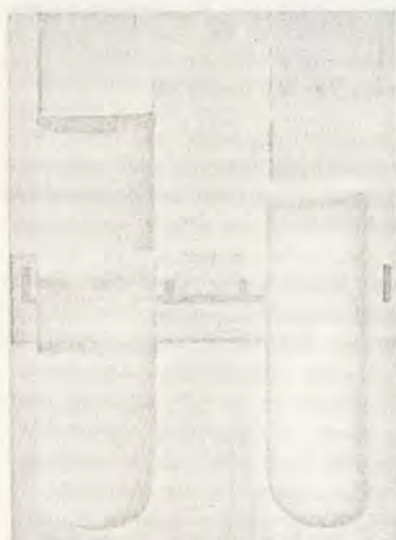


Fig. 3. Rechts: melkachtig ondoorzichtig serum met een hoog vetgehalte. Links: helder serum met laag vetgehalte van dezelfde patiënt na 1 maand beperking van het koolhydraatgehalte van de voeding.

Er bestaan duidelijke correlaties tussen overgewicht en diabetes mellitus, tussen atherosclerose (in het populaire spraakgebruik ten onrechte aderverkalking genoemd) en diabetes mellitus en tenslotte tussen atherosclerose en een verhoogd gehalte aan cholesterol en triglyceriden van het bloed. Door het gebruik van calorieën te beperken, en dit is het beste mogelijk door de consumptie van suiker te verminderen, is men in staat gewichtstoename tegen te gaan en de klinische verschijnselen van een eventueel aanwezige genetische aanleg voor suikerziekte te doen verdwijnen, terwijl het vetgehalte van het bloed daalt.

Het is niet met zekerheid te zeggen of beperking van de opname van koolhydraten zonder het eiwit- en vetgehalte te wijzigen het optreden van atherosclerose vertraagt. Deze aandoening, bestaande uit afzetting van vet in de vaatwand, kan geruime tijd symptomeloos verlopen. Klinische verschijnselen treden pas op wanneer een belangrijk bloedvat in hart, hersenen of benen ondoorgankelijk wordt met als gevolg een

hartaanval, beroerte of gangreen van een gedeelte van voet of onderbeen. Het beginstadium van atherosclerose is dus niet vast te stellen. Alleen al hierom is het moeilijk een correlatie te leggen tussen de genese van atherosclerose en de voedingsgewoonte.

Een aantal factoren speelt een rol. Verzadigde vetzuren in onze voeding geven aanleiding tot een hoger cholesterolgehalte dan onverzadigde. Een tekort aan lichaamsbeweging en een teveel aan geestelijke spanningen oefenen, evenals het roken, een ongunstige invloed uit. Overmatig gebruik van koolhydraten verhoogt het triglyceridengehalte van het bloed. Het tijdstip is nog niet gekomen waarop goed gefundeerde uitspraken kunnen worden gedaan over de optimale samenstelling van onze voeding. Toch kunnen wel enkele aanwijzingen worden gegeven. Beperking van de toevoer van calorieën is noodzakelijk. Mede gezien de eetlustremmende werking van vet is het niet in de eerste plaats nodig dit bestanddeel van onze voeding belangrijk te verminderen. Wel heeft het zin voedingsvetten te gebruiken met een hoog gehalte aan onverzadigde vetzuren in verband met het ongunstige effect van de verzadigde vetzuren op het cholesterolgehalte van het bloed. Beperking van de toevoer van koolhydraten is zeer gewenst, immers zij paren in een gezuiverde vorm als suiker een gemakkelijke verteerbaarheid en dus een geringe verzadigingswaarde aan een hoog calorisch rendement. In overmaat gebruikt, zullen zij in het lichaam worden omgezet in verzadigd vet en wellicht op hun beurt het cholesterolgehalte ongunstig beïnvloeden. Er bestaat grote behoefte aan veilige calorie-arme vervangingsmiddelen van suiker, die onbeperkt aan voedingsmiddelen en dranken kunnen worden toegevoegd.

Een en ander heeft economische en politieke consequenties en vereist een wijziging in ons gedragspatroon, waarvan de eerste tekenen overigens reeds zichtbaar zijn. Niet alleen onze gebitten, die in dit verband niet ter sprake kwamen, zullen er wel bij varen, maar onze algehele gezondheid. Bij de preventie van hart- en vaatziekten dient men, meer dan tot dusver gebeurt, aandacht te besteden aan de belangrijke rol die suiker in zichtbare en onzichtbare vorm inneemt bij de calorische overvoeding. Ook ware het gewenst dat bij de opsporing van deze ziekten gezocht wordt naar tekenen van verminderde koolhydraattolerantie, van lichte suikerziekte, teneinde degenen die gezien hun erfelijke aanleg hiervoor een relatief hoog risico lopen een hart- of vaataandoening te krijgen, vroegtijdig te kunnen wijzen op de wenselijkheid van verandering van hun voedingsgewoonten.

#### Literatuur

1. B. Jeanrenaud, Dynamic aspects of adipose tissue metabolism: A review. *Metabolism* 10, 535, 1961.
2. B. L. Kartin, E. B. Man, A. W. Winkler, J. P. Peters, Blood ketones and serum lipids in starvation and water deprivation. *J. Clin. Invest.* 23, 824, 1944.



3. E. Cerasi, R. Luft, „What is inherited - what is added" Hypothesis for the pathogenesis of diabetes mellitus. *Diabetes* 16, 615, 1967.
4. W. D. Reitsma, Adipositas en diabetes mellitus. *Ned. T. v. Geneesk.* 110, 1228, 1966.
5. H. S. Seltzer, S. S. Fajans, J. W. Conn, Spontaneous hypoglycemia as an early manifestation of diabetes mellitus. *Diabetes* 5, 437, 1956.
6. UDPG, A study of the effects of hypoglycemic agents on vascular complications in patients with adult-onset diabetes. *Diabetes* 19, supplement 2, 1970.
7. F. A. Gries, J. Steinke, Comparative effects of insulin on adipose tissue segments and isolated fat cells of rat and man. *J. Clin. Invest.* 46, 1413, 1967.

8. L. B. Salans, J. L. Knittle, J. Hirsch, The role of adipose cell size and adipose tissue insulin sensitivity in the carbohydrate intolerance of human obesity. *J. Clin. Invest.* 47, 153, 1968.
9. P. Björntorp, P. Berchtold, G. Tibblin, Insulin secretion in relation to adipose tissue in men. *Diabetes* 20, 65, 1971.
10. D. S. Fredrickson, R. I. Levy, R. S. Lees, Fat transport in lipoproteins, an integrated approach to mechanisms and disorders. *New Engl. J. Med.* 276, 32 e.v. 1967.

### 1. Inleiding

De laatste jaren de hoofdzaken zijn de veranderingen in de manier van voeding en de veranderingen in de levenswijze die tot de toename van de prevalentie van diabetes mellitus hebben geleid. Het is duidelijk dat deze veranderingen een belangrijke rol spelen in de pathogenese van de ziekte.

Voor de meeste diabetespatiënten zijn vooral de veranderingen in de manier van voeding en de veranderingen in de levenswijze van belang. Deze veranderingen zijn vooral van invloed op de glucosestofwisseling en de insulineffectiviteit. Het is duidelijk dat deze veranderingen een belangrijke rol spelen in de pathogenese van de ziekte.

Naar verwachting zal de prevalentie van diabetes mellitus in de komende jaren nog verder toenemen. Het is daarom van belang om de pathogenese van de ziekte te begrijpen en te voorkomen.

Fig. 1. Het effect van insulineffectiviteit op de glucosestofwisseling.



Fig. 2. Het effect van insulineffectiviteit op de glucosestofwisseling.



# Hoofdstuk 6. Ontwikkeling in productie- en verbruikspatroon van koolhydraten bestemd voor menselijke consumptie

door

Drs. W. C. Bus, directeur Research en Ontwikkeling AVEBE, Veendam.

## Samenvatting

De geproduceerde hoeveelheid koolhydraatrijke voedingsmiddelen is ruim voldoende om de wereldbevolking, voor wat betreft haar directe behoefte aan koolhydraten, te voeden. Als er temidden van deze overvloed plaatselijk een tekort aan is dan heeft dit economische en/of sociologische oorzaken, maar het is geen gevolg van een gebrek aan thans bekende methoden om een voldoende koolhydraatproductie te verwezenlijken.

Ook in de komende decennia behoeft geen tekort aan koolhydraten voor menselijke consumptie te ontstaan. Met toenemende ontwikkeling van de bevolking vindt een vermindering van het koolhydraatverbruik plaats ten gunste van een hoger vetgebruik.

Het verbruik van granen voor consumptie zal in de ontwikkelde landen verder verminderen.

Voor consumptieaardappelen zal de afzet in de ontwikkelde landen in hoeveelheid ongeveer gelijk blijven. Een gedeelte van de granen en aardappelen zal echter in een andere vorm voor consumptie op de markt worden gebracht.

Suiker en glucose worden op grond van hun smaak in diverse voedingsmiddelen opgenomen.

Zetmeel wordt in hoofdzaak om technische redenen in voedingsmiddelen opgenomen (uiterlijk, „mondgevoel”).

Het verbruik van suiker heeft in de ontwikkelde landen een plafond bereikt.

In de ontwikkelingslanden kan het verbruik van suiker nog sterk stijgen.

De afzet van glucose kan in alle landen nog stijgen.

In de ontwikkelde landen zullen steeds ingewikkelder zetmeelproducten worden vervaardigd voor toepassing in voedingsmiddelen. Relatief zijn dit vooralsnog kleine hoeveelheden. Door de grotere toegevoegde waarde zal de productie van deze derivaten ook voor Nederland interessant kunnen zijn.

## I. Inleiding

De klasse van de koolhydraten omvat de enkelvoudige suikers of monosacchariden (o.a. glucose en fructose), de oligosacchariden die opgebouwd zijn uit een relatief klein aantal monosacchariden (o.a. saccharose, maltose en lactose) en de polysacchariden die opgebouwd zijn uit lange ketens van monosacchariden (o.a. zetmeel, cellulose en glycogeen). Zie figuur 1.

Voor de menselijke voeding zijn vooral de koolhydraten zetmeel en de daarvan afgeleide producten als mede saccharose (suiker) van belang. Zetmeel is geheel opgebouwd uit glucose; saccharose is opgebouwd uit glucose (50%) en fructose (50%). Door volledige hydrolyse van zetmeel kan het zuivere monosaccharide glucose verkregen worden dat in gekristalliseerde vorm dextrose genoemd wordt.

Door onvolledige hydrolyse van zetmeel ontstaat een mengsel van glucose, maltose en hogere oligosacchariden, dat in de vorm van een vloeibare stroop onder de naam glucosestroop in de handel komt.

Het menselijk individu verbruikt gemiddeld per dag een hoeveelheid voedsel die overeenkomt met een verbrandingswarmte c.q. arbeid van 2000-2500 kcal. In de ontwikkelde landen ligt het gemiddelde bij 3000 kcal; in bepaalde ontwikkelingslanden ligt het gemiddelde plaatselijk beneden 2000 kcal.

Deze calorieën worden geleverd door koolhydraten (4 kcal per gram), eiwitten (4 kcal per gram) en vetten (8 kcal per gram).

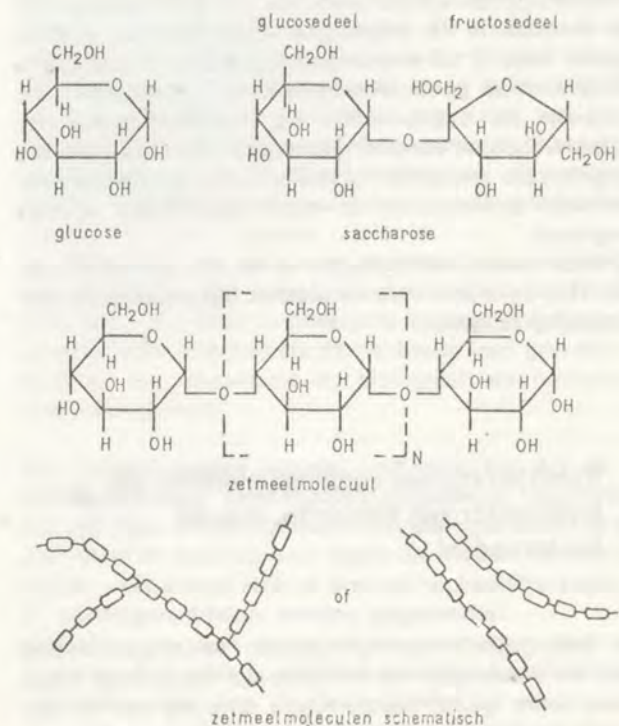


Fig. 1. De opbouw van koolhydraten.



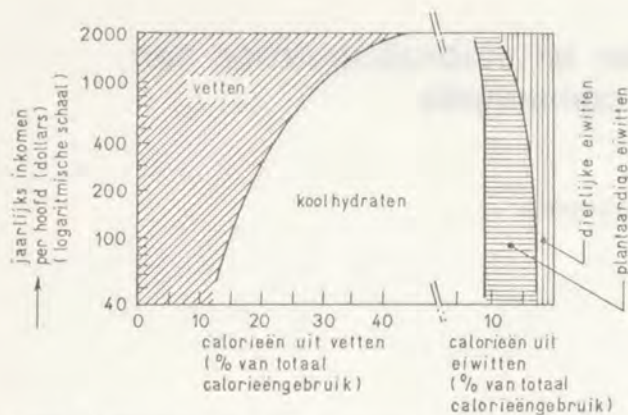


Fig. 2. Het verbruik van hoofdvoedingsstoffen als functie van het inkomen.

Uit figuur 2 blijkt dat de verhouding koolhydraat : vetten sterk kan variëren, onder meer afhankelijk van het gemiddelde inkomen van de bevolking.

Dat het onderwerp koolhydraten op een symposium over voedingsmiddelen ter sprake moet komen, is duidelijk. Koolhydraten leveren immers, afhankelijk van land en volk, in het algemeen 40-75 % van de benodigde calorieën. [1]

Extreme waarden worden gevonden bij een eskimo-dieet met slechts 10-15 % koolhydraat en bij een Peruaans dieet met 80 % koolhydraat. Bij een „gezonde“ voeding zou 15 % van de calorieën moeten worden geleverd door eiwit, 20-25 % door vet en 60-65 % door koolhydraten. Gemiddeld verkrijgt de mens ongeveer 50 % van zijn behoefte aan calorieën uit koolhydraten.

In minder ontwikkelde landen ligt dit percentage hoger en in hoog ontwikkelde landen lager.

Zo is in Nederland van 1900 tot 1970 het percentage voor koolhydraten gedaald van 72 % naar 47 %; voor vetten gestegen van 17 % naar 42 % en voor eiwitten ongeveer gelijk gebleven bij 11 %.

In het volgende zal de produktie van koolhydraten en het verbruik in de menselijke voeding nader worden bezien. Hierbij zal onderscheid gemaakt worden tussen enerzijds koolhydraatrijke voedingsmiddelen die fungeren als basisvoedsel c.q. calorieënleverancier en anderzijds uit planten geïsoleerde koolhydraten die fungeren als smaakstof of die om esthetische redenen (uiterlijk, attractiviteit) in voedingsmiddelen worden toegepast.

Bij deze laatste koolhydraten is het feit dat zij bovendien nog calorieën leveren slechts bijzaak of zelfs een noodzakelijk kwaad.

## II. Koolhydraatrijke voedingsmiddelen als leverancier van calorieën, dus als basisvoedsel

De belangrijkste koolhydraatrijke voedingsmiddelen voor de menselijke consumptie zijn de granen (rijst, tarwe, mais, gerst, haver, rogge en sorghum) en bepaalde knollen of wortels (aardappel, cassave).

De granen bestaan voor 50-80 % en de knollen voor ongeveer 20 % uit koolhydraten.

Naast de koolhydraten (hoofdzakelijk zetmeel) bevatten de granen nog ongeveer 20 % water, 10 % eiwit, 1-5 % vetachtige stoffen en verder nog mineralen en vitamines. De knollen en wortels bestaan voor ongeveer 80 % uit water en bevatten naast de koolhydraten (hoofdzakelijk zetmeel) nog geringere hoeveelheden eiwitten, mineralen, aminozuren en vitamines. Bovengenoemde koolhydraatrijke voedingsmiddelen worden in gekookte, gebakken of gestoomde toestand in de vorm van korrels, brood, pap, gepoft materiaal, puree en velerlei andere vormen door de mens geconsumeerd.

Van de 2000-2500 kcal die het menselijk individu gemiddeld dagelijks behoeft, zijn ruim 1500 kcal afkomstig van koolhydraten.

Daarvoor zijn per dag zo'n 350 gram koolhydraat nodig. Bij een wereldbevolking van 4 à 5 miljard in 1985 bedraagt de koolhydraatbehoefte dan ongeveer  $\pm$  600 miljoen ton per jaar. Theoretisch brengt de produktie van een dergelijke hoeveelheid geen onoverkomelijke moeilijkheden met zich mee. Onder gunstige omstandigheden, d.w.z. met de huidige stand van de techniek zoals deze b.v. in Nederland aanwezig is en via een goede rassenkeuze en met een redelijk gebruik van de zonne-energie, is het mogelijk om met graanteelt meer dan 10 ton koolhydraten per hectare te winnen. Dit betekent dat 60 miljoen hectares nodig zijn om de nodige koolhydraten te leveren [3].

Een landstreek van 600.000 km<sup>2</sup>, ongeveer de oppervlakte van Frankrijk, zou voldoende zijn voor de produktie van de mondiale behoefte aan koolhydraten in 1985.

Bij toepassing van de aardappel als koolhydraatbron is de opbrengst per hectare nog groter dan bij de toepassing van granen.

De aardappel is vergeleken met de granen voorlopig echter veel gevoeliger voor ziekte.

Ook brengt het bewaren van aardappelen, die voor 80 % uit water bestaan, grote problemen met zich mee.

De mens heeft, naast de koolhydraten, voor een evenwichtig voedselpakket ook vetten, eiwitten, mineralen, vitamines e.d. nodig. Bovendien is er ruimte nodig voor wonen, werken en recreatie. Wanneer men ook met deze factoren rekening houdt, blijkt er voldoende ruimte te zijn voor meer dan 70 miljard mensen. Er is dus voorlopig meer dan genoeg grond om van te leven. Het gaat er nu maar om of er voldoende grond is om op te leven [4].

Tabel 1. Produktie en menselijke consumptie van granen in 1963 en in 1975 (in miljoen ton)

landen	1963		1975	
	pro-duk-tie	con-sumptie	pro-duk-tie	con-sumptie
ontwikkelde-	330	80	450	90
ontwikkelings-	135	110	200	160
centraal geleide-	235	130	310	150
<b>totaal</b>	<b>700</b>	<b>320</b>	<b>960</b>	<b>400</b>



In tabel 1 is de produktie en de menselijke consumptie van granen in het jaar 1963 en de verwachting voor het jaar 1975 weergegeven (in miljoenen ton).

In tabel 2 is de produktie en de menselijke consumptie van wortels en knollen (aardappelen, cassave e.d.) voor het jaar 1965 weergegeven (in miljoenen ton).

Tabel 2. Produktie en menselijke consumptie van wortels en knollen in 1965 (in miljoenen ton).

landen	produktie	consumptie
ontwikkelde-	100	50
ontwikkelings-	130	100
centraal geleide-	230	150
totaal	460	300

Zoals uit tabel 1 blijkt, wordt slechts ongeveer de helft van de produktie van de granen rechtstreeks verbruikt voor menselijke voeding.

De resterende hoeveelheid graan wordt gebruikt als zaaigoed, in veevoer en voor de fabricage van zetmeel, alcoholhoudende dranken en voor andere industriële toepassingen. De knollen die niet rechtstreeks verbruikt worden in de menselijke voeding, worden gebruikt als pootgoed, als veevoer en verder voor de fabricage van o.a. alcohol en zetmeel.

Een van de grote problemen waarmee men in ontwikkelingslanden wordt geconfronteerd, is de tegenstand tegen verandering van eetgewoontes.

Zo moeizaam echter als in de ontwikkelingslanden het voedingspatroon zich aanpast aan de nieuwe mogelijkheden, zo snel kunnen veranderingen in voedingsgewoonten zich voltrekken in de ontwikkelde landen. In het begin van deze eeuw was in Nederland de aardappel het belangrijkste onderdeel van het voedselpakket. Zo werden in 1900 in Nederland per hoofd van de bevolking 200 kg aardappelen geconsumeerd, in 1970 80 kg.

Sedert ongeveer 15 jaar is in Nederland en in andere Europese landen een nieuwe industrietak ontstaan die vele miljoenen kilo's aardappelen verwerkt tot chips, frites, puree, enz. In Amerika is deze ontwikkeling het

verst voortgeschreden. Men verwacht aldaar dat in 1975 meer dan 60% van de voor menselijke consumptie verbruikte aardappelen in de vorm van industrieel verwerkte produkten wordt afgezet.

In figuur 3 is het totaal verbruik van aardappelen in de V.S. per hoofd van de bevolking weergegeven en tevens het percentage van het verbruik dat als industrieel verwerkt produkt wordt geconsumeerd.

In het geval van aardappelen blijkt dat de directe consumptie van aardappelen afneemt en het verbruik van door de industrie uit aardappelen vervaardigde produkten sterk toeneemt.

Het totale aardappelverbruik blijft stabiel of stijgt zelfs enigszins.

Bij toename van de welvaart is een vermindering van het totale koolhydraatverbruik te constateren, in hoofdzaak ten gunste van een toeneming van het vetverbruik [6].

In eerste instantie gaat dit ten koste van het verbruik van aardappelen en van brood.

Zoals hiervoor reeds is gebleken, komt aan de vermindering van het aardappelverbruik een einde door de ontwikkeling van industriële produkten op basis van aardappelen. De vermindering van het broodverbruik gaat tot nu toe echter nog steeds door en deze vermindering zal in de komende jaren ongeveer 20% (per hoofd) kunnen bedragen.

### III. Toepassing van koolhydraten in voedingsmiddelen als smaakstof of uit technische overwegingen

De EEG en speciaal Nederland zullen als „calorie-exporteur” geen grote rol spelen.

De graanproduktie in de EEG is vrij constant en wordt zelfs eerder iets lager dan hoger, dit ondanks de bevolkingsgroei. Wat Nederland betreft is deze situatie nog uitgesprokener. Men zou de vraag kunnen stellen of in Nederland over een 10-tal jaren nog wel graan zal worden verbouwd en of de graanproduktie niet in hoofdzaak naar zuidelijker streken zal zijn overgebracht, waarbij b.v. Noord-Frankrijk als graanschuur van de EEG zal fungeren.

In Nederland zou dan een graanveld een curiositeit zijn geworden. De enige taak die er dan voor Nederland ligt — en deze is overigens belangrijk genoeg — is dan, voor wat betreft de verbouw van granen, de levering van know-how op biologisch en landbouwtechnisch gebied.

Een geheel andere situatie treft men aan bij de uit koolhydraatrijke plantendelen geïsoleerde koolhydraten, die men in het algemeen niet als calorieënleverancier dient te beschouwen, maar die vooral een functie hebben als smaakstof of die om technische redenen in voedingsmiddelen worden opgenomen.

Afgezien van een groot aantal produkten met een beperkt afzetgebied, gaat het hierbij in hoofdzaak om zetmeel en daarvan afgeleide produkten en om sacharose (= suiker).

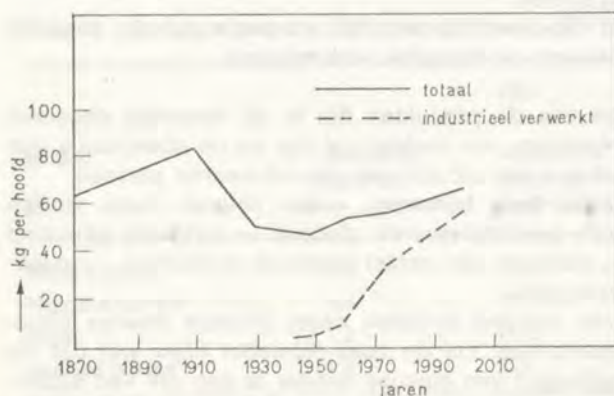


Fig. 3. Aardappelverbruik in de Verenigde Staten.



Zetmeel en suiker zijn beide stoffen van plantaardige oorsprong die als reservevoedsel in de plant aanwezig zijn.

### A. Suiker

In 1970 werd in de gehele wereld ongeveer 70 miljoen ton suiker en ongeveer 10 miljoen ton zetmeel geproduceerd.

Uit tabel 3 blijkt dat van 1965 tot 1975 de produktie en consumptie van suiker zal stijgen van ongeveer 60 miljoen tot 80 miljoen ton.

Tabel 3. Produktie en consumptie van suiker in 1965 en 1975 (in miljoen ton).

landen	1965		1975	
	pro- duktie	con- sumptie	pro- duktie	con- sumptie
ontwikkelde-	19	26	23	31
ontwikkelings-	28	17	37	29
centraal geleide-	15	15	20	20
<b>totaal</b>	<b>62</b>	<b>58</b>	<b>80</b>	<b>80</b>

De toeneming van de consumptie zal waarschijnlijk vooral plaatsvinden in de ontwikkelingslanden. Of en in welke mate dit werkelijk zal geschieden, zal afhangen van de economische groei van deze landen. Zo is b.v. in Groot-Britannië het verbruik van suiker per hoofd van de bevolking per jaar gestegen van 2 kg in 1760 via 10 kg in 1860 naar 50 kg in 1970.

In de andere ontwikkelde landen is eveneens een dergelijke toeneming te constateren.

Indien de consumptie in de ontwikkelingslanden toeneemt, zal ook de produktie ter plaatse kunnen worden uitgebreid.

Dit houdt in dat uitbreiding van de produktie vooral kan plaatsvinden in die landen waar rietsuiker wordt geproduceerd.

De wat verwrongen situatie dat in de EEG rietsuiker zou moeten worden afgezet in het kader van steunacties aan de ontwikkelingslanden, terwijl ter plaatse voldoende bietsuiker wordt geproduceerd, zal dan hopelijk tot het verleden behoren.

Zal in de ontwikkelingslanden de consumptie van suiker in de komende decennia toenemen, in Noord-Amerika en in West-Europa zal dit in mindere mate het geval zijn.

De wereldmarktprijs van suiker wordt in het algemeen bepaald door relatief kleine overschotten.

In de meeste landen is meer dan 80 % van de geproduceerde suiker bestemd voor binnenlands gebruik[7]. Suiker, hoe onmisbaar ook in het gebruikelijke smaakpakket, heeft voor het verbruik in de ontwikkelde landen — de als het ware weldoorvoede landen — één groot nadeel: het levert veel calorieën.

Indien in de toekomst bruikbare produkten beschikbaar zouden komen die wel zoetkracht bezitten maar weinig of geen calorieën leveren, zou dat invloed op de suikerafzet kunnen hebben.

Tabel 4. Schatting van zoetkracht van diverse produkten ten opzichte van suiker.

stof	zoetkracht
suiker (saccharose)	1
fructose	1,3
invert suiker	1,1
dextrose	0,7
sorbitol	0,6
maltose	0,4
cyclamaat	100
dulcine	200
saccharine	500
5 nitro 2 n propozyaniline	4000
neo hesperidine di hydrochalcone	6000

In tabel 4 is de zoetkracht van een aantal stoffen ten opzichte van suiker weergegeven.

Het gebruik van dulcine en van 5 nitro 2 n propozyaniline is vanwege farmacologische bijwerkingen reeds lang verboden. Thans is ook het gebruik van cyclamaten in de meeste landen niet meer of alleen onder bepaalde voorwaarden toegestaan en het ziet er niet naar uit dat op korte termijn het gebruik van deze stof opnieuw zal worden toegelaten.

Een mogelijkheid voor de toekomst zou het neo hesperidine kunnen zijn. Dit produkt geeft voorlopig in langdurige proeven op ratten geen toxisch effect te zien. Deze proeven zijn echter nog niet afgesloten. Toch zal het de chemische industrie, gezien de interessante markt, zeker gelukken om in de toekomst met zoetmakende stoffen een deel van de suikerafzet in handen te krijgen. Natuurstoffen of licht-gemodificeerde natuurstoffen die een grote zoetkracht hebben en daarbij ook nog het totale smaakpatroon van suiker nabij komen, zullen in de toekomst ongetwijfeld ter beschikking komen.

Bij de realisering van de eventuele technische mogelijkheden zullen, naast plaatselijke smaakgewoontes, ook en vooral gezondheidsaspecten een rol spelen. Uitvoerig onderzoek zal voorafgaan aan het toelaten van in principe voor het organisme vreemde chemische verbindingen. Hierbij zullen meer inzicht in het verband tussen chemische samenstellingen van een verbinding en de inwerking op het organisme en de toenemende verfijning van analytische methoden een rol spelen.

Dit kan zowel bevorderlijk als hinderend zijn voor het toelaten van bepaalde verbindingen.

Een van de produkten die in de komende decennia enigermate van invloed zal zijn op de afzetpositie van suiker is het uit zetmeel geproduceerde glucose.

Onder deze benaming vallen diverse vaste stoffen zoals gekristalliseerde glucose — dextrose genaamd —, alsmede een aantal vloeibare produkten — glucoestropen.

Deze stropen bevatten naast glucose diverse oligosacchariden. Uit de zoetheidstabel blijkt wel dat de zoetkracht van glucose minder is dan die van suiker. Toch wordt ook glucose in een groot aantal produkten toegepast, vaak additioneel aan suiker.



Uit tabel 5 blijkt wel dat een grote beïnvloeding van het afzetgebied van suiker door een toenemend verbruik van glucose niet te verwachten is. Het glucoseverbruik is gemiddeld 1 kg per hoofd per jaar; voor suiker is dit ongeveer 20x zo hoog.

Tabel 5. Consumptie van glucose en suiker in 1967 en 1975 in kg/hoofd.

produkt	glucose		suiker	
	1967	1975	1967	1975
landen				
West-Europa	1,8	2,1	34	36
Noord-Amerika	7,9	8,1	48	47
ontwikkelings-	0,5	0,5	12	15
centraal geleide-	1,0	1,0	13	15
gehele wereld	1,1	1,2	18	20

De wereldproductie van glucose (dextrose + stropen) bedroeg in 1967 ongeveer 4 miljoen ton waarvan ongeveer 700.000 ton in West-Europa werd geproduceerd en ongeveer 1,8 miljoen ton in Noord-Amerika.

Hoe snel de afzet van glucose zal groeien en de suikerafzet — althans de groei van deze afzet — kan beïnvloeden, hangt af van een aantal factoren. Internationale regelingen kunnen de groei van de glucoseafzet belemmeren.

Een groot aantal jaren hebben warenwettelijke voorschriften in een aantal Europese landen enigermate discriminerend gewerkt op het gebruik van glucose. Thans komt daar verandering in. De toeneming van het glucoseverbruik in de ontwikkelingslanden zal parallel lopen met de algemene industriële ontwikkeling aldaar.

## B. Zetmeel

Zoals reeds hiervoor is gebleken, bestaan de granen, knollen en wortels die als koolhydraatrijke basisvoedingsmiddelen worden verbruikt, voor het grootste gedeelte uit het koolhydraat zetmeel, althans voor wat betreft de droge stof. Het zetmeel komt in de vorm van kleine korreltjes met een diameter van 1-100  $\mu\text{m}$

in de cellen van de plant voor. Deze zetmeelkorrels kunnen in praktisch zuivere toestand worden gewonnen door ze te scheiden van de andere bestanddelen van de granen, wortels en knollen zoals de eiwitten, vetachtige stoffen, cellulose, suikers, mineralen e.d. De wereldproductie van zetmeel bedraagt ongeveer 10 miljoen ton per jaar.

Uit tabel 6 blijkt dat een groot deel van het zetmeel in voedingsmiddelen wordt verwerkt (ongeveer 70 %).

Mais, aardappelen en cassave (= maniok = tapioca) zijn de belangrijkste uitgangsmaterialen voor de winning van zetmeel. Het uit aardappel geproduceerde zetmeel maakt een gering percentage uit van de totale zetmeelproductie; vooral mais wordt als uitgangsmateriaal daarvoor toegepast.

In West-Europa werd in 1969 1,6 miljoen ton maiszetmeel en 0,7 miljoen ton aardappelzetmeel geproduceerd.

Van het aardappelzetmeel wordt in het algemeen minder dan 25 % in voedingsmiddelen verwerkt.

De aardappelzetmeelindustrie is dus geen „specifieke calorieleverende industrie“.

Het grootste gedeelte van het aardappelzetmeel wordt toegepast in technische sectoren zoals b.v. de papier-, textiel- en kleefstoffenindustrie.

De toepassing van maiszetmeel is veel meer dan bij aardappelzetmeel gericht op de voedingssector.

Vooraf glucose op basis van maiszetmeel heeft een grote markt in Noord-Amerika.

Maar ook als zodanig wordt maiszetmeel meer voor menselijke consumptie toegepast dan aardappelzetmeel. Dit komt uitsluitend door de fysische verschillen in het gedrag van de beide producten in hun toepassingen.

Het zetmeel dat in voedingsmiddelen wordt toegepast, dient niet in de eerste plaats voor het leveren van calorieën. Het zetmeel en de daarvan afgeleide producten worden in hoofdzaak uit technische overwegingen in voedingsmiddelen opgenomen. Het zetmeel fungeert daarbij als verdikkingsmiddel, geleermiddel, bindmiddel, emulgeermiddel en/of als stabilisator.

Het zetmeelproduct geeft het voedingsmiddel een aantrekkelijker uiterlijk, een betere textuur en een prettiger „mondgevoel“, voorkomt een afscheiding van bepaalde bestanddelen van het voedsel en fungeert als drager van aroma's en smaakstoffen.

Zetmeel zelf is neutraal van smaak.

Tabel 6. Productie en consumptie van zetmeel in 1967 en in 1975.

landen	1967			1975		
	productie x 10 <sup>6</sup> ton	verbruik in voeding x 10 <sup>6</sup> ton	totaal- verbruik kg per hoofd	productie x 10 <sup>6</sup> ton	verbruik in voeding x 10 <sup>6</sup> ton	totaal- verbruik kg per hoofd
West-Europa	2,4	1,5	5,5	3,0	1,9	6,5
Noord-Amerika	3,5	2,2	15,2	4,0	2,6	15,5
Japan	1,2	0,75	12,0	1,5	1,0	13,8
overige landen	1,9	1,5	0,7	2,0	1,6	0,6
wereld	9,0	5,95	2,6	10,5	7,1	2,6



Voedingsmiddelen waarin zetmeel kan worden opgenomen, zijn o.m. soepen, sauzen, pudding, vla, desserts, suikerwerk, blikconserven, taartvullingen, bakkerijproducten, snacks en vele anderen.

Nu er behoefte komt aan zetmeelproducten met zeer specifieke eigenschappen, zullen mogelijk veranderingen komen in het toeleveringspatroon, waarbij ook aardappelzetmeel meer mogelijkheden als grondstof zal verkrijgen.

Bij vele nieuwe toepassingen, zoals b.v. in instantproducten en diepvriesproducten, en bij de toepassing van nieuwe werkwijzen, zoals b.v. continue processen, worden aan het toe te passen zetmeelprodukt andere eisen gesteld. Met de eigenschappen van natief, ongemodificeerd zetmeel komt men niet meer uit.

In het algemeen dienen zetmeelproducten die in de voedingssector worden toegepast, te voldoen aan nauw begrensde eisen voor wat betreft reologie, structuur en fysische eigenschappen.

Diverse fysische en vooral chemische modificaties komen in aanmerking om het zetmeelmolecule de gewenste eigenschappen te verlenen zoals: verlaging van het moleculairgewicht, waardoor het zetmeel in hogere concentraties in water kan worden opgelost; verknoping (crosslinking) van de zetmeelmoleculen waardoor de korrelstructuur zodanig wordt verstevigd dat de korrel bij hoge temperatuur, roeren e.d. of onder invloed van zuren niet zo gemakkelijk in water uit elkaar valt; en het aanbouwen van bepaalde zijgroepen aan het zetmeelmolecule, waardoor gelering en retrogradatie worden tegengegaan.

Chemische modificaties van het zetmeelmolecule kunnen echter in bepaalde gevallen invloed hebben op de verteerbaarheid van het zetmeel. De inwerking van enzymen, zoals die in het menselijk lichaam voorkomen, kan worden belemmerd door chemische modificaties in het zetmeelmolecule. Het is dan ook wenselijk dat terdege wordt nagegaan in hoeverre deze chemische modificaties schadelijk kunnen zijn voor de gezondheid.

De overheid ziet terecht toe dat geen modificaties worden toegepast die door experts op het gebied van de toxicologie als schadelijk zijn aangemerkt. Naar de invoering van een internationale uniforme regeling dient echter te worden gestreefd. Dit geldt niet alleen de toepassing van gemodificeerde zetmelen, maar evenzeer het daaraan voorafgaande toxicologische onderzoek.

Het is duidelijk dat voor het aanbrengen van modificaties in het zetmeelmolecule het werken met fysische of enzymatische methoden, waarbij het zetmeel op meer „natuurlijke” wijze wordt aangetast, de voorkeur verdient.

Niet altijd zullen de gewenste eigenschappen via deze methoden kunnen worden gerealiseerd.

De fabricage van meer ingewikkelde zetmeelproducten kan voor de zetmeelindustrie in de meer ontwikkelde landen, ook in de verdere toekomst, steeds belangrijker worden.

Enerzijds omdat de vraag naar grondstoffen voor instant- en diepvriesproducten zal toenemen, maar anderzijds ook omdat ongemodificeerd zetmeel en eenvoudige daarvan afgeleide producten mogelijk door de ontwikkelingslanden kunnen worden geleverd. De zetmeelindustrie in die landen zal weliswaar eerst aan de lokale industrieën leveren (papier, textiel, kleefstoffen), maar daarna zeker ook de markten van de meer ontwikkelde landen bereiken. Producten met een grotere toegevoegde waarde kunnen dan door de meer ontwikkelde landen worden gefabriceerd en bij een verdere economische groei in die landen tenslotte ook daar weer afzet vinden.

Wat de prijsontwikkeling van de koolhydraten betreft, is weinig met zekerheid te zeggen: de diverse landen en gemeenschappen voeren een eigen landbouwpolitiek. Tengevolge hiervan zullen binnen tolmuren nationale of regionale prijsregelingen van kracht zijn. Op de wereldmarkt zullen vaak overschotten prijsbepalend zijn. Het enige wat met zekerheid is te zeggen is dat er grote variaties op prijsgebied mogelijk zijn.

#### Literatuur

1. Carbohydrate Metabolism - Dickens-Randle-Whelan p. 499.
2. Symposium on Foods: Carbohydrates and their Roles - Schultz-Cain-Wroldstad p. 41.
3. International Spectator - de Wit - 23, p. 399.
4. *ibid.* p. 401.
5. Agriculture Comm. Projection 1975-1985 - vol. II p. 55.
6. La pomme de terre Française - juni 1970 aangehaald in Persooverzicht Hoofdprodukt v. Akkerbouwproducten 15e. jaargang no. 32 14 augustus 1970 p. 717.
7. World sugar outline for 1970 - Dr. Albert Viton - Sugar Y Azucar - december 1969.



# Hoofdstuk 7. De problematiek van de levensmiddelenproductie en distributie in Nederland, nu en in de toekomst

## ONTWIKKELING VAN MOGELIJKHEDEN EN BEHOEFTE

door

ir. H. Glazenburg, lid Raad van Bestuur Albert Heyn N.V., Zaandam.

### Samenvatting

*De grotere welvaart in Nederland en de verdeling daarvan onder de bevolking heeft voor velen de mogelijkheid geschapen meer geld uit te geven dan voor een minimum levensonderhoud noodzakelijk is.*

*Voor de levensmiddelenmarkt bevordert dit het verbreden van het assortiment en een verschuiving naar hoogwaardiger produkten.*

*Deze ontwikkeling verloopt echter minder soepel. Het zijn niet alleen de consument, de distribuut en de fabrikant, die de loop van dit proces bepalen.*

*Vele invloeden en beperkingen vanuit verschillende andere bronnen verlangen gehoord en gehoorzaamd te worden.*

*Teneinde de kennis en kunde op het gebied van levensmiddelenproductie en distributie optimaal te benutten ten bate van de instandhouding van deze bedrijvigheden en de bediening van de consument is een waardering van deze invloeden en beperkingen noodzakelijk.*

### I. Inleiding

Onze verre voorouders moesten met beperkte natuurlijke mogelijkheden in hun voedselbehoefte voorzien. Kosten speelden nog geen rol, omdat er nog geen sprake was van door een welvaartssituatie mogelijk gemaakt patroon van bestedingen.

Door het aangaan van contacten met in andere situaties levende gemeenschappen ontstond de uitwisseling van produkten. De groeiende bestedingsmogelijkheden werden door ruilhandel bevredigd. Vaak werd afgezien van het zelf produceren van goederen die blijkbaar goedkoper konden worden geïmporteerd. Er ontstaat een door de natuurlijke omstandigheden opgelegde taakverdeling.

Gedurende deze eeuw voltrekt zich in de geïndustrialiseerde bevolkingscentra een proces, waarbij door de stijgende loonkosten eigen productie van verschillende voedingsgrondstoffen economisch steeds minder aantrekkelijk is, met als gevolg een vergrote invoer van deze grondstoffen en een ontwikkeling van de fabrieksmatige verwerking tot hoogwaardige eigentijdse voedingsmiddelen.

Nu er in deze gebieden geen nooddrift meer is, heeft de fabrikant van levensmiddelen niet meer alleen te maken met prijs- en kwaliteitsconcurrentie van identieke produkten, maar zeker even sterk met anders gepresenteerde produkten en met produkten uit geheel andere sectoren van het bestedingspatroon dat steeds meer op drift schijnt te geraken.

Productie en distributie zijn een kunst en steeds meer een doel op zichzelf geworden voor de producent.

Deze ontwikkelingen verklaren een aantal wezenlijke verschillen in de voedingssituatie tussen landen als Nederland en vele ontwikkelingslanden.

Productie als doel op zichzelf heeft neiging tot voortdurende groei, mede om een zo laag mogelijke kostprijs te kunnen bereiken. Vaak zal het oorspronkelijke afzetgebied te klein worden. Nieuwe marktgebieden worden betreden.

Dit geldt wel in het bijzonder voor de Nederlandse levensmiddelenproducenten. Er is voor de voedingsindustrie in Nederland geen sprake meer van een gesloten economie.

Hoewel het de bedoeling van de Stichting Toekomstbeeld der Techniek is zich vooral bezig te houden met de ontwikkelingen in Nederland, blijkt het noodzakelijk niet alleen met de grondstoffensituatie in de gehele wereld rekening te houden (bijdrage prof. Dols), maar ook voor produktontwikkeling, produktiemogelijkheden en marktontwikkelingen op het gebied van voedingsmiddelen over de grenzen te zien.

In dit artikel zal ik mij echter zoveel mogelijk beperken tot de Nederlandse situatie omdat die op zichzelf al zo ingewikkeld is, dat veel interessante aspecten voorlopig buiten beschouwing moeten blijven.

### II. De huidige situatie

Levensmiddelenproductie als doel op zichzelf zal eigen wegen zoeken om de instandhouding van het bedrijf veilig te stellen. Daarvoor zullen niet alleen



produkten worden ontwikkeld die bij de opkomende behoeften in een welvaartsmaatschappij aansluiten. Er zullen ook behoeften worden geschapen, teneinde de nagestreefde doelen van de producent te kunnen waarmaken. Juist in deze laatste activiteit — die zinloos zou zijn in landen waar men het hoofd maar net boven water kan houden — zal de producent voor zijn nieuwe produkten alleen een plaats kunnen verwerven in het welvaartsbestedingspatroon als hij open staat voor zeer uiteenlopende facetten van de samenleving waarop hij zich richt.

Uit bovenstaande beschouwing blijkt dat de Nederlandse toestand een eigen karakter heeft, dat in de eerste plaats wordt gevormd door de deelnemers binnen het land, maar deels ook wordt beïnvloed door vanuit Nederland op het buitenland gerichte activiteiten en door buitenlandse activiteiten gericht op het Nederlandse gebied.

De deelnemers binnen Nederland zijn enerzijds de producenten en de distributeurs die voortdurend door hen veronderstelde mogelijkheden tot ontwikkeling en aanvaarding willen brengen. Dit teneinde hen direct en op langere termijn de voor de instandhouding van de onderneming noodzakelijke winst te verschaffen.

Tot de deelnemers behoren anderzijds, behalve de individueel kopende consument,

- de overheid;
- de wetenschap;
- en instellingen en groeperingen met bepaalde maatschappelijke oogmerken,

die voor de gezamenlijke consumenten de spelregels (soms uitgewerkt tot gedetailleerde voorschriften) opstellen waaraan ook de creatieve producent gebonden is, in het belang van o.a.:

- de fysieke volksgezondheid;
- de geestelijke volksgezondheid;
- het reserveren van ruimte in het bestedingspatroon voor andere gemeenschapsdoelen.

De ondernemer die zich als werkterrein het distribueren van levensmiddelen heeft gekozen, stelt zich eveneens de continuïteit, dus de rentabiliteit, van zijn onderneming ten doel.

Vanuit zijn denkpatroon zal hij met het oog op de instandhouding van de onderneming ook een bijdrage moeten leveren aan de toekomstige ontwikkeling van de voeding.

Daarnaast behoort de gezamenlijke verantwoordelijkheid met de overheid, de wetenschap en de andere maatschappelijke groeperingen tot de uitgangspunten voor zijn beleid.

De distributeur van voedingsmiddelen moet zich direct richten tot een veelheid van ongelijksoortige afnemers. Hij zal daarbij een assortiment goederen ten verkoop moeten bieden dat de consument bereid is te kopen.

Er is in ons economisch stelsel geen enkele macht die de consument dwingt een bepaald artikel op een bepaalde plaats te kopen. Hij is vrij in zijn keuze. Be-

invloeding van deze keuze door de distributeur is wel mogelijk. Daartoe is het voor hem een noodzaak het consumentengedrag te kunnen doorzien. Maar hoe?

Een onderzoek naar de levensvatbaarheid van 1123 nieuwe kruidenierswaren die in 1965 in de Verenigde Staten van Amerika werden gelanceerd toonde aan, dat binnen een jaar na het op de markt brengen 649 artikelen uit de markt waren genomen wegens gebrek aan omzet. De omzetcijfers van de rest leidden tot de verwachting dat waarschijnlijk ca. 15% (nl. 170 van de 1123 nieuwe artikelen) een levensduur van tien jaar zou halen.

Opmerkelijk en voor de producent verontrustend is dat de specialisten ook in Amerika blijkbaar nog geen methoden kennen om vooraf vast te stellen welke produkten succes zullen hebben.

„In deze weldoorvoede gemeenschap is er geen reden om aan te nemen dat het welslagen gereserveerd is voor het artikel dat de hoogste voedingswaarde voor het geld geeft, zelfs wanneer de consument hiervan op de hoogte is.

Het succes hangt er meer van af als redelijk goed produkt te worden aangezien, begeleid door mooie praatjes (superb blarney) en een aansprekende naam” zegt N. W. Pirie in „Food resources conventional and novel” (Pelican A 1045, blz. 174).

De distributeur zou zich oppervlakkig bezien geen zorgen behoeven te maken over het niet verkoopbaar zijn van een nieuw gebracht artikel. Het tegendeel is waar. De consument, die in de distributeur zijn directe dienaar ziet, verwacht van hem de juiste keuze, d.w.z. de consumentenkeuze.

Indien de distributeur wil voortbestaan, moet hij het in de ogen van de consument beter doen dan zijn concurrent. Hij moet progressief zijn en dus nieuw en verrassend naar voren komen. Om dit te kunnen realiseren zal hij druk uitoefenen op zijn leveranciers. Bereikt hij hiermee geen resultaat, dan zal hij overwegen zelf de produktie ter hand te nemen. Dan wordt ook voor hem het risico van niet succesvolle investeringen wel weer groter, maar hij moet dit risico beter kunnen dragen. Enerzijds doordat het in de regel slechts een klein deel van zijn assortiment betreft, anderzijds omdat hij het dichtst bij de consument staat en hem dus het beste moet kennen.

Hij is hierdoor wat minder dan de producent afhankelijk van het marktonderzoek, dat, hoezeer ook in opkomst, nog lang niet onfeilbaar is. Hij was geen succesvol distributeur geworden als hij niet gezegend was met een goede intuïtie; en in zijn directe contact met de consument kan hij deze intuïtie voortdurend toetsen en voeden met nieuwe ervaringen. Hij kan hierdoor op korte termijn gelijke tred houden met de behoefte-ontwikkeling bij de consument.

En toch staat ook hij steeds weer voor problemen, vragen en onbegrepen reacties.

Problemen, o.a. omdat ook hij in deze snel veranderende samenleving niet meer alle relevante facetten voldoende kan overzien en in hun samenhang doorzien.

Vragen, o.a. aan de wetenschap over mogelijkheden van nieuwe voedingsbestanddelen en ongewenste neveneffecten. Onbegrepen reacties bijvoorbeeld als goed aangeslagen proefverkopen in een bepaalde



streek niet reproduceerbaar blijken in het gehele verkoopgebied, zoals onlangs bij een zorgvuldig uitgebreide campagne voor bestraalde champignons.

Naarmate de nieuwe produkten meer investeringen of jaren van voorbereiding (research, dier- en gewasveredeling e.d.) vragen, kunnen producent en distributeur zich de hiervoor genoemde 85% mislukking niet meer veroorloven.

Hoezeer ervaring en intuïtie ook onmisbaar zullen blijven in een terrein als het onderhavige, daarnaast moeten voor een wat verdere toekomst door systematische studie meer meetmethoden worden ontwikkeld dan thans ter beschikking staan.

De bekende marketingmethoden kunnen door hun aard geen inzicht geven over de situatie op langere termijn.

### III. Hoe meer zicht op de toekomst?

Wat betekent nu een meer systematische studie voor een terrein als voeding en in het bijzonder voor de distributeur die vooruit wil zien?

In de eerste plaats betekent dit het onderkennen van alle factoren, die direct of indirect van invloed kunnen zijn op het aanbod van bestaande — en nieuwe voedingsmiddelen en op de vraag daarnaar.

Rechtstreeks daarmee verbonden is het kwantificeren van die beïnvloeding van aanbod en vraag door elke factor, teneinde uit de resultante van al deze invloeden de meest waarschijnlijke ontwikkeling te kunnen vaststellen.

Maar als men zich dan realiseert dat al deze factoren ook elkaar beïnvloeden, terwijl zij ieder voor zich kwalitatief en kwantitatief evolueren in de tijd, en dat men deze ontwikkeling over een vrij groot aantal jaren moet kennen of benaderen, dan zal men gaan twijfelen aan de mogelijkheid om een systematische studie en aanpak te kunnen volbrengen.

Moeten we dan concluderen dat een systematische aanpak een utopie is?

Gezien de resultaten op het gebied van voedingsmiddelenonderzoek, die blijken uit andere bijdragen tot dit symposium, moet het toch mogelijk zijn door meer weten tot betere beslissingen te komen. Wij zullen ons echter bewust moeten blijven dat er sprake zal zijn van een **partieel weten** en dat beslissen alleen op basis van een eenzijdige informatie gevaarlijker is dan intuïtief beslissen. Toch moet het door een zinvolle combinatie van wetenschap (meten) en intuïtie mogelijk zijn praktisch houvast te krijgen op de mogelijke en wenselijke ontwikkeling van de voeding in Nederland ten behoeve van het beleid van overheid, wetenschap en bedrijf.

Onze intuïtie zal moeten helpen zowel bij het opstellen van relatiemodellen als bij het voorlopig kwantificeren van invloedsfactoren, teneinde de toelaatbaarheid van vereenvoudigingen en begrenzungen in de probleemstelling te beoordelen.

Mag ik dan beginnen als distributeur van voedingsmiddelen in kaart te brengen welke facetten en sectoren van de samenleving factoren opleveren voor mijn beslissingspatroon. In dit patroon stel ik mij centraal op, omdat het gaat om het voorbereiden en afwegen van mijn beslissingen terzake van de ontwikkeling van voedingsmiddelen op korte en lange termijn. Zie fig. 1.

Consumentenbehoeften en produktiemogelijkheden hebben in het verleden hoofdzakelijk de keuze van de distributeur bepaald.

Het is echter zeer wel mogelijk dat overheid, wetenschap, producenten, consumentenorganisaties en anderen een grote invloed zullen uitoefenen op de ontwikkeling van voeding en voedingsgewoonten. Daarom zou het interessant zijn wanneer deze groepen eveneens een dergelijk schema opstellen waarin zij zichzelf centraal stellen.

De laatste jaren gaat de invloed van de beperkingen steeds groter worden. Overheidsmaatregelen ter bescherming van de gezondheid worden steeds indringender, maar ook de verantwoordelijkheid van de producent gaat een steeds belangrijker deel van zijn overwegingen uitmaken. Zelfs zijn er de nog zeer onduidelijke beperkingen van psychologische en sociologische aard, waarmee niemand nog raad weet, behalve de groep die meent er de straat mee op te moeten gaan.

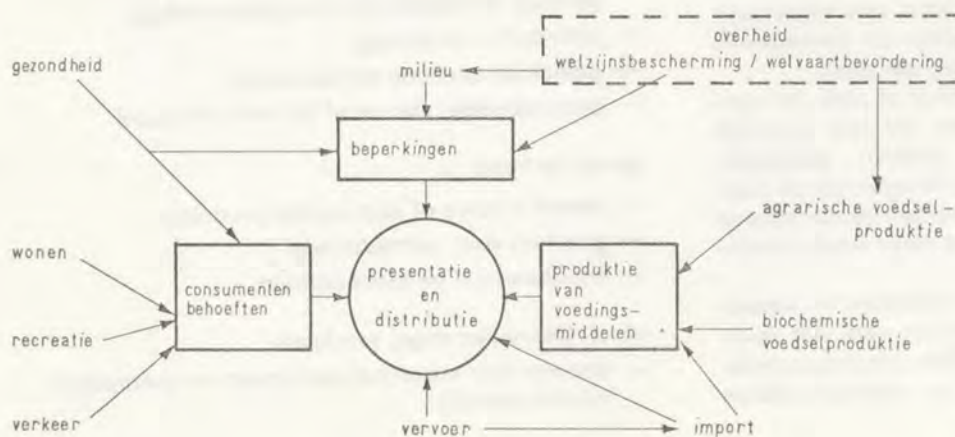


Fig. 1. Relatiemodel voor de levensmiddelendistribuant.



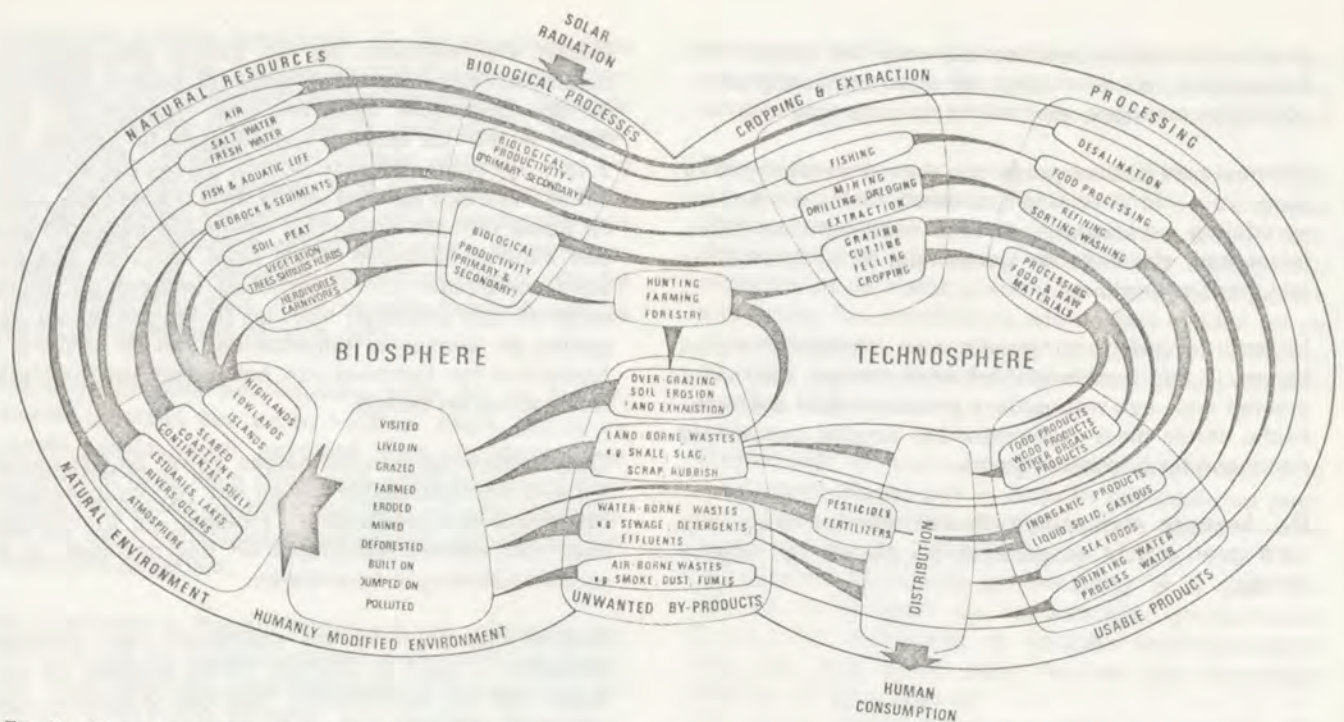


Fig. 2. Interactie tussen biosfeer en technosfeer. (E. M. Nicholson © 1970/design by Land Use Consultants)

Juist de laatste soort beperkingen kon wel eens een gevaar zijn voor de vooruitgang van goede projecten.

Verder zijn er beperkingen in opkomst die uit het milieuvraagstuk voortvloeien. Zij beïnvloeden het voedingsvraagstuk in bijna al zijn aspecten, zoals treffend blijkt uit het door E. M. Nicholson voor Land Use Consultants opgestelde diagram. Zie fig. 2.

Het eerder weergegeven relatiediagram waarin de distributeur centraal gesteld is, suggereert wellicht de mogelijkheid van factoranalyse en systematische afweging door de distributeur bij het nemen van zijn beslissingen.

Uit de voorafgaande beschouwingen is echter overduidelijk gebleken dat achter dit eenvoudige schema een haast onhanteerbare veelheid van mogelijkheden, invloedsfactoren en beperkingen staat, waarin, zoals ook uit het schema van Nicholson blijkt, weer allerlei onderlinge afhankelijkheden en versterkingseffecten voorkomen.

Dit beseffende is het eigenlijk nog verwonderlijk dat in het eerder aangehaalde Amerikaanse voorbeeld nog 15% van de nieuwe producten succesvol was. Het is zeker te verwachten dat door de toenemende complexiteit dit percentage omlaag zal gaan. Als we met deze conclusie dit artikel of zelfs dit symposium zouden besluiten, zouden we ons mogelijk wetenschappelijk verantwoord hebben gedragen, maar tevens effectief hebben bijgedragen tot de voor de bestuurders en ondernemers verlamme situatie waarin door de bomen het bos niet meer wordt gezien.

Het wordt dus tijd met vereende krachten te werken aan een praktisch operationeel model voor het voorstellen van mogelijke en wenselijke voedingsontwikkelingen of — nog bescheidener — voorlopig alleen

maar voor het toetsen van de wenselijkheid en mogelijkheid van de produkten van de intuïtieve creativiteit van de ondernemers. Daartoe zouden we kunnen beginnen ons af te vragen welke factoren uit deze "Umwelt" nu door de consument, de voedingsmiddelenproducent en distributeur en door de op hun activiteiten toeziende overheid — wellicht alleen nog maar intuïtief — worden gehanteerd bij hun keuzen en andere beslissingen.

Een „brain-storming“ van enkele leden van de Stichtingswerkgroep Voeding leverde in een vroeg stadium van de studie de volgende opsomming van factoren op die van invloed geacht werden op de mogelijkheid en wenselijkheid van nieuwe voedingsmiddelen.

vanuit consumptie:

- toenemend gezondheidsbewustzijn, dus streven naar ideale voedselpakketten afgestemd op categorie en leeftijd;
- streven naar puur natuur;
- voorkeur voor lage prijs;
- neiging tot luxe, afwisseling (dus ook kleine porties) en middel tot vrije tijdsbesteding;
- eenvoud in bereiding;
- gemak bij aankoop en bewaring;
- gezinsgrootte, eten in of bij werk of school.

vanuit verkoop:

- steeds nieuwe of vernieuwde produkten;
- geschikt voor zelfbediening;
- houdbaarheid en toonbaarheid.

vanuit (fabrieksmatige) productie:

- streven naar maximaal rendement en continuïteit van het bedrijf;



- onderkennen van en voortbouwen op de sterke en zwakke aspecten van de Nederlandse bedrijven;
- mogelijkheden van marktvergroting in de wereld;
- zolang mogelijk benutten van de investeringen;
- kwetsbaarheid verminderen (veelzijdig pakket, seizoengevoeligheid verminderen).

vanuit landbouw:

- welke produkten kan Nederland goedkoper produceren dan het buitenland;
- waar massaproductie elders goedkoper is, kan Nederland soms zich beter toeleggen op speciale kwaliteiten.

andere factoren:

- het wegtrekken uit de steden — grotere vervoersafstanden en -tijden;

- ontwikkelingen in de vervoerstechniek;
- ontwikkelingen in de verpakkingstechniek;
- ontwikkelingen in de bewaringstechniek.

Aangezien dit symposium niet meer pretendeert te geven dan de behandeling van een klein deel van ontwikkelingen in het voeden van Nederland, is het noodzakelijk dat anderen werkzaam in deze sector zich verder bezinnen op de uitwerking van het gegeven relatieschema en het aandragen van aanvullende factoren die in het gehele terrein belangrijke rollen vervullen. Met aanvullende studies zal een completer beeld kunnen worden verkregen van de gewichten die aan bepaalde deelontwikkelingen moeten worden gehecht; waardoor beleidsbeslissingen beter kunnen worden voorbereid.

Dit preadvies kwam tot stand in samenwerking met ir. J. Smit.



## Hoofdstuk 8. Verantwoord risico

door

prof. dr. A. G. M. van Melsen, hoogleraar wijsbegeerte, Katholieke Universiteit Nijmegen.

### Samenvatting

*Door ontwikkelingen in wetenschap en techniek kunnen veel meer mensen beter worden gevoed dan „van nature“ mogelijk scheen. Aangezien onze kennis echter lang niet volmaakt is, nemen wij grote risico's voor de toekomst. Het nemen van verantwoorde beslissingen wordt moeilijker wanneer we te maken hebben met risico's die niet op eenzelfde noemer kunnen worden gebracht, en nog veel moeilijker wanneer risico's van groten-deels onbekende of onvermoede aard in het spel zijn. Vanaf het moment dat de mens ontdekt heeft dat de gegeven natuurorde en de in zijn ogen daarmee verbonden maatschappelijke orde niet natuur-noodzakelijk was, maar volop ruimte bood voor menselijk ingrijpen, is het probleem van de verantwoordelijkheid voor risico's anders komen te liggen dan voorheen. Er ontstaat een zedelijke plicht tot ingrijpen wanneer de feitelijk bestaande orde geen ideale is. Het spreekt daarbij vanzelf dat naarmate het ingrijpen van de mens radicaler wordt, hij niet alleen met nieuwe, maar ook met grotere risico's zal worden geconfronteerd. Wanneer wij over risico's spreken, gaat het niet zozeer over het bewust verkeerd gebruiken van mogelijkheden, maar over eventueel uiterst gevaarlijke neveneffecten. Iemand die bij de voedselproductie kunstmest, of bepaalde bestrijdings- of conserveeringsmiddelen gebruikt, heeft niet de bedoeling mensen te vergifigen of de natuur te verontreinigen, integendeel, hij wil alleen maar goed doen. Het experimentele karakter van de wetenschap brengt met zich mee dat sommige risico's pas in of na het handelen zichtbaar worden, maar diezelfde wetenschap stelt ons ook in staat deze risico's, wanneer ze eenmaal bekend zijn, te onderzoeken en middelen te beramen om ze te beheersen. De voorkoming van onherroepelijke catastrofes vraagt natuurlijk een hoge graad van alertheid teneinde eventuele risico's in een vroeg stadium te onderkennen. En doordat niet steeds zo duidelijk is wie daarvoor nu precies verantwoordelijk is, ontbreekt daar nog heel wat aan. Het is dan ook nodig dat wij allen onze verantwoordelijkheid in een meer positieve zin bewust worden. In deze verantwoordelijkheid voor de totale gang van zaken neemt de verantwoordelijkheid voor de voedselproductie een sleutelpositie in, omdat daarbij een slechts geringe speelruimte is, enerzijds bepaald door de mogelijkheden van de natuur en anderzijds door de subtiele eisen van het complexe organisme dat mens heet. Het bewaken der risico's bij de voedselproductie kan slechts geschieden in de geest van een zo groot mogelijke onbaatzuchtigheid.*

### I. Inleiding

Sedert de voeding en daarmee ook de produktie, de conservering en de bereiding van voedingsmiddelen uit de sfeer van ervaring en traditie in die van wetenschappelijke en technische bemoeienis zijn geraakt, is ongetwijfeld zowel in kwantitatief als in kwalitatief opzicht grote winst geboekt. De aarde blijkt in staat veel meer mensen beter te voeden dan „van nature“ mogelijk scheen. Is echter alle geboekte winst wel echte winst? Zijn we niet bezig de natuur zodanig uit te putten dat wat nu winst schijnt, straks onherstelbaar verlies zal blijken? Juist omdat onze kennis lang niet volmaakt is, nemen we in elk geval grote risico's voor de toekomst. Mogen we deze risico's wel nemen? Natuurlijk kan men antwoorden dat er ook risico's zijn wanneer we ons louter aan de natuur toevertrouwen.

Dat is zo, maar het verschil is dan wel dat we in het ene geval zelf verantwoordelijk zijn voor het risico dat we nemen en in het andere niet, althans zo schijnt het op het eerste gezicht. Bij enig nadenken blijkt het toch niet zo eenvoudig. Immers, eenmaal ontdekt hoeveel meer mogelijkheden de natuur biedt dan zij ons in een overigens lange ervaring vóór de opkomst van wetenschap en techniek onthuld heeft, plaatst de natuur zelf

ons voor onze verantwoordelijkheid welke van haar reële mogelijkheden te benutten met alle risico's van dien. Alle risico's willen vermijden, zou neerkomen op ons onthouden van iedere activiteit en ook dat sluit risico's in.

Het probleem is derhalve niet zozeer of er risico's mogen worden genomen danwel in welke mate, waarbij het dan overigens in eerste instantie niet om een kwantitatieve maat gaat. Wanneer immers de onzekerheid inzake het resultaat van een keuze min of meer nauwkeurig kwantitatief kan worden berekend, dan zijn de grootste problemen al opgelost. Want dan kunnen de risico's van de onderscheiden alternatieven op een gemeenschappelijke noemer worden gebracht, zodat een verantwoorde keuze mogelijk is.

Deze gemeenschappelijke noemer kan overigens van velerlei aard zijn, de noemer behoeft zeker niet alleen in geld uitdrukbaar te zijn. Bij de overweging van al dan niet chirurgisch ingrijpen kan de gemeenschappelijke noemer inzake de betreffende risico's de statistisch vastgestelde levenskansen zijn, respectievelijk met niet of wel ingrijpen verbonden.

Iets soortgelijks geldt met betrekking tot de voedselproductie. Zolang het daarbij slechts om het afwegen



van risico's voor de gezondheid gaat, zal in veel gevallen de verantwoorde beslissing niet zo moeilijk zijn, men weet tenminste over welke risico's men het heeft. Men kan proberen ze zo nauwkeurig mogelijk in dezelfde „maat" uit te drukken en dan beslissen.

Ook bij relatief grote onkunde kunnen dan bepaalde beslissingen toch verantwoord zijn. Tijdens de hongerwinter is terecht heel wat dubieus voedsel gegeten, want het risico van niet-eten was in elk geval groter. Het nemen van verantwoorde beslissingen wordt echter moeilijker wanneer we te maken hebben met risico's, die niet op dezelfde noemer gebracht kunnen worden, en nog veel moeilijker wanneer risico's van grotendeels onbekende of onvermoede aard in het spel zijn. Een interessant voorbeeld vormt het risico dat de mens, overigens zonder het zelfs maar te beseffen, met de ontwikkeling van de wetenschap genomen heeft. Deze ontwikkeling heeft immers, via haar onvermoede consequenties voor de toeneming van het technisch kunnen, risico's voor het voortbestaan van de mensheid geschapen, die bij de eerste aanzet tot wetenschapsbeoefening onmogelijk te voorzien waren, omdat de band tussen wetenschap en techniek nog niet bekend was. Maar zo kan men opmerken: dit moge voor het verleden gelden, thans is de situatie veranderd. Dezelfde wetenschap met haar onverwachte consequenties heeft ons ook het „gereedschap" verschaft voortaan mogelijke risico's te onderzoeken.

Risico's mogen dan onvermijdelijk zijn, maar worden de wetenschappelijke mogelijkheden om hen te beperken wel voldoende benut? Staan wetenschap en technologie niet te eenzijdig in dienst van technische en economische „vooruitgang" zonder vooraf de risico's alzijdig te onderzoeken, zodat hoogstens achteraf en dan bij wijze van lapwerk iets aan de kwalijke neveneffecten van de zogeheten vooruitgang kan worden gedaan? Geldt dit met name niet met betrekking tot het „gebruik" van de natuur? Een vraag die bijzonder klemmend wordt in het kader van de voedingsproblematiek, waarin de mens op bijzondere wijze op de natuur is aangewezen.

Het kan niet de bedoeling van een wijsgerig betoog zijn in concreto na te gaan in hoeverre met name op het gebied van de voedselvoorziening — thema van dit symposium — onverantwoorde risico's worden genomen. Een wijsgerig betoog staat ergens anders op gericht en wel op de algemene problemen met het nemen van risico's verbonden. Zulk een algemeen probleem zou kunnen zijn in hoeverre wetenschappelijke en technische ontwikkelingen in beginsel in staat zijn bij te dragen tot het beter kennen van risico's en aldus tot een praxis kunnen leiden, die de risico's daadwerkelijk vermindert. Tot dit fundamentele probleem willen we ons beperken (als men dit al een beperking zou willen noemen). Dit heeft tot gevolg dat we, betrekkelijk weinig over voedselproductie en voedselvoorziening zullen spreken, want al geldt het betoog ook daarvoor, het is in wezen algemener en moet dit ook zijn. Want de specifieke risico's aan de huidige voedselproductie verbonden, zijn een gevolg van de verwetenschappelijking van alle menselijke activiteiten, ook van die welke met onze meest primaire levensbehoeften verband houden en waarin vroeger min of meer „van nature" was voorzien.

## II. De fundamentele beperktheid van alle kennen en kunnen

Het feit dat we niet zonder risico's door het leven kunnen gaan, heeft uiteraard te maken met de beperktheid zowel van ons kennen als van ons kunnen. Voorlopig lijkt het verstandig **kennen en kunnen** afzonderlijk te vermelden. Beperktheid van kunnen kan soms op beperktheid van kennen berusten, maar er zijn ook situaties waarin in eerste instantie niet zozeer ons kennen te kort schiet alswel ons kunnen. Ons kennen kan ons soms trouwens duidelijk maken, dat we ergens niet veel aan kunnen doen. Dat „vooralsnog" geen bemande ruimtetrips buiten ons zonnestelsel op het programma staan, berust niet op ons gebrek aan kennis van de kosmos, maar wel op het juist door deze kennis aan het licht tredend beperkt kunnen<sup>1)</sup>. Bij verder nadenken over dit voorbeeld (alsook over andere) zou natuurlijk kunnen blijken dat wat op het eerste gezicht een gebrek aan **kunnen** is, uiteindelijk toch wel op gebrek aan kennis berust, namelijk een onvoldoende kennis van de werkelijke mogelijkheden die de natuur ons biedt, wanneer we haar op de juiste wijze bespelen. Zo heeft men vroeger ook een tocht naar de maan voor onmogelijk gehouden, omdat men dacht dat de gravitatiekracht, die ons aan de aarde bindt, technisch niet kon worden overwonnen.

Heel in het algemeen kan men zeggen dat naarmate de wetenschap zich heeft ontwikkeld van een vrijwel exclusief rationele aangelegenheid naar een rationeel-experimentele, de aanvankelijk zo scherpe scheiding tussen de mogelijkheden van het **kennen** en die van het **kunnen** geleidelijk veel van haar scherpste heeft verloren. Want wezenlijk voor een rationeel-experimentele wetenschap is niet alleen dat het rationele kennen op het experimentele kunnen aangewezen blijkt, maar ook dat met het kennen ook het kunnen toeneemt. Terwijl vroeger de beperktheid van het kennen in hoofdzaak scheen te worden bepaald door de beperktheid van het verstand, en de beperktheid van het kunnen door de beperktheid van de „lichamelijke" vermogens, met name die van zintuig en hand, blijkt nu dat door de verwevenheid van kennen en kunnen **beider** bereik enorm is toegenomen, zij het op indirecte wijze. In strikte en rechtstreekse zin zijn immers de menselijke vermogens niet of nauwelijks toegenomen, de toeneming is het gevolg van de inschakeling van instrumenten, zowel van ideële aard (theorieën, modellen) als van materiële aard (waarnemings-, controle- en energie-leverende instrumenten, benevens die welke dienen om onze verworven kennis vast te leggen).

Niet alleen geldt echter dat onze oorspronkelijke vermogens even beperkt zijn gebleven als zij altijd al waren, ook op andere en eigenlijk veel fundamentele wijze blijft de oorspronkelijk beperktheid van ons kennen en kunnen in de nieuwe situatie aanwezig. Zo mogen door de inschakeling van het experiment de kenmogelijkheden enorm zijn toegenomen, deze experimentele inslag maakt ons tegelijk duidelijk dat de kennis van de werkelijkheid nooit af kan zijn. Door de kennistoename toont de werkelijkheid immers tel-

<sup>1)</sup> Verg. N. G. van Kampen, *Ruimtevaart en Natuurkunde*, in *Ruimtevaart en Wetenschap*, Utrecht 1968, blz. 135-138.



kens weer nieuwe mogelijkheden, die op hun beurt weer experimenteel moeten worden beproefd en daarvoor weer aanleiding kunnen geven tot nieuwe of verbeterde kennis. Geen wetenschap kan dus ooit klaar komen met de werkelijkheid; naarmate zij groeit, verandert ook de werkelijkheid. Heel in het bijzonder is zulks met de menselijke werkelijkheid het geval.

Het zojuist vermelde aspect van de fundamentele beperktheid van het kennen is echter niet het enige. De kennis is niet slechts altijd partieel in de zin van onaf, zij is ook partieel in de zin van abstract. Zoals een bepaald begrip slechts een bepaald aspect van een werkelijk ding weergeeft en nooit het ding in zijn totaliteit, zo benadert ook een bepaalde wetenschap de werkelijkheid altijd slechts op eenzijdige wijze. De biochemische studie van de voeding bijvoorbeeld heeft, hoe relatief perfect zij op haar eigen terrein ook moge zijn (perfect is zij nooit, zie boven), altijd slechts betrekking op de mens als biochemisme. De psychische, sociale en culturele aspecten van de voeding blijven als zodanig buiten het blikveld van de biochemicus.

De vermelde tweevoudige beperktheid van het kennen heeft uiteraard haar consequenties voor het wetenschappelijk geleid handelen, niet alleen met betrekking tot de techniek in engere zin, maar ook met betrekking tot alle andere vormen van de praxis. Dit is het gevolg van het grondgegeven dat wat er in de door ons gehanteerde werkelijkheid gebeurt nooit rechtstreeks wordt bepaald door ons begrip of onze intentie, maar door de eigen activiteit van de betrokken werkelijkheid. Een machine bijvoorbeeld werkt krachtens haar feitelijke structuur, niet krachtens de door ons bedoelde structuur. De pijl uit de boog (of het gelanceerde ruimtevaartuig) bereikt niet het door ons geïntendeerde doel, maar een doel dat van de — mede door ons teweeggebrachte — feitelijke schikking van de materiële componenten afhangt. Alleen in het geval dat de feitelijke schikking geheel overeenkomt met onze intentie valt geïntendeerd en feitelijk bereikt resultaat samen, maar dan altijd krachtens de feitelijke schikking en de daaruit voortvloeiende werking. Hetzelfde geldt ten aanzien van een door ons geproduceerd voedingsmiddel. Hoe dit feitelijk in het organisme werkt, hangt niet van onze intentie af, maar van de werkelijke interactie van voedingsmiddel en organisme. Evenzo hangt de feitelijke werking van kunstmest of ziektebestrijdingsmiddelen niet af van onze landbouwkundige bedoelingen, maar van de werkelijke eigenschappen ervan ten opzichte van de natuur.

Gezien nu deze beperktheid van ons kennen, zal het samenvallen van intentie en werking eigenlijk nooit volledig plaatsvinden. In de eerste plaats is er immers altijd een tekortschieten van de kennis. De gebruikte theoretische modellen, waarbinnen we hebben bedacht hoe ons ingrijpen in de werkelijkheid moet zijn om een bepaald doel te bereiken, schieten te kort. Daardoor blijft er altijd een duidelijk risico aan elk handelen verbonden, met name wanneer dit een nieuw handelen betreft. Wanneer het immers om routinezaken gaat, dan kan uit het tot dan toe gelukken van ons handelen blijken dat de modellen voldoende betrouwbaar zijn. Maar ook dan blijft het risico dat factoren optreden waarmee ons model nog niet of nog onvoldoende rekening heeft gehouden, hoewel het

factoren zijn die in beginsel tot het abstractie-niveau van het betrokken model behoren.

We hebben echter niet alleen met dit type van risico's te maken. Er is immers nog een tweede vorm van beperktheid bij ons kennen in het spel, namelijk die welke betrekking heeft op het partiele in de zin van het abstracte karakter aan alle wetenschap eigen en derhalve ook aan alle modellen. De werkelijkheid zelf is concreet, ze werkt altijd in haar totaliteit. Zij trekt zich niets aan van door ons bedachte modellen. Het zijn de modellen die zich naar de werkelijkheid moeten richten. Nu hebben we in feite ervaren dat we met goed recht bepaalde abstracties mogen toepassen, we weten bijvoorbeeld dat de mechanica en de chemie algemeen gelden, ongeacht of we haar op niet-levende of al dan niet menselijk levende wezens toepassen. Maar het blijven abstracties. Onze chemie moge bijvoorbeeld blijven opgaan, wat voor andere dan chemische consequenties bepaalde chemische ingrepen hebben ontgaat ons. Daarmee is een tweede fundamentele bron van risico's gegeven, die zich wel beperken (waarover straks), maar nooit elimineren laat. Gezien de complexiteit van de mens is het duidelijk dat met name bij alle handelen aan de mens, van welke aard ook en dus ook bij het manipuleren van zijn voedingspakket, beide vormen van risico's zich in hoge mate doen gevoelen. De mens is immers zowel complex in fysisch-biologisch opzicht alsook complex in een meer fundamenteel opzicht, omdat hij een geestelijk-stoffelijk wezen is. We laten hierbij maar in het midden in hoeverre hier sprake is van twee verschillende vormen van complexiteit, al dan niet elkaar wederzijds conditionerend of van twee zijden van dezelfde complexiteit, we weten daar eigenlijk nog zo weinig van. Feit is in ieder geval dat de mens uiterst complex is en dat derhalve alle handelen aan de mens vol risico's is.

### III. Wetenschap en risico

De vraag, waar we ons nu in het bijzonder mee moeten bezighouden, is in hoeverre door de ontwikkeling van de wetenschap en de praxis de risico's zijn toegenomen dan wel afgenomen. Bij deze vraag gaat het ons minder om wat in feite het geval is danwel om wat uit de aard van de wetenschappelijke ontwikkeling volgt. Welnu, uit deze ontwikkeling volgt zowel een toeneming als een afnemening van de risico's. In een bepaald opzicht zijn de risico's duidelijk afgenomen. Door een grondiger kennis van de natuur hebben we haar werkingen beter onder controle, zowel preventief als curatief. Daardoor zijn tal van bekende en vroeger niet of nauwelijks te beheersen risico's thans geen ernstige risico's meer, zoals bijvoorbeeld door natuurlijke risico's veroorzaakte hongersnood in streken met thans wetenschappelijk geleide voedselproductie. Daarvoor in de plaats zijn er weliswaar vele nieuwe bijgekomen, tegenover de afnemening van ziekterisico's staat bijvoorbeeld de toeneming van die van het moderne verkeer; de risico's van ondervoeding kunnen overgaan in die van overvoeding, maar dit is toch niet de voornaamste reden waarom we zoëven constateerden dat er ook een toeneming van risico's is.



Er is namelijk nog iets heel anders aan de hand. Vóór de opkomst van de moderne wetenschap en techniek stond de mens weliswaar tamelijk machteloos tegenover allerlei risico's van de natuur, zoals hongersnood, al dan niet epidemische ziekten, overstromingen enz., maar hij wist wel zo ongeveer waar hij met deze natuurrisico's aan toe was. Hij kende de risico's van het menselijk bestaan, hij besepte ook dat hij er slechts zeer gedeeltelijk verantwoordelijk voor was<sup>1)</sup> en in elk geval was hij niet in staat nieuwe risico's te scheppen. Alles bijeen had het er derhalve alle schijn van, dat het menselijk bestaan met alle daaraan verbonden risico's vastomschreven contouren had. De grenzen van de menselijke mogelijkheden leken voor altijd bepaald. Daarom had de toekomst eigenlijk ook weinig onbekends. Natuurlijk was het individuele lot van concrete mensen en ook van concrete gemeenschappen ongewis, maar er bestond geen twijfel over dat de toekomstige situatie op aarde van de mensheid als geheel gelijk zou zijn aan die van het heden. Door de ontwikkeling van de wetenschap en van de praxis weten we dat dit niet meer het geval is, al weten we niet waar de toekomstige situatie van de mensheid op zal uitlopen. Dit is het gevolg van de experimentele inslag van de wetenschap en de praxis. Welke de toekomstige mogelijkheden van de mens zijn, kunnen we niet vooraf vaststellen, we zullen het nog moeten ontdekken. Evenzeer zullen we nog moeten ontdekken welke risico's met deze toekomstige mogelijkheden zullen zijn verbonden. Of beter gezegd: het proces van het ontdekken van deze nieuwe mogelijkheden sluit zelf noodzakelijkerwijze risico's in, voor een deel nog onbekende risico's. Maar onbekend of niet, het zijn risico's waarvoor we zelf verantwoordelijkheid dragen, ze zijn het gevolg van ons handelen, we kunnen de verantwoordelijkheid ervoor niet meer op de natuur afwentelen. Of toch? Het is de moeite waard op deze vraag nog wat nader in te gaan.

#### IV. De nieuwe situatie inzake de verantwoordelijkheid voor risico's

Vanaf het moment dat de mens ontdekt heeft dat de gegeven natuurorde en de in zijn ogen daarmee verbonden maatschappelijke orde niet natuurnoodzakelijk was, maar volop ruimte bood voor menselijk ingrijpen, is het probleem van de verantwoordelijkheid anders komen te liggen dan voorheen. Uiteraard betekent de mogelijkheid tot ingrijpen in de natuurorde geenszins automatisch, dat deze mogelijkheid ook benut behoort te worden. Van een zedelijke plicht is slechts dan sprake als de feitelijk bestaande orde geen ideale is. En dat zij dit niet was, heeft de mens al beseft lang voordat er van een feitelijke mogelijkheid tot ingrijpend bespelen van de natuur sprake was. Daarvan getuigen de vele utopieën, waaruit een zedelijk besef spreekt over hoe het eigenlijk zou behoren te zijn als de feitelijke natuur van de dingen en van de mens en hun beider verhouding maar niet was

<sup>1)</sup> Voor zover de (natuur)rampen als straf van de goden of van God werden beschouwd, kon er van een indirecte verantwoordelijkheid sprake zijn.

zoals ze was. Het was geen zelfoverschatting, maar zelfschatting van de mens toen hij concludeerde, dat het eigen aan de mens was de werkelijkheid te begrijpen. En het experimenteren met de werkelijkheid was, zoals we hebben gezien, een logische voortzetting van het verlangen naar begrip. Toen bleek hoe ver dit experimenteren wel ging, was het evenzeer een redelijk verlangen en zedelijke plicht uit te zoeken welke mogelijkheden er waren om noden te lenigen, die tot dan toe onafwendbaar hadden geschieden, maar het niet langer meer bleken te zijn. Zoals het ook zedelijke plicht was uit te zoeken welke zedelijke idealen, die tot dan toe utopisch hadden geleken, realiseerbare werkelijkheid konden worden. Dit alles is de mens als zijn verantwoordelijkheid gaan voelen.

Dat er bij dit uitzoeken en bij deze poging tot realisering risico's opduiken, volgt uit de aard der zaak, dat wil zeggen vanwege de fundamentele beperktheden van 's mensen kennen en kunnen. In zekere zin kan men zelfs zeggen, dat de mens voor het optreden van risico's niet verantwoordelijk is, namelijk in zoverre als het optreden van risico's nu eenmaal onlosmakelijk verbonden is met het abstract en het experimenteel karakter van het menselijk kennen en het daarop gebaseerde handelen. Het spreekt verder vanzelf dat naarmate het ingrijpen van de mens radicaler wordt, hij niet alleen met nieuwe, maar ook met grotere risico's zal worden geconfronteerd. Elke wetenschappelijke ontdekking kan zowel goed als slecht worden benut; in dezelfde mate als een ontdekking ongekende goede mogelijkheden opent, doet zij zulks ook ten aanzien van de kwade. Daar is geen ontkomen aan en de mens is voor dit feit zelf dan ook niet verantwoordelijk. Hij is er bijvoorbeeld niet verantwoordelijk voor, dat het mogelijk is met behulp van kernenergetische processen elk menselijk leven op aarde te vernietigen en eventueel zelfs de aarde zelf. Om geen misverstand te laten ontstaan: de mens is er natuurlijk wel verantwoordelijk voor, dat hij alles doet om deze afschuwelijke catastrofe te verhinderen.

De vraag komt echter op of wij in het licht van de reeds bekende risico's, van de nog te verwachten en vooral van alles wat we van de mens weten, wel verantwoord zijn met het verder ontwikkelen van wetenschap en techniek. Zijn de kwade kansen niet te groot, ook al zijn er zoveel goede? Dit is de cruciale vraag die we inzake de verantwoordelijkheid moeten stellen. Van een dergelijke vraag kan men zich niet afmaken met de simpele constatering, dat de mensheid na eenmaal de wetenschap en de techniek te hebben ontdekt, er toch niet mee zal ophouden. Wellicht is dit waar, maar dan moeten we toch minstens proberen na te gaan waarom het waar is. En dit bepaald niet alleen ter bevrediging van onze weetgierigheid, ons wetenschappelijk instinct, maar vooral ook omdat een goed inzicht in de oorzaak van het niet kunnen (of willen) ophouden ons tegelijk de weg kan wijzen hoe ons te behoeden voor de kwade kansen. Want dit is in elk geval wel onze verantwoordelijkheid. En fatalistisch constateren dat de zaak hoe dan ook toch misgaat, is niet bevorderlijk voor het kweken van verantwoordelijkheidsbesef, tenzij het uiteraard slechts bedoeld is als realistische waarschuwing.

Hoe staat het nu met de ontwikkeling van wetenschap en techniek? Waarom is deze verantwoord ondanks de risico's? De reden waarom de mensheid wetenschap en techniek ontwikkelt, ligt in het feit dat de



mens zichzelf ervaart als een redelijk-handelend wezen. In het redelijke ligt niet slechts het verstandelijk leiding geven aan het handelen besloten en derhalve ook de taak tot een zo goed mogelijk begrip te komen van de werkelijkheid, maar daarbovenuit de opdracht tot zo goed mogelijk zelfbegrip en zelfverwerkelijking te komen. Zelfbegrip en zelfverwerkelijking vragen voortdurend om een kritische toetsing van alles wat de mens doet, met name een kritische toetsing van wat goed en wat verkeerd is met het oog op de zelfverwerkelijking van de mens. In principe bestaat dus ongetwijfeld de mogelijkheid, dat een bepaalde ontwikkeling als verkeerd of vooralsnog als te gevaarlijk moet worden afgewezen. Dit kan echter niet het geval zijn met betrekking tot de wetenschappelijke en technische ontwikkeling als zodanig. Daarvoor vormt deze tezeer een intrinsiek onderdeel van 's mensen zelfverwerkelijking, hij kan daarvan niet afzien op straffe van ontrouw te worden aan wat de mens ook bij kritische toetsing als zijn wezen ervaart. Maar hoe staat het dan met de kwade kansen, die uit de vergrote macht van de mensen voortspuiten?

Het antwoord daarop moet luiden, dat wat er aan goede en aan kwade mogelijkheden wordt gerealiseerd, geen kansspel is en ook niet mag zijn. Daarom kwalificeren de mogelijkheden ten goede, die uit de wetenschappelijke en technische ontwikkeling voortkomen, deze ontwikkeling dan ook meer dan de mogelijkheden ten kwade. Want de eerste behoren benut te worden, terwijl de laatste niet benut mogen worden. Daarom vormt het argument, dat er afschuwelijke gevaren voor misbruik dreigen, geen argument de ontwikkeling van wetenschap en techniek stop te zetten. Het vormt natuurlijk wel een argument voortdurend de uiterste waakzaamheid te betrachten en realistisch de werkelijke gevaren onder ogen te zien teneinde er iets aan te kunnen doen.

Het gaat echter, wanneer we over risico's spreken, niet zozeer over bewust verkeerd gebruik van mogelijkheden danwel over eventueel uiterst gevaarlijke neveneffecten. Iemand die bij de voedselproductie kunstmest, bepaalde bestrijdings- of conserveringsmiddelen gebruikt, heeft niet de bedoeling mensen te vergiftigen of de natuur te verontreinigen, integendeel, hij wil alleen maar goed doen (of het uit altruïsme gebeurt of uit eigenbelang doet in dit verband dan weinig terzake). In feite neemt hij echter grote risico's, die voor een deel pas op den duur blijken, waarbij het niet alleen om micro-risico's gaat, maar vooral ook om macro-risico's. Het is juist het optreden van deze laatste, dat in onze dagen reden tot ernstige verontusting geeft. En dit minder vanwege het kwantitatieve verschil — alles gebeurt nu eenmaal tegenwoordig op grote schaal — dan wel vanwege het voor het eerst in de geschiedenis opduikende verschijnsel, dat er onherroepelijke risico's blijken te bestaan voor de mensheid als geheel. Hoe erg soms ook de gevolgen kunnen zijn, wanneer bijvoorbeeld zou blijken dat een bepaald conserveringsmiddel, dat na voorafgaand onderzoek op mogelijke neveneffecten onschuldig werd bevonden, achteraf toch minder onschuldig is, men kan dan voortaan van dit middel afzien. Wanneer echter door een progressieve stelselmatige benutting van de natuur op een bepaald moment de capaciteit van de natuur om zich te herstellen zou worden aangetast of het totale genenpakket van de mensheid onherstelbaar beschadigd zou blijken, dan zou dit

onherroepelijk zijn. En deze mogelijkheden zijn als werkelijke mogelijkheden niet langer uit te sluiten. De eerste niet op grond van de toeneming van het aantal mensen en het toenemend beroep dat zij op de natuur doen, de tweede niet als we inderdaad met „genen” gaan manipuleren.

Dat het risico van onherroepelijke natuuraantasting reëel is, pleit overigens niet tegen het feit dat de mens sedert de ontwikkeling van wetenschap en techniek op ingrijpende wijze de natuur is gaan benutten om haar naar zijn hand te zetten, het onderstreept echter wel dat de zorg voor de natuur als milieu van de mens voortaan tot zijn verantwoordelijkheid behoort. Dat hij deze verantwoordelijkheid niet zodanig waar kan maken, dat hij van te voren alle risico's kan overzien en uitschakelen, is een benauwende realiteit, die echter evenmin fatalistisch als paniekerig onder ogen moet worden gezien, want dan werkt zij verlamdend. Dan wordt het feit dat het nu eenmaal, als gevolg van de beperktheid van het menselijk kennen en kunnen, onafwendbaar is dat vaak de risico's pas achteraf zichtbaar worden, al min of meer intuïtief gelijkgesteld met de onafwendbaarheid van de fatale afloop. Maar dit zijn twee totaal verschillende zaken. Want al brengt dan het experimentele karakter van de wetenschap met zich mee, dat sommige risico's pas in het handelen zichtbaar worden, dezelfde experimentele wetenschap stelt ons ook in staat deze risico's, wanneer ze eenmaal bekend zijn, nader te onderzoeken en de middelen te beramen om ze te beheersen.

De voorkoming van onherroepelijke catastrofes vraagt dan natuurlijk wel om een hoge graad van alertheid voor eventuele risico's teneinde ze in een vroeg stadium te onderkennen. En daar ontbreekt nog heel wat aan, met name ten aanzien van de onherroepelijk macro-risico's. Dit komt natuurlijk mede doordat niet zo duidelijk is wie daarvoor nu precies verantwoordelijk is. Het is de gehele mensheid en die heeft iets anoniems. De gevolgen zullen ook vaak pas in de toekomst funest zijn en ook dat bevordert de anonimiteit. Men zoekt dan wel zondebokken: de industrie, de managers, de politici, maar in feite zijn we het allemaal. En dit maakt concrete beslissingen en maatregelen niet eenvoudiger zolang de realiteit, dat de mensheid door de ontwikkeling van wetenschap en techniek daadwerkelijk een geheel geworden is en als geheel ook verantwoordelijk voor het aardse milieu, geen adequate politieke uitdrukking heeft gevonden. In het voorbijgaan moge worden opgemerkt hoezeer ook hier weer blijkt, dat de ontwikkeling van wetenschap en techniek positief moet worden gewaardeerd. Het is door deze ontwikkeling dat een vaag begrip als „eenheid van de mensheid” concrete zedelijke betekenis krijgt, ondanks de geweldige risico's met deze ontwikkeling verbonden. Of beter gezegd: deze risico's onderstrepen onze gezamenlijke verantwoordelijkheid voor de ontwikkeling. En wel in tweevoudig opzicht. Ten eerste is er de verantwoordelijkheid alles te doen om de nooit te vermijden risico's zo tijdig mogelijk te onderkennen en zo goed mogelijk uit te sluiten, ook al kan dit vaak slechts achteraf geschieden. Ten tweede, en wellicht nog belangrijker dan de rechtstreekse bestrijding van de risico's, is de noodzaak onze verantwoordelijkheid in een meer positieve zin bewust te worden. Juist omdat er enerzijds zoveel en zo grote risico's met de ontwikkeling van wetenschap en techniek zijn verbonden, terwijl anderzijds alleen via deze



ontwikkeling doeleinden realiseerbaar zijn die de mens als goed erkent (cf. wat over de utopie gezegd is), moet het nastreven van deze doeleinden ook veel bewuster geschieden dan in het verleden veelal het geval was. En zulks niet alleen omdat slechts daarin de rechtvaardiging van de aanvaarding van de onvermijdelijke risico's is gelegen, maar vooral ook omdat naarmate het streven naar de positieve doeleinden meer weloverwogen geschiedt, ook de waakzaamheid ten opzichte van de risico's wordt verhoogd. Weloverwogen betekent dan met name dat meer directe doeleinden naar best vermogen in grotere verbanden moeten worden beschouwd. Daarbij moeten we ons bewust zijn dat dit niet gemakkelijk is, gegeven de partialiteit van ons kennen en kunnen. Want slechts in het bewustzijn van deze partialiteit kan onze verantwoordelijkheid voor het geheel daadwerkelijk functioneren.

Ter afsluiting van dit deel van het betoog nog een enkele opmerking. We hebben in de voorafgaande beschouwingen meer aandacht besteed aan de macro- dan aan de micro-risico's, vanwege het onherroepelijke voor de mensheid als zodanig dat de macro-risico's teweeg kunnen brengen. Maar dit betekent in het geheel niet dat de micro-risico's minder onze aandacht behoeven. Want bij de micro-risico's kan het voor concrete mensen ook om onherroepelijke schade gaan. En daarenboven is het zo, dat het slordig omspringen met verantwoordelijkheden inzake dichterbij liggende risico's allerm minst bevorderlijk is voor het aankweken van verantwoordelijkheid voor de totale gang van zaken. En het is juist deze verantwoordelijkheid, die voor de toekomst steeds zwaarder zal gaan wegen.

## V. Conclusie

In deze verantwoordelijkheid voor de totale gang van zaken neemt de verantwoordelijkheid voor de voedselproductie een sleutelpositie in. En dit niet slechts in de wat triviale zin omdat voeding nu eenmaal tot onze meest primaire levensbehoeften behoort, maar vooral ook omdat het bij de voedselproductie om een altijd slechts betrekkelijk geringe speelruimte gaat, bepaald enerzijds door de mogelijkheden van de natuur en anderzijds door de subtiele eisen van het complexe organisme dat mens heet. Wil de basis aan de vooruitgang van de mensheid niet worden ontnomen, dan moet deze speelruimte ten volle worden benut. Dit brengt noodzakelijkerwijze risico's mee, zowel met betrekking tot het overschrijden van de grenzen als van het onvoldoende benutten van de aanwezige ruimte. Alleen de wetenschappelijk geleide en ethisch begeleide ervaring kan uitwijzen welke risico's verantwoord zijn en welke niet.

Het moge wat paradoxaal klinken als het om zo uiterst nuttige wetenschap en techniek gaat als bij de voedselproductie het geval is, maar toch is het waar dat dit bewaken van de risico's slechts in de geest van een zo groot mogelijke onbaatzuchtigheid kan geschieden<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Over deze geest van onbaatzuchtigheid uitvoeriger: A. G. M. van Melsen, *Wetenschap en Verantwoordelijkheid*, Utrecht 1969, Hfst. VIII, 2.



## Overzicht van verschenen Stichtingspublicaties

- |  |             |  |
|--|-------------|--|
| 1. Toekomstbeeld der Techniek;<br>ir. J. Smit, 1968  | uitverkocht |  |
| 2. Techniek en Toekomstbeeld,<br>Telecommunicatie in telescopisch beeld;<br>prof. dr. ir. R.M.M. Oberman, 1968   | uitverkocht |  |
| 3. Verkeersmiddelen;<br>prof. ir. J.L.A. Cuperus en anderen, 1968  | f 10,—      |  |
| 4. Hoe komt een beleidsvisie tot stand?<br>ir. P.H. Bosboom, 1969  | f 4,—       |  |
| 5. De overgangprocedure in het verkeer;<br>diverse auteurs, 1969   | f 12,—      |  |
| 6. De invloed van goedkope elektrische<br>energie op de technische ontwikkeling in<br>Nederland;<br>dr. P.J. van Duin, 1971  | f 5,—       |  |
| 7. Electrical energy needs and environmental<br>problems, now and in the future;<br>diverse auteurs, 1971  | f 12,—      |  |
| 8. Mens en milieu: prioriteiten en keuze;<br>diverse auteurs, 1971   | f 17,—      |  |
| 9. Het voeden van Nederland;<br>diverse auteurs, 1971  | f 12,—      |  |
| 10. Barge Carriers: some technical, economic<br>and legal aspects;<br>drs. W. Cordia, mr. G.J.W. de Vries en ir.<br>N. Wijnolst, 1972  | f 20,—      |  |
| 11. Transmissiesystemen voor elektrische<br>energie in Nederland;<br>prof. dr. J.J. Went, ir. A. Govers, drs.<br>M.C. Lelie en prof. ir. H. Wiggerts, 1972   | f 12,—      |  |
| 12. Elektriciteit in onze toekomstige energie-<br>voorziening: mogelijkheden en conse-<br>quenties;<br>dr. ir. H. Hoog, ir. P.J. Wemelsfelder,<br>prof. ir. D.G.H. Latzko, dr. D.J. Kroon en<br>prof. ir. J.J. Broeze, 1972  | f 15,—      |  |
| 13. Communicatiestad 1985: elektronische<br>communicatie met huis en bedrijf;<br>prof. dr. ir. J.L. Bordewijk e.a., ir. D. van<br>den Berg, dr. W. Horn, 1973  | f 16,—      |  |
| 14. Techniek en preventief gezondheidson-<br>derzoek; dr. M.J. Hartgerink, dr. H.H.W.<br>Hogerzeil, prof. dr. ir. P. Eykhoff, prof. dr.<br>J.C.M. Hattinga Verschure, prof. dr.<br>H.J.J. Leenen, dr. P. Gootjes, prof. dr.<br>A.H. Wiebenga, ir. D.H. Bekkering, 1973 | f 18,—      |  |
| 15. Technologisch verkennen: doelstellingen<br>en methoden;<br>ir. A. van der Lee, drs. Th.M.A.<br>Bemelmans en dr. ir. W.J. Beek, 1973  | f 24,—      |  |
| 16. Mens en milieu: beheerste groei;<br>diverse auteurs, 1973  | f 20,—      |  |
| 17. Mens en milieu: zorg voor zuivere lucht;<br>diverse auteurs, 1973  | f 20,—      |  |
| 18. Mens en milieu: kringloop van materie;<br>diverse auteurs, 1973  | f 20,—      |  |
| 19. Energy Conservation: Ways and Means;<br>edited by J.A. Over and A.C. Sjoerdsma,<br>1974  | f 34,—      |  |
| 20. Voedsel voor allen, plaats en rol van de<br>EEG;<br>prof. dr. J. Tinbergen, prof. dr. ir. J. de<br>Hoogh, dr. J.R. Jensma, prof. drs. J. de<br>Veer, ir. I.B. Warmenhoven, dr. ir. A.W.G.<br>Koppejan, ir. K.K. Vervelde, dr. ir. W.J.<br>Beek, 1976               | f 35,—      |  |
| 21. Stedelijk verkeer en vervoer langs nieuwe<br>banen?<br>Redactie: ir. J. Overeem, 1976  | f 48,—      |  |
| 22. Materialen voor onze Samenleving;<br>Redactie: ir. J.A. Over, 1976   | f 46,—      |  |

De publicaties kunnen worden besteld door overmaking van het aangegeven bedrag op postgironummer 1609900 van de Stichting te 's-Gravenhage, onder vermelding van het nummer van de gewenste publicatie. Publicaties kunnen ook tegen contante betaling worden afgehaald van het kantoor van de Stichting, Prinsessegracht 23, 's-Gravenhage. In dat geval wordt een korting van f 3,— per publicatie verleend.

Gedrukt door Mouton & Co B.V., Den Haag



T  
T