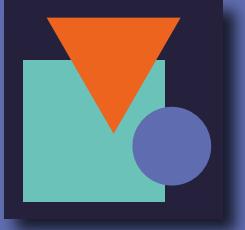


Interaktiv ebog til biologi C

2016

# Indholdsfortegnelse



**Kapitel 1:**  
Liv, evolution  
og celler

**Kapitel 2:**  
Lunger og  
blod

**Kapitel 3:**  
Kost,  
fordøjelse  
og sundhed

**Kapitel 4:**  
Nervesystemet

**Kapitel 5:**  
Sexologi

**Kapitel 6:**  
Muskler,  
træning  
og doping

**Kapitel 7:**  
DNA, gener  
og nedarvning

**Kapitel 8:**  
Bioteknologi

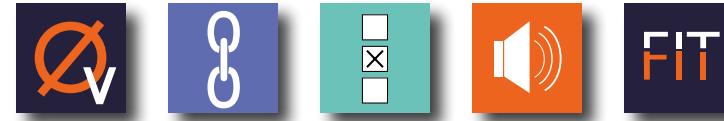
**Kapitel 9:**  
Økosystemer

**Kapitel 10:**  
Forurening

# Kapitel 3

## Kost, fordøjelse og sundhed





# Indholdsfortegnelse KAPITEL 3

- 3.1 Generelt **87**
- 3.2 Kostens sammensætning **87**
  - 3.2.1 Energibetragtninger **87**
  - 3.2.2 Kostråd **91**
  - 3.2.3 Kulhydrater **94**
  - 3.2.4 Fedtstoffer **97**
  - 3.2.5 Proteiner **99**
  - 3.2.6 Vitaminer og mineraler **100**
  - 3.2.7 Væske **103**
  - 3.2.8 Kost og træning **105**
- 3.3 Fordøjelsen **107**
  - 3.3.1 Fordøjelsesenzymer **108**
  - 3.3.2 Nedbrydning af føden **109**
  - 3.3.3 Optagelse til blodet **112**
  - 3.3.4 Tyktarm og endetarm **114**
- 3.4 Sundhed **115**
  - 3.4.1 Sundhedsparametre **116**
  - 3.4.2 Blodsukkerregulering og diabetes **121**
  - 3.4.3 Overvægt og fedme **125**
  - 3.4.4 Slankekure **127**
  - 3.4.5 Spiseforstyrrelser **129**
  - 3.4.6 Alternativ kost **131**
  - 3.4.7 KRAM-faktorer **133**

Forsidefoto: C. B. Lytzen.



# Kapitel 3: Kost, fordøjelse og sundhed

## 3.1 Generelt

For at vores krop kan fungere optimalt, er det vigtigt, at vi indtager en tilpas mængde føde og væske hver dag livet igennem. Man kan dog normalt klare sig i mange dage – faktisk flere uger – uden føde, mens man normalt ikke kan klare sig uden vand i mere end 2-3 dage.

Hvor længe, man kan klare sig uden føde, afhænger bl.a. af, hvor store fedtlagre man har. Jo større fedtlagre, jo mere er der at tære på. Jo varmere det er, desto kortere tid går der, før man skal have tilført væske.

Under normale omstændigheder indtager de fleste mennesker mad og drikke flere gange hver

dag hele livet. Fødens indhold skal passe til de krav, som kroppen stiller i forhold til aktivitetsniveau og udvikling. Aktive mennesker skal indtage mere, og voksne skal også som oftest bruge mere energi end børn. Børnene bruger dog som regel mere energi pr. kg, end voksne gør.

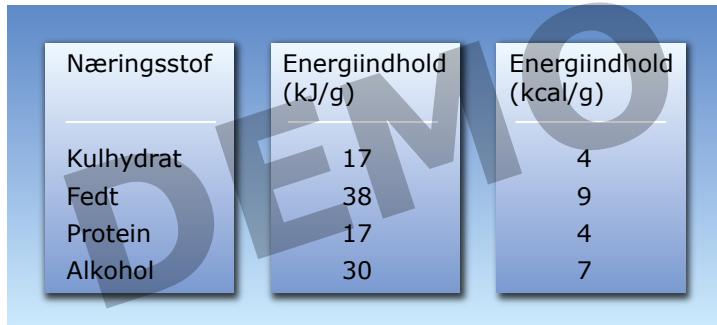
I dette kapitel ser vi nærmere på kostens sammensætning, fordøjelsen af føden, samt hvordan den optages i vores blod og ender ude i cellerne. Sidst i kapitlet ser vi på forskellige sundhedsaspekter i forbindelse med kost og ernæring såsom fedme, slankekur, spiseforstyrrelser og diabetes.

## 3.2 Kostens sammensætning

I dette delkapitel skal vi se nærmere på, hvad en normal kost bør indeholde, for at kroppen fungerer optimalt. Først skal vi dog blive klogere på energiindholdet i kosten og herunder også de officielle kostråd.

### 3.2.1 Energibetragtninger

De molekyler i vores kost, som indeholder energi, kaldes *næringsstoffer*. Det drejer sig om kulhydrater, fedtstoffer og proteiner. De gennemgås alle grundigt i de følgende delkapitler. Alkohol indeholder også meget energi og er ikke mindst i Danmark en vigtig bidragyder til energiindtaget.



**Figur 3.1** Energiindholdet i næringsstofferne (samt alkohol). Det ses, at fedt indeholder mest energi pr. gram. Energi kan både måles i kJ og kcal. En kcal er det samme som 4,18 kJ.

Alkohol berøres i [kapitel 3.2.7](#). På figur 3.1 ses, hvor meget energi de forskellige næringsstoffer (og alkohol) indeholder.

Man mäter energi i enten *kilojoule* (kJ) eller *kilokalorier* (kcal). KJ er en nyere og mere korrekt enhed for energi end kcal. En kcal er det samme som 4,186 kJ. Man bruger ofte "kcal" i forbindelse med ernæring, og her bruges den endda ofte helt forkert! Man støder nemlig tit på benævnelsen "kalorier", selvom det burde være "kiloka-

lorier". Der skal 1.000 kalorier til en kilokalorie, og det er meget forvirrende, som det blandes sammen mange steder i daglig tale, i aviser eller på nettet. I denne bog bruger vi den korrekte enhed kJ.

Uanset energienhed ses det, at fedt er det mest energirige næringsstof. Faktisk indeholder fedt mere end dobbelt så meget energi pr. gram end kulhydrat og protein. Det er også derfor, at vores krop oplager overskudsenergi som fedt. Hvis vi indtager for meget energi, ender det i sidste ende som fedt i vores fedtlagre. Det er en smart egenskab, da vi dermed er i stand til at overspise, når der er føde nok, for herefter at tære på de opbyggede fedtlagre i tider med lidt eller slet ingen mad.

Ved at oplagre energien i den mest koncentrerede form (fedt) kan man holde kropsvægten nede. Skulle vi i stedet oplagre overskuddet i kulhydratlagre, ville vi veje meget mere. Så op-

lagring som fedt er rigtig smart. I hvert fald, hvis man lever i en tid, hvor der kan være mangel på føde. Det har mennesket gjort i stort set hele dets historie, og evnen til at oplagre energi effektivt har derved øget vores overlevelsesevne (eller fitness, se [kapitel 1.5.1](#)).

I de seneste knap hundrede år er der imidlertid opstået en helt ny situation især i den vestlige del af verden – nemlig muligheden for at indtage føde døgnet rundt, året rundt. Man kan altid lige smitte ud til køleskabet og tage noget mad. Det betyder, at vi aldrig oplever perioder med sult, og derfor bliver vores fantastiske evne til at oplagre energi pludselig en ulempe. For nu bliver vi nemt fede! I hvert fald hvis vi indtager mere energi, end vi bruger. På figur 3.2 på næste side er pointen illustreret.

Energibehovet varierer med alder, køn, vægt og fysisk aktivitetsniveau. Et normalt voksende menneske på ca. 70 kg med almindelig fysisk



**Figur 3.2** Køleskabet er næsten altid fyldt med mad - i hvert fald i den vestlige del af verden. Det giver mulighed for at intage energi døgnet rundt. Det er ikke nødvendigvis en fordel, da det kan føre til fedme.

aktivitet bruger mellem 10.000-12.000 kJ/døgn, mens et barn bruger lidt mindre. Hvis man mäter energiforbruget pr. kg kropsvægt, bruger barnet faktisk en del mere energi end den voksne. Det hænger sammen med, at det er meget energikrævende at vokse og udvikle sig, og samtidig er mange børn mere aktive end voksne.

Mænd har et lidt større energibehov end kvinder, bl.a. fordi mænd har mere muskelmasse og mindre fedtmasse end kvinder. Muskler har et højt energibehov, mens fedtvæv ikke har. Mænd er også ofte mere fysisk aktive end kvinder. Jo mere man vejer, desto højere energibehov har man. Det hænger bl.a. sammen med, at man har



| Alder (år) | Mand Aktiv (kJ/døgn) | Mand Inaktiv (kJ/døgn) | Kvinde Aktiv (kJ/døgn) | Kvinde Inaktiv (kJ/døgn) |
|------------|----------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|
| 19 - 30    | 13.900               | 11.000                 | 11.700                 | 9.200                    |
| 31 - 60    | 13.500               | 10.800                 | 11.400                 | 9.100                    |
| 61 - 75    | 12.200               | 9.900                  | 10.200                 | 8.300                    |
| > 75       | 11.200               | 9.700                  | 9.400                  | 8.200                    |

flere celler, der kræver energi, og desuden kræver det mere energi at flytte på den større krop. På figur 3.3 ses energibehovet for forskellige aldre og køn.

Alle mennesker bruger minimum 4 kJ pr. kg kropsvægt hver eneste time. Dette energiforbrug kaldes for *hvilestofskiftet*. Hvis man vejer 70 kg, bruger man altså helt automatisk 6.700 kJ på et døgn, selvom man ligger helt stille i sin seng. Det svarer til energien i næsten 400 g pasta eller ca. 176 g smør.

Der skal altså noget til for at holde kroppen i

live. Fx skal hjertecellerne hele tiden sørge for at trække sig sammen, så hjertet pumper blod rundt. Åndedrætsmuskulaturen skal også hele tiden sørge for, at vi trækker vejret, og nervecellerne skal hele tiden fyre nervesignaler af sted – selv når vi sover.

Er man meget aktiv, kan man sagtens have et energiforbrug på 15.000 kJ på et døgn. Under Tour de France bruger rytterne helt op mod ca. 30.000 kJ på et døgn! På figur 3.4 ses energiforbruget ved forskellige former for dagligdags aktiviter.

**Figur 3.3** Gennemsnitlige energibehov for mænd og kvinder i forskellige aldre og med forskellige aktivitetsniveauer. Omtegnet efter [www.sundhedsguiden.dk](http://www.sundhedsguiden.dk).

| Energiforbruget for en mand på 70 kg der: | kJ/time |
|---|---------|
| Er vægen og ligger ned                    | 320     |
| Sidder stille                             | 420     |
| Skriver hurtigt på pc                     | 590     |
| Tager tøj af og på                        | 630     |
| Går langsomt 4 km/t                       | 840     |
| Har samleje                               | 1180    |
| Går med 3% stigning, 4 km/t               | 1500    |
| Saver brænde eller skovler sne            | 2016    |
| Jogger med 8 km/t                         | 2390    |
| Ror, 20 tag/min                           | 3480    |
| Arbejder maksimalt                        | 6050    |

**Figur 3.4** Energiforbruget ved forskellige dagligdagsaktiviteter opgivet i kJ/time. Arbejder man maksimalt, bruger man ca. 6.000 kJ/timen. Et maksimalt arbejde kan dog ikke opretholdes en hel time, men kun ganske få minutter.



### 3.2.2 Kostråd

Der har i tidens løb været mange bud på, hvordan en sund kost bør sammensættes. Der er sandsynligvis flere måder at leve sundt på og ikke kun en. Mennesker i arktiske egne har altid spist meget fedtholdig mad uden frugt, grønt eller kostfibre. Alligevel er de ikke plaget af hverken fedme, kræft eller hjerte-kar-sygdomme, som vi derimod er i Danmark.

Herhjemme anbefales ofte en kost, hvor 55-60 % af energien kommer fra kulhydrater og heraf må højst 10 % komme fra sukker. 15-20 % af energien skal komme fra protein, mens maksimalt 30 % må komme fra fedt (heraf højst 10 % fra animalske produkter).

Denne fordeling af energien i maden kaldes for *energiprocentfordelingen* og er illustreret på figur 3.5. I de senere år er der rejst tvivl om denne fordeling. Nogle ernæringsforskere mener, at vi skal skrue ned for kulhydraterne og i





stedet intage mere fedt og protein. Den øgede mængde protein gør os bedre mætte end kulhydraterne, lyder argumentet. Herved modvirker vi tendensen til fedme.

På figur 3.5 på forrige side ses også energiprocentfordelingen i en pose ostepops og en skummetmælk. Det ses, at ingen af de to fødevarer i sig selv opfylder anbefalingerne. Man skal naturligvis ikke kun intage én slags føde, men derimod spise varieret for at opfylde anbefalingerne. En normalperson kan faktisk nøjes med at intage 5 poser ostepops (100 g i hver pose) på et døgn for at dække sit energibehov. Det giver et samlet energiindtag på 10.850 kJ.

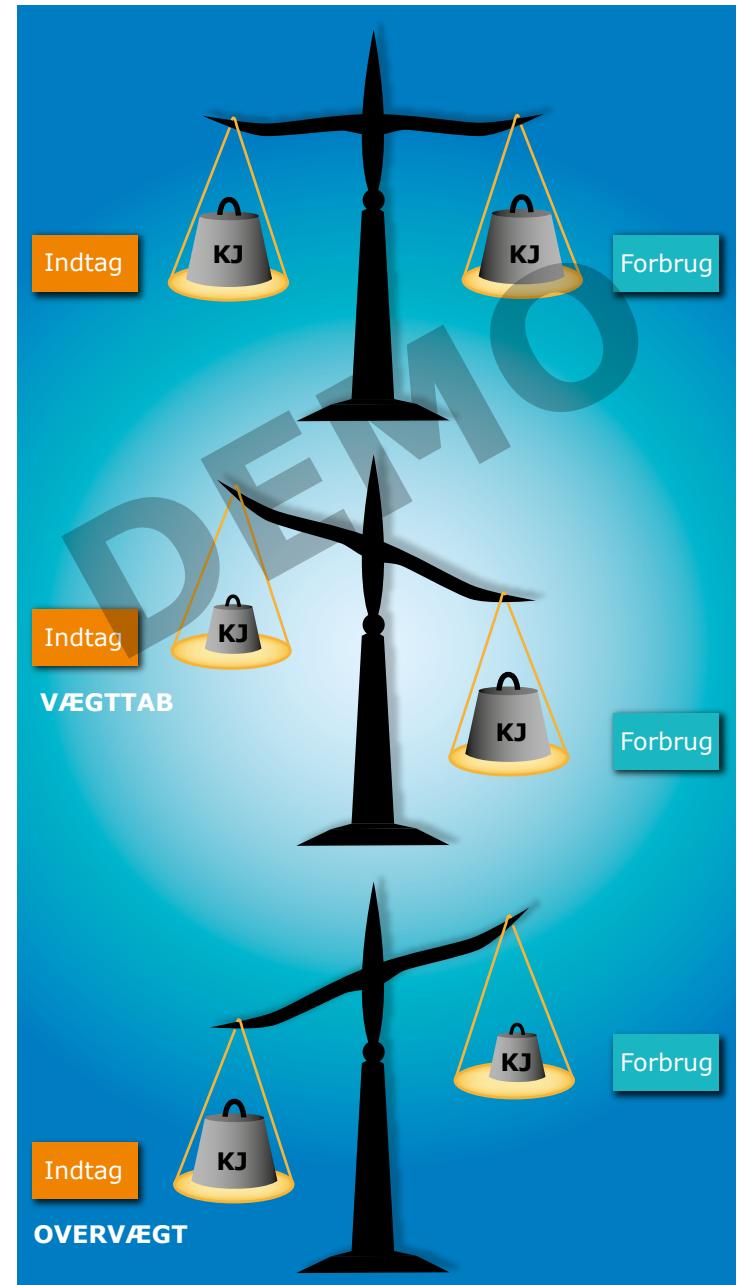
Problemet med den taktik er, at man får alt

for lidt protein, lidt for meget fedt, lidt for meget kulhydrat, ingen vitaminer og for meget salt. Derudover er der mindst et problem mere - man vil nemlig slet ikke føle sig mæt. Chips mætter ganske enkelt ikke særlig meget, og man vil derfor have en tendens til at intage endnu mere energi i løbet af dagen. Mere end man har behov for, og det er sådan, man bliver overvægtig.

Kunne man have begrænset sig til de 5 poser chips, ville man faktisk ikke tage på i vægt. Her forudsætter vi dog, at man forbrænder de 10.850 kJ ved aktivitet i løbet af dagen. På figur 3.6 er pointen illustreret.

Man er i *energibalance* (se figur 3.6) når man forbruger den samme mængde energi, som man

**Figur 3.6** Energibalancen er helt afgørende for, om man holder sin vægt, tager på eller taber sig. Øverst er energiindtaget det samme som forbruget. Her er der balance, og man holder sin vægt. I midten bruger man mere, end man intager. Det giver et væggttab. Nederst er indtaget større end forbruget, og i denne situation tager man på. Fedtvæv indeholder 32,3 kJ/g, så hvis man har indtaget 323 kJ for meget, tager man 10 g fedtvæv på. Det er dog ikke helt så enkelt, da ens tarmflora spiller ind på, hvor meget af det indtagne, man optager. Det vender vi tilbage til i kapitel 3.4.3.





**Figur 3.7** De 10 nye kostråd fra Sundhedsstyrelsen (2013). Se mere forklaring i teksten.

indtager. Herved holder man sin kropsvægt, og det gælder heldigvis langt de fleste mennesker det meste af tiden. Hvis man indtager en kost, som overholder energiprocent-anbefalingerne, passer det nogenlunde med, at man bliver mæt på det rigtige tidspunkt og dermed ikke kommer til at indtage for meget energi. Desuden er kroppens behov for fx protein opfyldt. Protein er populært sagt kroppens byggesten i fx musklerne og derfor helt nødvendige.

Det er altså ikke nok udelukkende at fokusere på, om energibehovet er opfyldt, for så kunne 5 poser ostepops jo stort set gøre det. Og chips mangler også andet end proteiner – nemlig vitaminer og mineraler. Dem vender vi tilbage til i kapitel 3.2.6.

For at vejlede på bedste vis mht. kostens sammensætning har Fødevarestyrelsen i september



2013 opstillet 10 kostråd. I dem anbefales det bl.a., at man spiser frugt, mange grøntsager og fuldkorn (se figur 3.7 på forrige side). Alle disse fødevarer indeholder vitaminer, mineraler og ikke mindst *kostfibre*. Kostfibre giver en bedre fordøjelse bl.a. fordi, de øger transporthastigheden i tarmkanalen. Derfor kan de muligvis modvirke kræft i tarmen. Desuden giver de mæthed uden at tilføre ret meget energi. Det kan være med til at holde energiindtaget nede og derved hindre overvægt.

Det anbefales også, at man indtager mindre salt. Et stort forbrug af salt kan medføre forhøjet blodtryk, og det kan i den sidste ende give blodpropper (se [kapitel 2.3.4](#)). Anbefalingen om at spise mere fisk skyldes primært, at fisk indeholder sunde fedtsyrer – såkaldte omega-3-fedtsyrer (se [kapitel 3.2.4](#)).

Resten af anbefalingerne handler om at begrænse energiindtaget og samtidig sørge for at

få rigeligt med væske. Vel at mærke væske i form af vand og ikke saftevand og sodavand fyldt med sukker og dermed energi. Generelt kan kostrådene summeres op til at handle om, at man skal spise varieret og ikke for meget. Det skal sammenholdes med den anden halvdel af "energi-ligningen" – nemlig, at man skal sørge for at være tilpas fysisk aktiv. Så kan det ikke gå helt galt med ens sundhed!

### 3.2.3 Kulhydrater

Kulhydrater kaldes også for *sakkarider* og er en fællesbetegnelse for en gruppe af *organiske stoffer*, der især bruges som energikilde, men også som byggesten i vores krop. Med organisk stof menes, at det indgår i en levende organisme som byggesten.

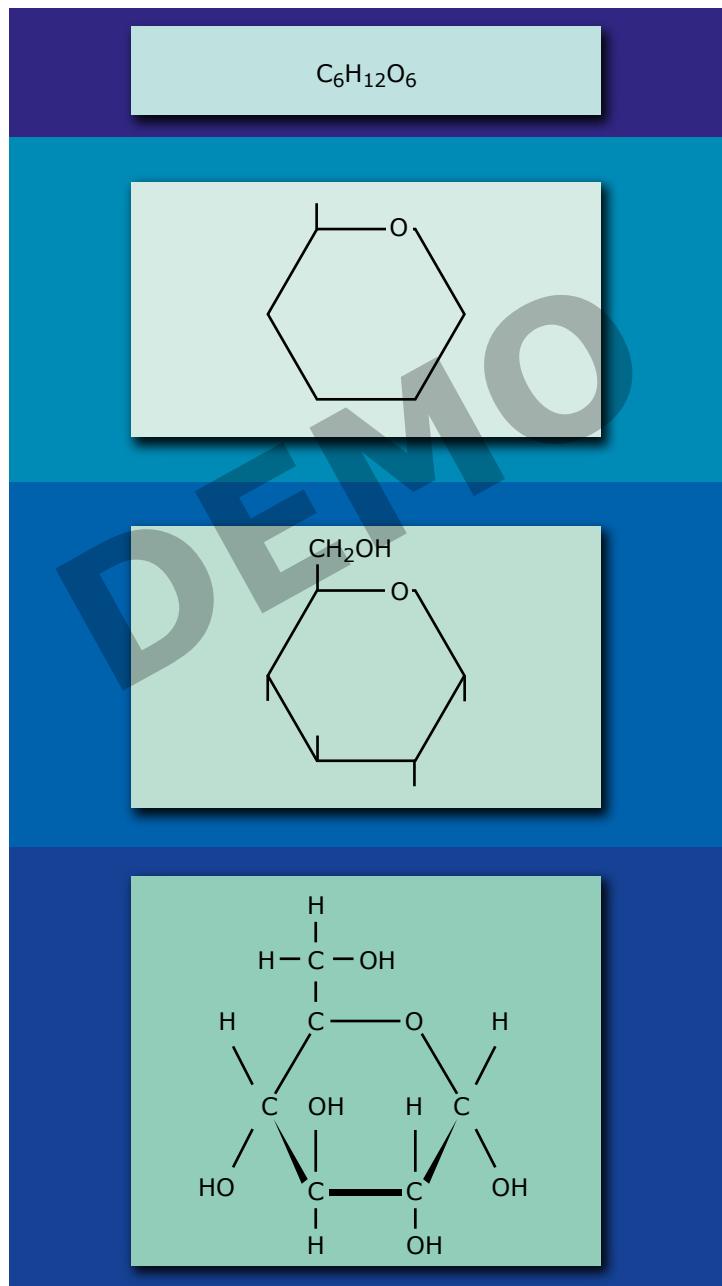
Kulhydrater udgør kun ca. 1 % af vores samlede kropsvægt på trods af, at de er hovedbestanddelen af vores føde. Det skyldes, at kulhy-

drater først og fremmest bruges som energikilde og kun i mindre grad som byggesten i kroppen.

Der findes overordnet 3 forskellige typer kulhydrater: monosakkarker, disakkarker og polysakkarker. Undertiden bruges også betegnelsen oligosakkarker, der er mindre polysakkarker. På figur 3.8 på næste side ses opbygningen af det vigtige monosakkrid *glukose*.

Som det ses på figuren, består glukose - og i øvrigt alle andre kulhydrater - af grundstofferne kulstof (C), hydrogen (H) og oxygen (O). Hvis man tæller atomerne, finder man frem til, at der er 6 C- og O-atomer og 12 H-atomer. Det skriver man som  $C_6H_{12}O_6$  – det kaldes en *bruttoformel*. Den fortæller ikke meget om, hvordan molekylet er bygget op, men den fortæller, hvilke grundstoffer der indgår.

Som det også ses på figuren, kan man tegne glukose på flere måder afhængigt af, hvor meget information man ønsker at vise. Glukose er det



**Figur 3.8** Opbygningen af monosakkaridet glukose. Øverst ses bruttoformlen, der ikke angiver, hvordan molekylet er bygget op. De tre nederste repræsenterer forskellige måder at vise opbygningen på. Nederst er alle atomer gengivet, mens opbygningen er simplificeret på de to midterste tegninger. På den ene er alle H- og C-atomer udeladt, mens den nederste af dem har lidt flere detaljer med. I alle tilfælde er det dog glukose, der er vist.

monosakkarid, som planter danner i deres fotosyntese (se [kapitel 9.2.2](#)).

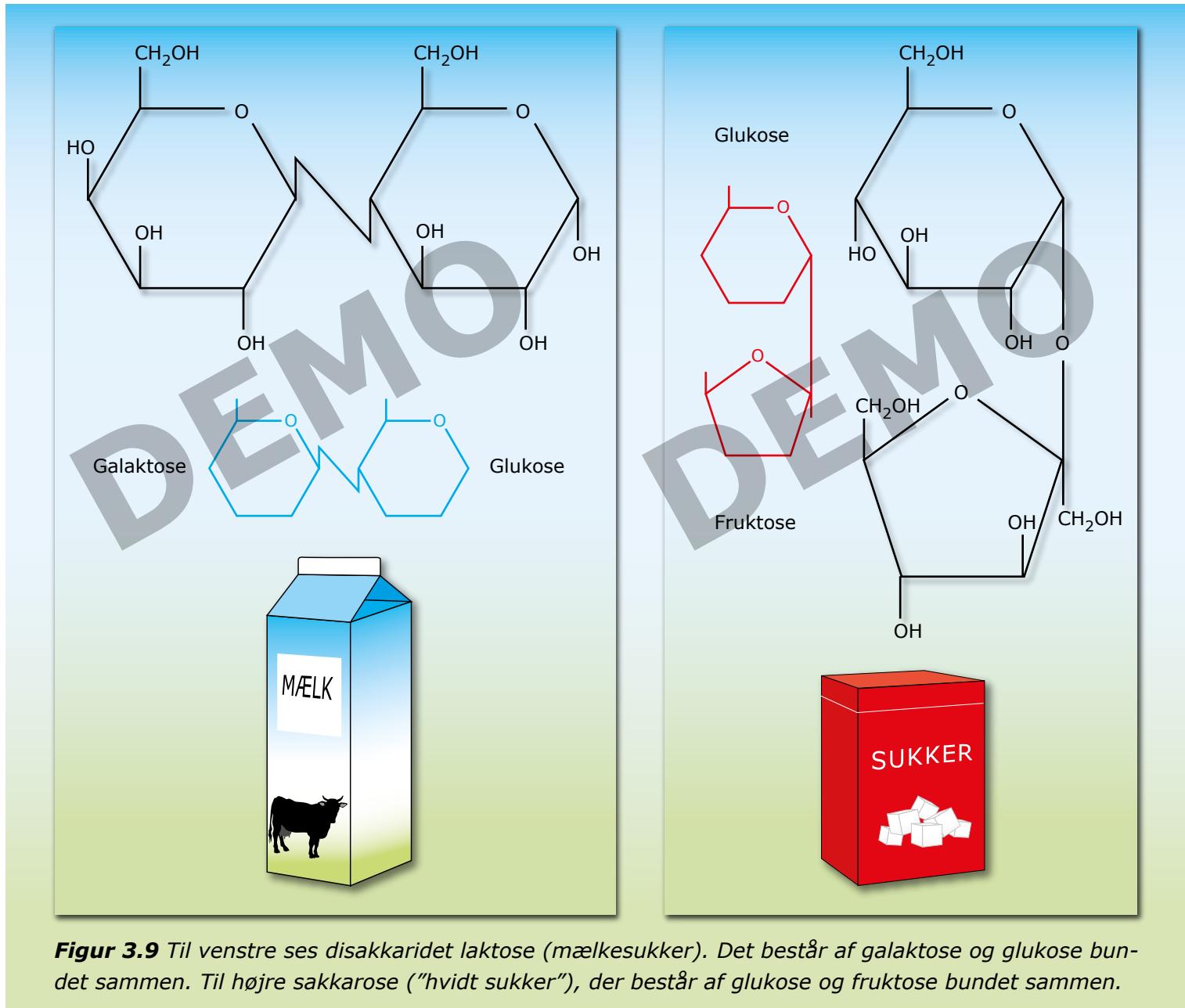
Det er også det monosakkarid, som størstedelen af kulhydraterne i vores føde nedbrydes til i fordøjelseskanalen (se [kapitel 3.3.2](#)). Det er glukose, der udgør vores blodsukker (se [kapitel 3.4.2](#)), og glukose er således et ekstremt vigtigt monosakkarid. Et andet vigtigt monosakkarid er fruktose, der også kendes som frugtsukker i frugter. Det er fruktose, der sammen med glukose får frugter til at smage sødt.

Et disakkrid er to monosakkridere, der er bundet sammen. Sammenkoblingen kan ske på flere forskellige måder, og på figur 3.9 på næste side ses disakkridene *laktose* og *sakkarose*.

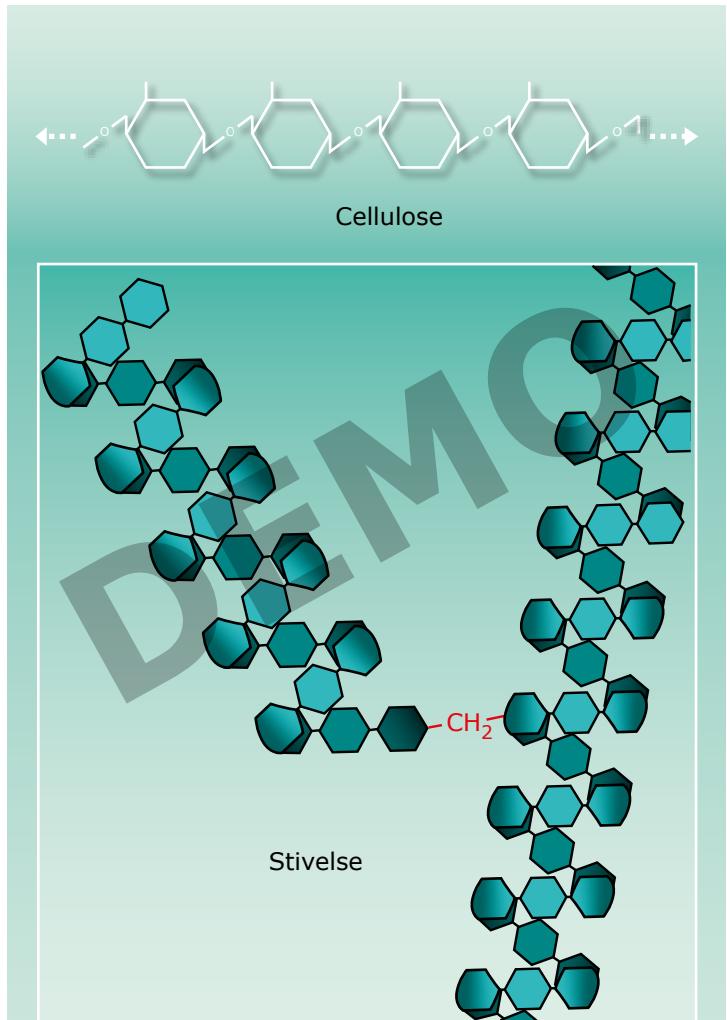
Laktose kendes også som mælkesukker, mens sakkarose er det "almindelige" hvide sukker, som man fx strør ovenpå havregryn.

Et polysakkrid er flere monosakkridere sat sammen – nogle gange flere tusinde enheder. På figur 3.10 på næste side ses to forskellige former for polysakkridere. Det drejer sig om *stivelse*, som planter bruger som energilager, og *cellulose*, som planter bruger som byggesten i deres cellevægge, og dermed til afstivning af planterne.

Cellulose er et eksempel på en kostfiber. Når man siger, at grøntsager indeholder fibre, mener man især cellulosen i plantecellernes cellevægge. Der findes dog også andre stoffer i kostfibrene fx hemicellulose.



**Figur 3.9** Til venstre ses disakkaridet laktose (mælkesukker). Det består af galaktose og glukose bundet sammen. Til højre sakkarose ("hvidt sukker"), der består af glukose og fruktose bundet sammen.



**Figur 3.10** Øverst ses et lille udsnit af celluloses struktur. Som det ses, er det blot en lang tråd af monosakkarider sat sammen. Nederst ses strukturen af stivelse. Det er også monosakkarider sat sammen, men her dannes en spiralstruktur.

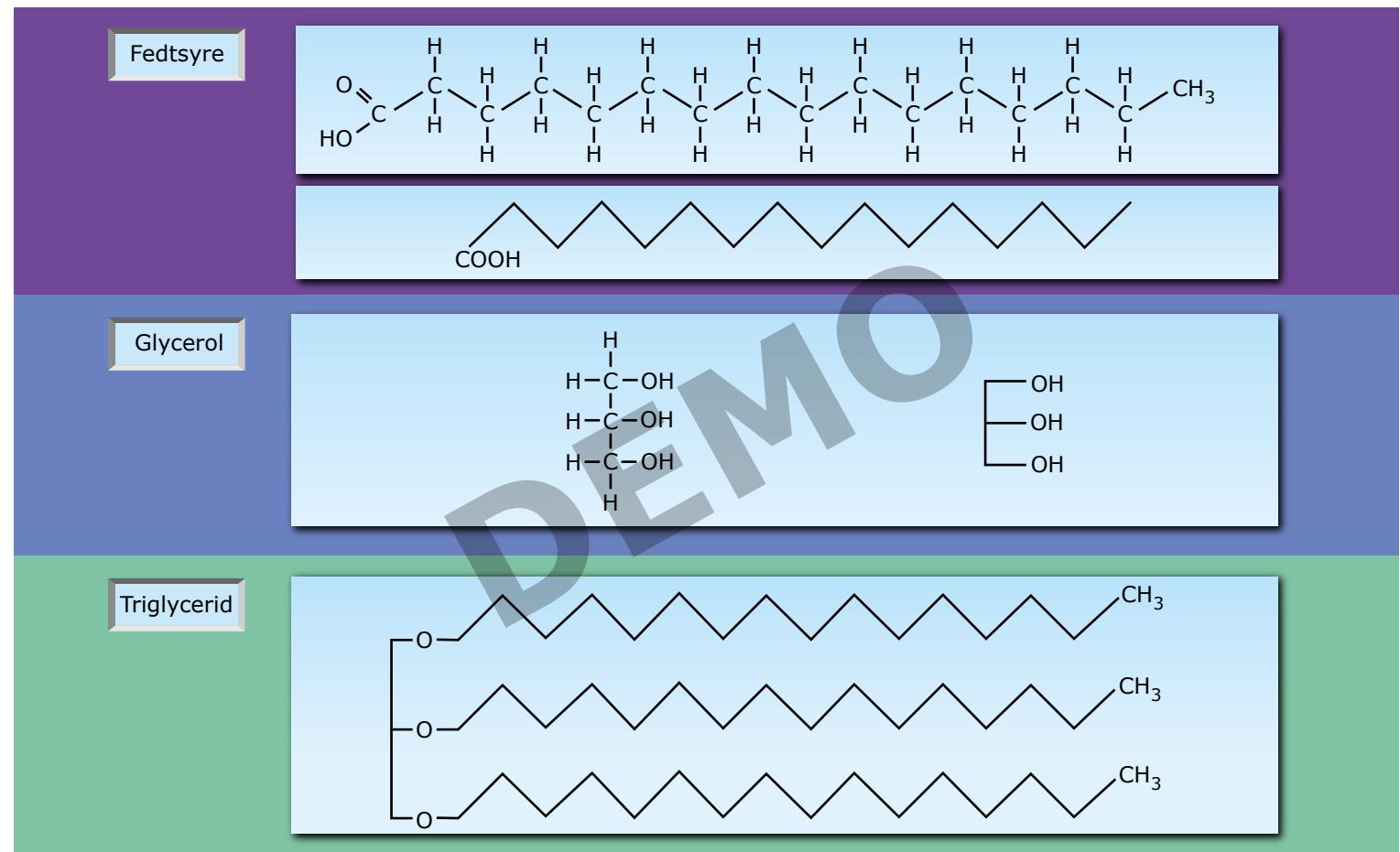


### 3.2.4 Fedtstoffer

Der findes fedt i næsten al den føde, vi indtager. Langt det meste af det er såkaldte *triglycerider*. De er opbygget af et glycerolmolekyle, hvortil der er koblet 3 fedtsyrer. Opbygningen er vist på figur 3.11. Som det kan ses, består triglycerider af de samme atomer som kulhydrater – nemlig C, H og O.

Hvis triglyceridet stammer fra et dyr, kaldes det *animalisk fedt*. Det kan fx være det fedt, der er i hakket oksekød, men det kan også være smør. Stammer triglyceridet i stedet fra planter, kalder man det *vegetabilsk fedt*. Det drejer sig primært om planteolier – altså flydende fedt. Man kan også få fedt fra fisk, og ligesom vegetabilsk fedt, er *fiskeolier* meget sunde for kroppen. Det hænger sammen med, at de indeholder *omega-3-fedtsyrer* og *omega-6-fedtsyrer*.

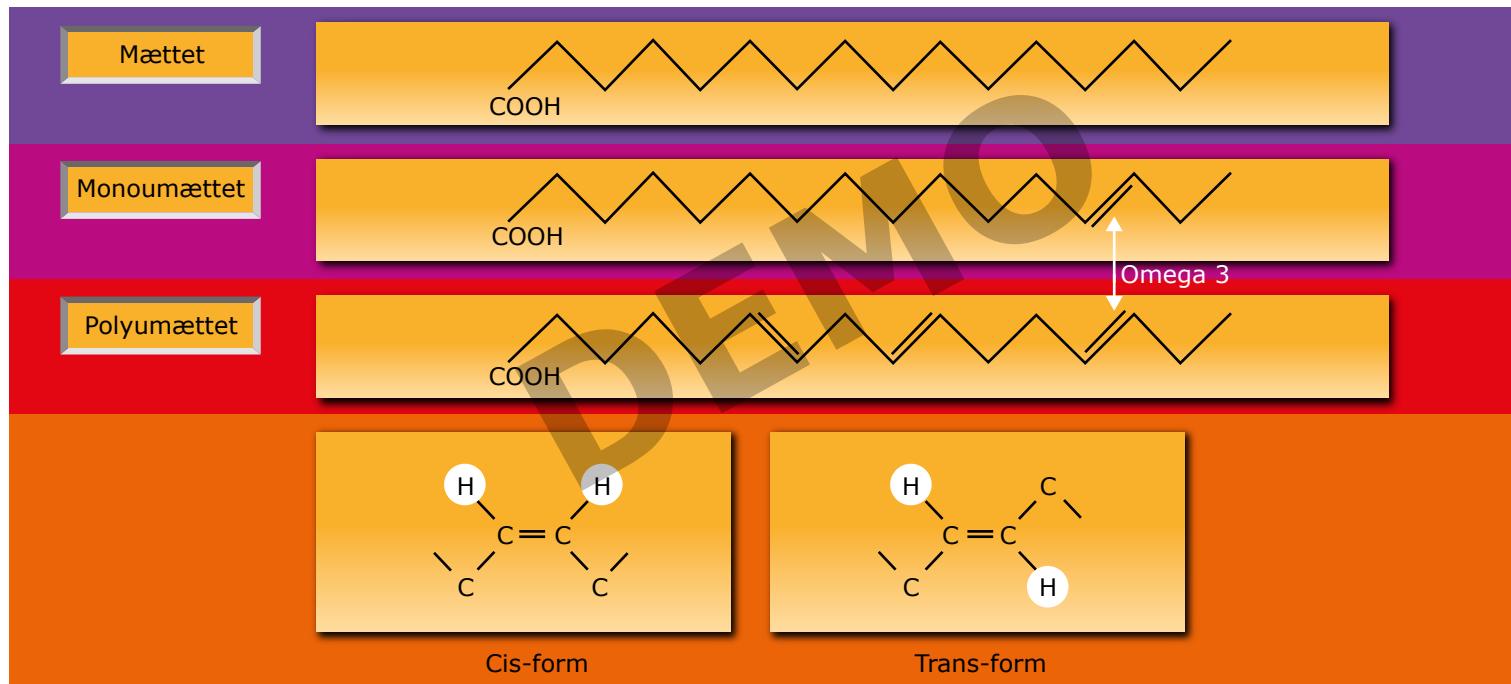
Navngivningen henviser til, hvor i fedtsyrerne, der sidder en såkaldt dobbeltbinding. Fedt-



**Figur 3.11** Opbygningen af et triglycerid. Øverst ses et eksempel på en fedtsyre og i midten et glycerolmolekyle (begge tegnet på to måder). Triglyceridet er som vist nederst opbygget af tre fedtsyrer og et glycerolmolekyle.

syrer med dobbeltbindinger mellem C-atomer kaldes for *umættede fedtsyrer*. Har fedtsyren en enkelt dobbeltbinding kaldes den mere præcist

for en *mono-umættet fedtsyre*, mens den er *poly-umættet*, hvis den har flere. Har fedtsyren slet ingen dobbeltbindinger mellem C-atomerne, kal-



des den for en *mættet fedtsyre*. På figur 3.12 ses mættede og umættede fedtsyrer.

Energiindholdet er det samme, uanset om der er tale om mættet eller umættet fedt. De umættede fedtsyrer er de sundeste, og det er således også dem, man typisk finder i vegetabilsk fedt og fiskeolie, mens animalsk fedt er rigt på mættede fedtsyrer. Man mener, at mættede fedtsyrer øger

risikoen for blodpropper, mens det omvendte er tilfældet for de umættede. Især de monoumættede fedtsyrer såsom omega-3-fedtsyrer er sunde.

Der findes dog en bestemt type af umættede fedtsyrer, som er usunde. Det drejer sig om de såkaldte *trans-fedtsyrer*. De ser en lille smule anderledes ud i deres opbygning omkring dobbelt-

**Figur 3.12** Forskellige typer fedtsyrer. Øverst ses en mættet fedtsyre, der ikke indeholder dobbeltbindinger mellem C-atomerne. Herefter en monoumættet fedtsyre, der indeholder en enkelt dobbeltbinding mellem to C-atomer. Den tredje fedtsyre er polymættet, da den har mere end 1 dobbeltbinding mellem to C-atomer. Begge de umættede fedtsyrer er samtidig omega-3-fedtsyrer, da der sidder en dobbeltbinding ved den 3. sidste binding mellem C-atomerne. Nederst ses forskellen på cis- og trans-fedtsyrer. Det er atomernes placering omkring dobbeltbindingen, der afgør, om der er tale om cis eller trans. Transfedtsyrer er meget usunde. Det samme gælder de mættede fedtsyrer.



Der er dog stadig en smule tilbage i fx smør.

Man skal dog ikke være fedtforskrækket! Fedt er nødvendigt i vores krop både som energikilde og som byggesten. Det er især, når man er i hvile eller arbejder ved moderat intensitet, at man forbrænder fedt. Det har ført til den fejlagtige antagelse, at man endelig ikke må arbejde særlig hårdt, hvis man vil af med sine fedtdepoter. Den misforståelse vender vi tilbage til i kapitel 6.3.2.

Fedt er en helt essentiel byggesten i kroppen fx i alle cellemembraner, og fedt bruges også til at danne en lang række vigtige hormoner som fx kønshormonerne testosterone og østrogen (se kapitel 5.6). Man skal derfor have en del fedt i sin kost.

### 3.2.5 Proteiner

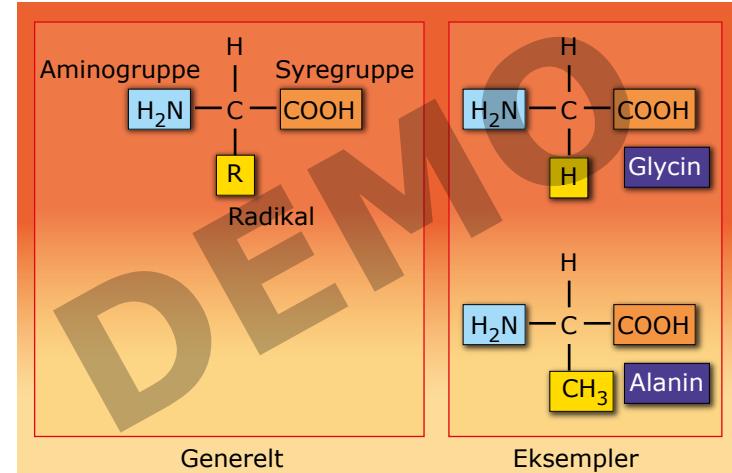
Proteiner er kroppens vigtigste byggesten. De opbygger fx vores muskler, hår og negle, og des-

uden er enzymer, antistoffer og membrankanaler proteiner. Man får typisk protein fra kød eller fisk, men også visse planter såsom ærter og bønner indeholder protein. Alle proteiner er opbygget af *aminosyrer*, hvoraf der findes tyve forskellige. Nogle af aminosyrerne kan vi selv danne i kroppen, men 9 af dem skal vi have tilført med vores kost.

De sidstnævnte kaldes derfor *essentielle aminosyrer*, mens dem, vi selv kan danne, kaldes for *ikke-essentielle*. På figur 3.13 ses en aminosyres opbygning samt eksempler på aminosyrer.

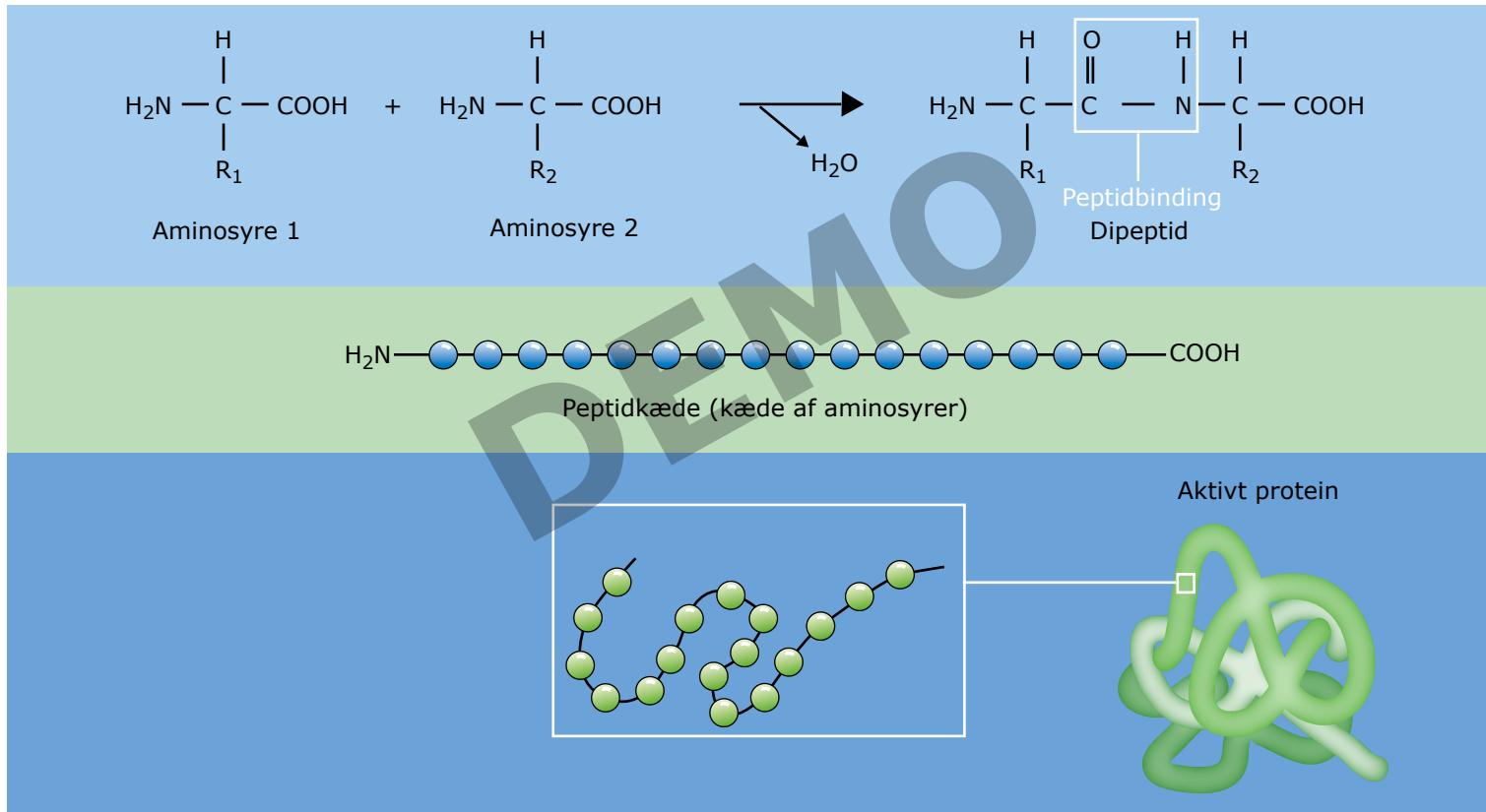
Alle aminosyrer består af et C-atom, hvortil der er bundet et H-atom, en syregruppe (-COOH) en aminogruppe ( $\text{-NH}_2$ ) samt et radikal. Det er radikalet, der afgør, hvilken aminosyre der er tale om. Alle aminosyrer er opbygget af de samme atomer som kulhydrater og fedtstoffer – nemlig C, H og O. Men aminosyrer indeholder også nitrogen (N), og to af dem indeholder svovl (S).

DEMO - Må ikke anvendes i undervisningen



**Figur 3.13** Til venstre ses den generelle opbygning af en aminosyre med et C-atom, hvortil der er bundet en aminogruppe, en syregruppe, et H-atom og et radikal. Til højre ses to eksempler på aminosyrer. Eneste variation er radikalet. Glycin er den mest simple aminosyre med et H-atom som radikal.

Når to aminosyrer bindes sammen, kaldes molekylet for et *di-peptid*. Flere aminosyrer bundet sammen kaldes for et *polypeptid*, og det er det samme som et protein. Vi genkender her systematikken fra kulhydraternes navngivning med "di" og "poly". På figur 3.14 på næste side er opbygningen af et dipeptid og et protein vist.



Proteiner bruges også i begrænset omfang som energikilde i vores krop. I hvile udgør proteininforbrændingen typisk få procent, mens den er forsvindende lille, når vi er aktive. Det afhænger dog af, hvor proteinrig ens kost er. Jo mere proteinrig kosten er, desto mere protein forbrændes.

Først hvis man løber helt tør for kulhydrater og fedt, går kroppen over og forbrænder store mængder af sit eget protein for at overleve. Det kaldes *autofagi*, og her nedbryder kroppen så at sige sig selv. Det er fx tilfældet hos personer, der lider af anoreksi (se kapitel 3.4.5).

**Figur 3.14** Opbygningen af et dipeptid ses øverst. Her kobles to aminosyrer sammen med en peptidbinding. I processen fraspaltes vand. Der fraspaltes også vand, når to monosakkarider sættes sammen til et disakkrid. I midten ses en kæde af aminosyrer, der er sat sammen til et polypeptid. Nederst ses kæden som en del af et større protein. Proteiner er altså blot polypeptider og dermed grundlæggende en lang kæde af aminosyrer sat sammen. Næsten alle 20 aminosyrer bruges i hvert eneste protein i kroppen. Det er blot sammensætningen og rækkefølgen, der varierer og dermed giver mulighed for et meget stort antal forskellige proteiner.

### 3.2.6 Vitaminer og mineraler

Hverken vitaminer eller mineraler indeholder energi. I stedet er de helt uundværlige i mange af kroppens kemiske reaktioner, hvor de hjælper enzymerne (se kapitel 3.3.1). Det kunne fx være de mange enzymer, der bruges i respirationen. Uden vitaminer og mineraler ville vi ikke kunne



| Vitaminer           | Forekomst  | Funktion   | Mangelsymptomer   | Overdosis                       | Vitaminer            | Forekomst  | Funktion  | Mangelsymptomer  | Overdosis                          |
|---------------------|--|--|---|---------------------------------|----------------------|--|---|--|------------------------------------|
| A<br>(retinol)      | Lever, nyre, mælk, smør, margarine, æg, grønne bladgrøntsager, abrikoser. Som et for-stadium (karotin) i gulerødder  | Kræves for at huden og slimhinderne kan danne nye celler. Øjets funktion. Forbedrer mørkesynet   | Ru og tør hud. Mindsket modstands-kraft mod infektioner. Forringet mørkesyn   | Hårtab, problem med lever m.fl. | B12<br>(kobala-min)  | Lever, oksekød, lam, svinekød, fjerkræ, fisk, østers, gær  | Deltager i dannelsen af røde og hvide blod-legemer. Vigtigt for en god nervefunktion  | Anæmi som følge af mangel på vitamin B12 eller folinsyre, sår på tungten, forandringer i rygmarven   |                                    |
| B1<br>(thiamin)     | Svinekød, fuldkorns-produkter, ærter, æg, kartofler, fisk, mejeri-produkter  | Nødvendigt for en god nervefunktion, påvirker dermed også hjernens og muskernes funktion   | Forandringer i hjerte-musklen (forstørret hjerte) ved forstyrrelse i næringstilførslen, prikken i hænder og fodder (hvilket i svær form kaldes beriberi), psykisk forvirring, depression, træthed forringet muskel-koordination |                                 | Folinsyre            | Lever, grønne blad-grøntsager, svampe, bønner, nødder, ærter, fuldkornsbrød                                    | Deltager i dannelsen af røde og hvide blod-legemer og kroppens øvrige celler  | Anæmi som følge af mangel på vitamin B12 eller folinsyre, nedsat modstandskraft mod infektioner  |                                    |
| B2<br>(ribofla-vin) | Lever, nyre, mælk, ost, æg, grønne blad-grøntsager, fuldkorns-produkter, nødder, ærter, bønner   | Deltager i kroppens omsætning af kulhy-drater og protein. Opretholder også en god tilstand i hud og slimhinder                                 | Sprukne læber, sår på tungten, hududslæt  |                                 | C<br>(askor-binsyre) | Citrusfrugter, hyben, bladgrøntsager, svampe, bønner, nødder, ærter, fuldkornsbrød                             | Deltager i iltudvekslin-gen i cellerne og dermed i nydannelsen af celler. Har betydning i kroppens forsvar mod infektioner. Opretholder stærke kapillærer                   | Blødninger i hud, slim-hinder og indre orga-nér (i svær form kaldet skørbug), dårlig sårhe-ling, løse tænder, smertende led, mod-tagelighed for infek-tioner |                                    |
| B3<br>(niacin)      | Fisk, kød, gær, mælk, ost, æg, ærter, bønner, fuldkornsprodukter, kartofler  | Som vitamin B2   | Muskelsvaghed, for-døjelsesproblemer, irriteret og sprukken hud, pellagra (hvor de karakteristiske symp-tomer er hudforandringer, diare og forringelse af psykiske funktio-ner)   |                                 | D<br>(calcife-rol)   | Fiskelevertran, mælk, æggeblomme. Dannes i huden ved solbestrål-ing  | Regulerer kroppens calcium-fosfor-balance og dermed knoglernes forkalkning. Bidrager til at opretholde nerve-systemets og muskler-nes funktion samt til blodets koagulation | Knogleskørhed, hvad-der hos ældre kan give tilbøjelighed til knogle-brud   | Problem med ner-ver og for-døjelse |
| B6<br>(pyri-doxin)  | Forekommer i de fleste fødevarer, især hvis de er rige på andre B-vitaminer, kylling, fisk, fuldkornsprodukter, bananer, ærter, bønner, lever, gær, æg, mejeri-produkter | Som vitamin B2 Desuden deltager vita-minet i fedtomsætnin-gen og dannelsen af røde blodlegemer, regulerer funktionen hos nervesystemets celler | Hudforandringer, nervøsitet, irritabilitet, blodmangel, søvnproblemer   |                                 | E<br>(tokofe-rol)    | Vegetabiliske olier, æg hvedespirer, sojabøn-ner, grønne bladgrønt-sager, fuldkornspro-dukter                  | Deltager i dannelsen af røde blodlegemer og beskytter de røde blod-legemer mod skader og anden påvirkning   | Usædvanligt hvis man ikke har svært ved at optage fedt. Blodman-gel hos for tidligt født børn eller børn med lav fødselsvægt                                 |                                    |
|                     |  |  |   |                                 | K<br>(fytome-nation) | Grønne bladgrøntsager, blomkål, hvidkål, frugt, kartofler, mælk, ost, æg. Dannes også af bakterier i tyktarmen | Nødvendig for blodets koaguleringsvegne   | Øget tilbøjelighed til blødninger  |                                    |

**Figur 3.15** Udvalgte vitaminer.



| Mineraler | Forekomst  | Funktion  | Mangelsymptomer  | Mineraler | Forekomst   | Funktion   | Mangelsymptomer   |
|-----------|--|---|--|-----------|---|--|---|
| Kalium    | Mælk, bladgrøntsager, tørret frugt, nødder, bønner, fisk, kartofler                              | Nervernes funktion og muskelaktivitet   | Muskelsvaghed, ildebefindende, uregelmæssig hjerterytme, appetitløshed, forstopelse, apati | Zink      | Fisk og skaldyr, kød, æg, nødder, bønner, fjerkræ, fuldkornsprodukter                           | Tilvækst, sund hud, sårheling, energiproduktion      | Dårlig sårheling, øget modtagelighed for infektioner, dårlig tilvækst og forsinkelte seksuelle udvikling hos børn |
| Natrium   | Mejeriprodukter, dåsesupper, tomatjuice, brød, cerealier, oliven, bordsalt                       | Nervernes funktion, muskelsammentrækninger, opretholdelse af væskebalance                     | Meget usædvanligt, muskelkramper, ildebefindende, apati, svaghed, svimmelhed               | Mangan    | Bladgrøntsager, te, ris, nødder, havregryn, bønner  | Knoglestruktur, deltager i kulhydratstofskiftet      | Ingen kendte  |
| Calcium   | Mejeriprodukter, bladgrøntsager, æg, tørrede ærter og bønner, nødder                             | Knogle- og tanddannelse, blodets koaguleringsveje, nervernes funktion, muskelsammentrækninger | Kan have sammenhæng med formindsket knoglemasse hos ældre (knogleskørhed), muskelsvind     | Flour     | Fisk, skaldyr, te, kaffe, sojabønner  | Knogle- og tanddannelse                              | Huller i tænderne   |
| Magnesium | Grønne grøntsager, skaldyr, tørret frugt, fuldkornsprodukter, nødder                             | Nervernes funktion, muskelsammentrækninger, coenzymer   | Muskelrystelser, muskelkramper, muskelsvaghed mindsket tilvækst                            | Kobber    | Lever, skaldyr, svampe, ærter, bønner, nødder, fuldkornscereals og brød, tørret frugt, vindruer | Understøtter jernoptagelse i hæmoglobin og skelettet | Usædvanligt, blodmangel, skøre knogler  |
| Fosfor    | Mejeriprodukter, kød, fisk, fjerkræ, æg, jordnødder, fuldkornsprodukter, tørrede ærter og bønner | Knogle- og tanddannelse, energiproduktion   | Usædvanligt, ses især i forbindelse med visse sygdomme                                     | Krom      | Kød, fisk, skaldyr, ost, fuldkornsbrød og cerealier, frugt, grøntsager                          | Hjælper kroppen til at anvende kulhydrater           | Forhøjet blodsukker   |
| Jern      | Lever, kød, fuldkornsbrød, beriget fiberbrød, nødder, ris, pasta, broccoli, spinat               | Røde blodlegemer for at producere hæmoglobin, transporterer ilt til vævene (respirationen)    | Træthed, bleg hud, infektioner, blodmangel, forandringer i neglene                         | Selen     | Skaldyr, fisk, kød, mælk, fuldkornscereals  | Beskytter celler og væv mod skader                   | Ingen kendte  |
|           |  |   |  | Jod       | Saltvandsfisk, skaldyr, jodberiget bordsalt, mejeriprodukter                                    | Behøves til skjoldbrusk-kirtlens hormonproduktion    | Forstørret skjoldbruskkirtel  |

**Figur 3.16** Udvalgte mineraler.



danne energi og dermed overleve.

Vitaminerne er lavmolekylære organiske stoffer, der kan opdeles i to typer: *vandopløselige* og *fedtopløselige*. Det er svært at indtage for mange af de vandopløselige vitaminer, da de ved overdosering blot udskilles med vandet i urinen. Til gengæld er det mere alvorligt, hvis man indtager for mange fedtopløselige vitaminer, da de kan ophobes i fedtvævet og gøre stor skade i kroppen. Det drejer sig om A-, D-, E- og K-vitamin (kan huskes med "KED A"). På figur 3.15 to sider tilbage ses en oversigt over udvalgte vitaminer og deres funktion og eventuelle skadefunktion ved overdosering.

Vitaminmangel er sjælden i den vestlige verden, men nogle samfundsgrupper er alligevel udsatte. Det gælder fx gravide og alkoholikere, der begge kan have gavn af ekstra folinsyre (B-vitamin). Små børn skal også tit have tilskud af A-, D- og K-vitamin, og muslimske kvinder, der

dækker kroppen med fx en burka, har også ofte problemer med for lidt D-vitamin. Det dannes nemlig i vores hud, når den rammes af sollys.

Mineraler er uorganiske forbindelser som fx calcium ("kalk") og jern. Calcium er vigtigt for både knogledannelse og musklernes funktion, mens jern er helt essentielt i de røde blodlegermers hæmoglobin. Uden jern får man problemer med at binde den livsvigtige ilt i blodet. På figur 3.16 på forrige side ses en oversigt over udvalgte mineraler og deres funktion og mangelsymptomer.

De fleste danskere får rigeligt med calcium fra mejeriprodukter og grøntsager. Jern får vi fx fra kød, grøntsager og fisk, og det er også sjældent et mineral, som en dansker mangler. For meget jern i kosten giver i første omgang "hård mave". Ved højere doseringer kan det faktisk medføre hjerte-kar-sygdomme. Overdosering sker dog ikke ved indtagelse gennem almindelige fødeva-

rer, men derimod hvis man tager kunstigt jern-tilskud.

Ved at indtage en blandet vitamin-mineral-pille får man som regel både tilført tilpas med vitaminer og mineraler, men man skal altså være varsom med ekstra indtag fx i forbindelse med kosttilskud. Spiser man en normal, varieret kost og sørger for en passende mængde sollys, får de fleste danskere vitaminer og mineraler i passende mængder.

### 3.2.7 Væske

Kroppen består af 50-70 % vand afhængigt af kropsbygning og køn. Jo mere muskelmasse, desto mere vand, da musklerne indeholder meget vand. Mænd har typisk mere muskelmasse end kvinder, og derfor har mænd også en højere vandprocent end kvinder.

Vand indgår i cellernes cytoplasma, mellem cellerne er der fyldt med vand, og også blodet



består af rigtig meget vand. Vand har mange funktioner i kroppen, men to af de vigtigste er **1)** som ”transportbånd” for opløste stoffer og **2)** som et middel til regulering af kropstemperaturen via sved.

I løbet af et døgn taber et menneske 2,5-3 liter væske gennem sved, urin, afføring og via fordampning fra lungerne. Heldigvis regulerer kroppen selv sit behov for vand ved, at vi føler tørst. En del af vandbehovet dækkes dog også af den føde, vi indtager. Langt den meste mad indeholder nemlig store mængder væske, så man typisk kan nøjes med at drikke 1,5-2 liter vand på et døgn.

Er man meget fysisk aktiv, kan der være behov for at indtage mere væske i løbet af døgnet. Det er dog først ved aktiviteter over 1,5 times varighed, at det er nødvendigt. Vandindtag i løbet af en idrætstime er derfor slet ikke nødvendigt!

Varer aktiviteten flere timer, kan det være



**Figur 3.17** Vand er en af de grundlæggende betingelser for liv, som vi kender det. Vores krop består hovedsageligt af vand, og det er vigtigt, at vi indtager væske (vand) hver dag. FOTO: C. B. Lytzen - yubio.

DEMO - Må ikke anvendes i undervisningen

nødvendigt at indtage væske, der både indeholder energi og salte. Saltene skal erstatte de salte, man har tabt gennem sveden. Energien supplerer kroppens egne energilagre, der på dette tidspunkt er ved at være udtømte. I almindelige sportsdrikke er der ofte både salte og energi, men et glas juice er ligeså godt og langt billigere.

Nyrerne er helt centrale i vores væskebalance. Hvis man mangler vand, sørger nyrerne for at genoptage så meget væske som muligt, hvorved ens urin bliver meget koncentreret. Omvendt når man har overskud af vand – her sørger nyrerne for at producere en tynd urin.

Når man indtager *alkohol*, hæmmes hormonet ADH, der normalt sørger for, at nyrerne genoptager vand. Derved udskiller nyrerne mere vand end ellers, og det er derfor, man altid skal tisse, når man drikker alkohol. Faktisk udskiller man mere væske gennem urinen, end man indtager gennem munden i form af øl og drinks!



Alkohol medfører en *dehydrering* af kroppen, og det er en af forklaringerne på de velkendte *tømmermænd* dagen efter. For at modvirke dem kan man drikke et stort glas vand, inden man lægger sig til at sove. Hvis man samtidig tilfører lidt salt til vandet, kompenserer man for det salttab, man har haft gennem urin (og sved).

Man kan faktisk indtage for meget vand, hvorefter man kan opleve en *vandforgiftning*. Store mængder postevand (8-10 liter) indtaget på kort tid fortynder kroppens salte så meget, at cellerne svulmer op pga. osmose (se [kapitel 1.3.2](#)). Det påvirker fx hjernen og nervesystemet og kan i værste tilfælde medføre, at man dør af det.

**Figur 3.18** Hver dansker over 14 år drikker i gennemsnit over 11 liter ren alkohol om året. Det er en kedelig verdensrekord. Næsten 125.000 børn vokser op i en familie med alkoholproblemer, og uanset mængden af alkohol er det faktisk usundt for dit helbred. Børn under 16 år anbefales slet ikke at drikke alkohol. Alle over 16 år anbefales maksimalt at drikke 5 genstande ved samme lejlighed. Ved et ugentligt inntag på mere end 7 genstande for kvinder og 14 for mænd er der en øget risiko for sygdom. Mere end 14 genstande om ugen giver markant forøget sygdomsrisiko. Et stort alkoholforbrug giver også nedsat præstationsevne både i skolen og på sportspladsen. Selv 2 dage efter! Gravide skal helt undgå alkohol - også dem, der forsøger at blive gravide. Alkohol skal altså nydes med forsigtighed, men så kan det til gengæld også være hyggeligt i sociale sammenhænge. FOTO: C. B. Lytzen - yubio.

### 3.2.8 Kost og træning

Hvis man styrketræner meget, kan det være en fordel - især som begynder - at indtage lidt ekstra protein i forhold til den normale kost. Dog vil de fleste få rigeligt med protein, hvis de overholder energi-procent-anbefalingerne, der siger, at 15-20 % af energien i kosten skal komme fra protein.



**Figur 3.19** Muskelopbygning i forbindelse med styrketræning kræver protein. FOTO: C. B. Lytzen - yubio.

Man har længe troet, at det var vigtigt at indtage proteiner tæt på træningstidspunktet for at maksimere effekten på muskelvæksten. Nye undersøgelser har dog vist, at tidspunktet for ind-

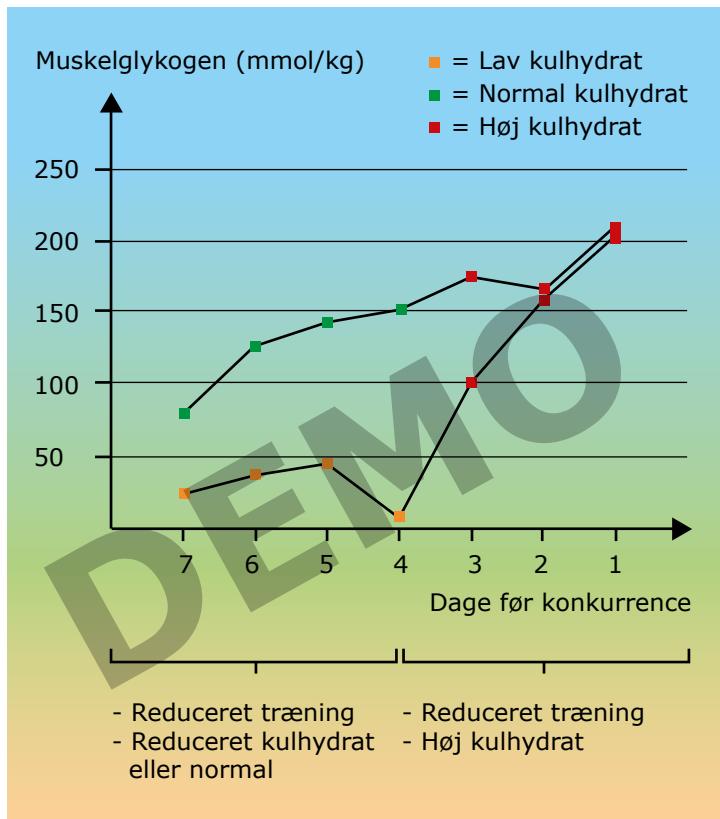
tagelsen ikke er vigtigt. Det helt afgørende er, at man set på døgnbasis indtager proteiner nok. Optagelsen af proteinernelettes ved samtidigt indtag af kulhydrater, og en almindelig fedtfattig kakaomælk er derfor et fint valg.

Ca. 70 % af befolkningen kan have gavn af at indtage *kreatin* i forbindelse med styrketræning. Kreatin medfører en øget dannelse af stoffet kreatinfosfat, der bruges i kroppen til at danne lynhurtig energi. Herved kan man præstere mere på kort tid som fx det at løfte en tung vægt en enkelt gang.

Kreatin er ikke på dopinglisten og altså fuldt lovligt. Eneste kendte bivirkning er, at man også ophober lidt ekstra vand. Det betyder, at man øger sin kropsvægt med nogle kilo. Det er vigtigt at understrege, at 30 % af befolkningen ikke reagerer på kreatin. Det skyldes formentlig, at deres celler i forvejen indeholder tilstrækkelige mængder af kreatin.



**Figur 3.20** Konditionstræning kræver, at glykogenlagrene er fyldte. FOTO: K. Selchau - yubio.



**Figur 3.21** Glykogenlagrene kan fyldes ekstra godt op på flere måder. Man kan fx spise en normal kost indtil 3 dage før konkurrencen/kampen og herefter indtage mange kulhydrater i kosten. Man kan også indtage en kost, der kun indeholder meget lidt kulhydrat i ugen op til konkurrencen/kampen. Tre dage før indtager man så igen en meget kulhydratrig kost. I begge tilfælde kan man faktisk øge sine glykogenlagre med en faktor 2 (200 %) i forhold til bare at spise en normal kost.

Når man dyrker konditionstræning og skal deltage i aktiviteter, der varer lang tid, er det vigtigt at få fyldt energidepoterne bedst muligt op. Det drejer sig primært om kulhydratlagrene i musklerne og leveren – de såkaldte *glykogenlagre*. Glykogen er et polysakkarid (altså flere glukosemolekyler sat sammen), som bruges til oplagring af energi hos dyr. Hos planter er det tilsvarende et polysakkarid, der bruges som energilager – nemlig stivelse. Der er flere metoder til at optimere glykogenlagrene på, og to af dem er illustreret på figur 3.21.

Når glykogenlagrene er ved at være i bund, oplever man træthed. Det er forskelligt, hvor når det indtræffer afhængigt af, hvor fyldte ens depoter er. Trætheden kan udsættes, hvis man indtager koffein. Koffein går ind og blokerer for et hæmmende signalstof i hjernen, og derved er man frisk i længere tid og føler altså ikke træheden, selvom glykogenlagrene er ved at være

tømte. Effekten holder 3-4 timer, og koffein er ikke på dopinglisten. Man kan derfor med fordel drikke 1-2 kopper kaffe en times tid inden, man skal præstere. Der er dog bivirkninger ved at drikke for meget kaffe såsom søvnsløshed, rysten på hænder og diarre. Hvis man ikke kan lide kaffe, kan man fx snuppe en cola, der også indeholder koffein.

Ekstra indtag af vitaminer og mineraler har ikke nogen effekt på hverken styrketræning eller konditionstræning, forudsat at man spiser en normal varieret kost.

### 3.3 Fordøjelsen

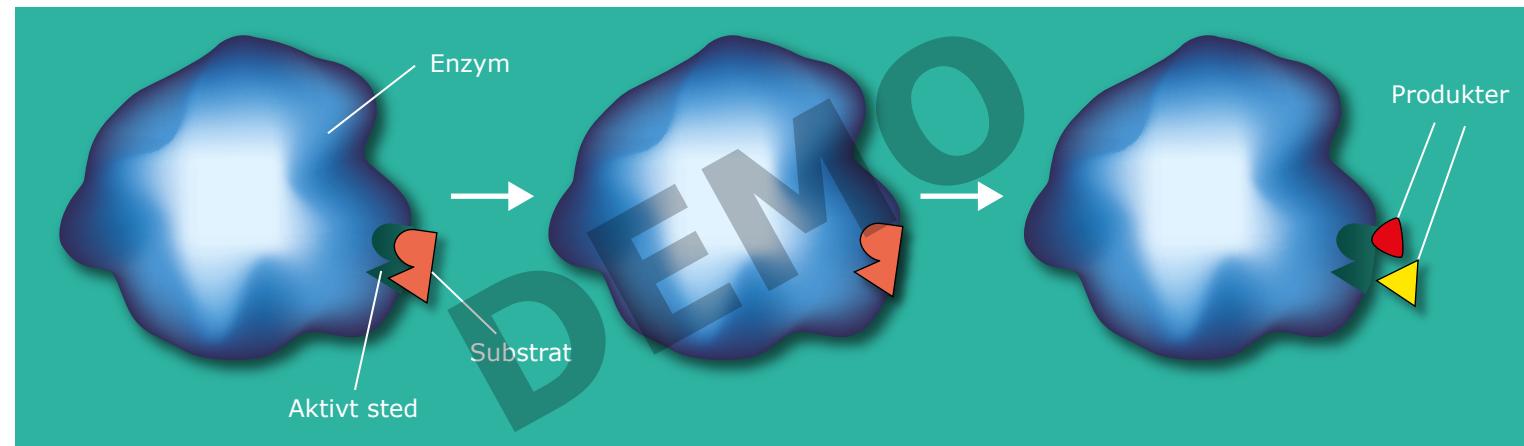
I dette delkapitel ser vi først nærmere på, hvordan vores føde nedbrydes i fordøjelseskana- len og dernæst, hvordan de nedbrudte molekyler optages til blodbanen. Allerførst sætter vi dog fokus på fordøjelsesenzymene, der er helt centra- le for nedbrydningen af føden.



### 3.3.1 Fordøjelsesenzymer

Enzymer er proteiner, der sørger for at forskellige kemiske reaktioner i vores krop kan forløbe hurtigere end ellers. Uden enzymer ville det gå meget langsomt med at udføre respirationen, der sikrer os ATP, så vi fx kan bevæge os. Det er også enzymer, der sikrer, at den føde, vi indtager, nedbrydes undervejs i fordøjelseskanalen. På figur 3.22 er et enzymets generelle virkemåde illustreret.

Det ses, at et *substrat* i dette tilfælde omdannes til to *produkter* ved, at substratet så at sige klippes midt over. Substratet er det stof, man begynder med, mens produktet er det stof, man slutter med. Det ses også, at for at enzymet kan virke på netop dette substrat, så skal substratet passe ind i enzymets *aktive sted* som hånd i handske. Der er derfor mange forskellige enzymer, der hver især netop passer til ét bestemt substrat.

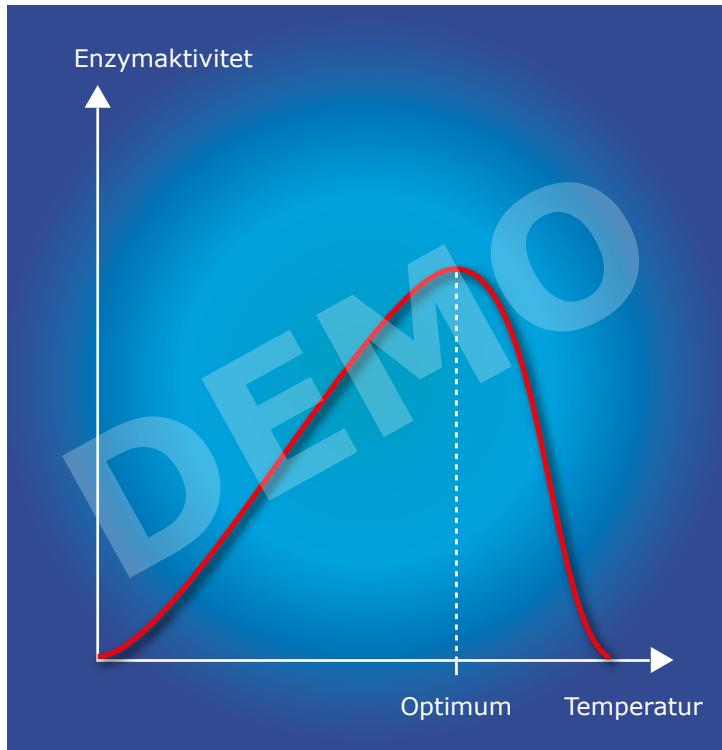


**Figur 3.22** Et enzymets virkemåde. I enzymets aktive sted bindes et substrat. Substratet passer perfekt ind i det aktive sted (se midterste billede). Enzymet klipper nu substratet over i to dele - produkterne. Alle fordøjelsesenzymer virker på denne måde. Andre enzymer kan lave den modsatte proces, hvor to substrater sættes sammen til et produkt. Et sådant enzym kaldes en ligase og bruges fx ved gensplejsning.

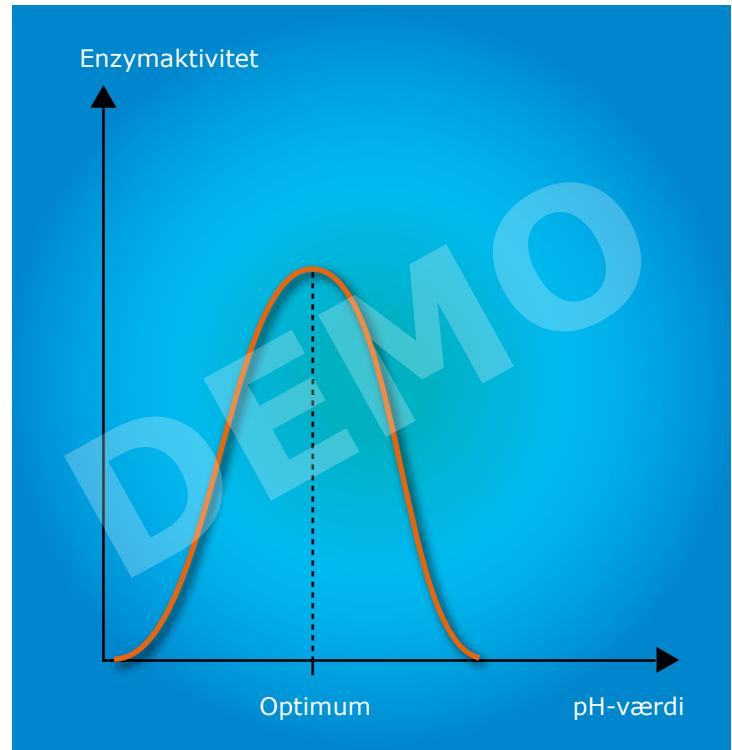
Enzymernes aktivitet påvirkes af temperaturen. I takt med at temperaturen stiger, bevirket den øgede molekylhastighed, at enzymets aktivitet øges. Det gælder dog kun til en vis temperatur, som kaldes *optimumtemperaturen*. Efter den går enzymet rent faktisk i stykker og virker ikke mere. Man siger, at enzymet *denaturerer*. Når man fx koger sin mad, denaturerer enzymerne hos eventuelle bakterier i maden, hvorved de

dør. På den måde kan man altså sikre sig, at man ikke bliver syg af at indtage maden. Temperatureffekten er vist på figur 3.23 på næste side.

Enzymaktiviteten påvirkes også af pH-værdien. Nogle enzymer arbejder bedst ved lav pH-værdi, mens andre foretrækker en højere. Fordøjelsesenzymer i vores mavesæk arbejder optimalt ved en sur pH-værdi på ca. 2, og det er netop forholdene i mavesækken. Tilsvarende



**Figur 3.23** Temperaturens effekt på etenzyms aktivitet. Det ses, at aktiviteten er højest ved optimumtemperaturen. Ved højere temperatur denaturerer enzymet hurtigt. Optimumværdien varierer fra enzym til enzym.



**Figur 3.24** pH-værdiens effekt på etenzyms aktivitet. Det ses, at aktiviteten er højest ved optimumværdien. Ved højere eller lavere pH-værdi denaturerer enzymet hurtigt. Optimumværdien varierer fra enzym til enzym.

foretrækker fordøjelsesenzymer i vores mund en neutral pH-værdi på ca. 7. På figur 3.24 ses pH-effekten.

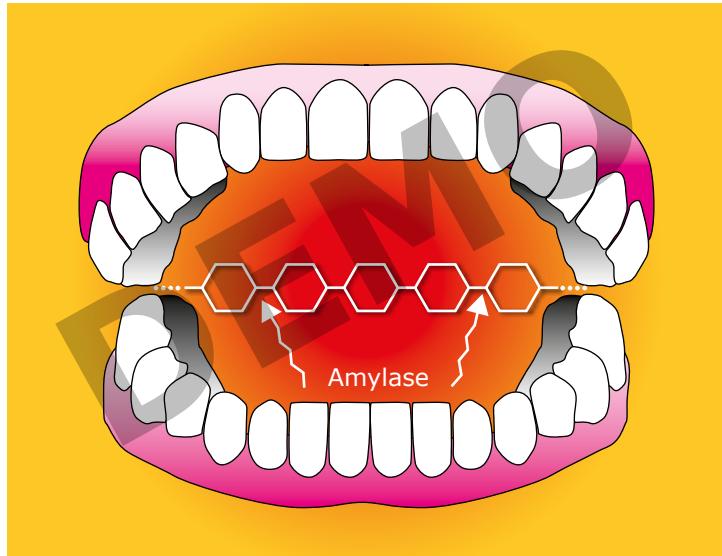
Den pH-værdi, hvor et enzym arbejder bedst, kaldes for dens *pH-optimum*. Tilsvarende kaldes den optimale temperatur for et enzym for dets *temperatur-optimum*. Enzymerne i vores krop er

tilpasset en optimumtemperatur tæt på kropstemperaturen på 37° C. Når vi dyrker sport, øges temperaturen en smule i musklerne, og nu arbejder fx respirationsenzymerne mere effektivt, og det sikrer os mere ATP. Hvis vi får for høj feber, er der risiko for, at enzymerne denaturerer. Derfor kan vi ikke tåle feber på meget mere end 42°

C. I andre organismer er der helt andre enzymer, og de kan have helt andre optimum-værdier.

### 3.3.2 Nedbrydning af føden

Nedbrydningen af føden begynder allerede i munden. Her tygges føden i mindre stykker, og der tilsættes spyt fra spytkirtlerne. I løbet af et



**Figur 3.25** Nedbrydningen af kulhydrat begynder allerede i munden, hvor amylase spalter polysakkarker til mindre sakkarker ved at bryde bindingerne mellem molekylerne.

døgn producerer et voksent menneske ikke mindre end 1,5 liter sput!

Findelingen af føden med tænderne samt opblanding med sput bevirket, at maden bliver lettere at synke. Desuden medfører tygningen, at fødens overflade øges dramatisk. Herved får enzymer i sputtet lettere arbejdsbetingelser, da der

nu er meget mere overflade for enzymerne at arbejde på.

Fordøjelsesenzymet, der tilføres i munden, er en *amylase* (spytamylase). Det er et enzym, der nedbryder polysakkarkeret stivelse til mindre sakkarker. Det er altså i munden, at kulhydratnedbrydningen begynder. Det er dog kun en begrænset nedbrydning, og faktisk er der en del mennesker, der slet ikke danner enzymet. På figur 3.25 er amylases effekt illustreret.

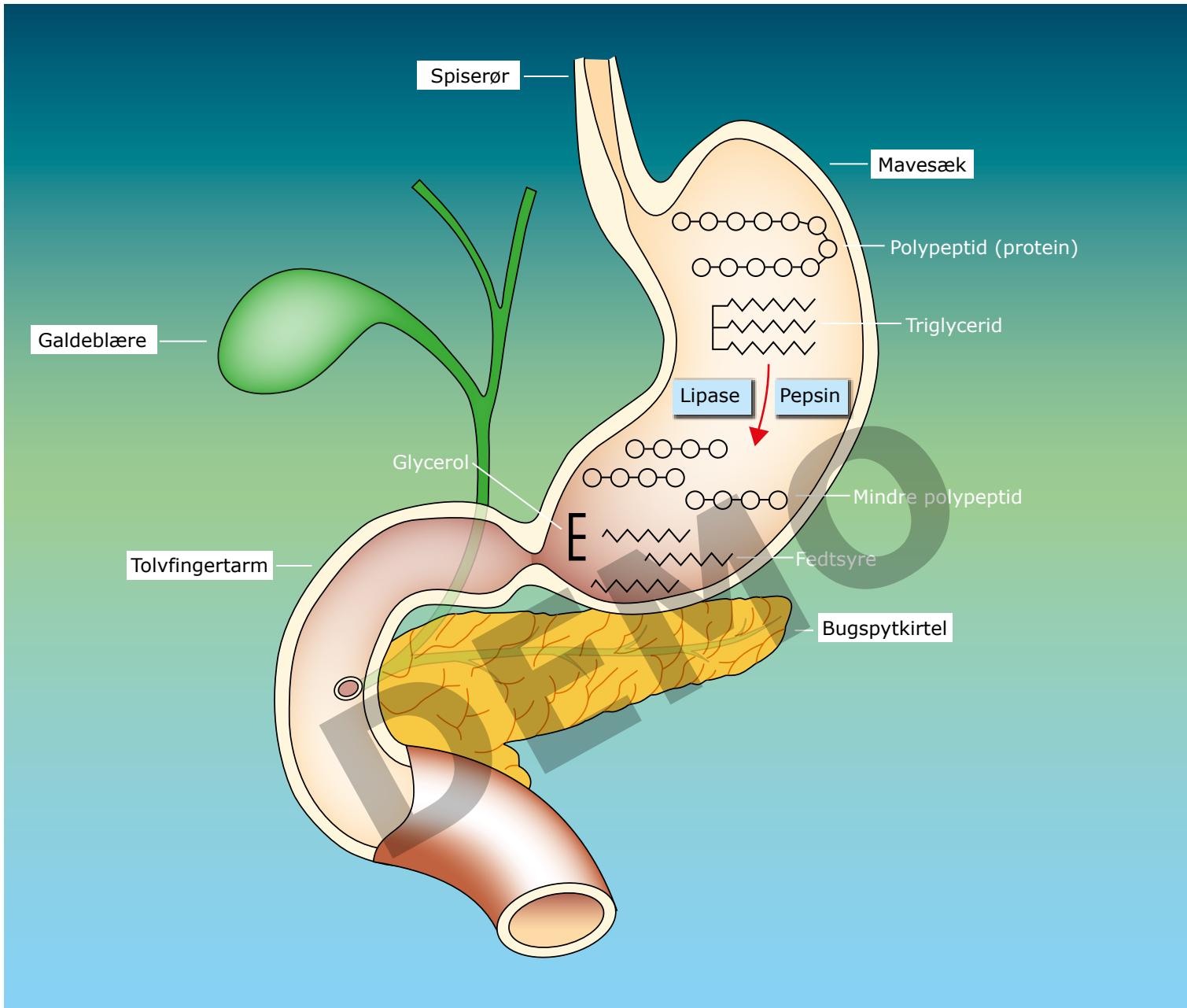
På tungen sidder mange små sanseceller samlet i de såkaldte *smagsløg*. Vi har sanseceller, der kan registrere sødt, surt, salt, bittert og muligvis også kødsmag (umami). Det er dem, der giver os en smagsoplevelse, når vi indtager føde. Det gør os i stand til at holde os fra en bitter smag, der måske er giftig, mens vi i stedet går efter den energirige, søde smag.

Efter det korte ophold i munden synkes maden. Den ledes via *peristaltiske muskelbevægel-*

ser i spiserøret ned til mavesækken. De peristaltiske bevægelser gør, at man faktisk kan stå på hovedet og drikke et glas vand. Vandet vil pga. muskelbevægelserne ledes til mavesækken – selv mod tyngdekraften.

I mavesækken blandes føden med *mavesaft*. Mavesaften er sur med en pH-værdi omkring 2. Det sure miljø slår de fleste bakterier ihjel. Desuden aktiverer mavesaften et proteinopspaltende enzym, der hedder *pepsin*. Det begynder nu at nedbryde polypeptiderne (proteinerne) til kortere peptider. Desuden udskilles et fedtnedbrydende enzym *lipase*, der nedbryder ca. 20 % af triglyceriderne til glycerol og fedtsyrer. Nedbrydningen i mavesækken er vist på figur 3.26 på næste side.

Når føden forlader mavesækken, er både kulhydrater, fedtstoffer og proteiner delvist nedbrudt. Lige efter mavesækken begynder *tyndtarmen*, hvis første del kaldes *tolvfingertarmen*.



**Figur 3.26** Nedbrydning af føden i mavesækken. Mavesaften er sur og dræber de fleste bakterier. Desuden tilskættes to enzymer i mavesækken. Det ene enzym er en lipase, der spalter ca. 20 % af triglyceriderne i føden til glycerol og fedtsyrer. Det andet enzym hedder pepsin, og det spalter proteinerne i føden til mindre polypeptider. Der sker ingen nedbrydning af kulhydrater i mavesækken.

Her tilskættes for det første en basisk væske fra bugspytkirtlen, der derved neutraliserer den sure mavesaft.

For det andet tilskættes galde fra galdeblæren. Galden emulerer fedtstofferne, og det betyder, at større fedtdråber bliver til mange små. Derved øges overfladearealet, hvorved enzymerne igen får bedre arbejdsbetegnelser – ligesom da vi tyggede maden i munden.

Fra bugspytkirtlen udskilles nu tre slags fordøjelsesenzymer: *bugspyt-amylase*, der spalter kulhydrater, *peptidase*, der spalter proteiner og



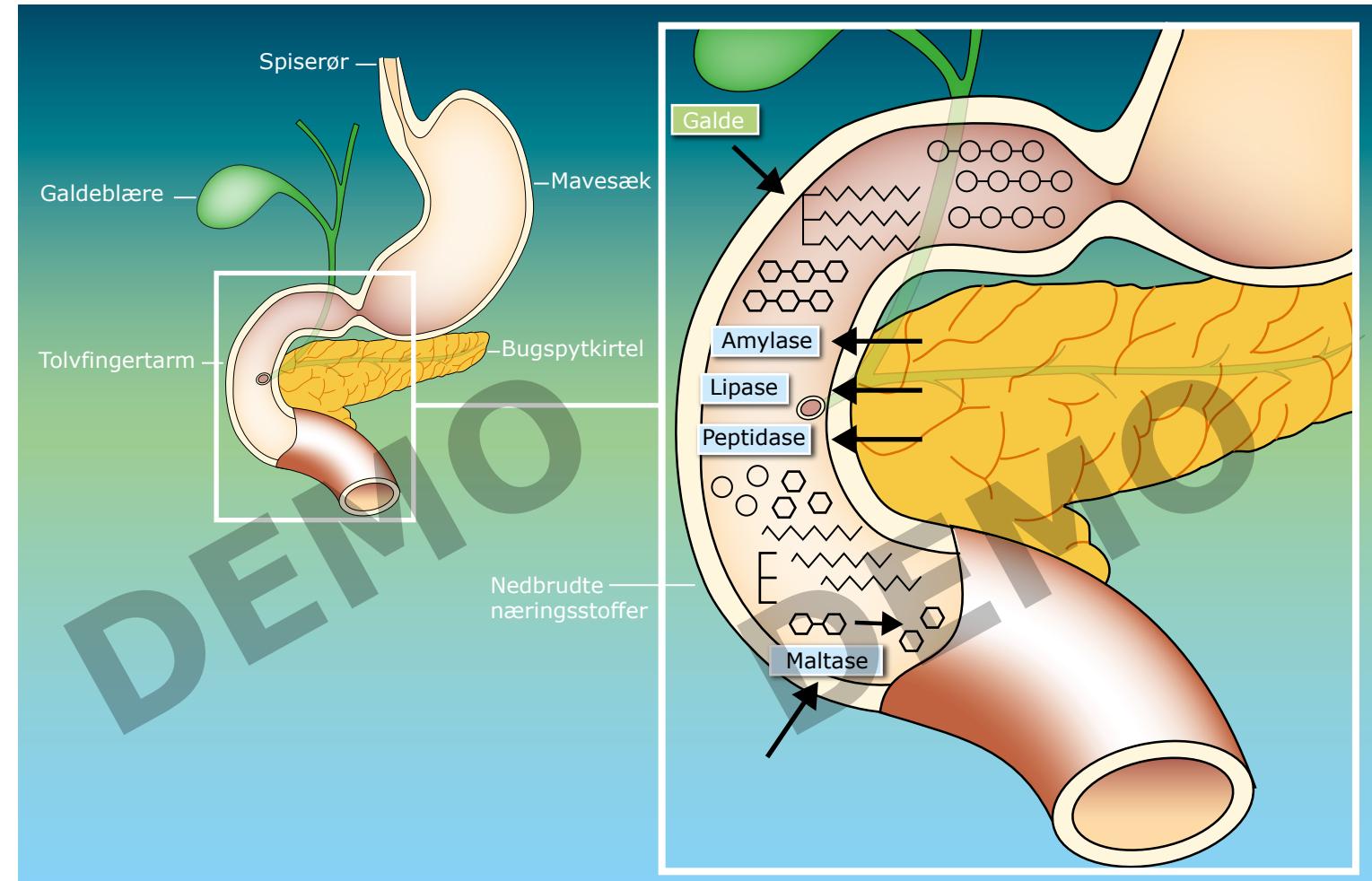
lipase, der spalter fedtstoffer. Bugspytkirtlen har altså en meget vigtig rolle i fordøjelsen. Desuden er den også vigtig i regulering af blodsukkeret, som gennemgås i [kapitel 3.4.2](#). På figur 3.27 ses tolvfingertarmens arbejde.

Når føden løber videre til resten af tyndtarmen, er proteinerne nedbrudt til aminosyrer, fedtstofferne er nedbrudt til glycerol og fedtsyre, og kulhydraterne er nedbrudt til mono- og disakkarkerider. Vitaminer, mineraler og kostfibre er der endnu ikke sket noget med.

I den nederste del af tyndtarmen udskilles flere kulhydratnedbrydende enzymer (maltase, sukrase og laktase), så de tilbageværende disakkarkerider nedbrydes til monosakkarkerider. Nedbrydningen af næringsstofferne er dermed slut.

### 3.3.3 Optagelse til blodet

De indtagne næringsstoffer er gennem tyndtarmen blevet nedbrudt til de mindste bestand-



**Figur 3.27** Efter mavesækken ledes den delvist nedbrudte føde til første del af tyndtarmen, der kaldes for tolvfingertarmen. Her tilsættes galde fra galdeblæren, som findeler fedtet, så det får en større overflade. Det giver bedre betingelser for de fedtspaltende enzymer. Fra bugspytkirtlen tilsættes enzymer, der spalter fedt, protein og kulhydrat. Herved nedbrydes de sidste 80 % triglycerider til glycerol og fedtsyre, proteinerne (polypeptiderne) nedbrydes til aminosyrer, og langt de fleste kulhydrater nedbrydes til monosakkarkerider. De sidste tilbageblevne disakkarkerider nedbrydes længere nede i tyndtarmen, da der tilsættes endnu et kulhydratspaltende enzym, maltase. Nu er også alle kulhydrater nedbrudt til de mindste bestanddele - monosakkarkerider.



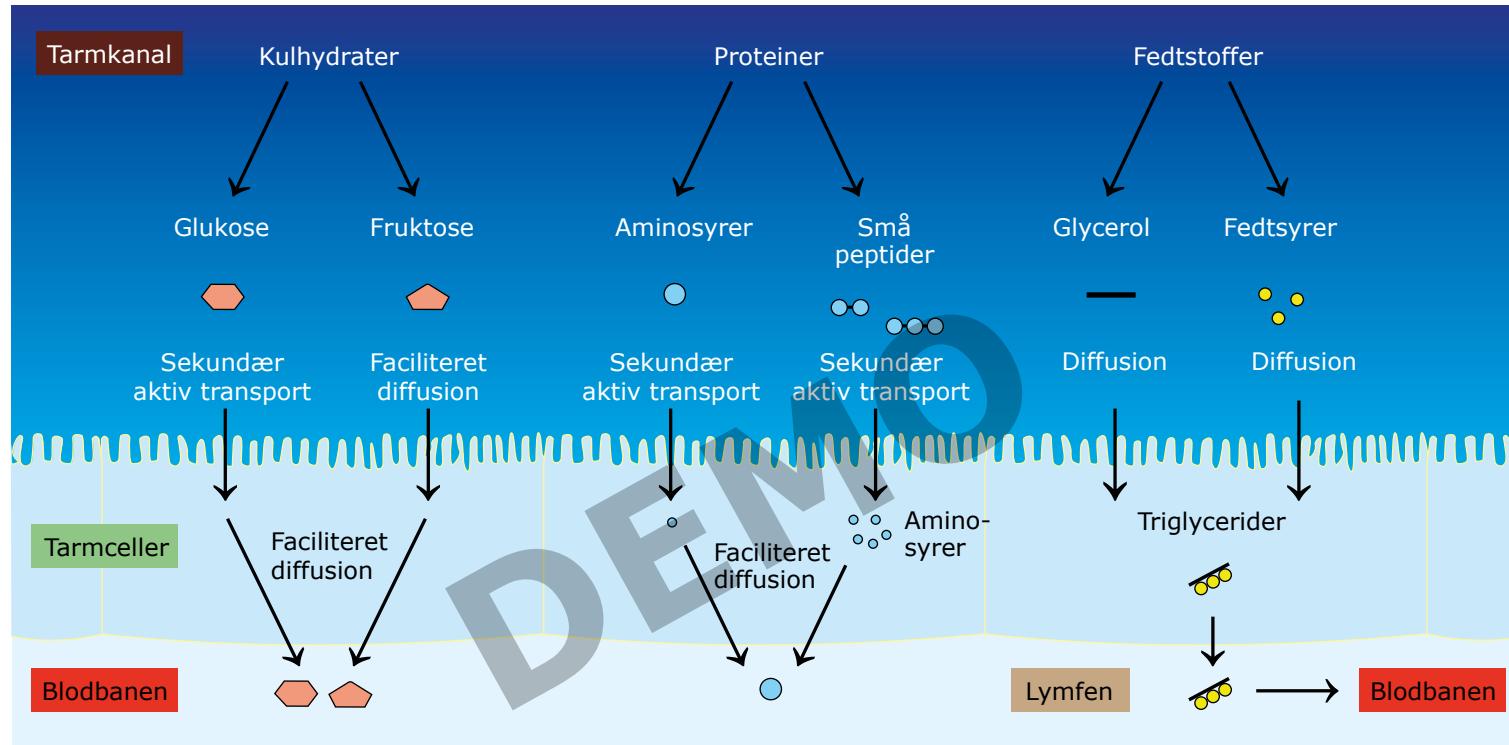
**Figur 3.28** Til venstre ses en illustration af tyndtarmes indre overflade. Som det ses, er den meget foldet, og det øger dens overflade markant. En øget overflade giver bedre mulighed for optagelse af de nedbrudte næringsstoffer over i blodbanen. I midten ses et rigtigt billede fra tyndtarmes indre, og helt til højre er der zoomet tæt ind på overfladen. Her ses en masse små folder, der kaldes villi. Det er dem, der øger tarmens indre overflade. Hvis man zoomede endnu tættere på, ville man se mikroskopiske udposninger, der kaldes for mikrovilli. Samlet set bliver tyndtarmens indre overflade på ca.  $200\text{ m}^2$ . Billederne er venligst udlånt af Århus Sygehus.

dele: monosakkarider, aminosyrer, glycerol og fedtsyrer. Stofferne skal nu optages fra tyndtarmen og over i blodbanen. Her skal de efter optagelse ledes ud til cellerne, der bruger dem til vækst og energi (respirationen).

Tyndtarmens inderside er meget foldet, hvorefter den får en meget stor indre overflade. Faktisk bliver den indre overflade ca.  $200\text{ m}^2$  – alt-så det dobbelte af lungernes ellers også meget store overflade. Lige under tarmoverfladen løber

kapillærer, der er klar til at optage de nedbrudte næringsstoffer og transportere dem videre til cellerne. På figur 3.28 ses tyndtarmens overflade.

Næringsstofferne optages til blodbanen på



forskellig vis som illustreret på figur 3.29. Som det ses på figuren, optages monosakkarker og aminosyrer direkte til blodet. Glycerol og fedtsyrer optages først til lymfesystemet (se kapitel 2.4.2), der herefter leder dem til blodbanen.

I blodet transportereres monosakkarkerne som

**Figur 3.29** En forsimplet illustration af, hvordan de nedbrudte næringsstoffer optages fra tarmen og over i blodet. Kulhydraterne findes som monosakkarker. Fruktose optages gennem tarmcellerne via faciliteret diffusion. Glukosen optages ved en speciel form for transport (sekundær aktiv transport), hvor der aktivt optages salt samtidig. Herefter ledes monosakkarkerne til blodet via faciliteret diffusion. Aminosyrerne optages i tarmcellerne ved samme specielle aktive transportform som glukose, og herefter til blodet ved faciliteret diffusion. Glycerol og fedtsyrer optages ved diffusion og ledes så til lymfesystemet og først herefter til blodbanen.

### 3.3.4 Tyktarm og endetarm

Fra tyndtarmen føres det resterende tarmindhold nu videre til **tyktarmen**. Her optages vand og mineraler til blodbanen. Mineralerne pumpes over i blodet ved aktiv transport, og vandet følger passivt med via osmose.

I tyktarmen findes også en stor mængde bakterier – faktisk ca. 1 kg i et voksent menneske.



**Figur 3.30** Tyktarmens overflade er helt glat i modsætning til tyndtarmens. Billedet er venligst udlånt af Århus Sygehus.

Disse bakterier nedbryder en del af de indtagne kostfibre under anaerobe forhold – altså iltfrie forhold. Under nedbrydningen dannes bl.a. metan og svovlbrinte. Metan er lugtfri, men svovlbrinte er en ildelugtende gasart. Det er disse gasarter, der bliver til *putter*.

Nogle af bakterierne producerer under ned-

brydningen forskellige vitaminer (fx K-vitamin), og disse vitaminer optages til blodet ligesom de vitaminer, der var i kosten. Tyktarmen har modsat tyndtarmen en glat overflade, som vist på figur 3.30.

Den del af føden, som stadig ikke er nedbrudt og optaget, ledes herefter til *endetarmen*. Det drejer sig om fødens ufordøjelige dele såsom en stor del af kostfibrene. Hos mennesket kan man regne med, at stort set alle de almindelige næringssstoffer nedbrydes og optages fuldstændigt. Der er altså ikke noget mad, der ryger i toilettet.

En del af afføringen består af levende og døde tarmbakterier samt døde tarmceller. En stor del af tarmbakterierne er colibakterier. Hvis der findes colibakterier i fødevarer eller badevand, er det altid tegn på forurening med afføring. Bakterierne er i sig selv ikke farlige.

Hvis transporten gennem tyktarmen har været for hurtig fx pga. en infektion, når tyktarmen

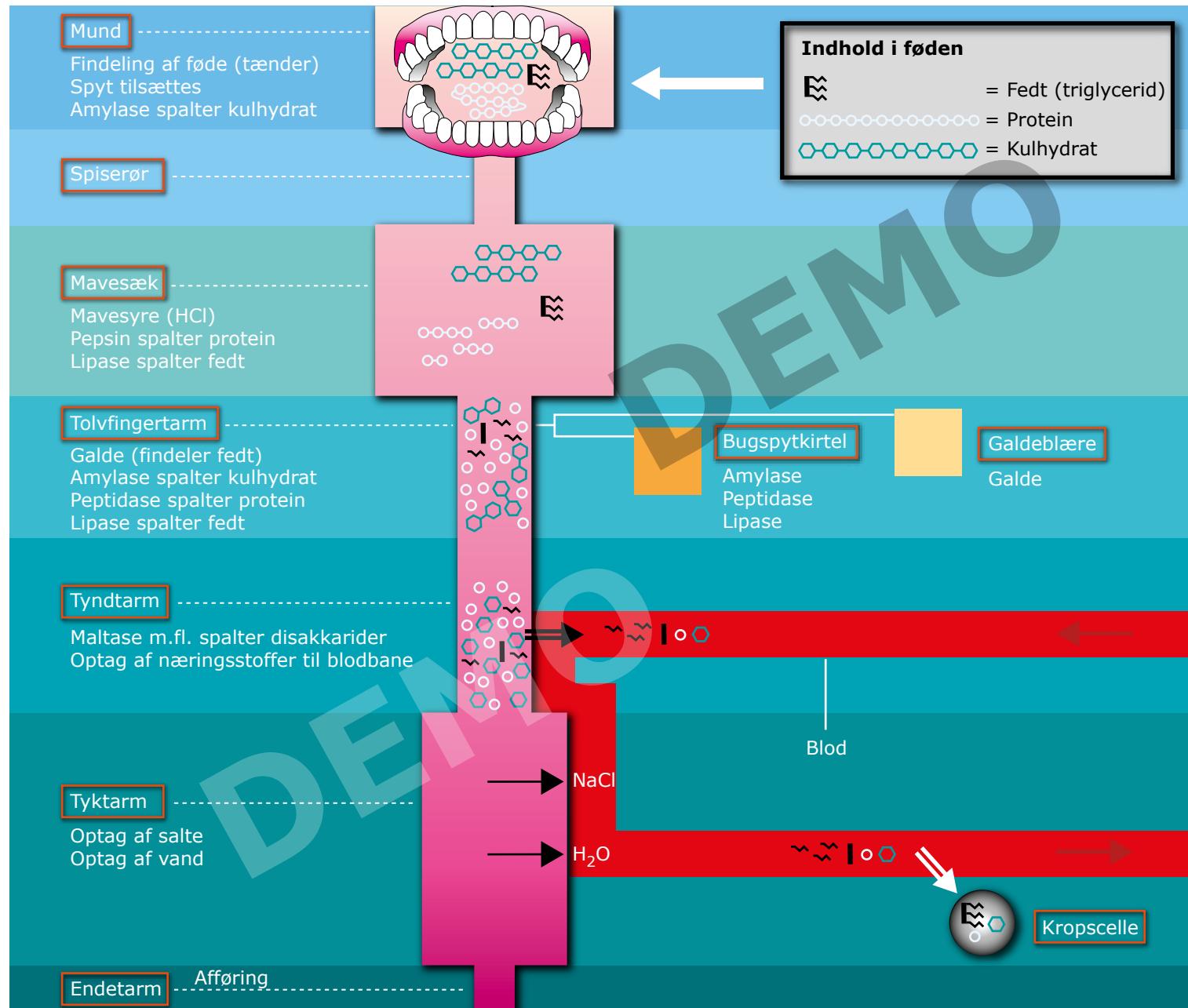
ikke at optage mineraler og vand. Det giver en vandig afføring, og så har man *diarre*. Transporten gennem tyktarmen kan også være for langsom fx pga. mangel på kostfibre i føden. I sådanne tilfælde har man *forstoppelse*.

*Blindtarmen* sidder ved overgangen mellem tyktarm og tyndtarm. Funktionen hos mennesket er ikke kendt, men den har muligvis en betydning for immunforsvaret. Man kan få betændelse i et lille vedhæng til blindtarmen (appendix). Det er det, der sker, når man får *blindtarmsbetændelse*.

På figur 3.31 på næste side ses en samlet oversigt over fordøjelseskanalens funktion.

### 3.4 Sundhed

Sundhed er mange ting. Det er både kroppens fysiske sundhed, men det er også i høj grad den psykiske sundhed. I dette delkapitel koncentrerer vi os dog primært om den fysisk sundhed. Allerførst ser vi på forskellige måder, man kan



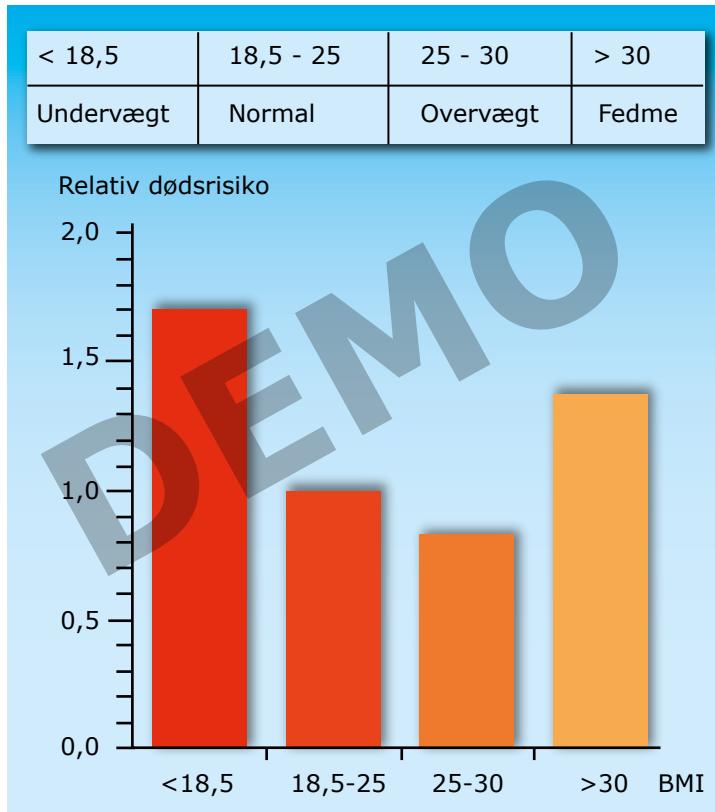
**Figur 3.31** Fordøjelseskanalens overordnede funktioner. Se yderligere forklaring i teksten.

måle sin sundhed på. Senere ser vi på forskellige sundhedsrelaterede emner såsom livsstilssygdomme, slankekur og spiseforstyrrelser.

### 3.4.1 Sundhedsparametre

Man kan få et fingerpeg om sin sundhedstilstand ved mange forskellige typer målinger. Følles for dem alle er, at de ikke kan stå alene. Man må altså ikke konkludere noget endeligt om sin sundhed, hvis ens undersøgelse er baseret på en enkelt type måling. Kun hvis flere forskellige typer målinger alle peger i samme retning, er der nok noget om snakken. En af de ting, man kan måle, er BMI (Body Mass Index):

$$\text{BMI} = (\text{vægt i kg}) / (\text{højde i meter})^2$$



**Figur 3.32** BMI og den relative dødsrisiko. Både undervægtige og overvægtige har klart forøget dødsrisiko. Svagt overvægtige har mindst.

BMI-værdien siger noget om ens vægt i forhold til ens højde. På figur 3.32 ses BMI-værdier og den relative dødsrisiko som funktion af BMI.

Normalværdierne er et bredt interval fra 18,5-

25. Hvis man kommer under 18,5, er man *undervægtig* og har en klart forhøjet dødsrisiko. Det samme er tilfældet, hvis ens BMI kommer over 30. I så tilfælde er man ramt af *fedme*.

Nogle undersøgelser viser, at BMI-værdier mellem 25 og 30 – altså lettere overvægtig – faktisk mindsker dødeligheden en smule. Af samme grund har man overvejet at flytte normalfeltet til 20-27 i stedet for, da BMI-værdier under 20 heller ikke er specielt sunde.

Man kan også måle sin *fedtprocent* enten manuelt med en tang, der måler fedtfolder forskellige steder på kroppen, eller med en elektronisk fedtmåler, der sender en svag elektrisk strøm gennem kroppen. Jo bedre man leder strømmen, desto mere muskelmasse har man. Det hænger sammen med, at muskler indeholder vand, der leder strøm i modsætning til fedt, der virker isolerende.

På figur 3.33 ses vurderinger af fedtprocen-

| Mænd    |       |          |       |
|---------|-------|----------|-------|
| Alder   | Lav   | Normal   | Høj   |
| 20 - 29 | < 10% | 10 - 20% | > 20% |
| 30 - 39 | < 14% | 14 - 23% | > 23% |
| 40 - 49 | < 17% | 17 - 27% | > 27% |
| 50 - 59 | < 19% | 19 - 28% | > 28% |
| > 60    | < 20% | 20 - 30% | > 30% |

| Kvinder |       |          |       |
|---------|-------|----------|-------|
| Alder   | Lav   | Normal   | Høj   |
| 20 - 24 | < 18% | 18 - 30% | > 30% |
| 30 - 39 | < 20% | 20 - 31% | > 31% |
| 40 - 49 | < 22% | 22 - 33% | > 33% |
| 50 - 59 | < 26% | 26 - 35% | > 35% |
| > 60    | < 27% | 27 - 37% | > 37% |

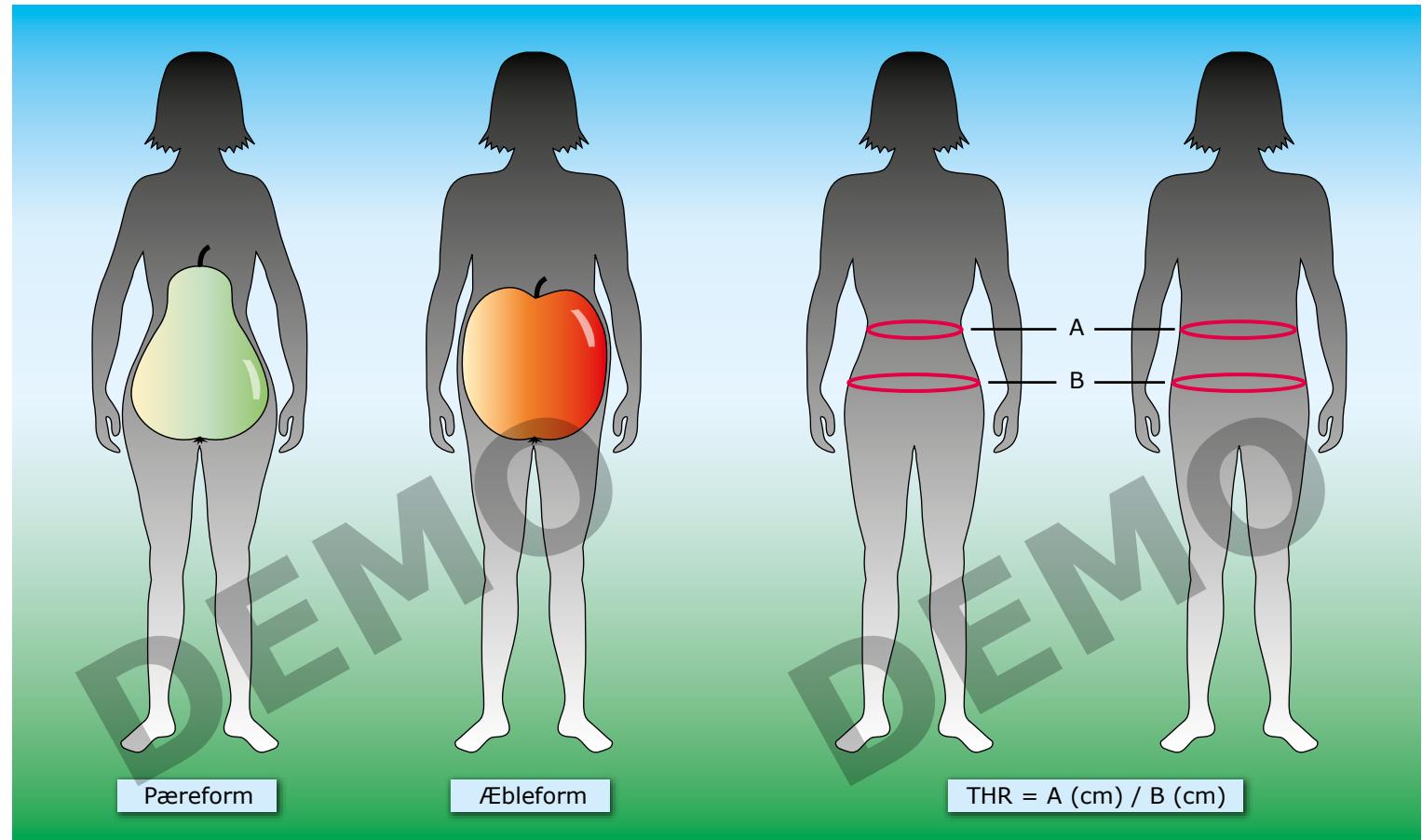
**Figur 3.33** Fedtprocentvurderinger for mænd og kvinder i forskellige aldre. Kvinder har fedtprocenter, der generelt er højere end mænds.

ter for kvinder og mænd i forskellige aldre. Som det ses, har kvinder generelt en højere fedtprocent end mænd. Det hænger sammen med det kvindelige kønshormon østrogen, der medfører,

at kvinder får fedtdepoter på bryster, baller og lår. Hos mænd dominerer kønshormonet testosteron, der i stedet medfører, at mænd får en øget muskelmasse. Hvis fedtprocenten hos en kvinde bliver for lav, påvirker det kroppens hormonniveau. Det kan faktisk føre til sterilitet. Heldigvis kan normaltilstanden genoprettes, hvis hun tager nogle kilo på.

Det er ikke ligegyldigt, hvordan fedtet er placeret på kroppen. Overvægtige mænd har typisk æbleform, hvor fedtet er placeret i maveregionen omkring de indre organer som det såkaldte *bugfedt*. Overvægtige kvinder har derimod typisk *pæreform*, hvor fedtet er placeret på baller og lår.

Pæreformen er klart den sundeste, da fedtlagrene på baller og lår optager frie fedtsyrer fra blodet og samtidig udsender gavnlige signaler i kroppen. En stor bagdel er altså en sundhedsmæssig fordel!



**Figur 3.34** Fedtfordelingen hos mænd og kvinder. Kvinder har typisk den sunde pæreform, mens mænd kan få den usunde æbleform, hvis de ikke passer på. På figuren ses også måling af THR (Talje-hofte-ratio) på to personer. Taljeomkredsen (A) skal helst være mindre end hofteomkredsen (B). Se yderligere forklaring i teksten.

Æbleformen er derimod farlig, da bugfedtet udskiller frie fedtsyrer til blodet, og desuden udsendes en lang række uheldige signalstoffer, der

har betydning for udvikling af hjertekarsygdomme. På figur 3.34 ses de to kropsformer illustreret.



På figuren er også vist, hvordan man kan få et mål for kropsformen via den såkaldte THR (Talje-Hofte-Ratio). Hos begge køn skal taljen helst være mindre end hoften, så normale THR-værdier er altså under 1,0. Faktisk skal kvinder helst være under 0,8, mens mænds ikke bør overstige 1,0. Gør den det, er det tegn på æbleform. Jo lavere THR, desto mere pæreform.

I mange kulturer anses pæreformen med brede hofter som et meget attraktivt træk hos en kvinde. Det signalerer nemlig frugtbarhed. Undersøgelser har da også vist, at mænd oplever en THR hos kvinder på ca. 0,7 som mest attraktiv. Tilsvarende oplever kvinder en THR hos mænd på ca. 0,9 som mest attraktivt.

Det skal bemærkes, at THR blot er et forholds-tal. Man kan sagtens være overvægtig eller undervægtig, selvom ens THR tilsyneladende er i orden. THR skal altså virkelig tages med forbe-hold.

En noget lettere og samtidig ret pålidelig måling er *taljeomkredsen*. Den er illustreret på figur 3.35.

Taljeomkredsen afslører mængden af bugfedt, og derfor må den ikke blive for stor. Hos kvinder bør den ikke overstige 80 cm, og hos mænd bør den ikke overstige 94 cm (se figur 3.35).

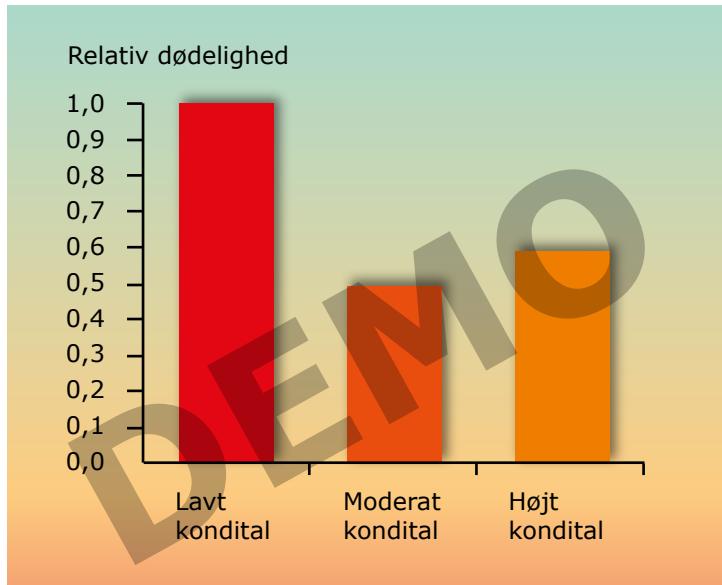
Man kan også udregne sin *idealvægt* i forhold til den højde, man har. Formlen er:

$$\text{Idealvægt} = (\text{højde i cm} - 100) \bullet 0,9$$

Et menneske bør ikke være mere end maksimalt 4-5 kg fra idealvægten, hvis man ønsker at vende tilbage til sin normalvægt på et senere tidspunkt. Er man længere væk fra idealvægten, bliver det meget vanskeligt. Formlen tager dog ikke højde for meget muskuløse individer, der sagtens kan veje mere end idealvægten siger, da de har en høj muskelmasse i forhold til deres



**Figur 3.35** Måling af taljeomkredsen og værdier for mænd og kvinder i forhold til risikoen for udvikling af hjertekarsygdomme. Hvis taljeomkredsen er for stor, tyder det på for meget bugfedt og dermed æbleform. Taljeomkredsen er meget simpel at finde, og den giver et godt fingerpeg om sundhedstilstanden. FOTO: C. B. Lytzen - yubio.



**Figur 3.36** Konditallets betydning for sundheden. Det ses, at det er meget usundt at have et lavt kondital. Her er dødeligheden faktisk dobbelt så stor som ved et normalt kondital. Meget høje kondital er heller ikke det sundeste, selvom der skal en del til, før det bliver døcederet usundt.

højde. Det betyder ikke, at man er usund.

Konditallet er et udtryk for, hvor meget ilt man maksimalt kan bruge i respirationen pr. minut pr. kg, man vejer. Konditallet er dermed et udtryk for, hvor effektivt og sundt ens åndedrætssystem

og blodkredsløb er. Konditallet er måske den vigtigste parameter overhovedet for ens sundhed. På figur 3.36 ses dødeligheden som funktion af konditallet.

Som det ses, øges dødeligheden til det dobbelte, hvis man har lavt kondital i stedet for et moderat kondital. Det er også lidt overraskende, at dødeligheden faktisk stiger lidt, hvis man har et meget højt kondital i forhold til det moderate. Det hænger bl.a. sammen med, at der hos elitesportsfolk slides hårdt på kroppens ressourcer med meget lave fedtprocenter som resultat. Og det er ikke sundt.

En gennemsnitlig gymnasiepige har et kondital på 30-40, mens en gennemsnitlig gymnasierejeng har et på 40-50. For kvinder generelt er det kritisk lave kondital 29, mens det for drenge er 35. Kondital herunder er meget usunde. For mere om kondital henvises til [kapitel 6.4.1](#).

Man kan også anslå sin sundhed ved en blod-

prøve hos lægen. Her undersøges blodet for forskellige fedtstoffer fx *kolesterol*. Der findes forskellige typer af kolesterol, og det er særligt *LDL-kolesterol*, der er usundt, da det øger risikoen for hjertekarsygdom. *HDL-kolesterol*, der er en anden type, mindsker derimod risikoen for hjertekarsygdom.

Samlet kaldes mængden af kolesterol i blodet for *kolesteroltallet*. Det bør ikke være over 5 mmol/liter, og er det over 8, er det meget forhøjet. Har man en høj værdi, vil man normalt få kolesterol-sænkende medicin. Nogle undersøgelser har vist, at ældre mennesker med et højt kolesteroltal faktisk lever længst. Andre undersøgelser har vist, at folk med lavt kolesteroltal rammes lige så hyppigt af livsstilssygdomme som dem med et højt. Der er således stor tvivl om, hvad kolesteroltallet egentlig siger om vores sundhed.

Blodtrykket er endnu en vigtig sundhedspa-

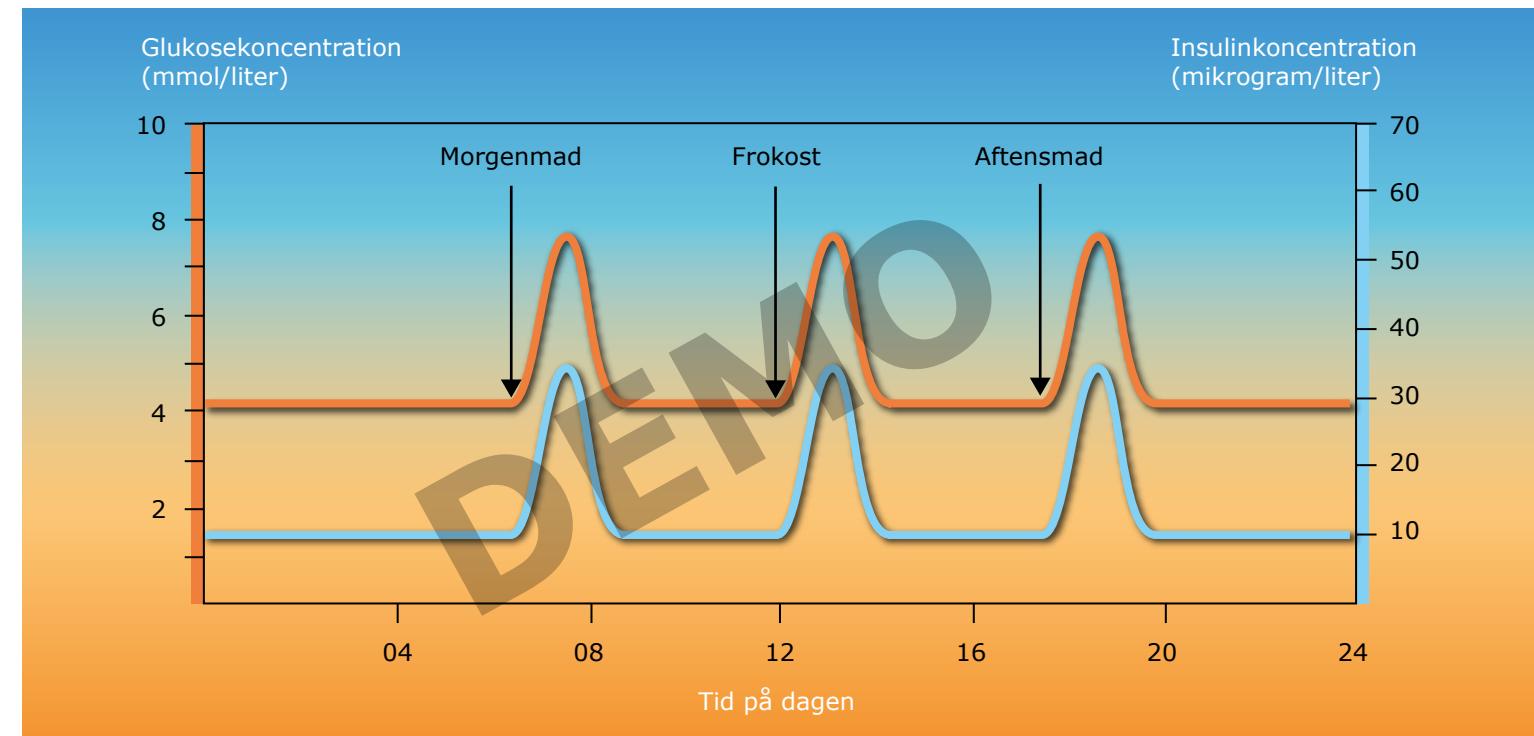


rameter. Hos sin læge - eller måske i skolen - kan man få målt sit blodtryk. Det er vigtigt, at man ikke har for højt blodtryk, da det indikerer forsnævring af blodkarrene med en øget risiko for blodpropper til følge. For mere om blodtryk henvises til [kapitel 2.3.4](#).

### 3.4.2 Blodsukkerregulering og diabetes

Som gennemgået i [kapitel 3.3.3](#) optages de nedbrudte kulhydrater fra vores kost som glukose i blodbanen. Her udgør glukosen det såkaldte *blodsukker*. Stigningen i blodsukkeret efter et måltid får *betaceller* i bugspytkirtlen til at udskille hormonet *insulin*, der hjælper glukose ind i cellerne. Man kan sige, at insulin er den nøgle, der skal til for at åbne cellerne for glukose.

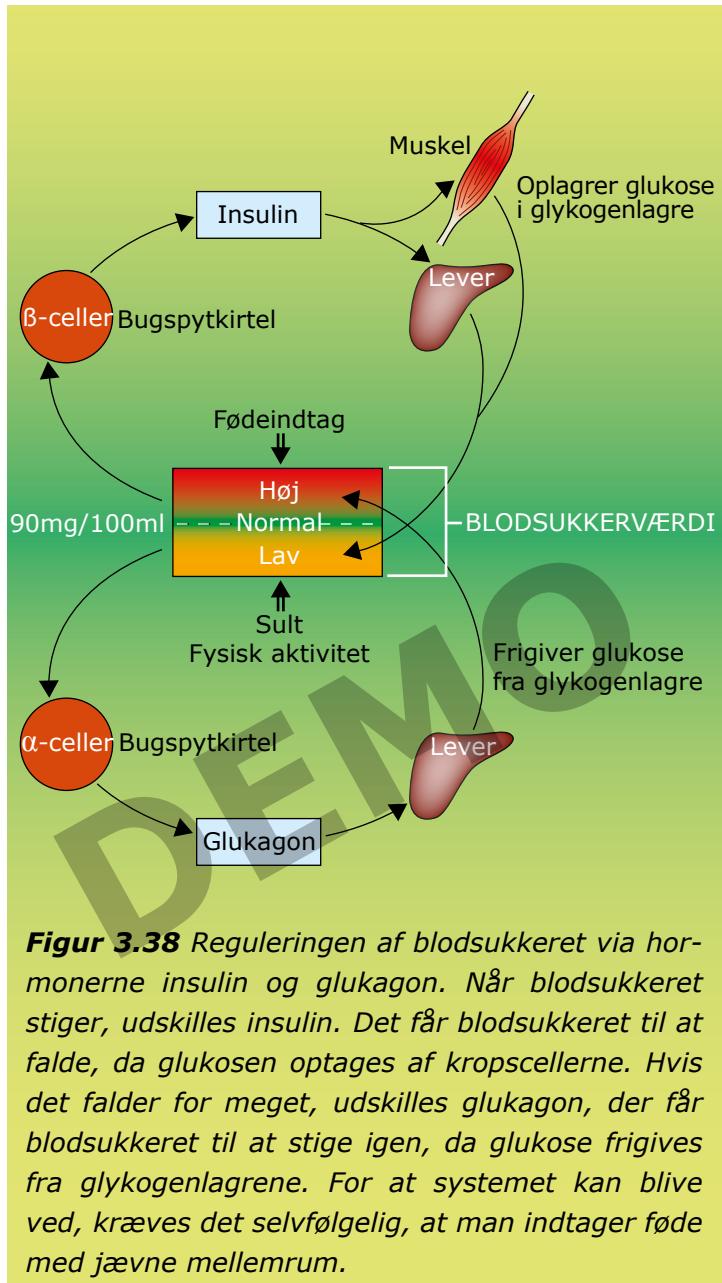
Insulin får også muskelceller og leverceller til at optage glukose fra blodet og opslagre det som *glykogen*. Glykogen er et polysakkharid bestående af mange glukose-molekyler sat sammen. Le-



**Figur 3.37** En idealiseret kurve over blodsukker og insulinmængden i blodet. Blodsukkerniveauet stiger kort efter, man har indtaget føde. Det får bugspytkirtlen til at udskille insulin. Det bevirket igen, at kropscellerne optager glukosen fra blodet, hvorved blodsukkeret falder. Det får også insulinkoncentrationen til at falde igen.

veren kan opslagre ca. 100 gram glykogen, mens musklerne kan opslagre ca. 400 gram. Der er dog store individuelle forskelle bl.a. som følge af forskel i muskelmasse. På figur 3.37 ses en normal blodsukkerregulering i løbet af et døgnstid.

Som det ses, falder blodsukkerniveauet lidt efter måltidet, da insulin har sørget for, at glukosen bliver fjernet fra blodet. Hjernen skal hele tiden have tilført glukose, så hjernecellerne kan sende nervesignaler af sted. Hjernen er derfor



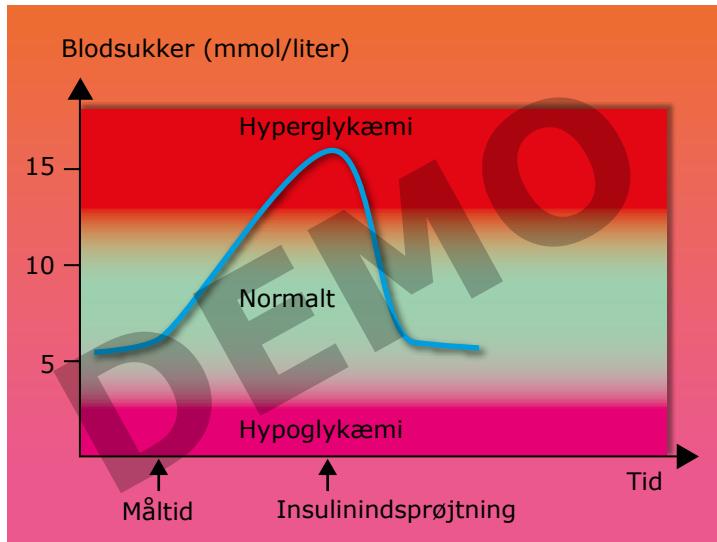
helt afhængig af blodsukkeret, da hjernen ikke selv har et glykogenlager. Mange andre organer i kroppen har heller ikke noget glykogenlager, og de er således også afhængige af en konstant leverance af glukose fra blodsukkeret.

I takt med at tiden går efter et måltid, vil blodsukkerniveauet falde. Det registreres af *α*/facelleerne i bugspytkirtlen, der udsender hormonet *glukagon*. Glukagon får levercellerne til at frigive glukose fra glykogenlagrene til blodbanen igen. Herved kan blodsukkerniveauet holdes oppe nogen tid endnu. Samspillet mellem hormonerne insulin og glukagon i blodsukkerreguleringen er vist på figur 3.38.

På et tidspunkt begynder leveren at løbe tør for glykogen, og dermed kan blodsukkerniveauet ikke opretholdes. Det betyder, at blodsukkeret falder, og det opleves som *sult*. Her er det alt-så nødvendigt at spise igen for at få tilført nok glukose til blodet.

Hvis man har *diabetes (sukkersyge)*, har man problemer med blodsukkerreguleringen. Ved *diabetes type I* er man som regel født med defekte betaceller i bugspytkirtlen. Sygdommen bryder dog oftest først ud i løbet af ungdommen måske i forbindelse med en virusinfektion. Ved diabetes type I udskiller betacellerne ikke insulin, eller kun i meget ringe grad. Det medfører, at blodsukkerniveauet bliver meget højt, efter man har indtaget føde, da kropscellerne har meget svært ved at optage glukosen fra blodet, fordi de mangler insulin.

Et meget højt blodsukkerniveau kaldes for *hyperglykæmi*, og det er særlig farligt. Uover at cellerne mangler brændstof (da glukosen jo ikke kan komme fra blodet og ind i cellerne), kan høje glukosekoncentrationer i blodet beskadige blodkarvæggene. Det kan føre til åreforkalkning og dermed en øget risiko for blodpropper. Der kan også trænge proteiner fra blodet ud i vævet



**Figur 3.39** Efter et måltid stiger blodsukkeret hos en diabetiker til en meget høj værdi. Situationen kaldes for *hyperglykæmi*. Ved at indtage insulin kan situationen igen normaliseres. Hvis man indtager for meget insulin, kan man tømme blodet mere eller mindre for glukose. Det kaldes *hypoglykæmi* (se figur 3.39). I moderat grad kaldes det for *insulinføeling* og i ekstrem grad for *insulinchok*. Hvis man oplever det, kan det være nok at indtage nogle hurtige kulhydrater fx en franskbrødsmad med syltetøj, så blodsukkeret igen normaliseres.

gennem de beskadigede blodkarvægge, og det kan ødelægge forskellige organers funktion som fx øjnene, nervesystemet og nyrerne. Generelt bliver blodkredsløbet dårligere, når blodsukkeret gennem længere tid er for højt.

Løsningen på det høje blodsukkerniveau er at indtage insulin direkte i blodbanen via en sprøjte. Herved kan situationen normaliseres, og cellerne sikres den livsvigtige glukose. På figur 3.39 ses en situation, hvor blodsukkeret bliver alt for højt pga. diabetes, men hvor man efterfølgende indtager insulin og normaliserer forholdene igen.

Hvis man kommer til at indtage for meget insulin, tømmes blodet mere eller mindre for glukose. Derved får man for lavt blodsukker – en situation kaldet *hypoglykæmi* (se figur 3.39). I moderat grad kaldes det for *insulinføeling* og i ekstrem grad for *insulinchok*. Hvis man oplever det, kan det være nok at indtage nogle hurtige kulhydrater fx en franskbrødsmad med syltetøj, så blodsukkeret igen normaliseres.

*Diabetes type II* er en livsstilssygdom, der primært skyldes fedme og inaktivitet. Tidligere blev den kaldt for gammelmandssukkersyge, da den oftest ramte ældre. Nu om dage rammer den dog

også unge, selv børn. Årsagen er bl.a. en stil-siddende livsstil foran computeren uden særlig meget motion koblet med usunde madvaner. Det udvikler overvægt, og på en endnu ukendt måde medfører det, at antallet af insulin-receptorer på kropscellerne falder. En *insulin-receptor* er det protein, som insulin skal binde sig til, for at kropscellen kan optage glukosen fra blodet. Receptoren er altså den "lås", som "nøglen" (insulin) skal passe i, for at cellen kan optage glukose. Insulins effekt på en muskelcelle er vist på figur 3.40 på næste side.

Når antallet af receptorer mindskes, virker insulin ikke så godt mere. Man siger, at *insulinfølsomheden* er nedsat. Hermed opstår samme problemer som ved diabetes type I, nemlig at cellerne ikke optager glukose, og blodsukkeret stiger. I modsætning til type I kan man ved type II behandle med kostomlægning og motion. Herved sker der flere vigtige ændringer. Dels dannes

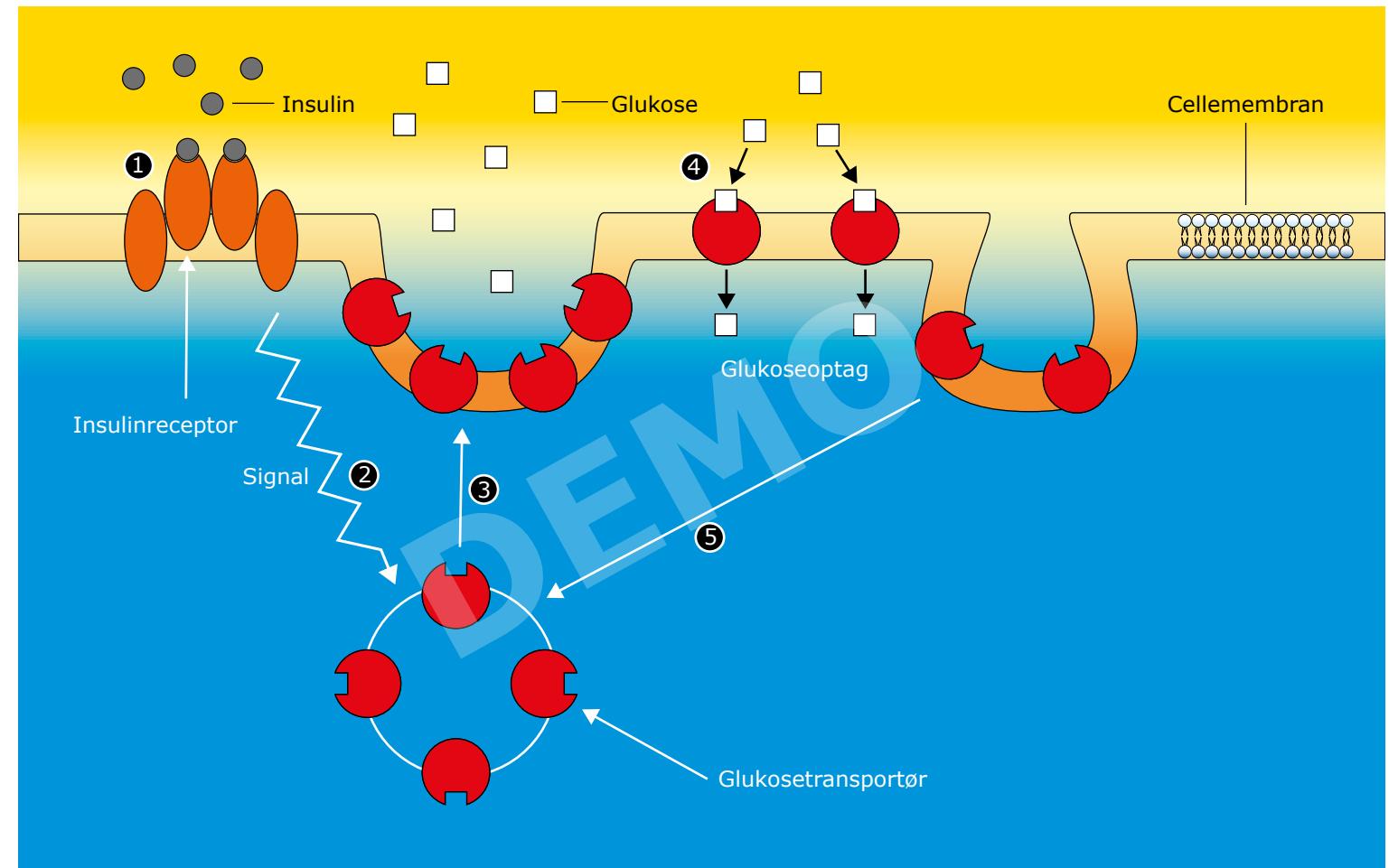


flere glukosetransportører, der skal transportere glukosen ind i cellerne, og dels øges følsomheden for insulin. Insulin virker altså igen!

Både konditionstræning og styrketræning er gavnligt for en person med type II diabetes. Man kan også behandle patienterne med medicin (metformin), men faktisk virker motion, kostomlægning og vægttab ofte endnu bedre.

Ved kostomlægningen skal man forsøge at indtage fødevarer med et lavt GI (*Glykæmisk Indeks*). En fødevares GI angiver, hvor hurtigt blodsukkeret stiger ved indtagelse af fødevaren sammenlignet med indtagelse af ren glukose. Ved indtagelse af ren glukose (druesukker) er GI-værdien 100. Her stiger blodsukkeret meget hurtigt, da glukosen optages fra tarmen og over i blodet med det samme.

Der udskilles tilsvarende hurtigt meget insulin. Det bevirket, at blodsukkeret herefter falder drastisk, og så bliver man sulten igen – alt for



**Figur 3.40** Insulins virkemekanisme. Når insulin er udskilt fra bugspytkirtlen, fordi blodsukkeret er steget, binder insulin sig til fx muskelcellers insulinreceptor. Når det sker, sendes et signal ind i muskelcellen til glukosetransportørerne. De sætter sig nu fast udenpå cellemembranen og modtager glukose, der passer perfekt til bindingsstedet på transportøren. Glukosen optages herefter ind i muskelcellen og kan bruges i cellens respiration. Når blodsukkeret igen falder, falder også mængden af insulin. Herved sendes der ikke mere signal til glukosetransportørerne, og de optages igen i cellen. Glukoseoptagelsen er hermed slut i denne omgang.



**Figur 3.41** GI-værdier for udvalgte fødevarer. Jo højere værdien er, desto hurtigere blodsukkerstigning vil fødevaren medføre. Det bevirket efterfølgende et drastisk fald med sult til følge. Man bør altså gå efter lave GI-værdier, hvis man vil være mæt i længere tid ad gangen. Glukose har pr. definition en GI-værdi på 100 - det er altså glukose, man sammenligner med.

hurtigt. Med andre ord er der risiko for, at man kommer til at intage for meget, når man ikke er mæt ret længe ad gangen. På figur 3.41 ses forskellige fødevarers GI.

Det ses fx, at jasminris har en meget høj GI-værdi på 98 - stort set svarende til ren glukose. Jasminris indeholder derfor "hurtige kulhydrater", der ikke giver mæthed ret længe. Modsat har fx mørk chokolade en GI på kun 25 – det giver altså en længerevarende mæthed og er derfor en mere "kompleks" fødevare end ris.

Desværre er det ikke helt så simpelt, da GI-værdien afhænger af, hvordan føden er sammensat. Isoleret set kan en fødevare have en GI-værdi på 20, men hvis den blandes sammen med andre, kan GI-værdien ændre sig til fx 60. Som tommelfingerregel bør man spise fiberrigt, da fibrene giver god mæthed uden at tilføre kroppen ret meget energi. Det vender vi tilbage til i kapitel 3.4.4, som omhandler slankekur.

### 3.4.3 Overvægt og fedme

Næsten halvdelen af Danmarks voksne befolkning er overvægtig – altså med en BMI over 25. I alle aldersgrupper er der flest mænd, der er overvægtige. Desuden ses en klar tendens til, at jo dårligere uddannelsesniveau, desto større

risiko for overvægt. Overvægt vil altid være en følge af, at man gennem længere tid har intaget mere energi, end man har forbrugt. Blot 10 gram for meget smør dagligt i et år vil betyde en vægtstigning på over 4 kg fedtvæv. Der skal altså ikke så meget til, før vægten stiger.

Det skyldes, at vores krop er ekstrem effektiv til at oplagre energi, da det gennem hele menneskets udviklingshistorie har været en kæmpe fordel at kunne oplagre så meget energi som muligt. Det har nemlig givet en øget overlevelse i tider med hungersnød. Imidlertid er hungersnød mange steder i verden blevet erstattet med fyldte køleskabe året rundt, og så får vi pludselig et problem.

Overskudsenergi ender i sidste ende som fedtvæv i vores fedtdepoter. Hos mænd aflejres fedtet ofte i maveregionen (æbleform), mens det hos kvinder typisk aflejres på bryster, baller og lår (pæreform). Der er dog store forskelle fra



person til person. Nogle har bare tendens til mævefedt, mens andre har til fedt på lårerne.

Hvis man indtager for mange kulhydrater og derved kommer i positiv energibalancen – man har altså indtaget for meget energi i forhold til ens aktivitetsniveau – øges ens fedtvæv. Men det er ikke, fordi kulhydraterne omdannes til fedt. Faktisk skruer man op for sin kulhydratforbrænding i stedet for at bruge det fedt fra føden, som man normalt ville have forbrændt. Kroppen skruer altså ned for fedtforbrændingen, og oplarer i stedet fedtet i fedtdepoterne.

Det er altså ligegyldigt, hvordan man indtager for meget energi – det resulterer i en mindsket fedtforbrænding og dermed et øget fedtdepot. Kun i helt ekstreme situationer, hvor man udelukkende indtager fx kulhydrat – og alt for meget – vil kulhydrat blive omdannet til fedtvæv. I et gram fedtvæv er der ca. 32,3 kJ energi, så har man indtaget 1.000 kJ for meget, bliver det altså



DEMO - Må ikke anvendes i undervisningen

**Figur 3.42** Her er energibalancen over længere tid tippet den forkerte vej og har medført fedme. Billedet er venligst udlånt af Sandra Cohen-Rose og Colin Rose.

til ca. 31 gram fedtvæv.

Fedme er forbundet med en øget risiko for en lang række livsstilssygdomme, der samlet kaldes for det *metaboliske syndrom*. Det drejer sig fx om hjerte-karsygdomme og diabetes, og begge sygdomme øger dødeligheden og giver også en besværet hverdag for patienterne. Udeover livsstilssygdomme medfører overvægt fx også rejsningsproblemer hos mænd, og endelig kan fedme også medføre social isolation.

Nye, men meget omdiskuterede undersøgelser i USA tyder på, at store mængder kulhydrat i form af fruktose, som findes i al frugt og i almindeligt sukker, er den helt store synder mht. udvikling af overvægt og diabetes. Fruktosen skal ind i levercellerne for at kunne nedbrydes, og det



er denne belastning for leveren, der muligvis er skadelig og medvirker til fedme. Det er bl.a. disse undersøgelser, der har ledt til en stor kulhydratforskrækkelse hos mange mennesker.

Meget tyder på, at tarmfloraen har endda særliges stor betydning for udvikling af fedme – og måske mange andre sygdomme. Meget effektive bakterier kan nedbryde selv svært nedbrydelige fibre, hvorved nedbrydningsprodukterne kan optages i blodbanen. Derved får man mere energi end ellers, og det kan udvikle fedme.

Det er omvendt hvis ens bakterier ikke er særlig effektive til at nedbryde fibrene. Her transportereres fibrene gennem tarmen uden at nedbrydes, og ens energiindtag bliver dermed mindre.

Overvægt kan i meget sjeldne tilfælde skyldes et *lavt stofskifte*, hvor man ganske enkelt ikke forbrænder særlig meget i løbet af døgnet. Det betyder, at selv et begrænset indtag af energi kan medføre en positiv energibalancé og ud-

vikling af overvægt.

Tilsvarende kan man også have et *højt stofskifte*, hvor det faktisk kan være svært at oprettholde sin normale vægt. I stedet taber man sig, da ens forbrænding er meget høj. Begge lidelser er dog relativt sjeldne og skyldes fejl i *skoldbruskkirtlens* hormonproduktion. Begge lidelser kan behandles med medicin.

Man kan også arve fejl i bestemte gener, der giver en øget risiko for udvikling af overvægt. Overvægt er altså ikke bare et simpelt spørgsmål om, at man indtager for meget i forhold til, hvad man laver. Overvægt er en følge af et kompliceret samspil mellem arv og miljø.

#### 3.4.4 Slankekur

Det er generelt sundest at holde en nogenlunde konstant kropsvægt. Vejer man lidt for meget, er det faktisk sundere at bibeholde denne vægt end at tabe sig. Slankekur er nemlig ikke

specielt sunde, med mindre man er meget overvægtig og lider af en livsstilssygdom. Det er altså langt sundere at forebygge overvægt end at tabe den igen.

Som tommelfingerregel skal man reagere inden for de første 5 kg, man tager på. Herefter er det et langt, hårdt slid op ad bakke for at vende tilbage til idealvægten igen. Måske en livslang kamp.

Et varigt vægtab kræver en gennemgribende og permanent ændring af ens kost- og motionsvaner. Det betyder med andre ord en fedt- og energifattig kost kombineret med øget fysisk aktivitet.

*Sultture* skal man generelt holde sig fra. De er meget ubehagelige pga. den evige sult, der følger, og desuden vil man ofte komme til at mangle vitaminer og mineraler. Man kan heller ikke opretholde en rimelig fysisk aktivitet, og så bliver det først rigtigt usundt, da man får en dårlig kon-



dition oveni.

Almindelig, fornuftig kost sammenholdt med et højt aktivitetsniveau er meget bedre end sultekur og inaktivitet. Der findes en variant af sultkure, som muligvis virker. Det er den såkaldte 5:2-kur, hvor man 5 dage om ugen spiser normalt (eller lidt mere), hvorefter man faster i 2 dage, hvor energiindtaget er meget lavt. Det kan dog være svært at faste i to hele døgn om ugen, og desuden kan man komme til at intage ekstra energi de dage, hvor man ikke faster, og så går det måske lige op energimæssigt set over hele ugen. Forskning på dyr har sandsynliggjort, at en fastende krop lever længere. Så måske er det ikke dumt med lidt sult af og til.

For at øge mæthedsfølelsen og dermed begrænse sit energiindtag kan man gøre flere ting. Man kan fx intage flere kostfibre, der virker mættende uden at bidrage væsentligt til energiindtaget. Fødevarer med lave GI-værdier er

her at foretrække (se kapitel 3.4.2).

Proteiner stimulerer også mæthedscentret i hjernen, og flere proteinrige kure som Atkins slankekur og DUKAN-diæten har set dagens lys. Nogle undersøgelser har vist, at især protein fra fisk virker slankende.

Motion frigiver hormonet *irisin*, der får de normale hvide fedtceller til at omdanne sig til brune fedtceller. De brune er specielle ved at have et meget højt stofskifte, og får man flere af dem, taber man sig.

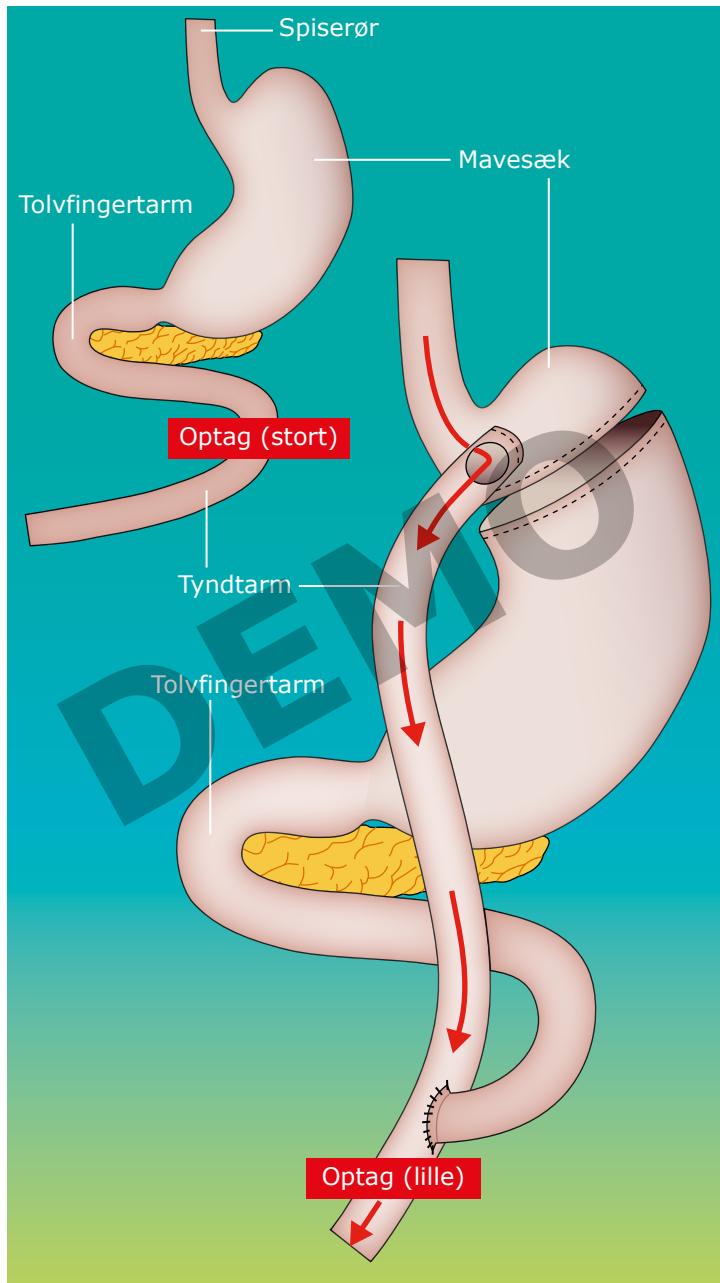
Mørk chokolade har også vist sig at øge kroppens forbrænding, især hvis det blandes med chili og hørfrø. Koffein fra fx kaffe virker også slankende – men desværre kun, hvis man ikke i forvejen drikker meget kaffe. Så der er desværre kun en slankeeffekt i starten.

For meget overvægtige personer kan det være en hjælp at rådføre sig med en *diætist*, der kan lægge en realistisk kost- og motionsplan. Under-



**Figur 3.43** Mørk chokolade øger kroppens forbrænding - især hvis det blandes med chili og hørfrø. Man skal dog passe på med at overspise det, da det samtidig indeholder meget energi som fx Rittersport på billedet. FOTO: C. B. Lytzen - yubio.

vejs i forløbet er der også ofte motiverende samtaler med diætisten. Det er fx sådan, De Danske Vægtkonsulenter arbejder.



**Figur 3.44** Gastric bypass-operation. Her reduceres mavesækkens volumen, hvorved man ganske enkelt ikke kan indtage ret meget føde ad gangen. Det er i sig selv slankende. Desuden ledes føden uden om tolvfingertarmen, hvorved nedbrydningen af næringsstofferne bliver væsentligt dårligere. Det betyder igen, at der kun sker en mindre optagelse fra tarmen til blodet, og derved er kroppens energioptag reduceret. Operationen er meget effektiv og kan kurere diabetes type II øjeblikkeligt. Desværre ses af og til alvorlige bivirkninger.

Er man ekstremt overvægtig, kan en sidste udvej være en *fedmeoperation*, der også kaldes en *gastric bypass*. Her reduceres mavesækkens volumen samtidig med, at man leder føden forbi (bypass) tolvfingertarmen. Den mindre mavesæk begrænser fødeindtagelsen, og når føden ikke passerer tolvfingertarmen, tilsættes ikke enzymer fra bugspytkirtlen. Herved nedbrydes maden ikke så godt som ellers. Det betyder igen, at der ikke optages så meget til blodet. På figur 3.44 ses en illustration af en gastric bypass.

En positiv sideeffekt ved operationen er, at ens diabetes type II også forsvinder. For at få operationen betalt af det offentlige skal en række krav være opfyldt. Bl.a. skal ens BMI være over 35,

man skal lide af følgesygdomme, og man skal vise, at man kan tage sig 8 % inden indgrebet. Operationen er ikke uden bivirkninger, og der er sågar forekommet flere dødsfald – også herhjemme.

Der findes også en anden fedmeoperation, der fjerner overfladisk fedt – typisk på maven. Det kaldes en *fedtsugning* og har kun kosmetiske betydning. Sådan en skal man selv betale.

### 3.4.5 Spiseforstyrrelser

Man mener, at op mod 30 % af unge piger i den vestlige verden lider af en spiseforstyrrelse i en eller anden form. 3-6 % lider af en alvorlig spiseforstyrrelse enten *anoreksi*, hvor der indta-



ges alt for lidt mad, eller *bulimi*, hvor der indtages alt for meget, som efterfølgende kastes op. Undervægt rammer generelt klart flere kvinder end mænd.

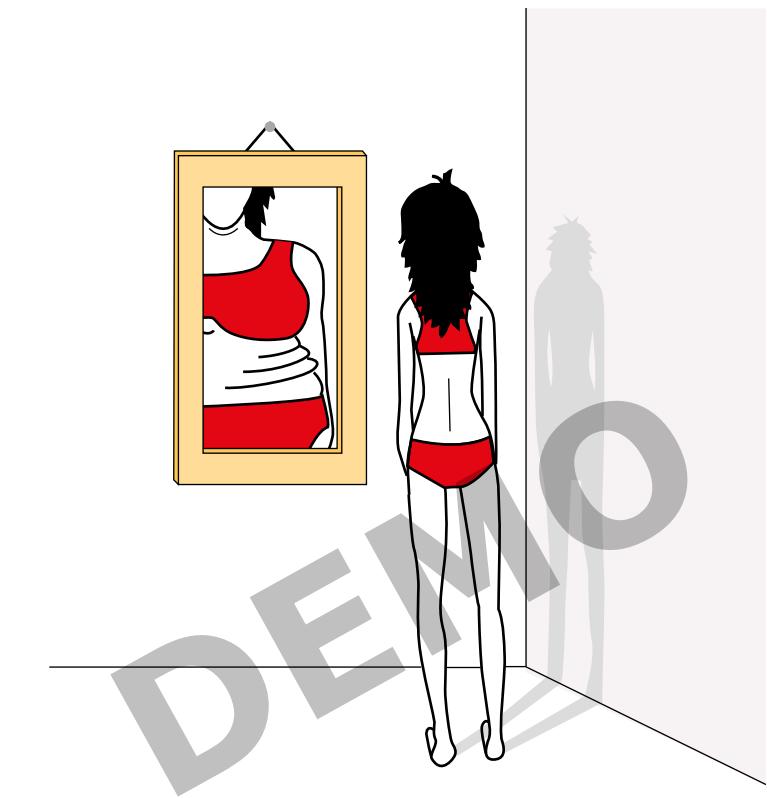
Anoreksi (se figur 3.45) er den farligste sygdom af de to, da pigerne efterhånden bliver meget tynde. I ekstreme tilfælde kan vægten komme ned under 30 kg, og det er livstruende. Det medfører, at menstruationen ophører på grund af hormonforstyrrelser, og pigerne udvikler også ofte en slags pels på kroppen, formodentlig fordi den lave kropsvægt medfører, at de fryser hele tiden. På grund af proteinmangel skades hud, hår og indre organer, og der opstår væskeansamlinger i kroppen på grund af proteinmangel i blodet.

Bulimi er den hyppigste af de to sygdomme. Personer med bulimi spiser i perioder alt for meget, men har undertiden alligevel en normal kropsvægt. Det skyldes, at de efter et anfall af

overspisning ofte fremkalder opkastning. De hyplige opkastninger bevirker, at kroppen kommer til at mangle vigtige vitaminer og mineraler. Magesyren kan skade spiserør og tænder. Hvis der fjernes meget syre fra kroppen, kan der opstå baseforgiftning. Både bulimi og anoreksi kræver langvarige behandlingsforløb med deltagelse af både læger, diætister og psykologer.

*Megareksi* er en tredje spiseforstyrrelse, der primært rammer unge mænd, som styrketræner meget. De vil for alt i verden øge muskelmassen uanset konsekvenserne. Mange af dem udelukker ikke brugen af doping i bestræbelserne på at nå deres mål – den ekstremt muskuløse krop.

En fjerde og sidste spiseforstyrrelse er *ortoreksi*, hvor ønsket om en sund livsstil bliver en besættelse, der hindrer et normalt liv. Fokus er ikke mængden af maden, men derimod kvaliteten af maden. Ortorektikere danner sig ofte et forvansket billede af, hvad der er sundt, og de



**Figur 3.45** Anorektikere har problemer med et forvrænget selvbillede. De ser sig selv som værende for tykke, selvom de er meget tynde.



Tegn på ortoreksi

- Du tænker på sund kost mere end 3 timer dagligt
- Du planlægger din mad til i morgen
- Du er mere optaget af madens indhold end glæden ved at spise den
- Din livskvalitet forringes i takt med, at du bliver mere tilfreds med din diæt
- Din diæt bliver hele tiden mere striks
- Du fravælger mad, du engang nød
- Du føler mere selvværd, når du spiser sundt
- Du ser ned på folk, der ikke spiser sundt
- Du føler skyld, hvis du spiser mad (du kan lide), men som ikke står på din diæt
- Du er socialt isoleret pga. din diæt (du har din egen mad med i byen)
- Du føler kontrol, når du spiser det, du har planlagt

**Figur 3.46** Test på, om du lider af ortoreksi. Hvis du kan svare ja til 4-5 af udsagnene, er du i farezonen. Kilde: Landsforeningen mod spiseforstyrrelser og selvskade.

Et klassisk kendetege ved en ortorektiker er, at denne ofte medbringer sin egen mad i sociale sammenhænge. Det kan i længden føre til social isolation. På figur 3.46 er opelistet forskellige kendetege for en ortorektiker. Ortoreksi kan ramme både mænd og kvinder.

#### 3.4.6 Alternativ kost

En *vegetar* lever af plantemateriale og spiser ikke kød, men dog oftest også mælkeprodukter og æg. En *veganer* spiser heller ikke mælkeprodukter eller æg, og nogle veganere undgår sågar honning, da det jo også stammer fra et dyr (bier). En speciel type veganere spiser kun *raw-food*, hvor filosofien er, at føden ikke må opvar-

mes til mere end 42° C, men skal spises rå.

Når man studerer menneskets fordøjelseskanaal, bliver man klar over, at vi er indrettet på at spise en blandet kost af både plantemateriale og kød. Det ses bl.a. af tarmens længde, der er en mellemting mellem rovdyrenes korte tarmkanal og planteædernes lange. Vores tænder tyder på det samme – vi mangler både de spidse kødflænsende rovdyrtænder og planteædernes tænder beregnet på at kværne seje plantefibre.

Det er muligt at leve sundt uden at indtage føde fra dyreverdenen, men man skal tænke sig godt om. Man kommer let til at mangle proteiner og visse vitaminer. Især veganerne skal være omhyggelige med at sammensætte føden på en fornuftig måde, og raw-food giver det problem, at maden skal spises rå. Det er vanskeligt at få nok energi ud af rå planteføde.

*Stenalderkost* er netop i disse år et modefænomen inden for ernæring. Tanken er, at man



**Figur 3.47** Vegetarmad behøver ikke være kedelig. Men man skal tænke sig godt om for at få proteiner og vitaminer nok. Især er veganere i risikogruppen. FOTO: C. B. Lytzen - yubio.

kun må spise, hvad vores forbædre indtog. Det vil sige magert kød, fisk, frugt og grøntsager. Mælkeprodukter, kornprodukter og forarbejdede fødevarer som fx ketchup er bandlyst. Kun rene

råvarer er tilladt! De fleste ernæringsforskere er enige om, at stenalderkost er sund, selvom der ikke er belæg for, at fx mælkeprodukter og kornprodukter skulle være usunde. Nogle un-

dersøgelser har vist, at stenalderkost medfører en sundere fedtsammensætning i blodet og en mindre talje. Det skyldes formentlig de mange proteiner i kosten, der virker mættende. Derfor kommer man ikke så nemt til at indtage for meget energi.

Få ting er styret af kultur og vaner som vores kost. Vi spiser, hvad vi har lært at spise som børn hjemme hos vores mor! Det gælder ikke mindst animalske produkter. De fleste i Danmark er glade for oksekød og svinekød, men mange danskerne vil nødigt sætte tænderne i fx hestekød eller kaninkød. På Færøerne anser man fårehoveder som en stor delikatesse (se figur 3.48 på næste side).

Er man muslim, spiser man ikke svinekød, og hinduer spiser ikke oksekød. I Europa kan de fleste lide rejer (krebsdyr), men tanken om at spise insekter eller insektlarver (melorme), der også er leddyrlig som rejerne, kan få de fleste til at



stå af. Det giver ellers god mening at forsøge at tænke utraditionelt, når man tænker på, at der i store dele af verden er mangel på sund føde til de voksende befolkninger.

Kun 3-10 % af den føde, en ko æder, bliver til kød. Der er altså et enormt stort energispild i processen. For insekter ligger tallet på 25-90 %, og der er altså en væsentlig bedre udnyttelse af ressourcerne ved at spise insekter i stedet for oksekød. Insekterne vokser oven i købet meget hurtigt, æder føde, som mennesker ikke kan spise, og så har de et højt indhold af både proteiner, vitaminer og mineraler. Så der er egentlig ikke meget at betænke sig på, og de smager faktisk udmærket...

#### 3.4.7 KRAM-faktorer

Forkortelsen KRAM henviser til Kost, Rygning, Alkohol og Motion. Disse fire faktorer er de vigtigste for folkesundheden. Rygning er klart den





største synder mht. antal dødsfald om året. Der dør årligt ca. 14.000 personer for tidligt i Danmark som følge af rygning og hertil kommer ca. 2.000 som dør for tidligt som følge af passiv rygning. Levetiden for en ryger er i gennemsnit faktisk forkortet med næsten 10 år i forhold til én, der aldrig har røget!

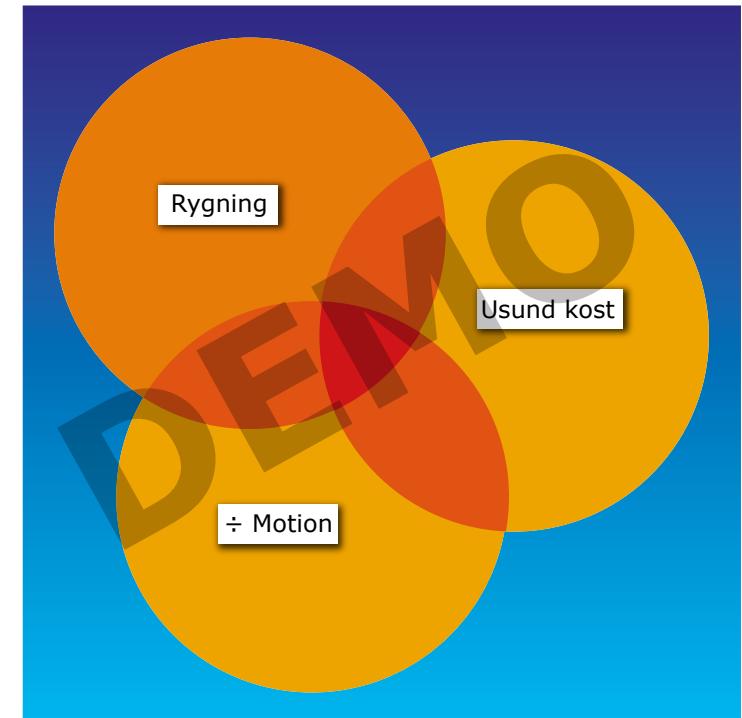
Hertil kommer en del år, inden man dør med rygerrelaterede sundhedsproblemer og deraf følgende nedsat livskvalitet. Rygning er altså klart den største risikofaktor mht. sundhed. Den gennemsnitlige levealder i Danmark ville kunne øges med hele 3 år, hvis ingen røg!

Mangel på motion betyder, at livslængden i gennemsnit forkortes med ca. 5 år, og at de sidste 7 leveår bliver med nedsat livskvalitet. Årligt dør over 4.000 mennesker for tidligt som følge af manglende motion. Et for stort alkoholforbrug har en lignende effekt med et ca. 5 år kortere liv og de sidste 4 år med nedsat livskvalitet.

For dårlig kost har ligesom mangel på motion og for meget alkohol også stor effekt på sundheden. Årligt dør over 5.000 mennesker for tidligt som følge af for dårlig kost.

Der er desværre en tendens til, at de fire KRAM-faktorer følges ad. Hvis man ryger, er der også større risiko for, at man motionerer for lidt, drikker for meget alkohol og spiser for usundt. Der er en klar social slagside. Jo dårligere uddannet man er, desto større er risikoen for, at man lever usundt.

Skal man give et enkelt overordnet sundhedsråd, er det følgende: spis varieret, vær fysisk aktiv og undgå for alt i verden at ryge!



**Figur 3.50** Sundhedsrisikoen ved rygning, manglende motion og dårlig kost (alkohol er udeladt for at gøre det mere enkelt). Jo mere rødt, desto større risiko for tidlig død og følgesygdomme. Rygning er klart den værste enkelfaktor, men det er farligere, hvis man kombinerer flere eller evt. alle faktorer.



## Resume

### Kostens sammensætning:

- Energiindhold i næringsstofferne
- Energibehov og energiforbrug
- Energiprocentfordelinger
- Energibalance
- De 10 kostråd
- Monosakkarkerider
- Disakkarkerider og polysakkarkerider
- Triglycerider
- Mættede og umættede fedtsyrer
- Aminosyrers opbygning
- Proteiner
- Vitaminer
- Mineraler
- Vand
- Alkohol
- Kost og træning
- Hvordan fyldes glykogenlagrene?

### Fordøjelsen:

- Enzymers virkemåde
- Enzymaktivitet og temperatur
- Enzymaktivitet og pH
- Nedbrydning i munden
- Nedbrydning i mavesækken
- Nedbrydning i tyndtarmen
- Tyndtarmens overflade
- Optagelse fra tyndtarm til blodbane
- Tyktarmens overflade
- Fordøjelsen samlet

- Blodsukkerregulering
- Hyper- og hypo-glykæmi
- Insulins virkemekanisme
- GI-værdier for fødevarer
- Gastric bypass
- Anoreksi, bulimi & megareksi
- Ortoreksi
- Vegetarer
- Alternativ kost
- KRAM-faktorer

### Sundhed:

- BMI og dødsrisiko
- Fedtprocenter
- Pære- og æbleform
- Idealvægt og taljeomkreds
- Kondital og sundhed
- Blodsukker og insulin efter måltider