

# MENS

**DOSSIER**

# Eten om te leven



# VOORWOORD

## Eten om te leven

Als je het succes van kookboeken en kookprogramma's onder de loop neemt, zou je kunnen denken dat

we leven om te eten. Eten werd verheven tot het ultieme genieten. We staan echter vaak niet stil bij wat er om de hoek loert. Welvaartsziekten zoals obesitas, diabetes en hartkwalen zijn niet meer weg te denken uit onze samenleving.

Ons lichaam is een fantastische machine. We kunnen ons dus niet genoeg bewust zijn van wat er allemaal gebeurt wanneer we eten, snoepen, happen, drinken. Wat proppen we allemaal in ons lichaam en hoe werkt onze spijsvertering? Lever, pancreas, bloed, spieren, vetcellen, energie, glucose, insuline, hersenen, reserves...de machine moet blijven draaien. Hoe al het lekkers dat we dagelijks verorberen door ons lichaam verwerkt of opgeslagen wordt kan je lezen in dit dossier.

Wat is goed en wat is slecht? Waarom eten mensen vaak ongezond? Velen onder ons hebben het nooit echt geleerd. Eetgewoonten krijgen we van thuis uit

mee en uit gewoonte blijven we in hetzelfde voedingspatroon steken.

Vergeet niet: je bent wat je eet!

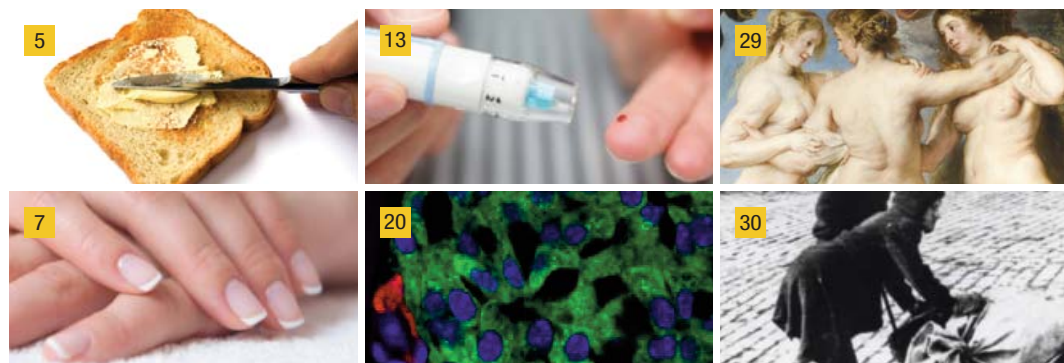
Ik ben er ervan overtuigd dat je na het lezen van dit dossier heel anders zult aankijken tegen voeding, eetgewoonten, calorieadviezen en dieettips. Bovendien kan je aan tafel iedereen verbazen met je kennis over het basismetabolisme en het metabool equivalent. Je ontdekt waarom het zeer de moeite loont om actiever te gaan leven, meer te gaan sporten, bewuster te eten en dat dieet dat op je lijstje van goede voornemens stond vol te houden. Je zal kritischer worden in het kiezen wat je eet. Dit dossier zet je hopelijk aan tot grondig nadenken over voeding, over welke bouwstenen we werkelijk nodig hebben om optimaal te ontwikkelen en functioneren en hoe we in combinatie met voldoende bewegen een écht gezond lichaam en levensstijl kunnen opbouwen.

Tot slot wens ik alle lezers van M&NS een heel gezond 2015!

Ludwig Callaerts

*Ere-administratief medewerker ActUA vzw - Actie Universiteit Antwerpen*

## Inhoud



Voedsel ontleed . . . . .	3
Glucose, brandstof voor ons lichaam . . . . .	3
Vetten: nuttig en nodig ... als je de juiste kies . . . . .	4
Eiwitten – bouwen je cellen zo weer op . . . . .	7
Reis naar het binnenste van ons lichaam . . . . .	8
De lever: een veelzijdig orgaan . . . . .	9
Hormonen in actie: insuline en glucagon . . . . .	19
Joules in de boekhouding: onze energiebalans . . . . .	23
Op weg naar gezonder leven . . . . .	30

# Eten om te leven

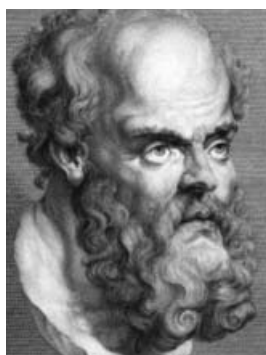
Prof. Dr. Geert Potters (Hogere Zeevaartschool - Universiteit Antwerpen)  
met medewerking van Loes Neven, VIGeZ

Eten om te leven, niet leven om te eten. Een gouden raad van Socrates (aangehaald door de Griekse historicus Plutarchus) die onze samenleving al eens aan haar laarzen durft te lappen.

Wereldwijd sterven er immers jaarlijks 2,8 miljoen mensen aan aandoeningen, veroorzaakt door overgewicht of obesitas (voor het verschil tussen beide: zie kader): wie te dik is, heeft al snel een te hoge bloeddruk en te veel cholesterol, of wordt ongevoelig voor insuline (wat dan weer leidt tot diabetes type 2). Ook het risico op de ontwikkeling van tumoren in het borstweefsel, in de darmen, de prostaat, de nieren of de galblaas neemt toe. En daarbij hoeven we echt niet enkel naar de Verenigde Staten te kijken. Europa is het continent waar 86% van de vroegtijdige overlijdens te wijten is aan de grote vier zogenoemde niet-overdraagbare ziekten (hart- en vaat-aandoeningen, diabetes, kanker en aandoeningen aan de luchtwegen). Niet dat die alle een gevolg zijn van obesitas, maar toch.

De reden: een veel te hoge consumptie van verzadigde vetten, transvetten, sachariden en zout. Ieder pondje gaat door het mondje? Zonder twijfel. Tel daarbij nog een zittende levensstijl, met de laptop of de tablet in de aanslag, en we komen uit bij een loodzware garantie op problemen.

In dit dossier van MeNS willen we hier dieper op ingaan. Voor een goed begrip van wat ons lichaam doet met wat we eten, beginnen we met een overzicht van ons energiemetabolisme: wat gebeurt er met dat voedsel zodra het via de darmen is opgenomen in ons bloed? We bestuderen het fijne mechanisme waar ons lichaam gebruik van maakt om onze cellen van het nodige voedsel te voorzien, en hoe overconsumptie dit mechanisme onderuithaalt. Daarna proberen we onze weg te vinden in de wildgroei aan (al dan niet goed bedoelde) voedingsadviezen en dieetvoorschriften.



*La monstrua desnuda (1680), Socrates  
van Juan Carreno de Miranda.*





In 2008 hadden 1,4 miljard mensen van 20 jaar en ouder te maken met overgewicht. 200 miljoen mannen en bijna 300 miljoen vrouwen onder hen lijden aan obesitas.

65% van de wereldbevolking leeft in een land waar overgewicht en obesitas meer mensen doden dan een te laag gewicht.

Meer dan 40 miljoen kinderen jonger dan 5 waren in 2012 te zwaar of leden zelfs aan obesitas.



## Over overgewicht en obesitas

BMI (in kg/m <sup>2</sup> )	Categorie	Risico comorbiditeit*
18,5 - 24,9	Normaal gewicht	Gemiddeld
25 - 29,9	Overgewicht	Verhoogd
30 - 34,9	Matige obesitas (graad 1)	Hoog
35 - 39,9	Ernstige obesitas (graad 2)	Zeer hoog
> 40	Extreme obesitas (graad 3)	Extreem hoog

\* *Risico op aandoeningen zoals diabetes type 2, hypertensie en hart- en vaatziekten.*

We spreken over overgewicht bij mensen van wie het lichaamsgewicht net te hoog is om nog gezond te zijn. Ook de verdeling van lichaamsvet in het lichaam speelt een rol: abdominaal vet (rond de buikstreek) leidt tot meer gezondheidsproblemen. We noemen dit ook wel eens een appelvorm. Vet in de billen (een peervorm) is dan weer minder problematisch.

Bij obesitas ligt dat lichaamsgewicht nog veel hoger. Het is een medisch probleem, dat vaak de voorloper is voor heel wat andere medische problemen, zoals diabetes type 2, een te hoge bloeddruk (hypertensie) en heel wat hart- en vaatziekten (zie ook MeNS nummer 75).

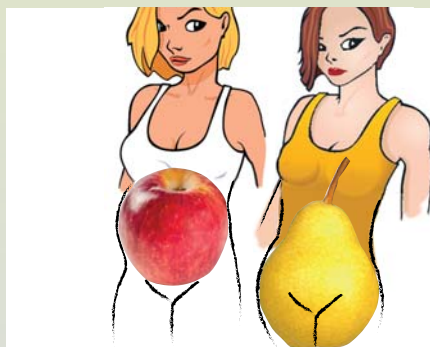
De klassieke manier om jezelf te plaatsen in een van de categorieën in bovenstaande tabel, is door je Body Mass Index (BMI) te berekenen. Hiervoor deel je je gewicht (in kg) door het kwadraat van je lichaamslengte (in m). Let wel – deze maat is enkel bruikbaar voor volwassenen. Een bijkomende maat gebruikt je lichaamssomtrek, gemeten op het middelpunt tussen de heup en de onderste rib (en zegt zo iets over de hoeveelheid abdominaal vet).

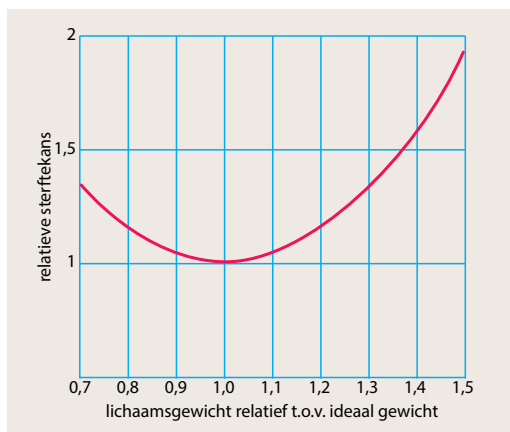
### Lichaamssomtrek te hoog

**Mannen** Vanaf 102 cm

**Vrouwen** Vanaf 88 cm

(Bron: <http://www.uzleuven.be/obesitaskliniek>)





Hoe meer je gewicht afwijkt van het ideaal, hoe hoger je kans om vroegtijdig te overlijden.



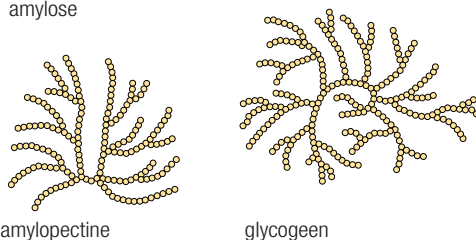
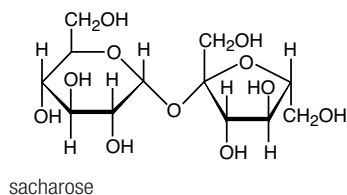
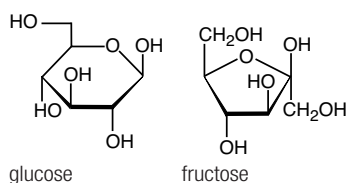
Onze landgenoot Lambert Adolphe Jacques Quetelet (Gent, 1796 – Brussel, 1874) was een pionier wat betreft het gebruik van statistiek in de sociale wetenschappen. Ook introduceerde hij de BMI (of quetelet-index), zij het louter als instrument in de antropometrie (de studie van menselijke lichamelijke afmetingen op vergelijkende basis).

## Voedsel ontleed

### Glucose, brandstof van ons lichaam

De eerste groep van stoffen in onze voeding die we wat van dichtbij bekijken, zijn de sachariden of koolhydraten. Dit is een grote groep van stoffen, met als basiseenheid een enkelvoudig suiker (monosacharide) zoals glucose of fructose. Glucose kennen we trouwens als druivensuiker. Sacharose (wat we uit de keuken kennen als tafelsuiker) bestaat bv. uit een glucosemolecule en een fructosemolecule die aan mekaar hangen. Er bestaan ook zeer lange ketens (polymeren) van suikers (polysachariden). Zetmeel, de reservestof in planten, bestaat uit dergelijke ketens van glucosemoleculen, waarvan er sommige vertakken (die vorm noemen we amylopectine) en sommige niet (en die vorm heet dan amylose). Bij dieren (en dus ook bij de mens) is het glycogeen dat de rol van reservevorm voor sachariden op zich neemt. Ook dit polymeer bestaat uit vertakte ketens van enkel glucosemoleculen. Glycogeen wordt vooral in de lever en in mindere mate in de spieren aangemaakt.

**Opgelet** - om het verhaal niet nodeloos complex te maken, en vooral omdat ons metabolisme de verschillende sachariden uiteindelijk toch afbreekt tot glucose, zullen we het verder enkel over dit specifieke suiker hebben. Glucose vormt immers de basisgrondstof van ons energiemetabolisme.



Verschillende vormen van sachariden in onze voeding

## Vezels

Ook voedingsvezels kunnen we bij de sachariden onderverdelen. Het zijn plantendelen die wij zelf niet afbreken en gebruiken als energiebron (en daarom spelen ze in ons verdere verhaal geen rol meer). Wel beïnvloeden ze de vertering van het voedsel in de darmen. Ook houden ze schadelijke stoffen uit onze voeding vast, zodat die niet worden opgenomen. Bovendien dienen ze wel als voedselbron voor de bacteriën in onze darmen.

We onderscheiden:

- fermenteerbare of oplosbare vezels: deze worden door de anaërobe bacteriën in ons darmstelsel afgebroken tot methaangas en voedingsstoffen voor de bacteriën zelf. Fermenteerbare vezels krijgen we binnen door groenten, fruit en peulvruchten te eten.
- niet-fermenteerbare (niet-oplosbare) vezels: deze vezels absorberen water terwijl ze door de darmen naar buiten worden geloodst. Zo zorgen ze voor een betere, zachtere stoelgang. We vinden ze in graanproducten, bv. als tarwezemelen in volkorenbrood, muesli en havermout.

### Fermenteerbare vezels

rogge, gerst, haver  
peulvruchten (bonen, erwten, soja, ...)  
noten, vooral amandelen  
aardappelen, zoete aardappelen, uien  
gGroenten: broccoli, wortelen, ...

vruchten: vijgen, avocado's, pruimen,  
bessen, rijpe bananen  
de schil van appels, peren,

### Niet-fermenteerbare vezels

volkorenproducten en tarwezemelen  
peulvruchten (bonen, erwten, linzen, ...)

noten en zaden

aardappelschillen

groenten: groene bonen, bloemkool,  
courgette, selder

vruchten: avocado, onrijpe bananen

de schil van druiven en tomaten

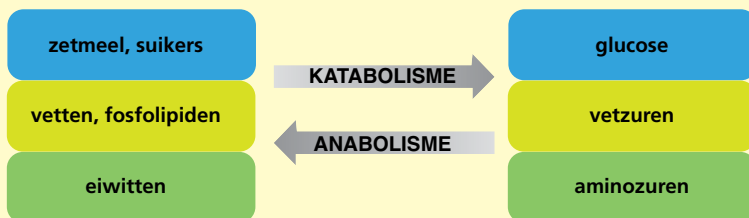


Inuline komt voor in de wortels van planten zoals cichorei, paardenbloem, schorseneer. Voor de plant is het een reservestof en een antivriesmiddel.

## Vetten: nuttig en nodig... als je de juiste kiest

Vetten komen in verschillende vormen voor in onze voeding en in ons lichaam. De meest eenvoudige vormen zijn die van de triglyceriden. Die bestaan uit een molecule glycerol waar drie vetzuren op verankerd zitten. Vetzuren zijn lange apolaire (d.w.z. niet-wateroplosbare) ketens met aan één uiteinde een organische zuurgroep ( $-\text{COOH}$ ). We onderscheiden

verzadigde vetzuren (waarin alle bindingen enkelvoudig zijn) en onverzadigde vetzuren (die een of meerdere dubbele koolstof-koolstofbindingen vertonen). Vetten die enkel uit verzadigde vetzuren bestaan, heten ook wel verzadigde vetten. In de membranen om en in onze cellen vinden we een variant: de fosfolipiden. Hier is één van de drie vetzuren vervangen door een fosfaatgroep, waarop dan weer allerlei andere moleculen gebonden kunnen zitten.



## Katabolisme en anabolisme

In ons metabolisme onderscheiden we twee grote delen:

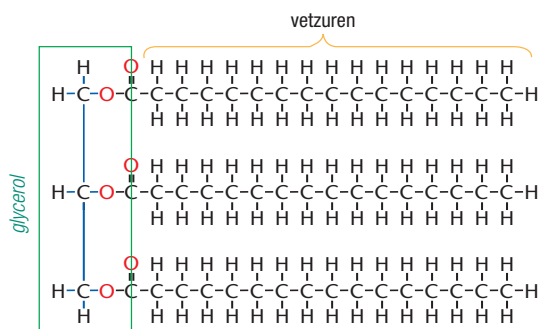
**Katabole reacties** breken complexe organische moleculen af, zodat er energie vrijkomt voor ons lichaam. Grote moleculen (polymeren van sachariden, vetten, nucleïnezuren en eiwitten) worden hierbij afgebroken in kleinere moleculen (monomeren zoals enkelvoudige suikers, vetzuren, nucleotiden en aminozuren), die op hun beurt verder worden afgebroken tot  $\text{CO}_2$ , water en ureum.

**Anabole reacties** bouwen nieuwe organische moleculen op uit kleinere onderdelen. Zo is er de eiwitsynthese uit aminozuren of de aanmaak van zetmeel uit glucose (in planten). Deze nieuwe moleculen laten cellen toe te groeien, te delen en nieuwe functies uit te voeren (dit laatste noemen we differentiatie).

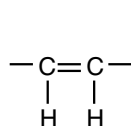
Binnen de onverzadigde vetzuren onderscheiden we nog de vetzuren met slechts één dubbele binding (enkelvoudig onverzadigd) en deze met meer dan één dubbele binding (meervoudig onverzadigd).

Wellicht heb je al eens gehoord dat het gezonder is om onverzadigde vetten te eten dan verzadigde vetten. Toch zijn niet zomaar alle onverzadigde vetten onschadelijk. We moeten immers verder nog een onderscheid maken tussen cis- en transvetten. Transvetten zijn vetten waarin minimaal één van de vetzuren die met glycerol zijn veresterd één of meer dubbele bindingen hebben die zich in de trans-configuratie bevinden. In hun natuurlijke vorm bevinden die verbindingen in enkelvoudig of meervoudig on-

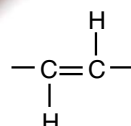
verzadigde vetzuren zich bijna altijd in de cis-configuratie. Wanneer echter plantenoliën (bronnen van onverzadigde vetten) worden gehard, bv. bij de bereiding van margarine, worden onverzadigde vetzuren omgezet in verzadigde, en daarbij ontstaan ook de trans-variëteiten. Ook in de keuken kunnen trans-vetzuren ontstaan, bijvoorbeeld bij het gebruik van onverzadigde plantaardige oliën om te frituren.



Triglyceride

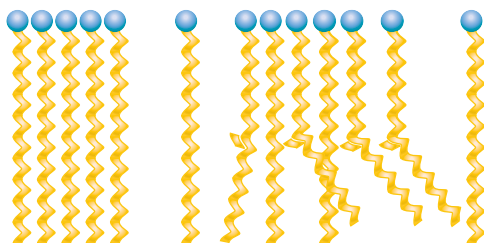
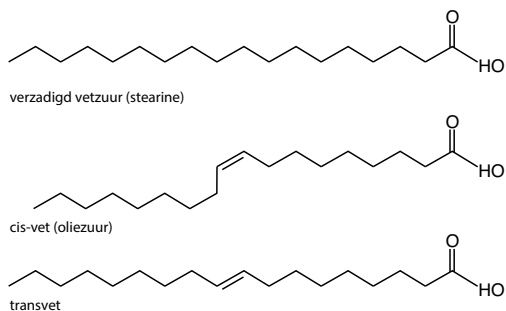


‘Cis’-oriëntatie



‘Trans’-oriëntatie

*De begrippen “cis” en “trans”: Bij een cis-verbinding staan de waterstofatomen ruimtelijk gezien aan dezelfde zijde van de dubbele binding. Bij de trans-configuratie staan de waterstofatomen aan weerszijden van de dubbele binding.*



*Zoals je kunt zien aan de moleculen, hebben cis-vetten een knik in hun vetzuurstaart, en hebben trans-vetten en verzadigde vetten dit niet. In de celmembraan zorgt die knik ervoor, dat de vetten in de membraan wat verder uit mekaar liggen en dus beter kunnen bewegen. We noemen zo een membraan vloeibaarder.*

Wat de cis-vetten onderscheidt van de trans-vetten of de verzadigde varianten, is hun vorm. De rechte ketens van trans-vet(zuren) en deze van de verzadigde vetten maken in beide gevallen de membranen van onze cellen minder vloeibaar (zie figuur). Cellen met een minder vloeibare membraan hebben problemen met onder andere de interne signaaloverdracht in de cel.

Daarnaast kan ons lichaam ook op andere vlakken minder goed overweg met de trans-vetten. De natuurlijke cis-vetten dienen als voorlopers in de synthese van prostaglandines. Dit zijn signaalstoffen die een belangrijke rol spelen bij ontstekingsprocessen en in het immuunsysteem. De trans-vorm kan echter helemaal niet worden gebruikt om prostaglandines mee aan te maken. Ook hebben ze een negatief

effect op het gehalte aan cholesterol in ons bloed (ze verstoren de LDL/HDL-verhouding – zie uitleg in MeNS 75), en ze verhogen zo de kans op hart- en vaatziekten.

Overigens - naast de triglyceriden en de fosfolipiden is er inderdaad nog cholesterol. In tegenstelling tot het slechte imago dat deze stof met zich meedraagt, is cholesterol een essentiële bouwsteen voor het lichaam die we nodig hebben voor de synthese van steroïde hormonen, vitamine D en galzouten. Daarnaast is cholesterol een heel belangrijk bestanddeel van celmembranen. Ongeveer zeventig procent van de cholesterol maakt ons lichaam aan in de lever, minder dan dertig procent van de totale lichaamscholesterol halen we uit onze voeding.



*In planten zit geen cholesterol, maar de gelijkaardige molecule sitosterol. Deze heeft een gunstig effect op ons eigen cholesterol-metabolisme.*

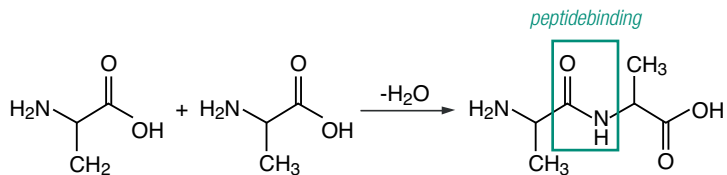


*Vetten met vetzuren met (minstens) één knik (in de cis-vetten) hebben een lager stolpunt dan de rechte verzadigde vetten en trans-vetten. Aangezien er verhoudingsgewijs in plantaardige vetten meer dubbele bindingen voorkomen, blijven deze bij kamertemperatuur eerder vloeibaar: we spreken dus van plantenoliën. Dierlijke vetten (boter) en geharde plantaardige vetten (margarine!) zijn vast bij kamertemperatuur.*

### Meer weten over cholesterol?

Download gratis MeNS 75 op [www.biomens.eu](http://www.biomens.eu), of lees de didactische bijlage (te vinden op [www.acco.be/mens93](http://www.acco.be/mens93)).





De peptidebinding tussen twee aminozuren

## Eiwitten – bouwen je cellen zo weer op

De laatste grote klasse van voedingsstoffen zijn de eiwitten of proteïnen. Dit zijn polymeren van aminozuren - organische verbindingen met een organische zuurgroep (-COOH) en een aminegroep (-NH<sub>2</sub>). Ze hangen aan mekaar door middel van een peptidebinding (zie figuur bovenaan).

Enzymen zijn eiwitsoorten die je als de werkpaarden van onze cellen kunt beschouwen. Ze voeren tal van nuttige processen uit en houden ons zo in leven: eiwitten breken andere moleculen af of maken er juiste nieuwe aan, transporteren voedingsstoffen de cel in, houden onze ionenconcentraties binnen en buiten elke cel in evenwicht,... Andere eiwitten dienen als bouwstenen voor de onderdelen van onze cellen: microtubuli, actineketens, zweepstaarten, verbindingen tussen cellen,... Ook onze haren en nagels bestaan voornamelijk uit eiwitten (keratine). Nog andere dienen als signalen. Verderop bespreken we bv. insuline en glucagon.

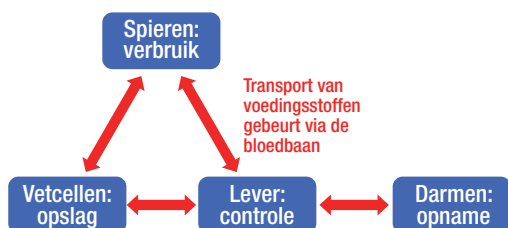


niet doen... het maakt je ongelukkig!

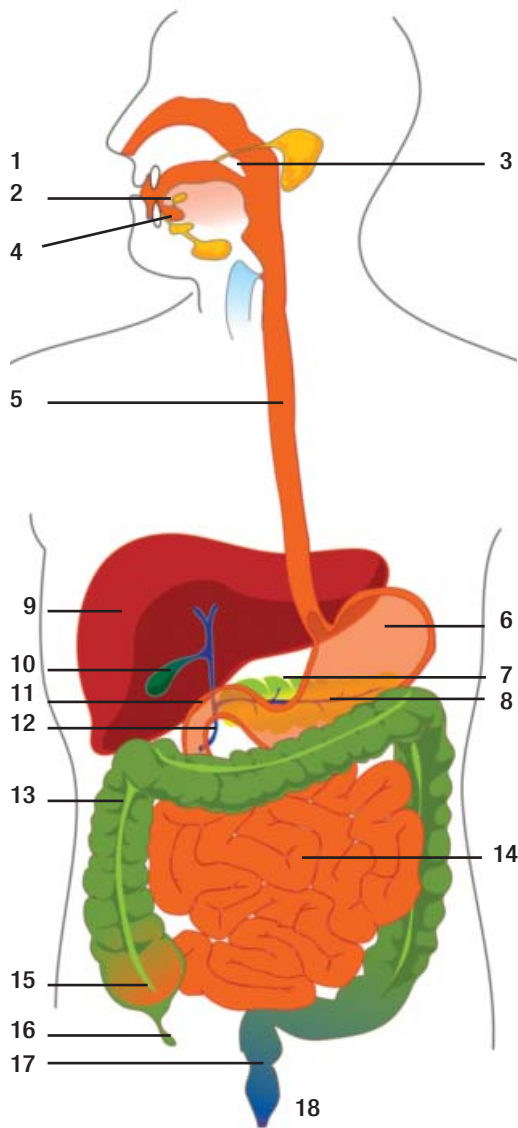


## Reis naar het binnenste van ons lichaam

Om ons voedingsmetabolisme duidelijk in kaart te brengen, leggen we de nadruk op drie belangrijke organen en weefsels in ons lichaam: de lever (die het hele energiemetabolisme controleert), de spieren (die energie uit het voedsel halen) en het vetweefsel (waarin heel wat reserves opgeslagen liggen). Transport van voedingsstoffen tussen deze lichaamsdelen gebeurt uiteraard door de bloedbaan. Vooral die lever is een grote onbekende. We starten ons verhaal daarom best in dat orgaan.

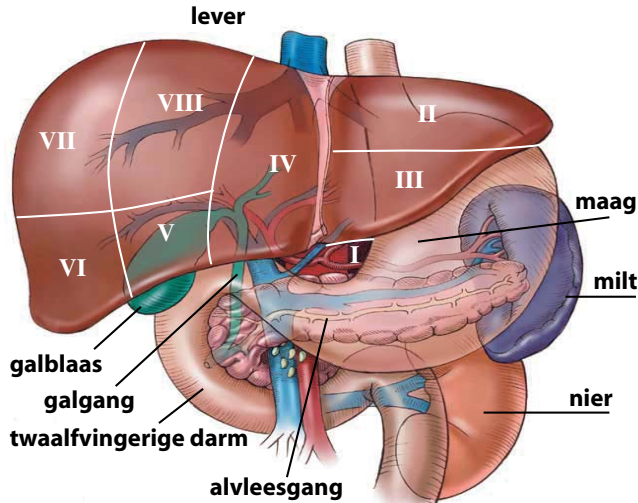


Overigens - in wat volgt, gaan we ervan uit dat je de weg kent in het spijsverteringsstelsel. Bij wijze van referentie kan je gebruik maken van deze figuur.



### Anatomie van het spijsverteringsstelsel

1. speekselklieren 2. mondholte 3. keelholte 4. tong
5. slokdarm 6. maag 7. alveesklier 8. alveesgang
9. lever 10. galblaas 11. twaalfvingerige darm 12. galkanaal
13. dikke darm 14. dunne darm 15. blindedarm
16. wormvormig aanhangsel 17. endeldarm 18. anus



*Anatomie van de lever en de galblaas. We onderscheiden acht verschillende leversegmenten, die elk in verbinding staan met een welbepaalde aftakking van de leverpoortader, de leverslagader of het galkanaal. Weliswaar kan men deze opdeling slechts met geavanceerde beeldtechnieken (CT-scans, MRI, ...) maken.*

## De lever: een veelzijdig orgaan

Als eerste orgaan waar de door de bloedstroom rond de darmen opgenomen voedingsstoffen in terecht-komen, is de lever sterk betrokken bij het metabo-lisme van sachariden, vetten en eiwitten. Weinig andere organen zijn bij zo veel en zo verscheidene fysiologische functies betrokken als de lever – enkel de hersenen zijn nog veelzijdiger. Het orgaan is be-trokken bij de aanmaak van bloed (erythropoëse) en van galzouten (die dan verder opgeslagen worden in de galblaas – zie ook verderop). De lever verbruikt ongeveer 20% van alle zuurstof die ons lichaam nodig heeft, en is daarmee zo actief, dat zijn bioche-mische activiteiten genoeg warmte opleveren om ons lichaam op temperatuur te houden. Hij breekt daar-naast heel wat lichaamsvreemde en mogelijk scha-delijke stoffen af (bijvoorbeeld alcohol), speelt een rol in de hormonenhuishouding, en slaat ijzer op..

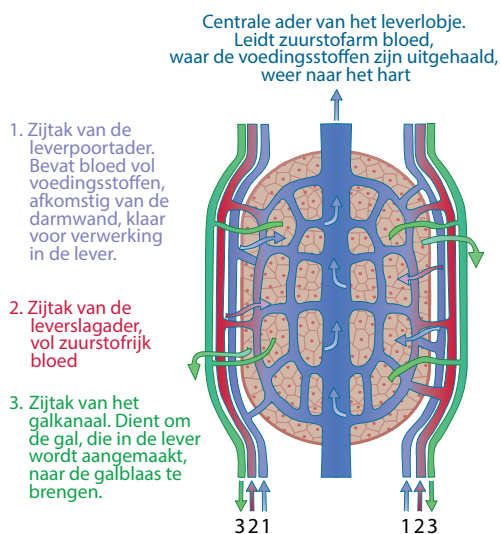
Anatomisch gezien is de lever een orgaan dat rechts-boven in de buikholteligt, tegen het middenrif aan, beschermd door de onderste ribben. Hij weegt on-geveer anderhalve kilogram (net als de hersenen overigens) en is na de huid het zwaarste orgaan van ons lichaam. De lever ontvangt bloed langs twee bloedvaten. Enerzijds is er de leverpoortader (vena porta), die voedingsstoffen verzamelt vanuit de dunne

en dikke darmen en die stoffen rechtstreeks naar de lever brengt. Anderzijds is er de leverslagader, die zuurstofrijk bloed naar het orgaan brengt.

De verschillende functies van de lever worden uitge-oefend door de leverlobjes. Dit zijn clusters van levercellen. Elke cluster is een twaalfvlak van onge-veer 1 mm in doormeter. Deze vorm maakt een zeer compacte, efficiënte opstapeling van de lobjes in de lever en de verschillende bijbehorende bloedvaten en galkanalen mogelijk. Elk van die lobjes bevat de nodige cellen om alle leverfuncties op zich te nemen (zie de figuur p.10 voor meer details).

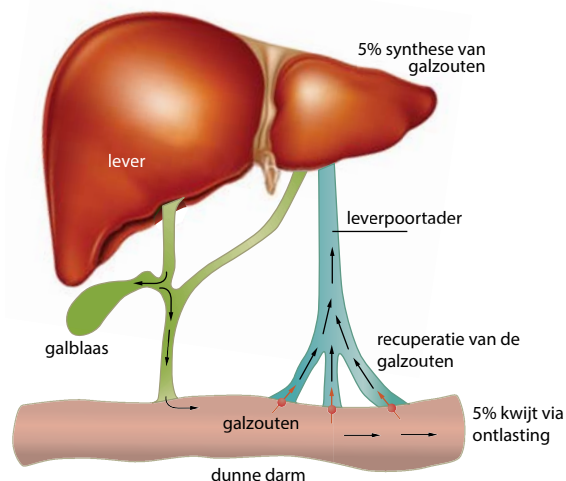
## De lever en de gal: twee organen in één buik

Een andere taak van de lever is de aanmaak van gal. Deze groengele substantie wordt daarna via kleine galwegen afgevoerd naar de galblaas. Deze hangt vast aan de onderkant van de lever. De galwegen en de galblaas komen verderop samen in de hoofdgalg-weg. De hoofdgalgweg loopt vervolgens doorheen de pancreas (waarover verderop meer) en mondt uit in de twalfvingerige darm. De galwegen lopen min of meer parallel aan de poortader en de leverslagader. Gal is een basische vloeistof die onder andere het zure maagsap moet neutraliseren zodra het voedsel in de twalfvingerige darm aankomt.



Structuur van een leverlobje

De belangrijkste componenten van gal zijn de galzouten. Dit zijn amfipatische moleculen: ze hebben een polair (wateroplosbaar) en een apolair (vetoplosbaar) gedeelte. Hierdoor zijn ze in staat om micellen te vormen (deeltjes met een apolaire binnenkant en een polair, negatief geladen oppervlak), waardoor ze van pas komen tijdens de opname van vetten in de darm. De galzouten positioneren zich immers aan het oppervlak van elke vetdruppel in de darminhoud en verhinderen zo dat deze zich samenvoegen met andere vetdruppels die samen te groot zijn om te

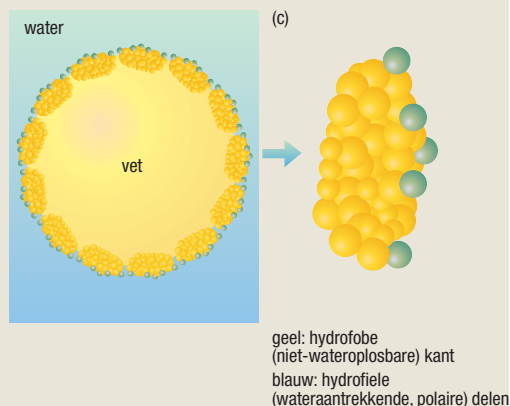
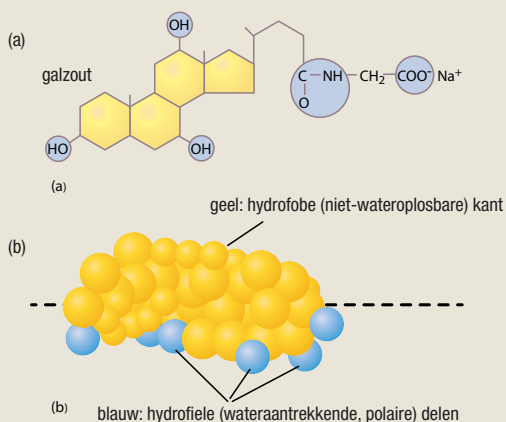


De circulatie van de galzouten. De lever scheidt de galzouten uit via de galblaas. Ze komen terecht in de twaalfvingerige darm.

worden opgenomen door de darmwandcellen. De micellen zelf hebben een diameter die niet groter is dan 14 en 33  $\mu\text{m}$ .

Niet alleen de triglyceriden worden zo gemakkelijker opgenomen. Ook andere broodnodige apolaire stoffen geraken via deze micellen gemakkelijker in ons bloed: de vitamines A, E en D, bijvoorbeeld. Na bewezen diensten worden de galzouten in de micellen gerecupereerd door de lever.

### Micelvorming door de galzouten





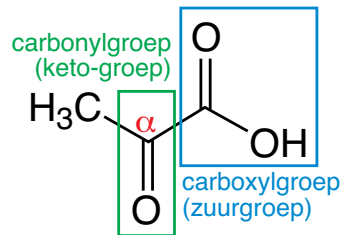
## De absorptieve fase: ons lichaam bouwt reserves op

Wat gebeurt er nu met ons voedsel eens het, afgebroken tot de verschillende monomeren (vetzuren, aminozuren en glucose), vanuit de darmen in de bloedbaan terechtgekomen is?

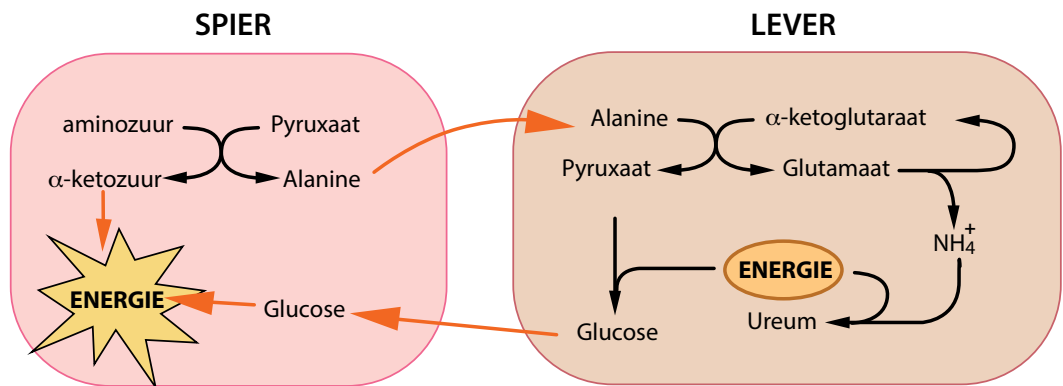
Een deel van het voedsel wordt onmiddellijk weer ingezet om nieuwe polymeren te maken. Zo dient een deel van de aminozuren om meteen weer eiwitten aan te maken, overal in ons lichaam.

Daarnaast hebben we natuurlijk voortdurend nood aan energie. Daarom breken onze cellen (en vooral dan de steeds actieve spiercellen) het net opgenomen glucose al meteen verder af om er energie uit te halen. Ook aminozuren kunnen trouwens gebruikt worden als energiebron: de aminegroep ( $\text{NH}_2$ -) wordt van het aminozuur afgehaald en op een molecule pyrodruivenzuur verankerd (die daardoor in alanine wordt omgezet). Het alfa-ketozuur dat hierbij ontstaat, gaat het celmetabolisme in en wordt volledig verbruikt. Het alanine vertrekt met het bloed mee naar de lever, die er glucose van maakt. Wanneer die glucose later, in tijden van nood, in de spieren wordt gebruikt om er energie uit te halen, is de cyclus rond (zie figuur onderaan). De stikstofatomen in de aminegroep komen terecht in ureummoleculen en verlaten met de urine ons lichaam.

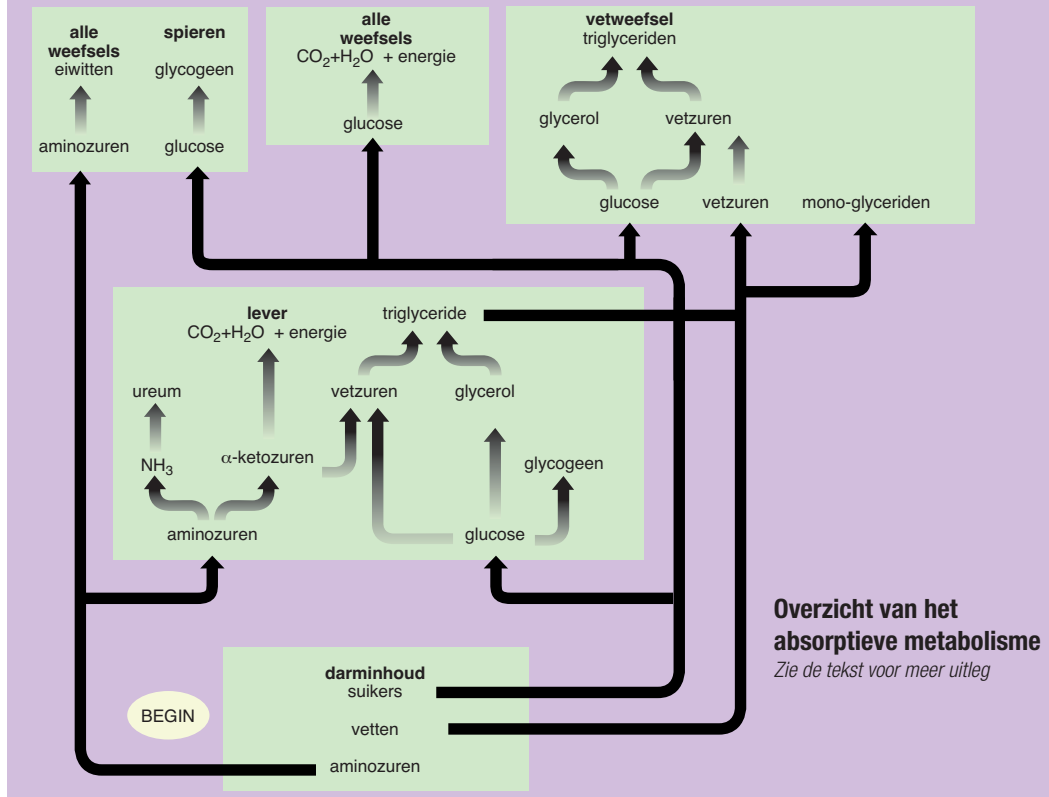
De rest van de opgenomen voedingsstoffen houdt ons lichaam bij, als reserve. In tijden van overvloed moet men sparen voor later, en dat is wat ons lichaam doet. De spiercellen zetten een kleine hoeveelheid glucose om tot het polymeer glycogeen, en de vetzuren die we net hebben opgenomen, worden omgebouwd tot nieuwe triglyceriden en zo opgeslagen in de vetcellen. Daarnaast gebruiken de vetcellen ook de glucose in het bloed als bouw materiaal voor nieuwe triglyceriden. De belangrijkste taak ligt hier echter bij de lever. Dit orgaan neemt glucose op uit de bloedbaan en maakt er ons reservemateriaal glycogeen van, en, net zoals de vetcellen, vetten.



Een groep moleculen die net als sachariden vooral uit koolstof, zuurstof en waterstof bestaan, zijn de alfa-ketozuren. Dit zijn organische zuren met een carbonylgroep ( $\text{C}=\text{O}$ ) vlak naast de carboxylgroep ( $-\text{COOH}$ ), zoals pyrodruivenzuur en oxaalazijnzuur. Ze spelen een rol bij de afbraak van aminozuren door de lever.



De aminozuurcyclus tussen de spieren en de lever.



## De postabsorptieve fase: we gebruiken onze reserves

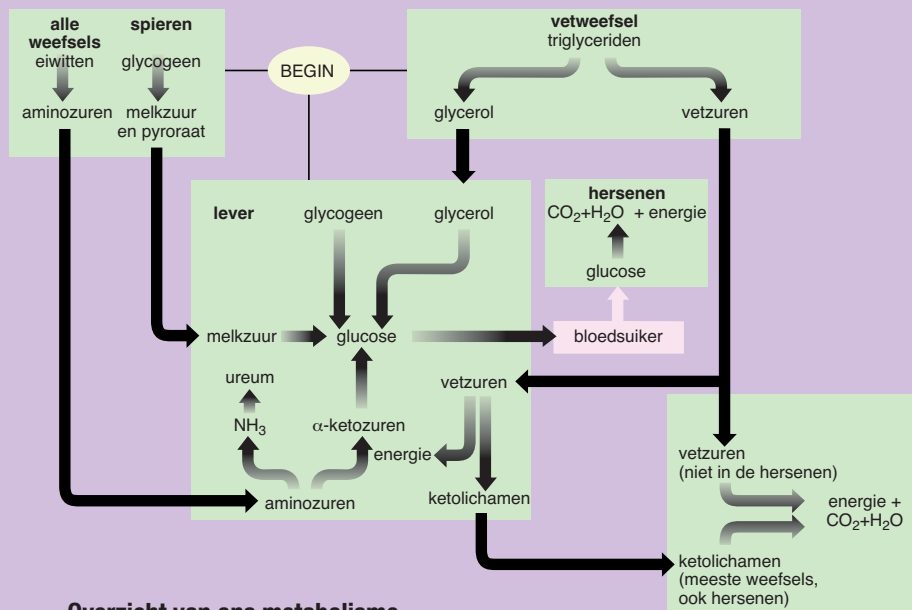
Op een bepaald moment is het zover: al het voedsel uit de darm is verwerkt, en er komt geen verse glucose meer terecht in de bloedbaan. Toch moet ons lichaam ervoor blijven zorgen dat de concentratie glucose in het bloed op peil blijft. Er zijn verschillende mechanismen die daartoe bijdragen. En opnieuw is de lever de spil van het hele proces.

De noodzaak om het glucosegehalte in ons bloed voldoende hoog te houden, is te wijten aan het feit dat de hersenen geen eigen reserves aanleggen en enkel uit glucose energie kunnen halen (behalve dan na lange periodes van vasten, zoals we verderop bespreken). Vetzuren bv. geraken niet tot in de hersenen.

Om te beginnen is er het voorraadjie glycogeen dat in de lever opgeslagen ligt en dat ons lichaam enkele

uren “zoet” houdt. Daarna is het de beurt aan de vetcellen, die de opgeslagen vetten splitsen in vetzuren en glycerol. Die glycerol wordt in de lever omgezet in glucose. Enkele uren later begint ons lichaam ook eiwitten af te breken en in glucose om te zetten. De aminozuren worden in de lever verder afgebroken tot alfa-ketozuren (waarbij de stikstof weer via de urine wordt afgevoerd). Al die processen staan bekend als gluconeogenese (de aanmaak van nieuwe glucose-moleculen).

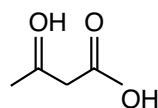
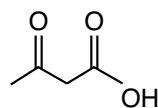
Per dag vasten kan ons lichaam zo ongeveer 180 g glucose produceren voor direct verbruik, wat voldoende is voor een energieverbruik van 3000 kJ (750 kcal). Alleen, een volwassene heeft gemiddeld driemaal zoveel nodig per dag. Ons lichaam zal daarom de nodige maatregelen moeten treffen: het mag immers niet gebeuren dat onze hersenen zonder glucose vallen – en alleen al de hersenen gebruiken meer dan de helft van die voorraad glucose. Ons lichaam zal daarom ook vetten beginnen af te



### Overzicht van ons metabolisme wanneer we al even niet gegeten hebben.

Zie de tekst voor meer uitleg

breken. De meeste cellen kunnen dat zelf. Alleen hersencellen beschikken niet over deze mogelijkheid. Bij een extreem tekort aan glucose moeten echter ook zij terugvallen op een alternatieve bron: de ketolichamen. Dit zijn energierijke verbindingen, die in de lever worden aangemaakt door oxidatie van vetzuren, en die alle een carbonylgroep ( $\text{C}=\text{O}$ ) dragen. Ze hebben een laag moleculair gewicht, en worden onder andere door de hersenen gebruikt als brandstof in het geval van glucosetekort (hypoglycemie).



Drie voorbeelden van ketolichamen: aceton, acetoaceton en bèta-hydroxyboterzuur.



### Energievoorraden (in kJ) van een man van 70 kg

Orgaan	Glucose of glycogeen	Triglyceriden	Eiwitten
Bloed	250	200	0
Lever	1700	2000	1700
Hersenen	30	0	0
Spieren	5000	2000	100 000
Vetcellen	330	560 000	170

### Vergelijkende tabel tussen absorptief en postabsorptief metabolisme

#### ABSORPTIEF

Energie komt vooral van sachariden.

Overschotten worden in zekere mate opgeslagen als glycogeen, maar nog meer als vet in het vetweefsel.

Ons lichaam neemt (netto) glucose op.

Aminozuren dienen deels voor eiwitsynthese, maar worden vooral verbrand tot energie of opgeslagen als vet.

#### POSTABSORPTIEF

Glucose is de centrale molecule die door alle weefsels kan gebruikt worden voor energieproductie.

We breken eerst glycogeen af; daarna worden vetten en eiwitten in glucose omgezet.

De lever is het centrale punt voor de aanmaak van nieuwe glucosemoleculen.

Vetzuurafbraak leidt tot vorming van ketolichamen, die ook in alle cellen kunnen gebruikt worden.







Loes Neven, Erika Vanhauwaert en Krista Morren

## BEWUST ETEN

KIEZEN, KOPEN EN KLAARMAKEN

In dit boek kom je te weten wat gezond eten volgens de actieve voedingsdriehoek inhoudt. We zoomen ook in op het voedingsetiket. E-nummers, zoetstoffen en omega-3 vetzuren: wat betekenen deze temen? Deze gids helpt je om in de jungle van merken en producten een gezonde en bewuste keuze te maken. Tot slot komt ook het samenstellen van evenwichtige maaltijden aan bod.

ISBN 978 90 334 8636 4 // 2012 // 144 blz. // 19,50 EUR



OOK ALS E-BOOK



Marnix Cokelaere

## WAAROM DIK WORDEN GEMAKKELIJK EN VERMAGEREN MOEILIJK IS

RECENTE INZICHTEN IN OBESITAS

Er is degelijke voedingsvoorlichting en er wordt veel gesport, en toch lijdt meer dan de helft van de Westerse mensen aan overgewicht. Van onze voorouders hebben we een automatisch energiebalansregulerend systeem geërfd. Bij hen leverde dat sponstaan een normaal gewicht op. Maar we leven nu in een 'energierijke' maatschappij. De auteur bespreekt deze veranderingen en stelt realistische remedies voor.

ISBN 978 90 334 8235 9 // 2011 // 224 blz. // 25,00 euro



Erika Vanhauwaert

## DE ACTIEVE VOEDINGSDRIEHOEK

De actieve voedingsdriehoek, het basis-educatiemodel voor gezonde voeding in Vlaanderen, geeft weer hoeveel en wat je per dag best eet en hoeveel je moet bewegen om er gezondheidsvoordeel uit te halen. Dit boek bevat interessante achtergrondinformatie, maar ook praktische aanbevelingen per leeftijd, maaltijd, setting of doelgroep, en tools om na te gaan hoe je persoonlijke driehoek eruit ziet.

ISBN 978 90 334 8639 5 // 2012 // 128 blz. // 24,00 euro // Geïllustreerd

Bestel dit boek via [www.uitgeverijacco.be](http://www.uitgeverijacco.be) of mail uw bestelling, naam en adres naar [bestelling@acco.be](mailto:bestelling@acco.be), met vermelding van de referentie "tijdschrift Mens" of kom naar één van onze boekhandels.

**acco**  
MAAKT KENNIS MET U

ACCO LEUVEN

Maria-Theresiastr. 2-4  
3000 Leuven  
016/26 11 00

ACCO ANTWERPEN

Prinsstraat 21  
2000 Antwerpen  
03/226 64 02

ACCO GENT

Sint-Pietersnieuwstr. 105  
9000 Gent  
09/235 73 00

## Faculteit Toegepaste Economische Wetenschappen

### bachelor

sociaal-economische wetenschappen  
toegepaste economische wetenschappen:  
bedrijfskunde  
toegepaste economische wetenschappen:  
economisch beleid  
toegepaste economische wetenschappen:  
handelsingenieur  
toegepaste economische wetenschappen:  
handelsingenieur in de beleidsinformatica

### master

Applied Economic Sciences: Business Administration  
Applied Economic Sciences: Economic Policy (E)  
cultuurmanagement (S)  
meertalige professionele communicatie (S)  
organisatie en management (S)  
sociaal-economische wetenschappen  
toegepaste economische wetenschappen:  
bedrijfskunde  
toegepaste economische wetenschappen:  
economisch beleid  
toegepaste economische wetenschappen:  
handelsingenieur  
toegepaste economische wetenschappen:  
handelsingenieur in de beleidsinformatica

## Faculteit Wetenschappen

### bachelor

biologie  
bio-ingenieurswetenschappen: cel- en gen-biotechnologie,  
chemie- en voedingstechnologie, land- en bosbeheer of  
milieutechnologie  
chemie  
fysica  
informatica  
wiskunde

### master

biologie: biodiversiteit: behoud en herstel, cel- en systeem-  
biologie, ecologie en milieu of evolutie- en gedragsbiologie  
Biology: Biodiversity: Conservation and Restoration (E)  
chemie  
Computer Science (E): Computernetworks and Distributed  
Systems, Data Science of Software Engineering  
fysica  
informatica: computernetwerken en gedistribueerde  
systemen, data science of software engineering  
Marine and Lacustrine Science and Management  
(Oceans and Lakes) (E)  
Molecular Biology (E)  
Physics (E)  
wiskunde: financiële wiskunde, fundamentele wiskunde of  
wiskunde-onderwijs

## Faculteit Politieke en Sociale Wetenschappen

### bachelor

communicatiewetenschappen  
politieke wetenschappen  
sociologie

### master

communicatiewetenschappen (S) (W):  
mediastudies of strategische communicatie  
filmstudies en visuele cultuur (S)  
gender en diversiteit  
politieke communicatie (S)  
politieke wetenschappen (S)  
sociaal werk (S) (W)  
sociologie (S) (W)

## Faculteit Letteren en Wijsbegeerte

### bachelor

geschiedenis  
taal- en letterkunde: Duits, Engels, Frans, Nederlands,  
Spaans of theater-, film- en literatuurwetenschap  
toegepaste taalkunde  
wijsbegeerte (W)

### master

geschiedenis (S)  
literatuur van de moderniteit  
meertalige professionele communicatie  
taal- en letterkunde (S): Duits, Engels, Frans, Nederlands,  
Spaans of Italiaans (uitdovend)  
taalkunde  
theater- en filmwetenschap (S)  
tolken (S)  
vertalen (S)  
wijsbegeerte (W)

## Faculteit Farmaceutische, Biomedische en Diergeneeskundige Wetenschappen

### bachelor

biochemie en biotechnologie  
biomedische wetenschappen  
diergeneeskunde  
farmaceutische wetenschappen

### master

biochemie en biotechnologie: moleculaire en cellulaire genbiotechnologie  
biomedische wetenschappen: klinisch wetenschappelijk onderzoek, milieu en gezondheidswetenschappen, moleculaire en cellulaire biomedische wetenschappen, molecular imaging, neurosciences of tropische biomedische wetenschappen  
Biomedical Sciences (E): Molecular Imaging, Neurosciences, Infectious and Tropical Diseases  
Comparative Vertebrate Morphology (EM)  
farmaceutische zorg  
geneesmiddelenontwikkeling: apotheker of biofarmaceutische wetenschappen

## Faculteit Geneeskunde en Gezondheidswetenschappen

### bachelor

geneeskunde  
revalidatiewetenschappen en kinesitherapie

### master

epidemiologie (S)  
ergotherapeutische wetenschap  
geneeskunde  
Molecular Biology (E)  
revalidatiewetenschappen en kinesitherapie (S) bij inwendige aandoeningen, musculoskeletale aandoeningen, neurologische aandoeningen, ouderen, lerarenopleiding  
verpleegkunde en vroedkunde (S) (W)

## Instituut voor Milieu & Duurzame Ontwikkeling

### master

milieuwetenschap (S)

## Instituut voor Onderwijs- en Informatiewetenschappen

### master

opleidings- en onderwijswetenschappen (S) (W)  
specifieke lerarenopleiding

## Faculteit Ontwerpwetenschappen

### bachelor

architectuur  
conservatie-restauratie  
interieurarchitectuur  
productontwikkeling

### master

architectuur  
conservatie-restauratie  
interieurarchitectuur (S)  
monumenten- en landschapszorg (S)  
productontwikkeling  
stedenbouw en ruimtelijke planning (S)

## Faculteit Toegepaste Ingenieurswetenschappen

### bachelor

industriële wetenschappen: bouwkunde, chemie, elektromechanica en elektronica-ICT

### master

industriële wetenschappen: biochemie (S)  
industriële wetenschappen: bouwkunde  
industriële wetenschappen: chemie (S)  
industriële wetenschappen: elektromechanica (S): automatisering, automotive engineering of elektromechanica  
industriële wetenschappen: elektronica-ICT (S): automotive engineering of ICT

## Faculteit Rechten

### bachelor

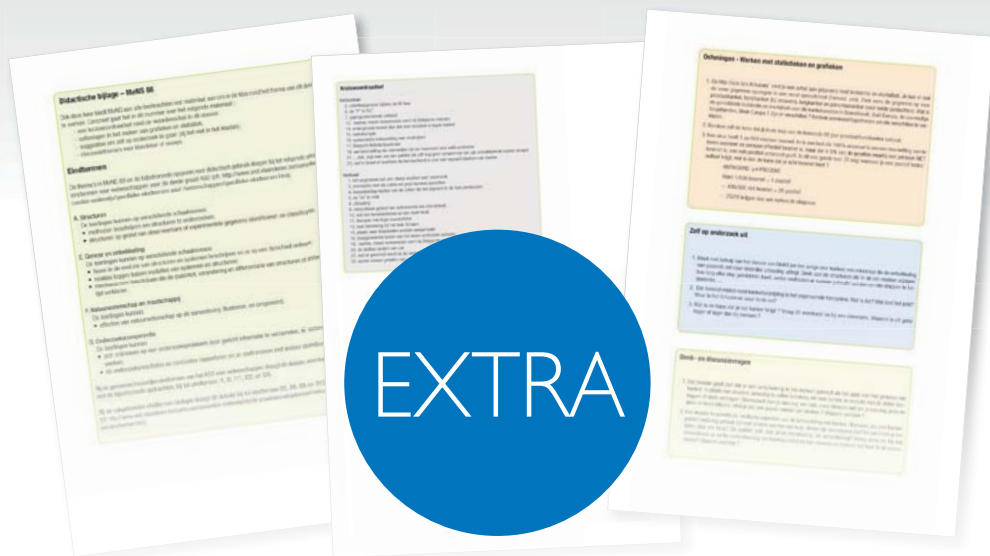
rechten (W)

### master

rechten (S) (W)  
veiligheidswetenschappen (S) (W)

## legende

- (E) Engelstalige opleiding
- (S) biedt schakelprogramma aan
- (W) ook aangeboden als werkstudententraject
- (EM) Erasmus Mundus



# EEN AANVULLEND STUKJE **MENS** SPECIAAL VOOR GEBRUIK IN DE KLAS!



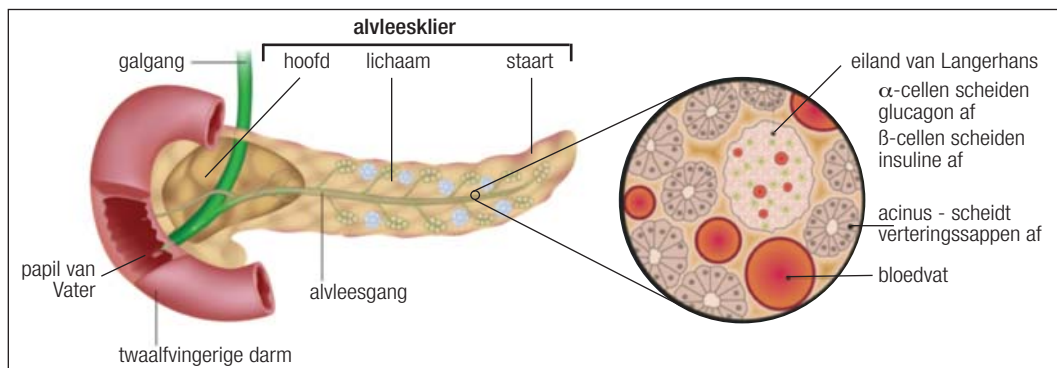
Over 'Eten om te leven'  
valt natuurlijk nog veel meer te vertellen.  
en dat doen we dan ook.

Leerkrachten die geabonneerd zijn op MeNS kunnen  
op **[www.acco.be/mens93](http://www.acco.be/mens93)** nog een extra katern  
vinden, met bijkomend didactisch materiaal aansluitend  
op de vooropgestelde eindtermen voor wetenschappen:

- + Een kruiswoordraadsel
- + Suggesties om zelf op onderzoek te gaan
- + Discussiethema's voor klasdebat of essays



## Hormonen in actie: insuline en glucagon



Hierboven hebben we beschreven hoe ons lichaam reserves opbouwt en deze gebruikt om er de nodige energie uit te halen. In wat volgt bekijken we vooral hoe ons lichaam zowel katabolisme als anabolisme regelt. Centraal staan hierbij twee hormonen: insuline en glucagon. Beide stoffen worden aangemaakt in de alvleesklier of pancreas.

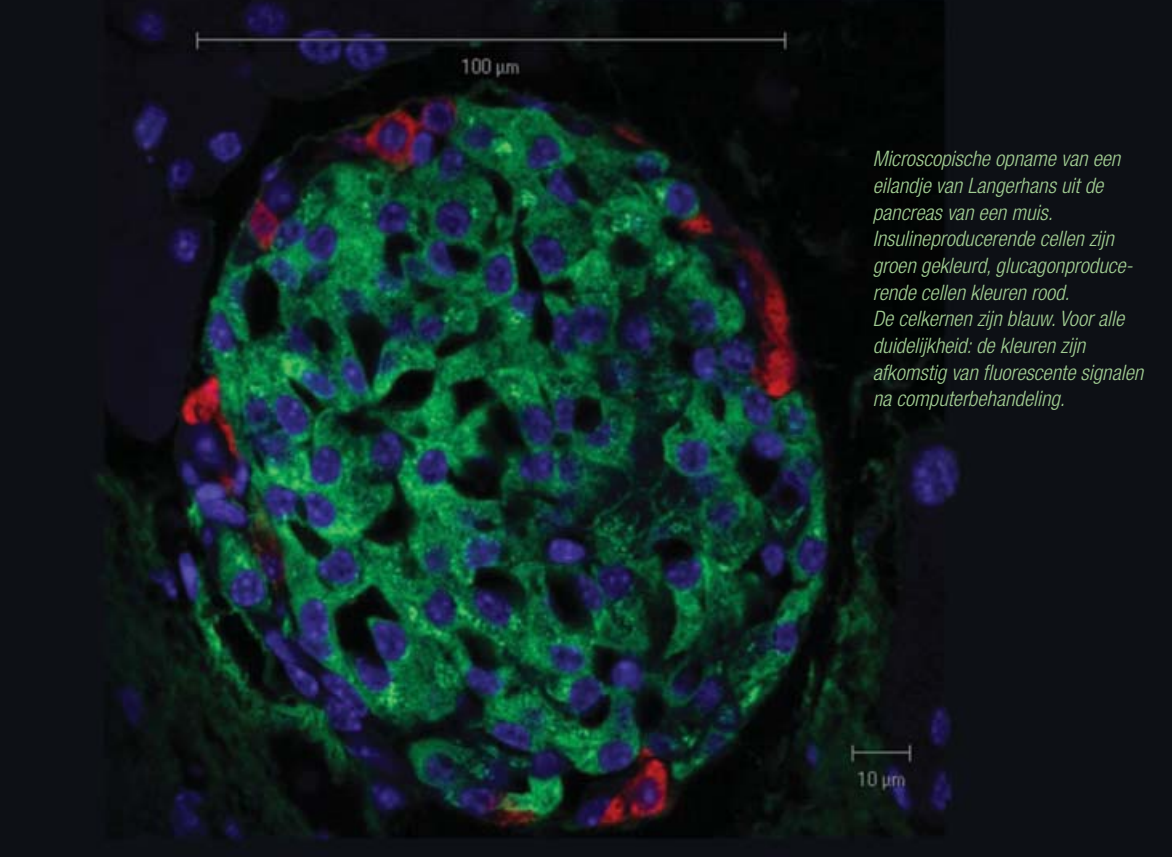
### De pancreas stuurt ons glucosemetabolisme

De pancreas is een langgerekt orgaan (12-15 cm in lengte) dat te vinden is tussen de dunne darm, de lever en de milt. Vanuit dit laatste orgaan komt overigens de miltslagader die de pancreas voorziet van zuurstofrijk bloed. Men onderscheidt nog een hoofd, lichaam en staart (zie figuur bovenaan). Centraal in de pancreas ligt de alvleesgang. Dit is een kanaal dat samen met de galgang (de afvoerbuis van de galblaas) uitmondt in de twaaalfvingerige darm (op een plaats die we de papil van Vater noemen).

Het orgaan heeft twee belangrijke functies. Enerzijds produceert hij een aantal enzymen die het voedsel helpen afbreken: proteasen of eiwitplitsende enzymen, lipasen voor de vetafbraak en amylasen voor de afbraak van zetmeel en glycogeen tijdens de vertering. Dit gebeurt in de acini (zie figuur), die dan de enzymen afgeven aan de alvleesgang.

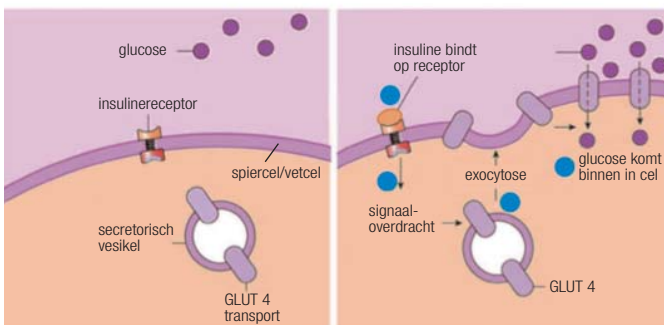
Daarnaast verzorgt de pancreas de synthese van verschillende belangrijke hormonen die onze voedselopname sturen. Het gaat vooral over insuline, een klein eiwit bestaande uit 51 aminozuren dat dient om de bloedsuikerspiegel te verlagen, en glucagon, een nog kleiner eiwit van 29 aminozuren dat de bloedsuikerspiegel juist zal verhogen. Hun synthese gebeurt in de zogenoemde eilandjes van Langerhans. Hiervan bestaan er verschillende types. De alfacellen (15-20% van alle eilandjes) maken glucagon aan, de bètacellen (65-80% van de cellen in de eilandjes) produceren insuline. De hormonen die door de eilandjes worden aangemaakt, komen meteen in het bloed terecht.

Insuline staat het best bekend als het hormoon dat cellen stimuleert om glucose uit het bloed op te nemen (zie de figuur p.21 voor meer informatie). Maar dat is niet het enige signaal dat insuline geeft aan je cellen. Een verhoogde insulineconcentratie in je bloed doet je cellen ook stoppen met het afbreken van de voorraden glucose, vetzuren en aminozuren, en stimuleert de opbouw van reserves (glycogeen, vetten, eiwitten). Insuline stuurt daarom bv. ook de lipoproteïne lipasen aan: dat zijn de enzymen die de vetten die op lipoproteïnen zitten, afbreken (zie de bespreking van cholesterol in de didactische bijlage of in MeNS 75). Zit er weinig insuline in je bloed, dan zijn ook de lipasen niet actief.

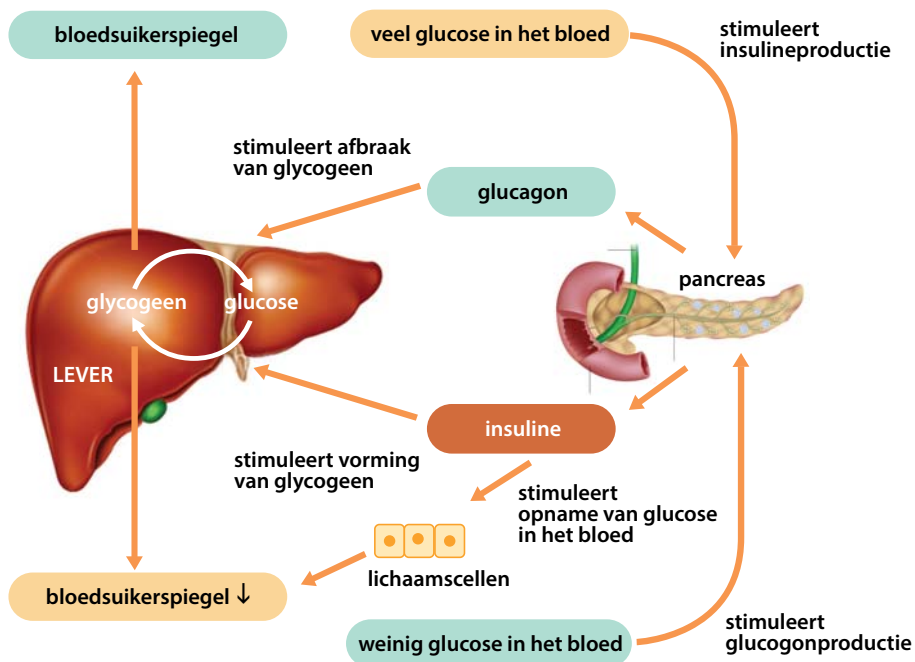


Maar de concentratie van glucose in het bloed mag ook niet te laag worden. Zodra een bepaald niveau is bereikt, maakt de pancreas een hormoon aan dat onze cellen dwingt om juist glucose te gaan produceren: het glucagon. Deze stof stimuleert de afbraak van glycogeen tot glucose, maar ook de afbraak van eiwitten en vetten tot aminozuren en vetzuren, waarmee de lever extra glucose kan aanmaken.

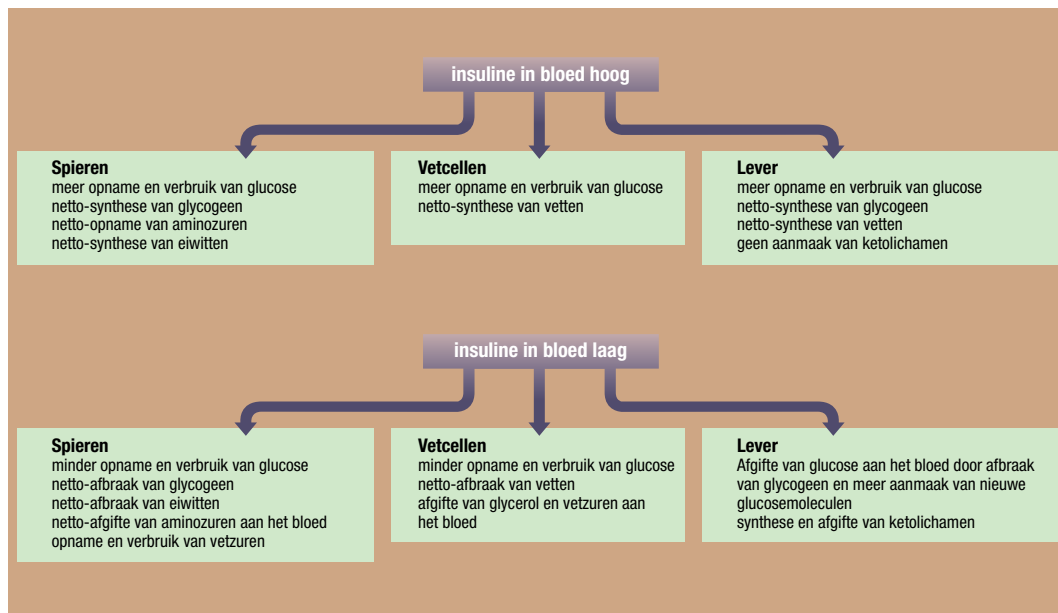
Wanneer al deze glucose in het bloed terechtkomt, worden de bloedglucosewaarden verhoogd. Dit stimuleert dan weer de aanmaak van insuline. Op die manier houden beide hormonen niet alleen mekaar, maar ook de hoeveelheid glucose in het bloed in evenwicht. Bovendien kan ons lichaam op die manier vrij snel inspelen op plotse wijzigingen in dat evenwicht.



Zodra insuline zich op de insulinereceptoren van een cel bindt (zodat die cel merkt dat het tijd is om glucose op te nemen), worden er in die cel eiwitten geactiveerd om het glucose over de plasmamembraan te transporteren (GLUT4 – voor GLUCose-Transporter). Die transporteiwitten zitten al klaar in kleine membraanblaasjes (de secretorische vesikels) die, zodra het insulinesignaal aankomt, in de plasmamembraan opgaan.



*Insuline en glucagon houden de glucoseconcentratie in ons lichaam op peil.*



*Insuline stuurt heel wat processen aan, in verschillende weefsels en celtypes.*













## Suiker en de hersenen

Een zoete snack of frisdrank geeft je inderdaad een snelle boost: je bloedsuikerspiegel stijgt snel, je voelt je actief, en je kunt de wereld aan. Jammer genoeg is dat gevoel van korte duur, want als je iets met een hoog suikergehalte eet, zal je pancreas insuline beginnen af te scheiden. Die insuline activeert de cellen in je lichaam om de glucose uit je bloedbaan te halen en, waar mogelijk, op te slaan voor later gebruik.

Na enige tijd zal er dus juist minder glucose in je bloed zitten – en zal er dus ook minder beschikbaar zijn voor je hersenen. Je neuronen (zenuwcellen), die zoals gezegd niet in staat zijn om glucose op te slaan, komen in een energiecrisis terecht: je voelt je moe, flauw, en mogelijk verward en je kunt je niet meer concentreren. Dit tekort aan glucose staat bekend als hypoglycemie en kan zelfs leiden tot bewusteloosheid.

## De glycemische index

Een nuttig instrument voor wie kampt met een te hoge bloedsuikerspiegel (of een die heel onregelmatig is, met hoogtes en laagtes), is de glycemische index van verschillende soorten voedsel. Voedsel dat tijdens de vertering snel zijn glucose afgeeft aan de bloedbaan heeft een hoge glycemische index; voedsel met sachariden die traag afbreken en waarbij de glucose dus traag en zeer regelmatig in het bloed verschijnt (zodat de suikerspiegel constant blijft), heeft een lage indexwaarde.

									
SNACKS	G.I.	ZETMEEL	G.I.	GROENTEN	G.I.	FRUIT	G.I.	ZUIVEL	G.I.
pizza	33	bagel	33	broccoli	10	kersen	22	volle yoghurt	14
chocolade/reep	49	witte rijst	38	paprika	10	appel	38	magere yoghurt	14
cake/250 gr	54	spaghetti	38	sla	10	sinaasappel	43	volle melk	30
popcorn	55	zoete aardappel	44	paddenstoelen	10	druiven	46	soja melk	31
energiereep	58	wit brood	49	ajuin	10	kiwi	52	magere melk	32
soda	76	bruine rijst	55	erwtjes	48	banaan	56	chocolademelk	35
doughnut	76	pannenkoeken	67	wortelen	49	ananas	66	fruityoghurt	36
vruchtensnoepje	80	volkorenbrood	80	biet	64	watermeloen	75	pudding	43
pretzels	83	frietten	85	ajuin	75	dadels	103	ijsroom	60
									



Meer details nodig over energie en voeding?  
Kijk op de website van het Vlaams Instituut voor  
Gezondheidspromotie en Ziektepreventie vzw  
(VIGeZ) voor een lijvig rapport:  
<http://www.vigez.be/rubrieken/themas/goto.php?id=17e62166fc8586dfa4d1bc0e1742c08b&type=docs>

## Joules in de boekhouding: onze energiebalans

Uiteindelijk komt het hele proces van de spijsvertering neer op de balans tussen opname en verbruik van energie. Eten om te leven, niet waar? In wat vooraf ging hadden we het vooral over de opname van energie.

Gemiddeld genomen heeft een volwassen man ongeveer 10 500 kilojoule (kJ) of 2500 kilocalorieën (kcal) nodig per dag, en een volwassen vrouw 8400 kJ of 2000 kcal. Merk op: we gebruiken in dit dossier liefst de joule, de wetenschappelijke correcte eenheid voor energie, maar vermelden af en toe ook de zeer bekende calorie (op elke verpakking van voeding komt de energetische waarde ook in kcal voor). Hierbij geldt dat  $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$ .

Laten we nu eens kijken waar die energie voor wordt ingezet. Een bijzonder belangrijke functie is de productie van warmte. Mensen, als warmbloedige dieren, spenderen ongeveer 60% van de energie die ze

hebben opgenomen om hun lichaamstemperatuur op peil te houden. Daarnaast verbruiken we heel wat energie in onze dagelijkse activiteiten. Wat er overblijft, wordt opgeslagen... voor tijden van tekort.

Om een goede inschatting te maken van waar ons lichaam de opgenomen energie voor inzet, maken onderzoekers gebruik van twee waarden: het basismetabolisme en het metabool equivalent. Het basismetabolisme is ons energieverbruik in een toestand van rust, twaalf uur nadat we voor het laatst gegeten hebben, bij een behaaglijke temperatuur. Het is de basisprijs die we betalen om in leven te zijn: dit niveau van energieverbruik is te wijten aan de activiteit van het hart, de nieren, de hersenen, de lever en heel wat spieren. De juiste getalwaarde van dit basismetabolisme BM (uitgedrukt in kilojoule per dag) hangt af van verschillende parameters, zoals je geslacht, je gewicht, je lengte en je leeftijd. Daar blijft het niet bij. Zo ligt je metabolische activiteit tien tot twintig







procent hoger wanneer je net gegeten hebt. Hoe rijker je maaltijd was aan eiwitten, hoe groter de toename van die activiteit. Niet moeilijk: de lever, die zoals we zagen een belangrijke rol speelt in de afbraak van aminozuren en het afvoeren van stikstof afkomstig van die aminozuren, levert de belangrijkste bijdrage aan je warmteproductie. Daarom wordt je basismetabolisme ook ten vroegste twaalf uur na je laatste maaltijd gemeten. Daarentegen daalt je metabolische activiteit wanneer je vast (zodat je lichaam het langer uithoudt met de aanwezige reserves).

Het metabool equivalent (MET) is een relatief getal dat aangeeft hoeveel energie een bepaalde fysieke inspanning kost ten opzichte van dit basismetabolisme. In de tabel vind je de waarde voor verschillende activiteiten. Eén MET komt overeen met het energieverbruik van het basismetabolisme, en tijdens het joggen zal je bv. 7 maal meer energie verbruiken dan tijdens eenzelfde periode televisiekijken (zie tabel). Met behulp van de MET kunnen we het totale energieverbruik van een mens berekenen voor een bepaalde activiteit:

$$\text{Energieverbruik (in kilojoule per minuut)} = \text{MET} \times 14.63 \times \text{gewicht} / 200$$

Wat betekent dit nu in de praktijk? Wel, we kunnen hiermee schatten welke inspanningen iemand moet doen om gewicht te verliezen. Stel dat iemand met een basismetabolisme van 10 000 kJ per dag (ongeveer 2500 kcal) 10 kg wil afvallen. Hij kan dat doen door minder te eten, door een actievere levensstijl aan te nemen, en liefst door beide samen.

Fysieke activiteit	MET
<i>Lichte activiteiten</i>	< 3
slapen	0.9
televisie kijken	1.0
schrijven, typen	1.8
lopen, < 3.2 km/h	2.0
<i>Activiteit met gemiddelde intensiteit</i>	3 tot 6
fietsen, met lichte inspanning	3.0
oefeningen zonder apparaten	3.5
fietsen, <16 km/h	4.0
fietsen	5.5
<i>Zware intensieve activiteiten</i>	> 6
joggen	7.0
zware oefeningen zonder apparaten	8.0
rennend joggen	8.0

Minder eten is de eerste optie. We gaan er vanuit dat onze proefpersoon radicaal minder begint te eten: van nu af aan nog slechts 5000 kJ (1250 kcal) per dag. Als hij niet meer beweegt dan anders, moet hij de resterende 5000 kJ uit zijn reserves halen. Het verbranden van 1 g uit zijn vetreserves levert hem hierbij 37,6 kJ op. Zo verliest hij

$$5000 \text{ kJ/dag} / 37,6 \text{ kJ/g} = 133 \text{ g/dag} = 931 \text{ g/week.}$$

Daarnaast verliest hij ook nog eens 103 g aan water (want vetweefsel bestaat voor 10% uit water), zodat het totale gewichtsverlies per week op 1034 g komt te staan (dus ongeveer 1 kg). Na drie maanden is onze proefpersoon zijn tien kilo kwijt.

### Zelf rekenen?

Vetten:	37,6 kJ/g	9 kcal/g
Sachariden:	17 kJ/g	4 kcal/g
Eiwitten:	17 kJ/g	4 kcal/g
Alcohol:	29 kJ/g	7 kcal/g

Wel zorgt afvallen en minder eten ervoor dat ons lichaam zelf al het basismetabolisme vertraagt en zo dit totaal op termijn terugschroeft. Een afname van je gewicht met 10% zorgt voor een daling van je basismetabolisme met 20-25%, en dit heeft gevolgen op langere termijn: wie ooit dik geweest is, zal na een streng dieet blijvend 1200-1600 kJ (300-400 kcal) per dag minder verbruiken, net omwille van die daling van het basismetabolisme. Wie denkt na een dieet netjes met de rest mee te kunnen eten, komt bedrogen uit. Het beruchte jojo-effect loert immers om de hoek: na een dieet komen de kilo's er veel sneller weer bij dan ze verloren zijn, en schiet het gewicht vaak tot boven het vroegere niveau.

Kan je dat vermijden door de activiteit van je basismetabolisme te verhogen? Niet op korte termijn.

Je kunt eventueel de ontwikkeling van net die organen bevorderen die meer energie verbruiken: spieren, dus. Vetcellen verbruiken aan de andere kant bijna geen extra energie. Een aantal dieetformules (de "eiwitdiëten") stimuleren daarom de consumptie van extra eiwitten: mager vlees, vis, magere kaas, noten, ... (of hun eigen merk van eiwitrijk tussen-doortje natuurlijk). Zo vermijd je dat je lichaam niet alleen je vetten, maar ook je spierweefsel afbreekt (of toch de eiwitten in die cellen) in zijn zoektocht naar energie, en bovendien levert het verbranden van eiwitten op zich al een licht verhoogd metabolisme vlak na de maaltijd.

Onze proefpersoon kan echter ook tegelijk een actiever leven beginnen te leiden. Hoe actiever we zijn, hoe meer energie we verbruiken. Kijk maar eens naar de tabel hieronder. Overigens: Je bent voldoende actief om gezondheidswinst te behalen als je dagelijks dertig minuten licht actief bent, of drie-maal per week 20 minuten intens beweegt.



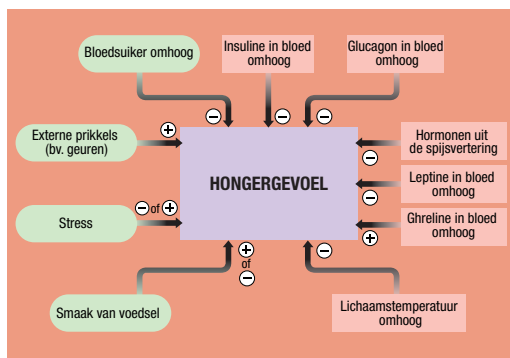
Activiteit	Duur (uren per dag)	Energiekost (MET)	Duur x energiekost	Gemiddelde verbruik*
<b>Elke levensstijl</b>				
Slapen	8	1	8.0	
Persoonlijke verzorging (douchen, aankleden, ...)	1	2.3	2.3	
Eten	1	1.5	1.5	
Koken	1	2.1	2.1	
<b>Zittende levensstijl</b>				
Zitten	8	1.5	12.0	
Huishoudelijke taken	1	2.8	2.8	
Met de wagen naar het werk	1	2.0	2.0	
Wandelen (niet bepakt)	1	3.2	3.2	
Lichte vrijetijdsbesteding (TV, chatten, ...)	2	1.4	2.8	
<b>Totaal</b>	<b>24</b>		<b>36.7</b>	<b>36.7/24 = 1.53</b>

<b>Lichte actieve levensstijl</b>				
Staan, lichte lasten dragen	8	2.2	17.6	
Met de bus naar het werk	1	1.2	1.2	
Wandelen (niet bepakt)	1	3.2	3.2	
Middelmatige aerobicoefeningen	1	4.2	4.2	
Lichte vrijetijdsbesteding (TV, chatten, ...)	2	1.4	2.8	
<b>Totaal</b>	<b>24</b>		<b>42.9</b>	<b>42.9/24 = 1.79</b>

<b>Zeer actieve levensstijl</b>				
Handenarbeid op het veld	6	4.1	24.6	
Water halen en hout sprokkelen	1	4.4	4.4	
Handenarbeid in het huishouden	1	2.3	2.3	
Wandelen (niet bepakt)	1	3.2	3.2	
Lichte vrijetijdsbesteding (TV, chatten, ...)	4	1.4	5.6	
<b>Totaal</b>	<b>24</b>		<b>54</b>	<b>54/24 = 2.25</b>

(\*) Uitgedrukt als een factor waarmee het basismetabolisme moet worden vermenigvuldigd.

Bron: [http://en.wikipedia.org/wiki/Physical\\_activity\\_level](http://en.wikipedia.org/wiki/Physical_activity_level)



*We voelen ons al dan niet hongerig door een samenspel van heel wat verschillende factoren: hormonen, onze lichaamstemperatuur, de smaak van voedsel, stress...*

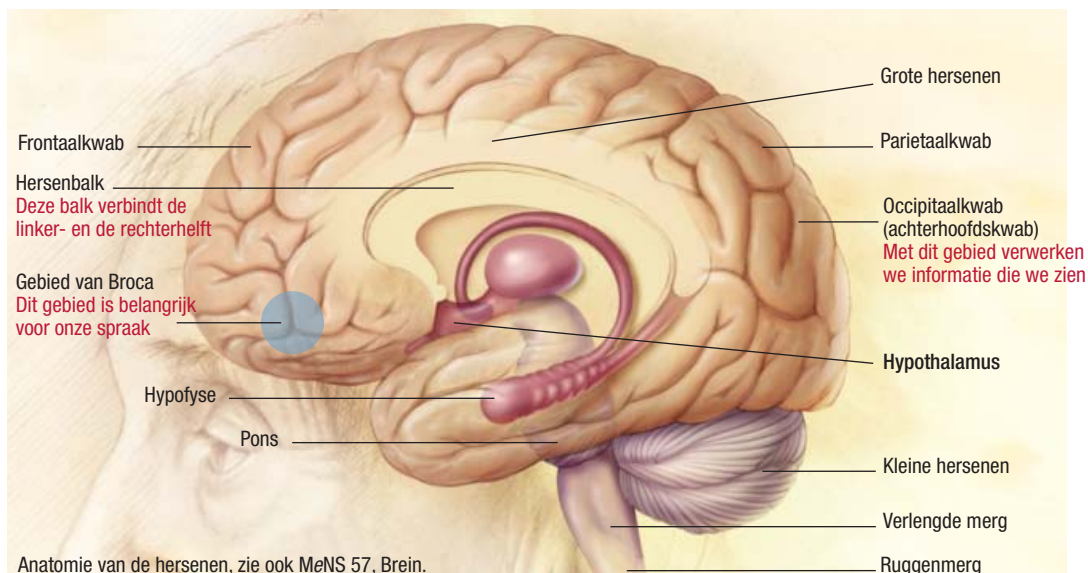
## Hormonen en honger: leptine en ghreline

Een cruciaal element in onze voedselopname is het hormoon leptine. Dit eiwit wordt aangemaakt door onze vetcellen zodra deze een bepaalde hoeveelheid vet hebben opgenomen en opgeslagen. Leptine dient als signaal naar de hypothalamus (een specifieke zone in de hersenen) en betekent "verzadiging". Het remt ons hongergevoel af. Leptine zal ook de aanmaak van neuropeptide Y, een stof die het hongergevoel juist wel opwekt, blokkeren. Ook insuline zelf wekt overigens een gevoel van verzadiging op, net als trouwens de warmteontwikkeling vlak na de maaltijd als gevolg van een verhoogde activiteit in de lever, en zelfs de aanwezigheid van voedselresten in de maag en de twaalfvingerige darm.

Daarnaast is de leptineconcentratie in ons lichaam een van de factoren die het basaal metabolisme aansturen. Het verbruik van onze vetreserves laat het leptinegehalte in ons bloed dalen, en dit wekt het hongergevoel op. Tegelijk vertraagt het ons basismetabolisme, zodat we langer kunnen overleven met de reserves die we nog overhebben.

Het effect van leptine is tegengesteld aan dat van ghreline, het "hongerhormoon". Ghreline wordt geproduceerd door cellen verspreid over het hele spijsverteringsstelsel, maar vooral door cellen in de maag. Het ghrelinesignaal werkt net als leptine in op de hypothalamus. Deze zorgt als het ware voor een synthese van beide tegengestelde signalen. Ghreline zal overigens juist de aanmaak van neuropeptide Y stimuleren. Het vertraagt daarnaast de afbraak van vetten (waardoor de reserves gespaard blijven voor tijden van honger), wakkert de productie van maagzuur aan en laat de maag al samentrekken (we rammen dus letterlijk van de honger).

Leptine en ghreline zijn op die manier de twee sleutelhormonen in een complex samenspel van verschillende hormonale signalen, alle bedoeld om ons energieniveau op peil te houden. Allebei zijn ze trouwens onderworpen aan een feedbacksignaal: zodra elk van beide hormonen bereikt heeft wat hij moet bereiken, zet ons metabolisme zijn aanmaak stil, zodat zijn signaal vanzelf uitdooft.



Anatomie van de hersenen, zie ook MeNS 57, Brein.

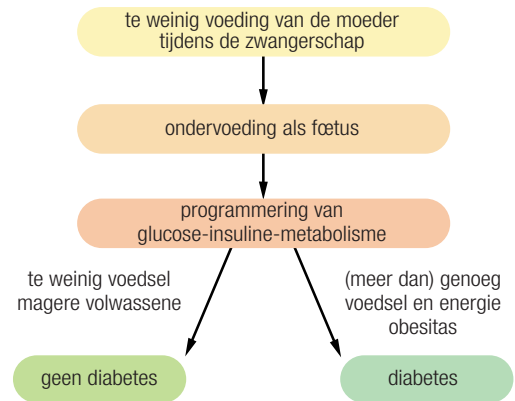
## De diabetesepidemie

Een van de gevolgen van langdurig overgewicht is het opkomen van diabetes mellitus – een chronische aandoening die wel eens wordt aangeduid met de populaire benaming “suikerziekte”. Kort gezegd: de glucoseconcentratie in het bloed wordt niet meer (of niet meer voldoende) gecontroleerd door insuline, en stijgt tot hoge waarden. De term “diabetes” (Grieks voor “doorstroming”) verwijst naar een van de duidelijkste symptomen: excessief urineren, wat het lichaam doet in een poging om het teveel aan glucose door de nieren uit het bloed te filteren, en via de urine af te voeren. Doordat de patiënt zo ook heel wat vocht en ionen verliest, begint hij of zij ook overmatig te drinken. De term “mellitus” (best te vertalen als honingzoet) verwijst dan weer naar die hoge suikerconcentraties in de urine.

Diabetes heeft twee mogelijke oorzaken. We onderscheiden enerzijds diabetes type 1, waarbij de pancreas niet langer voldoende insuline produceert. Dit is meestal het gevolg van een auto-immuunrespons waarbij het immuunsysteem van de patiënt de insulineproductie in de pancreas uitschakelt. Anderzijds is er diabetes type 2, waarbij de weefsels van de patiënt minder gevoelig worden voor insuline. Het insulinesignaal bestaat nog wel, maar is niet meer in staat om de juiste metabole activiteiten in de juiste organen te laten doorgaan. Hierbij gaat het niet enkel om de opname van glucose uit het bloed. Ook de gluconeogenese in de lever staat daarbij niet langer onder controle van insuline.



Parallel aan de toename van obesitas zien we ook diabetes type 2 meer en meer opduiken. Van de geschatte 180 miljoen patiënten met diabetes op de wereld lijden 80-90% aan het met overgewicht gekoppelde type 2. En daar blijft het niet bij. Mensen met diabetes hebben heel wat meer gezondheidsproblemen te verwerken. Statistisch gezien sterven 75% van de mensen met type 2 aan hartklachten zoals verstopping van de kransslagaders. Ze hebben tweemaal meer kans dan anderen om aan een hartaanval te overlijden en ondergaan 17 maal vaker een amputatie ten gevolge van problemen met de bloedvaten in een lichaamsdeel. Ook de nieren moeten er vaker aan geloven. Van wie twintig jaar lang diabetespatiënt is, heeft 40% nierproblemen. En in vele gevallen is op termijn ook het netvlies beschadigd.



*thrifty phenotype' hypothesis.*







*De Drie Gratiën. Schoonheidsideaal ten tijde van Rubens.*

Twee procent van de diabeteslijders wordt uiteindelijk blind. Mensen met diabetes hebben ook een grotere gevoeligheid voor andere risicofactoren dan gezonde mensen, met name roken, hoge bloeddruk en een te hoog cholesterolniveau.

Centraal in de relatie tussen obesitas en diabetes staat het metabool syndroom (ook wel eens insulineresistentie genoemd). Dit is te herkennen aan verschillende elementen (waarvan er minstens drie aanwezig moeten zijn):

- Abdominale obesitas: een buikomtrek van meer dan 94 cm bij mannen, en meer dan 80 cm bij vrouwen. Grote hoeveelheden vet in de buik of rond de organen bevorderen atherosclerose in de slagaders (zie MeNS 75). Anderzijds is de aanwezigheid van vet op de heupen veel minder gevaarlijk.
- Een concentratie van meer dan 150 mg triglyceriden per dl bloed.
- Te weinig HDL-cholesterol in het bloed (minder

dan 40 mg/dl bij mannen en minder dan 50 mg/dl bij vrouwen);

- Een verhoogde bloeddruk ( $> 130/85$  mmHg)
- Meer dan 100 mg glucose per dl bloed in nuchtere toestand

Op het celniveau zien we dat patiënten met insulineresistentie minder glucosetransporters hebben, of dat deze alleszins minder goed werken. Zo wordt er minder glucose opgenomen en stijgt de bloedsuikerspiegel. De pancreas gaat dit in eerste instantie compenseren door meer insuline aan te maken. Na een tijd kan dit orgaan de hogere vereisten echter niet meer aan, en dan ontwikkelt de patiënt diabetes type 2. Het verhoogde insulinegehalte zorgt ook voor andere veranderingen: een verhoogd risico op hart- en vaatziekten, een te hoge bloeddruk, ...

### **Thrifty genes: zit het antwoord in ons DNA?**

Hoe is het mogelijk dat het metabolisme van zoveel mensen zo uit evenwicht is? Eén hypothese is alvast, dat onze fysiologie nog niet mee geëvolueerd is met de diepgaande culturele verschuivingen die de mens de laatste eeuwen en jaren ondergaat. Dat metabolisme is ontstaan in een omgeving waar het bijzonder voordelig was om in (zeer zeldzame) tijden van overvloed veel energie op te slaan als vetweefsel, en in tijden van schaarste zo lang mogelijk op die reserves te teren. Alleen leidt dat in tijden van ongebreidelde overvloed, zoals vandaag, tot steeds grotere aantallen gezette mensen. De onderzoekers die deze hypothese verdedigen, wijzen vaak op de toename van overgewicht, obesitas en diabetes bij leden van verschillende indianenstammen. Deze mensen leefden tot voor kort in schaarste, maar namen de laatste decennia meer en meer de westerse levensstijl over en het bijbehorende voedsel over. Met alle gevolgen van dien.

Niet alle wetenschappers scharen zich achter deze thrifty gene-hypothese (de betrokken genen zijn bv. zelfs niet eens geïdentificeerd). Zij wijzen erop dat het niet zozeer de overvloed aan voedsel is die heeft geleid tot de huidige obesitascijfers, maar de veranderingen in onze levensstijl, waarbij we met z'n allen steeds

minder bewegen. Bovendien is de stijging van het aantal medeburgers met obesitas (en de start van het computertijdperk) iets van de laatste decennia, terwijl er al langer meer voedsel beschikbaar is dan nodig.

Een stuk van de verklaring is misschien zelfs te vinden in onze embryonale ontwikkeling, wanneer onze gevoeligheid voor insuline wordt geprogrammeerd in onze cellen. Dat blijkt althans uit onderzoek op kinderen van moeders die tijdens de zwangerschap te kampen hadden met voedseltekort. Wanneer dergelijke kinderen in hun latere leven wel over (meer dan) voldoende voedsel beschikten, dan hadden ze meer kans om obesitas en diabetes te ontwikkelen – zelfs tegenover hun broers en zussen bij wie de moeder tijdens de zwangerschap voldoende te eten had. Dit werd vastgesteld in Nederland, bij onderzoek op de kinderen die geboren zijn vlak na de Hongerwinter op het einde van de Tweede Wereldoorlog. Kregen ze later in hun leven echter ook te maken met hongersnood en voedseltekorten, dan liepen ze geen verhoogd risico op diabetes (en uiteraard niet op obesitas...). Dat blijkt dan weer uit onderzoek in het sub-Saharagebied in Afrika. Dit is de thrifty phenotype-hypothese.

Wat ondertussen duidelijk is, is dat het antwoord wellicht op verschillende vlakken te zoeken is. Je lichamelijke toestand alleen vergoelijken met het excuus dat je de foute genen hebt, is niet correct.

Maar is er dan eigenlijk wel een oplossing?

## Op weg naar gezonder leven

**“Wonder en is gheen wonder”  
(Simon Stevin)**

Laten we maar meteen met de deur in huis vallen. Dat het om vele redenen belangrijk is om naar een gezond lichaamsgewicht te streven, dat heeft de rest van dit dossier (hopelijk) duidelijk gemaakt. Maar wie te veel weegt, zal het door enkele valstrikken in ons metabolisme nooit makkelijk hebben om van dat overgewicht af te geraken. En ondanks alle spam in onze mailboxes die het tegendeel beweert, bestaan er tot dusver geen magische pillen die je vetrolletjes laten wegsmelten. Ook wonderdiëten zijn er niet. En wie zich simplistisch afvraagt waarom dikke mensen niet “gewoon” wat minder kunnen eten, heeft niets begrepen van de complexe fysiologie van ons energiemetabolisme.

Maar kan al die wetenschappelijke kennis over ons metabolisme ons niet op weg helpen om tenminste een effectieve methode te ontwikkelen om gewicht te verliezen? Als we hard moeten werken om dat gezond gewicht te bereiken, mogen we er dan tenminste van uitgaan dat we resultaten boeken? Wel, er zijn diëten die tenminste een poging wagen.

Zo is er de versie van de Fransman Michel Montignac. Aanhangers van zijn dieet mogen geen sachariden en vetten samen eten, moeten voedsel met een hoge glycemische index vermijden, vooral veel voe-



*Hongerwinter in Nederland tijdens Wereldoorlog twee.*



*Honger in Afrika vandaag.*



Simon Stevin



Montignac

dingsvezels eten en vooral voor onverzadigde vetten kiezen. Die laatste drie regels zijn alvast zeer aanne- melijk in het licht van wat we in dit dossier beschre- ven hebben. Of vetten en sachariden samen eten zo nadelig is, wordt door onderzoek in twijfel getrokken. Ook stelt Montignac dat het helemaal niet nodig is om calorieën (of liever, joules) te tellen: volgens hem is er geen verband tussen de energie in je voedsel en je gewicht. Desondanks is dat verband misschien wel net waarom zijn dieet redelijk succesvol is: wie het goed opvolgt krijgt net een pak minder energie binnen.

Of wat dacht je van het **achturedieet**? Bij dit dieet mag je slechts gedurende acht uur per dag eten – maar dan wat je maar wilt en zoveel je maar wilt. Dit dieet gaat ervan uit dat je vervolgens gedurende zes- tien uur niets eet, en daardoor niet alleen je glyco- geen afbreekt, maar ook elke dag moet knabbelen aan je vetreserves om de avond te halen. Klinkt aan- nemelijk. Maar dan volgen de kleine lettertjes: eigen- lijk suggereren aanhangers van dit dieet wel degelijk om vooral eiwitrijke, vetarme, koolhydraatarme voeding te consumeren. En ook meer te bewegen. Wie dus dacht met dit dieet af te vallen en toch elke avond een doos pralines, drie hamburgers met frieten en een zak chips naar binnen te kunnen stouwen, heeft het dus ook niet echt begrepen. Al klonk het eerst wel aantrekkelijk.

Weer een ander populair middel zijn de **eiwitrijke maaltijdvervangers** (shakes, proteïnerepen, ...).



Ook hiervoor is iets te zeggen: zeiden we hierboven immers niet dat eiwitten je metabolisme tijdelijk activeren en dat de consumptie van eiwitten vermijdt dat je lichaam die belangrijke structurele moleculen in je lichaam begint af te breken? Bovendien heeft onderzoek aangetoond dat wie de dag begint met een eiwitrijk ontbijt in de loop van de dag minder an- dere bronnen van energie aanspreekt. Alleen geldt ook hier dat overdaad schaadt. Een te grote eiwit- consumptie kan de nieren aantasten (in principe mag je ook alleen maar aan een streng dieet op basis van deze maaltijdvervangers beginnen als je nieren en lever in goede conditie zijn). Bovendien zorgt een dergelijk dieet ervoor dat je lichaam gedurende een langere periode ketolichamen produceert. Die kun- nen jicht en nierstenen veroorzaken. Ketolichamen verminderen ook de eetlust, je kunt je er misselijk van voelen en je krijgt er een slechte adem van.

Nee, wonder en is gheen wonder. Vertaald naar mo- dern Nederlands en toegepast op dit dossier wordt dat dan: er bestaan geen wonderbaarlijke manieren om gewicht te verliezen. Maar kunnen we dan op z'n minst een aantal zinvolle principes opnoemen?

- Eet meer plantaardig voedsel: rauwkost, gestoofde groenten, vers fruit, soep, slaatjes, peulvruchten, noten, zaden... Wetenschappers stellen dat je best minstens 300 gram groenten per dag eet (en merken tegelijk op dat we ge- middeld maar aan 145 g komen). Voor fruit geldt dat we er best 250 g van eten per dag (en we



- Vermijd alcohol: ook dit is een energierijke stof (zoals heel wat mannen met een bierbuik kunnen getuigen).
- Volg de actieve voedingsdriehoek. Dit instrument inspireert je hoeveel je van verschillende categorieën voedsel mag en kan eten. Let wel – deze driehoek geeft aanbevelingen voor de “gemiddelde mens”. Wie advies op maat wil, kan beter beroep doen op een diëtist.
- Drink (veel) minder gesuikerde frisdranken en al evenzeer minder fruitsap. Beide soorten dranken zijn suikerbommen. Een blikje cola kost je een uur lopen om van de overtollige suiker af te geraken. Trouwens - denk vooral niet dat sachariden uit fruit per definitie beter zijn dan die uit een limonade: energie is energie, en je lichaam trekt zich niets aan van wat er met die suikermoleculen gedaan is voor ze in je drankje terechtkwamen. Als je dorst hebt, drink dan water, koffie, thee of bouillon... minstens een liter per dag.
- Eet op regelmatige tijdstippen. Ook als je vroeger eet dan gewoonlijk piekt het ghreline nog op z'n gewone moment... met een extra hongergevoel als gevolg.
- Zoek andere manieren om te genieten van je maaltijd en een manier om te genieten van bewegen. Uiteindelijk komt gezond afvallen neer

van en naar  
MeNS-titel te  
d!

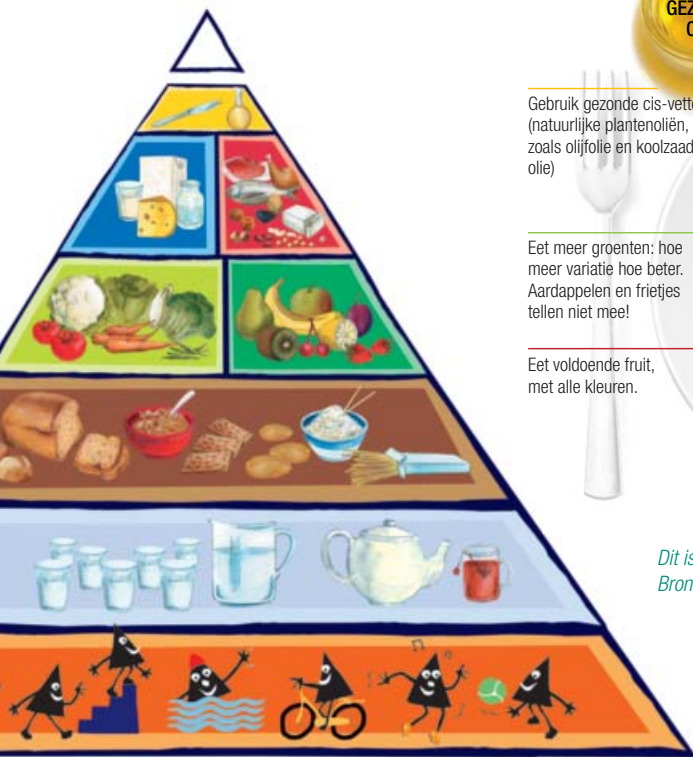
[illegible]

*En wie het graag nog eens voorgekauwd krijgt, mag onze huis-spreker uitnodigen. Info op [www.biomens.eu](http://www.biomens.eu) (rubriek lezingen)!*



*Bijscript: In vers fruit blijven alle vitaminen, mineralen en vezels behouden naast de suikers, in fruitsap gaan veel van de nuttige voedingsstoffen verloren en blijft enkel de suiker over.*





Gebruik gezonde cis-vetten  
(natuurlijke plantenoliën,  
zoals olijfolie en koolzaad-  
olie)

Eet meer groenten: hoe  
meer variatie hoe beter.  
Aardappelen en frietjes  
tellen niet mee!

Eet voldoende fruit,  
met alle kleuren.



Drink water, thee of koffie  
(met weinig tot geen suiker)  
Beperk fruitsap en  
frisdranken (1 glas/dag)

Eet volkoren producten  
(en beperkt wit brood en  
witte rijst)

Eiwitten haal je uit vis,  
gevogelte, bonen en noten.  
Beperk rood vlees en kaas,  
en vermijd vet vlees zoals  
spek en salami.

*Dit is een alternatief voor de actieve voedingsdriehoek.  
Bron: Harvard Medical School*

Meer aanbevelingen vind je op de website  
van VIGeZ, het Vlaams Instituut voor  
Gezondheidspromotie en Ziektepreventie.  
[www.vigez.be](http://www.vigez.be)

**Bio-  
MENS**

© 2014 Uitgeverij Acco  
MeNS wordt uitgegeven door Uitgeverij Acco,  
de inhoud, wetenschappelijke correctheid en  
popularisatie wordt verzorgd door Bio-MENS vzw.

[www.uitgeverijacco.be](http://www.uitgeverijacco.be)  
[www.biomens.eu](http://www.biomens.eu)

#### Academische begeleiding

Prof. Dr. Roland Caubergs, Universiteit Antwerpen  
[roland.caubergs@uantwerpen.be](mailto:roland.caubergs@uantwerpen.be)

#### Hoofredactie

Dr. Ing. Joeri Horvath, Universiteit Antwerpen  
[joeri.horvath@uantwerpen.be](mailto:joeri.horvath@uantwerpen.be)

#### Kernredactie

Lic. Karel Bruggemans, VRT  
Prof. Dr. Roland Caubergs, Universiteit Antwerpen  
Dr. Guido François, Universiteit Antwerpen  
Prof. Dr. Geert Potters, Hogere Zeevaartschool  
Dr. Lieve Maesele, Hogeschool Gent  
Lic. Els Grieten, Universiteit Antwerpen  
Lic. Chris Thoen, middelbaar onderwijs  
Ir. Marjolein Vanoppen, Universiteit Gent  
Ir. Ariane Ooms, FSC Officer Greenheart Group  
Prof. Dr. Diane Van Strydonck, Universiteit Antwerpen  
Ludwig Callaerts, ActUA vzw/UA

#### Communicatiecoördinator Bio-MENS

Kaat Vervoort  
Herrystraat 8b, 2140 Antwerpen  
Tel. +32 (0)3 609 52 30  
Fax +32 (0)3 609 52 37  
[contact@biomens.eu](mailto:contact@biomens.eu)

#### Algemene coördinatie

Dr. Sonja De Nollin  
Tel. +32 (0)495 23 99 45  
[sonja.denollin@uantwerpen.be](mailto:sonja.denollin@uantwerpen.be)

#### Abonnementenadministratie

Voor België en Nederland:  
Uitgeverij Acco  
Blijde Inkomststraat 22, 3000 Leuven  
Tel. 016 62 80 00  
Fax 016 62 80 01  
[uitgeverij@acco.be](mailto:uitgeverij@acco.be)  
Abonnementen worden stilzwijgend voor één jaar-  
gang verlengd. Opzeggen doet u uitsluitend via mail  
naar [uitgeverij@acco.be](mailto:uitgeverij@acco.be), uiterlijk op 31 januari van  
de lopende jaargang.

#### Abonnementsprijzen (4 nummers):

Gewoon jaarabonnement: €35 incl. btw  
Educatief jaarabonnement: €25 incl. btw  
Losse nummers: €9,95 incl. btw per nummer

#### Advertentietarief:

Voor meer informatie neemt u contact op met  
uitgeverij Acco.

#### Omslagontwerp en vormgeving:

Peter Faes - [www.odevie.com](http://www.odevie.com)  
Uitgeverij Acco

#### Losse nummers

t.e.m. MeNS 81 te bestellen bij Bio-MENS vzw.



## Klimaat in de knoop! Wie koelt de aarde af?

De gemiddelde temperatuur op aarde neemt toe, poolkappen smelten, het zeeniveau stijgt.

We krijgen te maken met droogte en verwoestijning. Landbouwgrond wordt vernietigd door overstromingen. Dieren en planten komen onder druk en sterven uit.

## Wat doe JIJ eraan?

De 7de editie van De Jonge Baekeland staat in het teken van het thema klimaat. Organisator Bio-MENS vzw is op zoek naar creatieve en innovatieve leerlingen uit de derde graad secundair onderwijs (aso, tso, bso, kso). Schrijf je samen met je klasgenoten in vóór 16 februari 2015 en wie weet staan jullie op 8 mei 2015 in de finale van De Jonge Baekeland in de Plantentuin in Meise. In de prijzenpot zit o.a. 2500 euro, geschenken door de Nationale Loterij.

Begin je graag met een stevige basis aan je werkstuk? Lees dan zeker MENS 90 en nodig MENS uit in je school voor een lezing. Meer info? [www.biomens.eu](http://www.biomens.eu)



## MENS94

### Dossier op komst: Wat we nog niet weten: de toekomst

- ... 81 Overbevissing
- 58 Illusies te koop 82 Eerlijk eten
- 59 Je sigaret of je leven 83 Bamboe
- 60 Luchtvervuiling 84 Kanker, de vijand binnenin
- 61 Griep, een doder op de loer? 85 Biomimicry
- 62 Vaccinatie, reddingslijn of dwaallicht? 86 Gehoor en gehoorproblemen
- 63 Boordevol energie 87 Geneesmiddelen
- 64 Een graadje warmer. Quo vadis, Aarde? 88 Kankerbehandeling
- 65 Energie in het zonnetje 89 Kwantummechanica
- 66 ADHD, als chaos overheerst 90 De valstrikken van het klimaatdebat
- 67 Duurzaam... met kunststoffen 91 Knutselen met plantengenen (deel 1)
- 68 Aspecten van evolutie 92 Knutselen met plantengenen (deel 2)
- 69 Seksueel overdraagbare aandoeningen
- 70 Groene Chemie
- 71 Invasieve soorten
- 72 Jongeren durven innoveren
- 73 Op weg naar Mars
- 74 Waarheen leidt het spoor?
- 75 Als het bloed niet meer stroomt
- 76 PVC: harmonie van duurzaamheid en design
- 77 Mariene biodiversiteit
- 78 Systeembioogie
- 79 Bijen
- 80 (Over)Bevolking



O-DEVIE 03 322 08 60

Ontdek de Universiteit Antwerpen tijdens onze verschillende infomomenten.

**16 tot 20 FEB '15** Pik een les mee met onze studenten tijdens de **open lesdagen** in de krokusvakantie.

**14 MRT '15 en 25 APR '15** Maak kennis met docenten en studenten en kom alles te weten over onze opleidingen tijdens de **open campusdagen**.

**2 SEP '15** Kom de knoop doorhakken op de **infomarkt**. We beantwoorden met plezier je allerlaatste vragen.

**21 SEP '15** Start je **academiejaar** met volle overtuiging!