Homo Edens : kanttekeningen bij de etende mens

Citation for published version (APA):

ten Hoor, F. (1992). *Homo Edens : kanttekeningen bij de etende mens*. Maastricht University.
<https://doi.org/10.26481/spe.19920214fh>

Document status and date:

Published: 14/02/1992

DOI:

[10.26481/spe.19920214fh](https://doi.org/10.26481/spe.19920214fh)

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

Universiteitsbibliotheek

De uitleentermijn verstrijkt op:

06 MEI 1992

26 MEI 1994

Rijksuniversiteit Limburg
Postbus 616
6200 MD Maastricht

Gelieve deze publicatie tijdig te retourneren of (telefonisch) verlenging van de uitleentermijn aan te vragen.

BIBLIOTHEEK RU LIMBURG

0239 0696

MG
VAC
423

HOMO EDENS

KANTTEKENINGEN BIJ DE ETENDE MENS

Afscheidscollege

gegeven op 14 februari 1992
bij het aftreden als hoogleraar in de Humane Biologie
in de Faculteiten der Gezondheidswetenschappen en Geneeskunde
van de Rijksuniversiteit Limburg te Maastricht
door

Dr. F. ten Hoor

ppn 090960106

Bibliothek
R.U. Limburg

*Het is geen schande gegeten te hebben,
maar wel het eten niet tijdig te staken.¹*

Mijnheer de Rector Magnificus, Dames en Heren

Humane Biologie is geen discipline. Het bekende boek *Human Biology* van Harrison, Weiner, Tanner en Barnicot², bevat 5 delen: Evolutie, Genetica, Biologische variatie van moderne populaties, Groei en constitutie en Ecologie; elk deel omvat tenminste één discipline. Overigens is dat boek slechts een korte inleiding in de Humane Biologie. In het voorwoord ervan wijdt Peter Medawar bijna een halve bladzijde aan een beschrijving van wat hij noemt "de conceptie Humane Biologie". Aan het einde van die beschrijving gekomen kan ik geen andere conclusie trekken dan dat Humane Biologie over alles gaat; over evolutie, gedrag, fysiologie, ecologie, erfelijkheidsleer, aard, oorsprong en ontwikkeling van de intermenselijke communicatie, maar ook bijvoorbeeld over de betekenis van het gezinsleven, het spel, de agressie en zowaar ook over de liefde. Het spijt me, maar, hoe leuk het allemaal ook is, ik kan er niet in meegaan. Humane Biologie in deze zin is een monster dat niet zal nalaten elke adspirant humaan bioloog te verzwelgen.

Maar wat is Humane Biologie dan wél? Het antwoord is natuurlijk niet eenvoudig; anders was het al lang gegeven. Ik kan met Medawar meegaan, wanneer hij Humane Biologie een conceptie noemt, een andere wijze van naar de

mens kijken dan doorgaans binnen een discipline, zoals bijvoorbeeld de fysiologie, het geval is. Het is als het ware kijken met verschillende vergrotingen. Vanuit een discipline kijk je naar de mens met een grote en steeds groter wordende vergroting, zodat je meer en meer tot in detail weet hoe delen van het organisme in elkaar zitten en functioneren. Een humaan bioloog gebruikt een kleine vergroting, zodat steeds tegelijk met de mens een deel van de omgeving wordt gezien en de interactie tussen mens en omgeving in het middelpunt staat. Naarmate de kennis binnen een discipline vordert, zal een toenemende vergroting worden gebruikt om meer details te kunnen waarnemen. Naarmate de kennis van de humaan bioloog vordert, zal getracht worden het gezichtsveld te vergroten om meer interacties en verbanden *in samenhang* te kunnen bestuderen. Daarmee is veel gezegd, maar praktisch levert het nog niet veel op. Immers, ook vanuit disciplines wordt van tijd tot tijd naar interacties met de omgeving gekeken en de humaanbioloog kan het niet stellen zonder kennis van details. Zoals dikwijls het geval is, loopt het definiëren vast: het gebied is te groot, het is niet voldoende grijpbaar, of -wie weet- het menselijk brein is te klein voor een preciese, compacte definitie. Er is een analoog probleem met het definiëren van het begrip gezondheid. "Gezondheid is de afwezigheid van ziekte" is een cirkeldefinitie, terwijl de door de wereldgezondheidsorganisatie voorgestelde omschrijving³ in feite onhanteerbaar is.

Hoe komen we er nu uit? Ik wil het proberen door vanmiddag enkele kanttekeningen te plaatsen bij een onderwerp waarvan vrijwel iedereen zegt dat het tot de Humane Biologie behoort, althans-laik wat voorzichtiger zijn-waarover tot nu toe geen enkele discipline zich heeft ontfemd. Het zal u niet verbazen dat het over voeding gaat. Maar natuurlijk niet over het gehele gebied voeding, want dat omvat in mijn opvatting de kennis over voedsel, over de voedselvoorziening en over de wijze van omgaan met voedsel⁴. En dat ligt voor een groot deel buiten mijn kennisdomein, nog afgezien van het feit dat het veel te breed is voor één enkel college-uur. Ik heb ervoor gekozen om, passend in de biologische traditie, enkele kanttekeningen te plaatsen bij de *Homo Edens*, of, zo u wilt, en beter passend in de nog zo jonge traditie van de Humane Biologie, *De Etende Mens*. Ik heb die titel gekozen omdat hij, beter dan voeding, uitdrukt wat ik bedoel, omdat hij, meer dan voeding, reeds gedurende ongeveer 10 jaar het gezicht van de Maastrichtse vakgroep Humane Biologie bepaalt en omdat hij, duidelijker dan voeding, het humaan biologische karakter van het onderwerp aangeeft.

De geschiedenis⁵ van de etende mens kan worden ingedeeld in 3 grote perioden. In de eerste daarvan staat het stillen van de primaire driften honger en dorst centraal. Datgene wat eetbaar was, werd gegeten. En wat eetbaar was, werd waarschijnlijk door *trial and error* bepaald. Vermoedelijk is het wel zo geweest dat er vanaf het begin van het bestaan van de mens een zekere intuïtieve kennis is geweest omtrent meer of minder wenselijk voedsel, mogelijk vooral bepaald door smaak en geur. In het laatste deel van die periode, die tot ongeveer 1850 duurde, kwam er toch al iets naar voren van wat wij tegenwoordig aanduiden met het begrip voedingswaarde. Aanwijzingen daarvoor zijn het bestaan van voedseltaboes, de aan sommige voedingsmiddelen toegeschreven genezende kracht en de regelmatig geponeerde relatie tussen voedsel en gezondheid. Er zijn in die tijd ook voorbeelden van voedingsexperimenten. Het oudst bekende is beschreven in het boek Daniël, waarin bij 2 groepen mensen 2 van elkaar verschillende diëten in een, wat tegenwoordig genoemd wordt, gerandomiseerd, gecontroleerd interventie-onderzoek werden onderzocht⁶. Het onderzoek was niet dubbelblind, de steekproef niet aselekt, het aantal deelnemende personen klein, het duurde slechts 10 dagen en de eindcriteria waren niet goed gedefinieerd. Niettemin vertoont de op grond van dit experiment als best gekwalificeerde voeding overeenkomsten met wat wij tegenwoordig een goede voeding noemen.

De tweede periode in het voedingsonderzoek begint ongeveer 150 jaar geleden en kan met recht de *analytische periode* worden genoemd. In een tijdsverloop van ongeveer 100 jaar worden de voedingsstoffen eiwitten, vetten, koolhydraten, vitamines en mineralen onderkend, geanalyseerd en, waar mogelijk, gesynthetiseerd. Scheikundigen leverden in deze periode een zeer grote bijdrage aan de ontwikkeling van het voedingsgebied en pas omstreeks 1900 komt er belangstelling van de zijde van de fysiologie. Tot dan was de opvatting van veel fysiologen en medici dat het er niet zoveel toe doet wat er wordt gegeten, mits het voedsel voldoende eiwit en energie bevat. Die opvatting komt men ook onder wetenschappers zelfs heden ten dage nog frekwent tegen. Het is dan ook geen wonder dat de lekenpers vol staat met tegenstrijdige berichten over voeding; met alle verwarring van dien.

De analytische periode is zeer belangrijk geweest voor de ontwikkeling van het gebied voeding. Doordat inzicht werd verkregen in de chemische samenstelling en structuur van voedingsmiddelen en tegelijkertijd de kennis van de structuur

en de functie van het menselijk organisme snel toenam, werd de basis gelegd voor de notie dat de interactie tussen mens en voedsel intensief en essentieel van aard zou kunnen zijn. Een uitspraak als: "*Man ist was man isst*"⁷, geeft duidelijk aan in welke richting men denkt.

De derde periode in de geschiedenis van de etende mens begint ongeveer 100 jaar geleden en overlapt met de tweede. In deze periode komt het fysiologische voedingsonderzoek eerst goed op gang en worden de essentiële voedingsstoffen ontdekt. Bovendien komt er een intensief contact tussen biochemici en fysiologen tot stand, waardoor een meer integraal beeld van de effecten van voeding op het organisme wordt verkregen. In het begin van deze periode zijn het vooral dierexperimenten met behulp waarvan het voedingsonderzoek plaatsvindt. De opkomst van de voedingsepidemiologie en het inzicht dat voedingsonderzoek zoveel mogelijk bij de mens moet plaatsvinden, alsmede de ontwikkeling van methodes waardoor dit ook inderdaad mogelijk wordt, brengen het voedingsonderzoek in een stroomversnelling. De resultaten van dat onderzoek hebben ertoe geleid dat de huidige etende mens langzamerhand een *bewust* etende mens aan het worden is, een bewustwording die overigens, zoals elke bewustwording, niet zonder de nodige overgangsproblemen plaatsvindt.

Vanmiddag wil ik wat dieper ingaan op enkele aspecten van de etende mens die in deze derde periode centraal staan in het onderzoek en waaraan ik in de laatste 20 jaar op enigerlei wijze heb bijgedragen. Het is dus geen willekeurige keuze, maar wel exemplarisch voor de richting waarin het onderzoek van de etende mens zich naar mijn mening in de komende decennia zal ontwikkelen. Een ontwikkeling die zal uitlopen in het tijdperk van de *totale voeding*, een term die ik in het verloop van deze verhandeling nog zal verduidelijken.

Energetische aspecten

De mens heeft voor zijn instandhouding het dagelijks brood nodig. In algemene termen vertaald betekent dit dat de aard van het menselijk organisme vereist dat de benodigde energie als chemische energie in de vorm van voedsel wordt aangeboden. Het organisme is zodanig ingericht dat, na de noodzakelijke omzettingen, deze chemische energie door het lichaam kan worden gebruikt voor het maken van bouw- en werkstoffen, voor het tot stand brengen van transportprocessen van velerlei aard en voor het maken van bewegingen. Als bijproduct hiervan ontstaat warmte, die deels wordt gebruikt voor het op peil houden van de voor het verloop van deze processen geschikte lichaamstemperatuur,

maar die grotendeels aan de omgeving wordt afgestaan. Voor het vrijmaken en in de gewenste vormen brengen van de chemische energie uit het voedsel, is zuurstof nodig en komt koolzuurgas vrij.

In Fig. 1 is het principe van de energie-omzetting in het lichaam schematisch weergegeven.

Fig. 1 Principe van de energie-omzetting in het lichaam. Bij de stofwisseling wordt de energie uit voedingsstoffen overgedragen naar adenosinetrifosfaat (ATP). De in ATP vastgelegde energie kan worden gebruikt voor beweging (spiercontractie), de vorming van grote moleculen (biosynthese) en transportprocessen over celmembranen. Bij deze processen ontstaat warmte die wordt afgestaan aan de omgeving. Overtollig toegevoerd voedsel kan worden omgezet in reservevoedsel, voornamelijk in vetweefsel.

De hoeveelheid energie die per dag nodig is, is afhankelijk van een groot aantal factoren. Om een indruk te krijgen van de orde van grootte van het gemiddelde energieverbruik van een gezonde volwassene, is het verstandig om een indeling te maken in het energieverbruik in rust (rust- of slaapmetabolisme; RMR of SMR), het energieverbruik tijdens lichamelijke activiteit (AMR) en het energieverbruik ten gevolge van het opnemen van voedsel (DIMR)⁸. In Fig. 2 is weer gegeven welke fractie van het totale energieverbruik (TMR) door deze onder-

in rust gemiddeld wordt ingenomen. Als eenheid van energieverbruik wordt doorgaans de kcal of kJ per tijdseenheid gebruikt, waarbij voor de tijdseenheid, afhankelijk van wat gemeten wordt, min, h, of 24 h wordt gebruikt. Omdat het om de bepaling van het vermogen van het lichaam gaat, is het echter logi-

Fig. 2 Het totale energieverbruik kan worden onderverdeeld in het energieverbruik in rust RMR (voor transportprocessen, biosynthese, ademhaling, bloedsomloop e.d.), het extra energieverbruik na het opnemen van voedsel (het dieet-geïnduceerde energieverbruik DIMR) en het energieverbruik ten gevolge van het verrichten van lichamelijke activiteit AMR.

scher hiervoor ook de eenheid van vermogen te gebruiken. Een energieverbruik van ongeveer 2500 kcal of 10 MJ per 24 h -de hoeveelheid die door een volwassene wordt gebruikt wanneer deze gedurende ongeveer 8 h per dag lichte arbeid verricht- komt overeen met een vermogen van gemiddeld ongeveer 125 Watt. Dat wil zeggen dat per 24 h ongeveer 3 kWh wordt gebruikt. De energetische waarde van voedingsstoffen en voedingsmiddelen kan eveneens worden uitgedrukt in kWh. In Tabel 1 is dit voor een aantal in Nederland veel gebruikte voedingsmiddelen, ingedeeld in groepen, bij benadering weergegeven.

Tabel 1 Energetische waarde per 100 g en prijs per kWh (geschat) van een aantal in Nederland veel gebruikte voedingsmiddelen

voedingsmiddelengroep	kJ/100 g	kWh/100 g	prijs(fl)/kWh
aardappelen	355	0.10	1.00
groenten	113	0.03	8.35
peulvruchten	1116	0.31	0.80
fruit	159	0.04	12.50
graanproducten	1411	0.39	1.05
brood	1258	0.35	1.45
melk/melkproducten	454	0.13	0.75
kaas	1130	0.31	3.85
eieren	631	0.18	1.65
vlees, vleesproducten en wild	1130	0.31	8.10
vis, schaaldieren enz.	744	0.21	9.50
vetten en oliën	3267	0.91	0.55
soepen	201	0.06	8.35
gebak en koekjes	1862	0.52	5.75
suiker en stroop	1452	0.40	0.50
noten	2256	0.63	3.20

Een dergelijke rekenarij wordt interessanter wanneer men de prijs/energieverhouding berekent en vergelijkt met die van andere vormen van energie. De hiervoor in de 4e kolom van Tabel 1 weergegeven getallen laten duidelijk zien dat aardappelen, een besmeerde boterham en melkproducten goedkope energiebronnen vormen. Er is berekend dat in Nederland voor gemiddeld ongeveer 7 gulden per persoon per dag voor een volwassene een smakelijke dagvoeding kan worden samengesteld (incl. een glas wijn bij de hoofdmaaltijd) die voldoet aan de Richtlijnen voor een goede voeding van de Voedingsraad⁹. Uitgaande van een gemiddelde totale energiewisseling van 2.9 kWh voor een volwassene, betekent dit een gemiddelde energieprijis van ongeveer 2.40 gulden per kWh. Uit gegevens van de voedselconsumptiepeiling 1987/88¹⁰ blijkt dat de gemiddelde voedselopname in Nederland in de leeftijdsgroep van 22-49 jaar van mannen 3.31 kWh (11.9 MJ) en van vrouwen 2.44 kWh (8.8 MJ) bedraagt. Men komt dan tot een gemiddelde energieprijis van fl.2.85/kWh voor mannen en van fl.3.05/kWh voor vrouwen¹¹. De spreiding rond dit gemiddelde is echter zeer groot. Uit onderzoek bij gezinnen met een minimum inkomen in ons land is gebleken dat uitgaven voor voeding van gemiddeld fl.2.00 tot gemiddeld

fl.5.25 per persoon per dag voorkomen¹⁰. Dit resulteert in gemiddelde energieprijzen van fl.0.70 tot fl.1.80 per kWh. Uit de gegevens van Tabel 1 blijkt dan dat hier en daar in Nederland nog -of weer- regelmatig aardappelen of bonen met spekvet worden gegeten.

In vergelijking met elektrische energie ($\approx$ fl.0.125/kWh) en energie uit aardgas ($\approx$ fl.0.05/kWh) is de voor de mens benodigde energie dus duur. Men moet daarbij echter in aanmerking nemen dat het in het menselijk organisme om zeer complexe vormen van energie gaat en dat de erbij behorende stofwisseling en de sturing ervan eveneens zeer complex van aard zijn: het gaat om de brandstof voor het leven. Overigens heeft de berekende prijs voor voeding slechts betrekking op de kosten van de voedingsmiddelen en moet deze nog worden verhoogd met de kosten van de bereiding. Mede ten gevolge hiervan is de prijs per kWh zeer variabel.

Het zal opgefallen zijn dat tot nu toe niet de etende mens, maar de energievreter ten tonele is gevoerd. Zodra echter de omstandigheden zodanig zijn dat de energievoorziening geen probleem meer vormt, treden geheel andere aspecten van het eten op de voorgrond. In Tabel 2 is een aantal daarvan samengevat.

Tabel 2 Voedingskundige en sociaal-culturele aspecten van het eten

Voedingskundig	Sociaal-cultureel
energetische waarde	smaak, geur, visuele en esthetische aspecten
macrovoedingsstoffen	sociale aspecten (privé, zakelijk)
vitamines en mineralen	financiële aspecten
veiligheid	levensbeschouwelijke aspecten

Beter dan in een tabel kunnen deze aspecten worden samengevat in de volgende "definitie" van een maaltijd¹².

A "meal" may be anything from a mixture of mud and mush forced into the empty stomach of a medical student at dawn in a basement laboratory to a collation of lobster and champagne taken at midnight to soft music in the company of a beautiful woman.

Alles in aanmerking nemend, komt men tenslotte tot de in Tabel 3 weergegeven variatie in prijs voor een warme maaltijd met een energetische waarde van ongeveer 1 kWh. Ervan uitgaande dat het bereiden van een eenvoudige warme maaltijd 30-60 min in beslag neemt, is de onderlinge prijsverhouding bij benadering te berekenen.

Tabel 3 Variatie in de prijs (in guldens) van een maaltijd met een energetische waarde van ongeveer 1 kWh zonder rekening te houden met de kosten van bereiding in de thuis-situatie

thuis bereid vers	diepvries	cafeteria	eenvoudig rest.	sterrenrest.
0.70 - 3.05	5-10	5-20	20 - 75	75 - 300

Enkele aspecten van regulatie

Om zich heen kijkend in onze welvarende maatschappij, komt men al snel tot de conclusie dat het kennelijk niet eenvoudig is het evenwicht te bewaren tussen de opname van energie en het gebruik ervan. Het aantal te dikke mensen in Nederland bedraagt ongeveer 5% van de totale bevolking, terwijl het aantal mensen (vooral vrouwen) met magerzucht eveneens toeneemt, hoewel in veel minder sterke mate dan het aantal mensen met overgewicht.

Uit dier-experimenteel werk en observaties uit de pathologie van de mens¹³, is komen vast te staan dat in de tussenhersenen regelcentra aanwezig zijn voor het bewaren van het evenwicht tussen honger en verzadiging. Het gecompliceerde mechanisme van dit regelsysteem wordt langzaam maar zeker ontrafeld door ingenieurs experimenteren van een aantal onderzoeksgroepen in de wereld.

In het algemeen wordt aangenomen dat elk verschil tussen energie-opname en gebruik (ΔE) resulteert in een verandering van het lichaamsgewicht (ΔW). Voor $\Delta E = 0$ is $\Delta W = 0$ en het lichaamsgewicht, behoudens dagelijkse schommelingen van 0.5 - 1 kg ten gevolge van uiteenlopende oorzaken, constant (Fig. 3). Voor elke positieve waarde van ΔE verwacht men een toeneming, en voor elke negatieve waarde van ΔE een afneming van het lichaamsgewicht. Het lichaamsgewicht zou constant worden gehouden doordat de energie-opname, het energiegebruik of beide worden gecontroleerd op geleide van signalen uit het lichaam.

Een dergelijk regelsysteem vereist een zeer grote nauwkeurigheid, gezien de waarneming dat bij een groot deel van de mensen het lichaamsgewicht gedurende jaren binnen zeer nauwe grenzen constant is. Wanneer er echter, in plaats van een evenwichtspunt waarin ΔE en ΔW beide 0 zijn, een regeltraject dat voor elk individu verschillend van lengte kan zijn en op een ander niveau kan liggen-

Fig. 3 Relatie tussen energie-opname met het voedsel minus het energiegebruik (Δ energie) enerzijds en veranderingen in het lichaamsgewicht (Δ lichaamsgewicht) anderzijds. De situatie waarbij elke verandering van Δ energie resulteert in een verandering van lichaamsgewicht is weergegeven door de onderbroken lijn (---). Wanneer niet elke toename of afname van Δ energie resulteert in een verandering van het lichaamsgewicht, heeft het regelsysteem een karakteristiek zoals weergegeven door de getrokken lijn (—). Er is een plateau dat langer (A) of korter (B) kan zijn; de lengte ervan kan per individu verschillen. Een dergelijk plateau zou kunnen ontstaan doordat relatief meer of minder energie wordt omgezet in lichaams-massa, terwijl de warmteproductie (bijvoorbeeld in futele cycles, zie Fig. 4) kleiner of groter is. De stippellijn (....) geeft een situatie weer waarin het "plateau" niet evenwijdig aan de x-as, maar over een bepaald traject minder steil verloopt dan de rest van de curve. In dit geval hebben veranderingen in Δ energie binnen dit traject minder effect op Δ lichaamsgewicht dan zou worden verwacht.

zou bestaan zoals aangegeven in Fig. 3, zullen veranderingen van ΔE niet direct wijzigingen in ΔW teweegbrengen en kan er meer of minder energie worden opgenomen dan men gebruikt zonder dat het lichaamsgewicht daardoor wordt beïnvloed.

Indien het regelsysteem een dergelijke karakteristiek vertoont, dan zullen er mechanismen moeten bestaan die het beschreven plateau tot stand brengen. De volgende in de literatuur beschreven waarnemingen wijzen op de aanwezigheid daarvan.

-Voor de boven beschreven toeneming van het energiegebruik ten gevolge van het eten van voedsel (DIMR) is tot nu toe geen sluitende verklaring gevonden. Het bedraagt gemiddeld ongeveer 10% van de opgenomen energie, maar is afhankelijk van de aard van het voedsel; voor eiwit is het groter dan voor kool-

hydraat en voor koolhydraat groter dan voor vet. Het betekent, eenvoudig gezegd, dat een deel van de in de vorm van voedsel toegevoerde energie wellicht wordt gebruikt voor andere dan de op blz. 10 en 11 beschreven processen.

- Wanneer mensen gedurende enige weken of maanden meer eten dan voor hun energiegebruik nodig is, neemt hun lichaamsgewicht doorgaans minder toe dan op grond van de toegevoerde energie mag worden verwacht. Er zijn bovendien bij deze experimenten grote individuele verschillen waargenomen. Bij sommige proefpersonen neemt het lichaamsgewicht weinig, bij anderen meer toe na een extra energietoevoer¹⁴. Het is niet bekend op welke wijze het energiereservplus wordt gebruikt.

- Wanneer de energietoevoer gedurende langere tijd (weken of maanden) kleiner is dan het energiegebruik, zoals bijvoorbeeld tijdens vermageren, daalt het rustmetabolisme (RMR) met ongeveer 15%. Deze daling kan ten dele, maar niet geheel, worden verklaard door de afneming van het lichaamsgewicht ten gevolge van de te geringe energietoevoer¹⁵.

Bovenstaande waarnemingen zouden kunnen worden verklaard door aan te nemen dat in de stofwisseling aanwezige niet-effectieve substraatcycli (*futile cycles*) van betekenis zijn bij de regeling ervan. In deze substraatcycli, die waarschijnlijk eveneens een rol spelen bij de regeling van de snelheid van reacties in het metabolisme, wordt ATP gehydrolyseerd zonder netto effect en ontstaat uitsluitend warmte (Fig. 4). Het in meer of mindere mate ingeschakeld zijn van deze *futile cycles* betekent dat er meer of minder warmte wordt geproduceerd zonder dat er effectief in het metabolisme iets gebeurt. Daarmee zou het in Fig. 3 gesuggereerde plateau in de regulatiekarakteristiek kunnen worden verklaard^{16,17}.

Ook de betekenis die dikwijls aan lichamelijke activiteit wordt toegeschreven bij het ontstaan of de therapie van vetzucht kan op deze wijze aannemelijk worden gemaakt. Verder onderzoek op dit terrein kan het inzicht in het ontstaan en de behandeling van overgewicht doen toenemen. Het wordt echter ernstig bemoeilijkt doordat gecontroleerde, langdurige experimenten waarbij zowel de voedselopname als het energiegebruik nauwkeurig kunnen worden bepaald, niet alleen kostbaar en arbeidsintensief zijn, maar tevens zeer veel vergen van de benodigde proefpersonen.

Er zijn dus duidelijke aanwijzingen dat de regulatie van de energiewisseling kan worden beïnvloed door middel van voeding. Immers, de hoeveelheid en de samenstelling van de voeding hebben invloed op de hoeveelheid extra gebruikte

Fig. 4 Bij de vorming van product P uit substraat S kunnen tussenproducten A en B ontstaan, waarbij B uit A, en langs een andere weg A uit B wordt gevormd ten koste van energie uit ATP. De reacties kunnen onder bepaalde omstandigheden zodanig verlopen dat uit S geen product P ontstaat. De van ATP afkomstige energie wordt dan geheel omgezet in warmte. Deze futille cycles spelen waarschijnlijk een rol bij de controle van de snelheid van reacties in het lichaam en worden eveneens in verband gebracht met de regeling van het lichaamsgewicht (zie ook Fig. 3).

energie na een maaltijd en de totale hoeveelheid toegevoerde energie beïnvloedt de grootte van de energiewisseling. Dit betekent dat het lichaamsgewicht weliswaar met behulp van een somatisch regelsysteem wordt beheerst, maar dat via eetgedrag rechtstreeks invloed op dit regelsysteem kan worden uitgeoefend. Hier dringt zich de vergelijking op met de temperatuurregeling van de mens. De lichaamstemperatuur wordt binnen nauwe grenzen constant gehouden door een regelsysteem waarvan de centra evenals die voor de regeling van honger en verzadiging in de tussenhersenen zijn gelegen. Perifere en centrale temperatuurreceptoren zorgen voor informatie over de bestaande toestand. De belangrijkste effectoren van het regelsysteem zijn de stofwisseling, het spierstelsel en de zweetklieren. De interactie tussen receptoren, regelcentra en effectoren is uitvoerig onderzocht en beschreven¹⁸. Het menselijk gedrag echter zorgt ervoor dat het traject waarover het regelsysteem moet werken niet te groot wordt. Dit wordt bereikt door het dragen van kleding en het verwarmen of koelen van de directe omgeving. Zonder deze gedragsmatige aanpassingen zou het onmogelijk zijn om in grote delen van de wereld in leven te blijven, omdat de grenzen van het regelsysteem zouden worden overschreden. Immers, een te grote toevoer van warmte of een te grote afkoeling leiden in korte tijd tot falen van het regelsysteem en de dood.

Op overeenkomstige wijze bepaalt het gedrag van de etende mens in belangrijke mate de grenzen van het regelsysteem van de energiebalans. Een essen-

tieel verschil met de warmteregulatie is echter dat de mens warmte niet of slechts in geringe mate, en energie wel en in een vrij grote hoeveelheid kan opgeslaan. Daardoor kan de mens lange tijd te veel of te weinig eten zonder dat op korte termijn de funeste gevolgen ervan waarneembaar zijn. Dit betekent echter niet dat deze er niet zijn. Wanneer gedurende langere tijd meer wordt gegeten dan energie gebruikt, ontstaat overgewicht, waarvan de gevolgen voor het skelet en de gewrichten, de bloeddruk, het ontstaan van suikerziekte en ischaemische hart- ziekten voldoende bekend zijn. Wanneer gedurende langere tijd minder wordt ge- geten dan energie gebruikt, kunnen gemakkelijk deficiënties ontstaan, die bij- voorbeeld de vatbaarheid voor infecties vergroten.

De conclusie is dat de etende mens in omstandigheden van overvloed een be- wust etende mens zal moeten worden. Dit is niet voor iedereen even gemakke- lijk. Het is bekend dat sommige mensen kunnen eten wat ze willen zonder ge- wichtsproblemen te kennen. Anderen daarentegen moeten zichzelf voortdurend beperkingen opleggen om overgewicht te voorkomen. Het lijkt alsof bij deze in- getoomde eters de normale signalen van honger en verzadiging minder goed op elkaar zijn afgestemd dan bij spontane eters en dat ze daardoor meer zijn- aangewezen op externe signalen, zoals regelmatige controle van het li- chaamsgewicht en een bewuste energietoevoer. Een aanwijzing hiervoor is de

HOEEVEELHEID GEGETEN (g)

Fig. 5 Voorbeelden van eetsnel-
heidspatronen van een spontane
 (boven) en een ingetoomde
 (onder)eter. De spontane eter
 vertoont een afnemende van de
 eetsnelheid tegen het einde van
 de maaltijd, mogelijk doordat in-
 terne verzadigingssignalen vol-
 doende tot uitdrukking komen.
 Bij de ingetoomde eter is de eet-
 snelheid gedurende de maaltijd
 vrijwel constant, waarschijnlijk
 doordat het al of niet stoppen
 met eten voornamelijk door ex-
 terne signalen (bijvoorbeeld een
 leeg bord) wordt bepaald. 19

waarneming dat de eetsnelheid van spontane eters aan het einde van een maaltijd afneemt, terwijl deze bij ingetoomde eters gelijk blijft (Fig. 5)¹⁹.

Nog even terugkerend naar het model van Fig. 3, zou men kunnen veronderstellen dat spontane eters een lang (Fig. 3A), en ingetoomde eters een kort (Fig. 3B) regeltraject bezitten. Een lang regeltraject zou kunnen worden verklaard door de aanwezigheid van gemakkelijk aan- en afschakelbare *futile cycles*, terwijl bij aanwezigheid van een kort regeltraject deze een betrekkelijk constante activiteit zouden vertonen. De mensen met een kort regeltraject moeten energiebewuster eten dan die met een langer regeltraject, omdat hun lichaamsgewicht sneller reageert op een te grote of te kleine energietoevoer.

Tot nu toe is dit alles grotendeels hypothese. De mogelijkheid om in de nabije toekomst effecten van voeding op de stofwisseling bij de intacte mens te bestuderen met behulp van stabiele isotopen, zal ertoe kunnen leiden dat in deze regelmechanismen allengs meer en beter inzicht zal worden verkregen. Het zal dan duidelijk worden op welke wijze(n) de energiebalans door manipulatie van de hoeveelheid en samenstelling van de voeding zal kunnen worden beïnvloed.

Macrovoedingsstoffen

Van geheel andere aard is de invloed die door macrovoedingsstoffen op lichaamsprocessen wordt uitgeoefend. De macrovoedingsstoffen worden dikwijls ingedeeld in bouwstoffen (eiwitten) en brandstoffen (koolhydraten en vetten), een indeling die misleidend is, omdat alle macrovoedingsstoffen brand- en bouwstof zijn, terwijl sommige bovendien belangrijke voorstadia van *regelstoffen* in het lichaam bevatten. Uiteraard zijn er wel accentverschillen: aminozuren en eiwitten zijn vooral bouw- en regelstoffen, vetten en koolhydraten vooral brandstoffen. De voor de hand liggende constatering dat alle macrovoedingsstoffen zowel brand- als bouw- en regelstoffen zijn, heeft grote consequenties. Het betekent immers dat het niet willekeurig is welke, en in welke onderlinge verhouding, de macrovoedingsstoffen vetten en koolhydraten worden gegeten. Dit kan worden geïllustreerd aan de hand van de betekenis van vetzuren in het lichaam, in het bijzonder van de zogenaamde essentiële vetzuren.

Vetzuren zijn bestanddelen van voedingsvetten en zijn, naast leveranciers van energie, belangrijke bouwstoffen in het lichaam doordat ze deel uitmaken van de membranen van de cel. Er zijn vele soorten vetzuren met verschillende samenstelling en configuratie. Door deze verschillen wordt in belangrijke mate de eigenschap van de celmembranen die dikwijls wordt aangeduid met vloeï-

baarheid, bepaald. Door deze vloeibaarheid van membranen kunnen belangrijke in en over de membranen plaatsvindende processen in meer of mindere mate worden beïnvloed²⁰.

De meeste vetzuren worden in de vorm van voedingsvetten opgenomen, maar kunnen ook in het lichaam uit andere voedingsstoffen, zoals koolhydraten, worden gemaakt. Voor sommige vetzuren is dat echter niet mogelijk; deze moeten *per se* met het voedsel worden opgenomen en heten daarom essentiële of onmisbare vetzuren. Uit deze essentiële vetzuren wordt door het lichaam een aantal stoffen gevormd die eicosanoiden worden genoemd. De eicosanoiden kunnen worden ingedeeld in prostaglandines, thromboxanen, leukotriënen en lipoxinen. De eicosanoiden zijn belangrijke fysiologische regelstoffen; prostaglandines en thromboxanen zijn onder meer betrokken bij de regeling van de bloeddruk, de bloedstelping en ontstekingsprocessen, leukotriënen bij ontstekingsprocessen en asthma, terwijl lipoxinen een rol spelen bij de functie van witte bloedlichaampjes, de eiwitstofwisseling en de controle van de doorbloeding van de haarvaten. De situatie wordt gecompliceerd doordat er twee strikt van elkaar gescheiden families essentiële vetzuren zijn. Binnen elk van deze families bevinden zich vetzuren die kunnen dienen als voorstadium voor de vorming van eicosanoiden met een van elkaar verschillende werking. In Fig. 6 is de betekenis van vetzuren in het lichaam in een vereenvoudigd schema weergegeven.

Uit het bovenstaande blijkt dat vetten voedselbestanddelen zijn, die niet alleen bijdragen aan de energievoorziening, maar waarvan verschillende vetzuren tevens voorstadia zijn van bouw- en regelstoffen, die een belangrijke invloed kunnen uitoefenen op voor het lichaam van vitaal belang zijnde processen. Uit onderzoek dat in de laatste 25 jaar is verricht, komen duidelijk aanwijzingen naar voren dat het mogelijk is om door manipulatie van de voeding de hoeveelheid en de onderlinge verhouding van deze stoffen te beïnvloeden²¹. Daarmee is *in principe* de mogelijkheid geopend om door verandering van de samenstelling van de voedingsvetten invloed uit te oefenen op voor het leven essentiële processen, zoals bloeddruk, bloedstelping en ontsteking en daardoor op gezondheid en ziekte. De klemtoon moet hier wel liggen op *in principe*, want er zal nog veel onderzoek moeten worden verricht om elke stap tussen voedingsvet en fysiologisch effect aan te tonen.

Een ander fraai voorbeeld van het belang van macrovoedingsstoffen als bron van regelstoffen, vormen de aminozuren tryptofaan en tyrosine en de nutriënt

Fig. 6 Schema van de betekenis van vetzuren in het lichaam. Vetzuren uit voedingsvetten zijn belangrijke leveranciers van energie en bepalen mede de vloeibaarheid van celmembranen. Uit essentiële vetzuren worden bovendien eicosanoiden gevormd, die van betekenis zijn bij de regeling van een aantal belangrijke processen in het lichaam.

choline. Tryptofaan en tyrosine zijn bestanddelen van eiwitten en choline is voornamelijk beschikbaar in de vorm van lecithine, een stof die veel voorkomt in bijvoorbeeld eieren, lever en pinda's. Het zijn voorstadia van de neurotransmitters serotonine, epinefrine, norepinefrine, dopamine en acetylcholine, stoffen die in het centrale en perifere zenuwstelsel zorgdragen voor de overdracht van impulsen van de ene naar de andere cel. Ook van deze stoffen is bekend dat de beschikbare hoeveelheid ervan kan worden beïnvloed door wijzigingen in de samenstelling van het voedsel²². Aangezien de activiteit van neurotransmitters verband houdt met gedragsuitingen zoals activiteit, agressie, stemming, slaap en geestelijk prestatievermogen (Fig. 7), is er veel onderzoek verricht naar effecten van veranderingen in de toevoer met het voedsel van de bovengenoemde stoffen op deze uitingen. De resultaten van dit onderzoek zijn verre van eenduidig. Het zou te ver voeren om op de oorzaken hiervan diep in te gaan. Wel is duidelijk dat de relatie tussen de concentratie van de voorloperstoffen in het voedsel en op de plaats waar de omzetting tot transmitter plaatsvindt, complex is²², waardoor interpretatie van de verkregen resultaten moeilijk wordt. Voor tryptofaan is deze relatie en zijn de tussenliggende stappen nauwkeurig bestudeerd. Daarbij is in experimenten met ratten komen vast te staan dat een maaltijd die weinig tryptofaan en veel koolhydraten bevat, leidt tot een verhoging van de tryptofaan- en serotonineconcentratie in de hersenen²³, waardoor een grotere neiging tot slapen ontstaat. Mogelijk berust het slaapverwekkende effect van het drinken van een glas melk en het eten van enkele

	AMINOZUUR	NEUROTRANSMITTER	EFFECT
VOEDSEL	TRYPTOFAAN-----	SEROTONINE	~ KALMEREND
	TYROSINE-----	CATECHOLAMINES	~ OPWEKKEND
	CHOLINE-----	ACETYLCHOLINE	~ GEHEUGEN

Fig. 7 Tryptofaan, tyrosine en choline zijn voorstadia van respectievelijk de neurotransmitters serotonine, catecholamines en acetylcholine, die in de hersenen onder andere sommige gedragsuitingen beïnvloeden. De concentraties van de betreffende neurotransmitters in de hersenen kunnen in het proefdier en wellicht ook bij de mens worden beïnvloed door middel van veranderingen in de voeding.

koekjes vóór het slapen gaan op deze toch wel zeer interessante waarneming.

Bovenstaande voorbeelden tonen duidelijk aan dat wijzigingen in de hoeveelheid en de samenstelling van macronutriënten een diepgaande invloed uitoefenen op regelstoffen en -systemen in het lichaam. Dit, gevoegd bij de hier niet behandelde onmisbaarheid van de verschillende vitamines en mineralen, en de essentiële betekenis daarvan voor het intermediaire en cellulaire metabolisme, leiden tot de hypothese dat elke voedingsstof die we eten eigen effecten heeft in het organisme: niet of een energetisch, of een bouw-, of een regeleffect, maar *en* een energetisch *en* een bouw- *en* een regeleffect. En dat betekent in feite wat ik boven genoemd heb *totale voeding* of, zo u wilt, *elke hap telt*.

Betekent dit alles nu dat *strict genomen* bij elke hap die wordt gegeten moet worden nagedacht en dat elke hap gevolgen heeft voor één van de vele lichaamsfuncties en daardoor voor de gezondheid? Het antwoord is bevestigend. Eten is even riskant als elk ander aspect van het leven en de mens moet met eten leren omgaan zoals hij bijvoorbeeld met de zwaartekracht moet leren omgaan. En omdat de mens *moet* eten om in leven te blijven, is vroeg leren hoe te eten van bijzonder grote betekenis voor het gezonde bestaan.

Betekent dit alles nu dat goed eten heel moeilijk is? Het antwoord is ontkennend. Er is immers al zeer veel bekend over goed eten, er is in onze samenleving zeer goede voorlichting op dit gebied en het is dan ook slechts zaak om die beschikbare kennis ter harte te nemen.

Het betekent wél dat het noodzakelijk is om zo nauwkeurig mogelijk te weten

te komen welke de effecten van voedsel op het organisme zijn. Pas dan kun-
nende richtlijnen voor een goede voeding, die helaas voor een deel nog berusten
op *aanwijzingen* uit onderzoek, worden omgezet in richtlijnen gebaseerd op *fei-
ten* uit onderzoek.

Ik heb geprobeerd u te laten zien hoe boeiend de etende mens is. Het is mijn-
vaste overtuiging dat het type onderzoek dat ik heb geschetst, het voedingson-
derzoek van de toekomst moet zijn. Daarmee worden de grenzen van het we-
ten over eten verlegd en daardoor zal de etende mens een bewust-etende mens
worden zonder dat als een last te ervaren.

Maar hoe zit het nu met de Humane Biologie? Kunnen we, na de geplaatste
kanttekeningen bij de etende mens komen tot een definitie of, tenmiste, tot een
hanteerbare omschrijving van het gebied? Laat ik een poging wagen.

*Humane Biologie is het deel van de biologie waarin de bestudering van de in-
teractie tussen het interne en externe milieu van de mens centraal staat.*

Daarbij vat ik het begrip *interne milieu* ruimer op dan het door Claude Bernard
gehanteerde begrip *milieu intérieur*: niet alleen de interstitiële vloeistof, maar ook
de cellen horen erbij. De interactie tussen voedsel en het interne milieu van de
mens is één van de sprekendste voorbeelden van wat Humane Biologie is; daar-
om heb ik het uiteraard gekozen. Maar ook bijvoorbeeld de bestudering van de
interactie tussen het bewegen van de mensen en het interne milieu en van de in-
teractie tussen in het externe milieu aanwezige (toxische) stoffen en het interne
milieu behoren vanuit mijn gezichtspunt tot de Humane Biologie. Essentieel is
steeds dat de *interactie* wordt bestudeerd. Dat maakt het gebied multidiscipli-
nair, uitdagend, boeiend en veeleisend. Dat maakt tevens dat het, beter dan wel-
ke discipline dan ook, geschikt is als basis voor de studie in de geneeskunde.
Maar dat is een onderwerp voor een ander afscheidscollege.

Aantekeningen

1. Vrij naar het motto van de Camera Obscura van Hildebrand: *Nec luisse pudet, sed non incidere ludum*. (Het is geen schande gespeeld te hebben, maar niet opgehouden te hebben met spelen) Horatius - *Epist.* 1, 4, 36
 2. Harrison GA, Weiner JS, Tanner JM, Barnicot NA - *Human Biology. An introduction to human evolution, variation, growth and ecology*. 2nd edition 1977. Oxford University Press, Oxford.
 3. Gezondheid is een situatie van evenwicht dat wordt bepaald door de omstandigheden waarin mensen verkeren en het vermogen dat zij zelf bezitten of zich met behulp van anderen kunnen verwerven om zich te verweren tegen verstoringen. *Nota 2000 over de ontwikkeling van het gezondheidsbeleid*. Ministerie van WVC 1986.
 4. Ten Hoor F - *Inleiding*. In: *Voedingsbericht 1990*. Redactie: F. ten Hoor e.a. SDU uitgeverij, s'Gravenhage 1990.
 5. Geschiedkundige gegevens zijn ontleend aan:
McCollum EV - *A history of nutrition*. Houghton Mifflin Company Boston 1957;
McCay CM - *Notes on the history of nutrition research*. Hans Huber Publishers Bern 1973.
 6. Bijbel. *Daniël 1: 1-21*.
 7. De uitspraak is waarschijnlijk afkomstig van Ludwig Feuerbach. Zie: Onfray M - *De buik van de filosoof. Kritiek van de diëtetische rede*. blz. 19. Ambo b.v. Baarn 1991.
 8. De terminologie die wordt gebruikt met betrekking tot de energiewisseling is niet eensluidend en niet alle begrippen zijn scherp gedefinieerd. Ter illustratie het volgende lijstje.
- SMR *sleeping metabolic rate*, energiegebruik tijdens slapen. Soms wordt daarbij nog aangegeven tijdens welke periode de energiewisseling is bepaald (b.v. van 3.00-6.00h).
- BMR *basal metabolic rate*, basaalstofwisseling. Energiegebruik gemeten onder stricte en scherp omschreven omstandigheden die vooral in de wat oudere fysiologieboeken te vinden zijn. BMR wordt zelden meer bepaald, omdat de omschreven omstandigheden moeilijk te realiseren zijn.

- RMR *resting metabolic rate*, ruststofwisseling. Energiegebruik gemeten in rust gedurende de dag; de meting moet enkele uren na een maaltijd of na het verrichten van lichamelijke activiteit plaatsvinden. RMR is gemiddeld ongeveer 5% hoger dan SMR (gemeten tussen 3.00 en 6.00h); BMR is iets lager dan RMR.
- DIT *dietary induced thermogenesis*, dieet-geïnduceerde thermogenese. Het extra ("bovenop" RMR) energiegebruik dat gemeten wordt na het eten van een maaltijd.
- TEF *thermic (calorigenic) effect of food*; idem als DIT.
- DEE *diet induced energy expenditure*; idem als DIT en TEF
- TEE *thermic effect of exercise*, energiegebruik voor lichamelijke activiteit
- AEE *activity induced energy expenditure*; idem als TEE.
- ADMR *average daily metabolic rate*, gemiddeld energiegebruik over 24h.

9. *Advies richtlijnen goede voeding*. Voedingsraad, s'Gravenhage 1986.
10. Asmoredjo-Kirchmann MET e.a. - *Voedselconsumptie*. In: *Voedingsbericht 1990*. Redactie: F. ten Hoor e.a. SDU uitgeverij, s'Gravenhage 1990.
11. Voor de berekening zijn dezelfde geschatte prijzen gebruikt als die welke zijn gebruikt voor de berekeningen van Tabel 1.
12. Davenport HW - *Physiology of the digestive tract*. 2nd ed., blz. 160. Year Book Medical Publishers Inc., Chicago 1966.
13. Bray GA - *The varieties of obesity*. In: Bray GA, Bethune JE (eds.) - *Treatment and management of obesity*. Harper & Row Publishers Inc., New York, Evanston, San Francisco, London 1974.
14. Sims EHA - *Studies in human hyperphagia*. In: Bray GA, Bethune JE (eds.) - *Treatment and management of obesity*. Harper & Row Publishers Inc., New York, Evanston, San Francisco, London 1974.
15. Benedict FG, Miles WR, Roth P, Smith M - *Human vitality and efficiency under prolonged restricted diet*. Carnegie Institution of Washington, Publication 280, p. 701. (From: Garrow JS - *Energy balance and obesity in man*. North Holland Publishing Company, Amsterdam, London 1974; Fig. 5.2, p. 142).
16. Newsholme EA - *A possible metabolic basis for the control of bodyweight*. New Engl. J. Med. 302, 400-405, 1980.

17. Newsholme EA, Leech AR - *Biochemistry for the medical sciences*. Chapters 7 and 19. John Wiley & Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore 1991.
18. Door Benzinger is een samenvattende theorie van de temperatuurregulatie bij de mens beschreven. Benzinger TH et al. - *The human thermostat*. In: *Temperature - its measurement and control in science and industry*. part 3, Chapter 56. Reinhold Publishing Corporation, New York 1963.
19. Westerterp-Plantenga MS, Westerterp KR, Nicolson NA, Mordant A, Schoffelen PFM, ten Hoor F - *The shape of the cumulative food intake curve in humans during basic and manipulated meals*. *Physiol Behav* 47, 569-576, 1990.
20. Alberts B et al. - *Molecular Biology of the Cell*. 2nd ed. Garland Publishing Inc., New York, London 1989.
21. Huang Y, Nassar B.A. - *Modulation of tissue fatty acid composition, prostaglandin production and cholesterol levels by manipulation of n-3 and n-6 essential fatty acid metabolites*. In Horrobin DF (ed), *Omega-6 essential fatty acids. Pathophysiology and roles in clinical medicine*. Wiley-Liss. New York 1990.
22. Wurtman RJ - *Nutrients that modify brain function*. *Sci. Am.* 246, 50 - 59, 1982.
23. Fernstrom JD, Faller DV - *Neutral amino acids in the brain: changes in response to food ingestion*. *J. Neurochem.* 30, 1531-1538, 1978.

Design & Production
Cornel Graphics Vlaardingen