

Fornemmelse for smag  
Ole G. Mouritsen & Klavs Styrbæk  
1. udgave, 1. oplag  
Copyright © Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck A/S og forfatterne  
All rights reserved 2015

Fotografisk, mekanisk, digital eller anden form for kopiering og gengivelse fra denne bog er kun tilladt i overensstemmelse med overenskomst mellem CopyDan og Undervisningsministeriet. Enhver anden udnyttelse uden forlagets skriftlige samtykke er forbudt ifølge gældende lov om ophavsret. Undtaget herfra er korte uddrag til brug i anmeldelser.

Forlagsdaktør: Joakim Werner  
Grafisk tilrettelæggelse, sats, omslag og layout: Jonas Drotner Mouritsen  
Illustrationer: Joaquim Marquès Nielsen og Jonas Drotner Mouritsen  
Forsidebillede fra Egehøj Champignon (Foto: Jonas Drotner Mouritsen)  
For- og bagsats: Mikroskopibillede af marengs (Mathias P. Clausen)

[www.fornemmelseforsmag.dk](http://www.fornemmelseforsmag.dk)

ISBN 978-87-17-04539-2  
Printed in Latvia 2015 by Holm Print Management Aps

Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck A/S  
Pilestræde 52, 3. sal  
DK-1112 København K  
Danmark  
Tel: +45 33 43 20 00  
[www.nytnordiskforlag.dk](http://www.nytnordiskforlag.dk)  
[nnf@nytnordiskforlag.dk](mailto:nnf@nytnordiskforlag.dk)



[www.smagforlivet.dk](http://www.smagforlivet.dk)

# Mundfølelsen i smagens univers

Munden og næsen er kroppens hoveddør til den materielle verden. Gennem munden kommer vand og føde, og gennem næsen indånder vi luften, som har et væld af forskellige partikler og luftbårne stoffer. Disse indgangsdøre er godt bevogtet, så kun det, der er godt for os, kommer ind, og det, der kunne være farligt, holdes ude.

Vi lever nemlig i farlige omgivelser med et væld af både kunstige og naturlige stoffer og mikroorganismer, som kan være dødsensfarlige for os. Derfor er vi godt beskyttet udenpå af et hudlag, det hornede epitellag, som er meget tæt og kun vanskeligt kan gennemtrænges.

Indeni, dvs. i mundhule, næsehule, luftveje og hele mave-tarmsystemet, er vi mere sårbare. Her er vi beklædt med slimhinder, såkaldt uhornet epitelvæv, som er en god barriere mod nogle stoffer, men samtidig lader andre stoffer trænge igennem. Det er for eksempel gennem sådanne epitellag, lungen udveksler ilt og kuldioxid med luften, og hvor tarmen optager næringsstoffer fra maden. Men det er også gennem disse epitellag, at giftige stoffer, for eksempel giftige luftarter, miljøgifte og bakterie- og plantetoksiner, kan trænge ind i blodbanen og dermed kroppens indre organer.

Derfor er hoveddøren, mund og næse, bevogtet med et væld af sensorer, som gennem evolutionens forløb er udviklet til på den ene side at hjælpe os til at udvælge netop de nødvendige stoffer, der skal slippes gennem døren, og på den anden side holde mest muligt af det farlige og giftige ude. Disse sensorer er grundlaget for vores fem sanser: syn, hørelse, følelse, lugt og smag, som i fælleskab ved hjernens hjælp beslutter, om vi vil lade noget passere ind i vores dyrebare indre. Mundfølelsen er en vigtig del af denne beslutning.

## HVAD ER SMAG, OG HVAD ER SMAGSOPLEVELSE?

Med dette spørgsmål møder vi allerede en udfordring, fordi smag er en overraskende kompleks størrelse. Smagen er en konsekvens af en integreret multisensorisk proces i hjernen omfattende kemisk smag, lugt, mundfølelse, syn og hørelse. Vi har alle oplevet, at madens smag afhænger meget stærkt af lugtesansen, og synssansen giver os en bestemt forventning om, hvordan et stykke mad eller en farvet væske som rødvin smager. Ordet 'smag' er altså ikke et præcist udtryk.

---

 Et eksperiment: 'jelly bean-testen'
 

---

Alle kender det, når næsen er stoppet af en forkølelse: Maden smager anderledes. Det er bare ikke maden, som har ændret smag, men det forhold at lugtesansen er blevet påvirket.

Men man behøver ikke at være forkølet for at opleve, hvor meget lugt betyder for smagsoplevelsen. Tag bare et stykke slik, for eksempel et stykke vingummi, en jelly bean eller et bolsje med smag af frugt, kanel eller anis,

hold dig for næsen og anbring slikket i munden, tyg på det og undgå at ånde ud. Det smager sødt, fordi der er sukker eller et andet sødemiddel i slikket. Slip så grebet om næsen og ånd ud gennem næsen og forbered dig på en overraskelse. Nu 'smager' slikket pludselig helt anderledes, nemlig af de aromastoffer, som fabrikan-ten har tilsat, og som nu strømmer fra munden og ud gennem næsen.



På engelsk har men et særligt udtryk, *flavour*, som betegner det samlede smagsindtryk. *Flavour* omfatter ikke kun det, vi almindeligvis kalder *smag*, dvs. sansning af smagsstoffer på tungen, men også *lugt* (duft), dvs. sansningen af aromastoffer i næsen og desuden kemiske påvirkninger af slimhinderne (*kemestesi*) og så endelig *mundfølelse*.

Alle disse former for sansning har rod i vores nervesystem. Ligesom det motoriske system er alle sanserne forbundet med hjernen eller hjernestammen. Forbindelsen sker ved hjælp af tolv par nerver eller navelignende forbindelser, som kaldes kranienerverne. Kranienerverne er enten sensoriske og fører signaler fra sanseapparatet til hjernen, eller motoriske og fører signaler fra hjernen til muskler og kirtler.

Flere af kranienerverne er i spil i forbindelse med smag og bedøm-melse af mad. Alle komponenter af *flavour* benytter sig af kranienerver til at kommunikere med hjernen, og det foregår på et højt niveau. Det viser, at alle aspekter af smag er vigtige for vores overlevelse. Den første kranienerve er lugtenerven, den anden er synsnerven, og den femte er den såkaldt trigeminale nerve. Alle tre nerver spiller en stor rolle for *flavour*. Lugtesansen er direkte forbundet med hjernen på det højeste kognitive niveau. Smagssansen og mundfølelsen går indirekte

til hjernen gennem hjernestammen, som også kontrollerer andre vitale automatiske funktioner som hjerterytme. Smagssansen går altså ind på det mest vitale niveau i vores centralnervesystem.

- *Lugt* er den fineste og vigtigste del af *flavour*. Lugtesansen stimuleres af luftbårne stoffer, som kan komme op i næsen ad to veje. Den ene vej (den orthonasale vej) består i, at aromastofferne inhaleres i næsen udefra. Den anden vej (den retronasale vej) består i, at aromastofferne frigøres i mundhulen, når vi tygger maden, og ad den vej finder vej til næsesvælget. Den retronasale vej er den vigtigste og mest veludviklede rute hos mennesker, mens det modsatte er tilfældet for eksempelvis hunde. I begge tilfælde når lugtstofferne (aroma) til næsehulens loft, hvor specielle lugtceller registrerer lugtstofferne med hundredevis af forskellige receptorer, der formidler en elektrisk impuls gennem den første kranienerve direkte til lugtcenteret i hjernen (lugtekolben og den *orbifrontale cortex*, som er en del af tindingelapperne). En mindre del af signalet går til det limbiske system (krybdyrhjernen), som indeholder hjernens centre for erindring, følelser og beslutninger om belønning. Lugt er derfor en ældgammel sans, som er vigtig for overlevelse og kobling til det underbevidste. Eftersom en given lugt kan aktivere mange lugtreceptorer, er vi i stand til at skelne mellem et enormt stort antal forskellige lugte. Nogle forskere har argumenteret for, at mennesket kan skelne tusind milliarder forskellige lugte. Lugtesansen er meget mere følsom end smagssansen, og nyere forskning har vist, at lugtesansen hos mennesket danner et rumligt billede i hjernen (i lugtekolben) på samme måde, som synssansen gør det på den visuelle *cortex* (hjernebarken). I forhold til andre arter, for eksempel hunden, har vi en meget mindre følsom lugtesans, fordi receptortætheden i næsen er meget mindre. Til gengæld er det område i hjernen, hvor vi behandler sanseindtrykkene fra næsen meget større og mere sofistikeret. Derfor er vores lugtesans måske meget mere veludviklet, end vi havde regnet med. 'Billedet' i hjernen af en lugt kan måske sammenlignes med det visuelle billede af et kendt ansigt. Det kan være med til at forklare, hvorfor lugte og erindringer tit er koblet sammen.
- *Smag*, i betydningen hvad vi smager direkte på tungen og i mundhulen, er en kemisk-fysiologisk størrelse. Smagssansen er især lokaliseret i tungens næsten 9.000 smagsløg. Smagen forudsætter, at smagsstofferne er opløst i mundvæsken og kan finde adgang gennem smagsløgenes porer til de mange smagsceller, som er en særlig slags nerveceller, der ligger tæt pakket i hvert smagsløg som de enkelte fed i et hvidløg. I smagscellernes membraner sidder de forskellige receptorer, som er følsomme over for de fem forskellige grundsmage: sur, sød, salt, bitter

og umami. Når smagsstofferne genkendes af og bindes til receptorerne, udløses der via en række biokemiske processer et elektrisk signal, som sendes til hjernestammen og derfra til hjernen. Enhver smag anses for at være en kombination af de fem grundsmage. Hver smagscelle er hovedsagelig ansvarlig for én slags grundsmag, og de forskellige celler, som er følsomme over for samme grundsmag, sender samlet signalet via én nervefiber gennem tre forskellige kranienner (syvende, niende og tiende kranienner) gennem *thalamus* til smagscenteret i hjernen (*anterior insula* og det frontale *operculum*). I modsætning til lugtesansen er det endnu uafklaret, om smagssansen danner et rumligt 'billede' på *cortex* på samme måde som lugt- og synssansen.

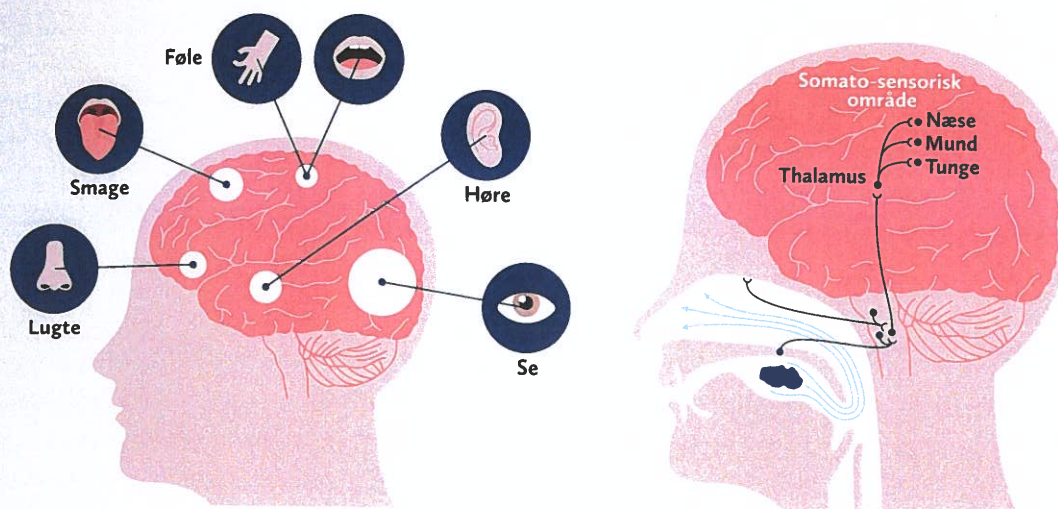
► **Mundfølelse**, som vi skal beskrive mere indgående i det følgende, er en del af det såkaldt somato-sensoriske system. Dette system findes ikke kun i munden, men overalt i kroppen, for eksempel i skeletmuskler, led, indre organer og i hjerte-karsystemet. Systemet stimuleres af fysiske påvirkninger som tryk, berøring, stræk og vibrationer (taktil sansning), smerte og temperatur. Desuden omfatter det sansning (*kinæstesi*) af position og stilling af kroppen og kroppens dele, som spiller en rolle for mundfølelsen, når tungens bevægelser undersøger og identificerer et fødeemnes størrelse, form og tekstur, for eksempel under tygning. Også nerveenderne i tænderne rapporterer om fødens struktur, hvor hård den er, om den knaser eller er elastisk, og hvor store partiklerne i den er. Nervesignalerne fra mundfølelsen går på samme måde som for smagsindtryk indirekte gennem hjernestammen til hjernen (til *thalamus* og derfra til det somato-sensoriske center).

► **Kemestesi** beskriver hudens og slimhindernes følsomhed over for kemiske påvirkninger, der medfører irritation, smerte og potentiel skadevirkning på celler og væv. Stoffer, der fremkalder irritation, kaldes irriteranter. I munden møder vi denne irritation som en skarp smag, når vi spiser chili, der indeholder stoffet capsaicin, sort peber, som indeholder stoffet piperin, eller peberrod og sennep, som indeholder stoffet isothiocyanat.

#### Irritanter

Irritanter er stoffer, som fremkalder irritation ved påvirkning af den trigeminale nerve (kemestesi), for eksempel capsaicin, isothiocyanat og piperin. Irritanter findes for eksempel i følgende råvarer: løg, chili, sort peber, sennep, *wasabi*, peberrod, ingefær, karse, rucolasalat og radise.

Da det er nerveenderne af den trigeminale nerve (den femte kranienner), som her er i spil, kaldes kemestesi sommetider for den trigeminale sans. Følelsen af varme og temperatur er relateret til kemestesi, idet visse stoffer kan påvirke og 'snyde' nogle af mundfølelsens temperatur- og smertefølsomme nerver og give anledning til såkaldt falsk kulde og falsk varme. Capsaicin fra chili giver således en falsk fornemmelse af varme, hvorimod mentol, pebermynte og kamfer føles kølige i munden, selv om temperaturen er uændret.



Til venstre er vist placeringen af de fem forskellige sansecentre i hjernen. Til højre er vist nerveforbindelserne fra sansning af maden i mund og næse til hjernestamme og hjerne.

#### ‘Koldt sukker’

Stoffer som mentol, pebermynte og kamfer giver en falsk fornemmelse af kulde i munden, fordi de påvirker nogle temperaturfølsomme nerver, uden at temperaturen falder. I modsætning hertil er der stoffer, som rent fysisk-kemisk fører til et rigtigt fald i temperaturen, uden at stofferne selv er koldere end munden. Effekten skyldes, at der til opløsning af stofferne i mundvandet kræves energi, og denne energi tages fra mundvandet i form af varme, hvorved mundvandets temperatur falder. Et eksempel er sødestofferne xylitol og erythritol, som er

såkaldt sukkeralkoholer, der har næsten samme sødme som husholdningssukker, men henholdsvis 33% og 95% mindre kalorieindhold. Krystaller af xylitol og erythritol på tungen giver en overraskende kraftig fornemmelse af kulde, som kan udnyttes for eksempel til søde desserter. Da det er selve opløsningsprocessen, som fører til kulden, er der ingen kuldeeffekt, hvis sødestofferne på forhånd er opløst i væske. Dette er i modsætning til for eksempel mentol, som også i opløsning giver en falsk fornemmelse af kulde.

Situationen er faktisk endnu mere kompliceret, når vi taler om *smagsoplevelse* hos den enkelte person. Smagsoplevelsen er ikke alene en sansefysiologisk hændelse beskrevet ved alle komponenterne af *flavour*-begrebet som omtalt ovenfor: Den har også en social, psykologisk, psykosomatisk og kulturel dimension, som er forbundet med normer, (ud)dannelse, livsstil, værdier og identitet. Den fysiologiske smag foldet sammen med erfaring, erindring såvel som social og kulturel kontekst gør smagen til en kompleks størrelse, der, selvom vi spiser og smager på maden hver dag, står som et begreb, vi har svært ved at beskrive for os selv og for hinanden.

De mange forskellige komponenter af smag, inklusive mundfølelse, er gennem evolutionen tilpasset de forhold, som den daglige udfordring med at finde føde har udsat os for. Disse forhold er bestemt af de kemiske og fysiske egenskaber af råvarerne og den tilberedte mad. For at kunne forstå den mangartede karakteristisk, som det samlede sanseapparat kan tilvejebringe af smagen, skal vi derfor senere se på

de fysiske, kemiske og fysisk-kemiske egenskaber af råvarer og mad betragtet som materialer af forskellig beskaffenhed.

Af alle de forskellige bidrag til *flavour* er mundfølelsen nok det mest oversete. Vi skænker sjældent det mekaniske ved smagen megen opmærksomhed, og tygning, tungens bevægelser og undersøgelser af maden, vejrtrækningen samt selve synkningen foregår mere eller mindre ubevidst og automatisk, medmindre maden afviger meget fra, hvad vi forventer, for eksempel hvis den er for varm, for sej eller for hård. Alligevel er mundfølelsen en meget vigtig del af den samlede smagssansning.

Det er vigtigt at skelne mellem intensiteten af en smag og så smagstærsklen. Intensiteten er styrken af en smag, og smagstærsklen for et stof er den nedre grænse (for eksempel bestemt ved smagsstoffets koncentration), for at det kan smages. Både smagsintensitet og især smagstærskel varierer fra person til person og afhænger bl.a. af alder. På grund af synergier mellem forskellige smagsstoffer og samspillet med for eksempel lugtesansen kan det være svært at tale entydigt om smagsintensitet og smagstærskel. Disse samspil bruges i det daglige køkken og i gastronomien, ligesom producenter inden for fødevarer- og nydelsesmiddelindustrien udnytter dem til fulde. Et eksempel er bitter chokolade, hvis sødme føles sødere, hvis der er drysset lidt havsalt på chokoladen.

Forskellige smage kan forstærke hinanden, hvis de på en eller anden

#### ————— Vi kan vænne os til det ubehagelige

De forskellige faresignaler fra smagens og mundfølelsens sensorsystem lader vi nogle gange hånt om, og vi har vænnet os til at synes om varme og bitre drikke, kold is, brændende chili og sure frugter.

måde er samstemmende, i harmoni eller komplementerer hinanden (kongruens). For eksempel kan det forekomme i mad med blandinger af forskellige smage, at de individuelle smagsstoffer får sænket deres smagstærskel, så de i blandingen kan smages i mindre koncentrationer end hver for sig.

På samme måde kan en smag og en lugt spille sammen, og tærsklen for hver af dem nedsættes, hvis de komplementerer hinanden. Alle køkkener benytter sig af disse samspil; jo flere forskellige komplementære sanseindtryk, der er i en ret, jo mere *flavour* siger man, den har.

Det er vigtigt at være opmærksom på, at smagssansen, på samme måde som andre sanser, især er indrettet til at registrere ændringer og forskelle. Efter nogen tid med at have registreret den samme smag, vænner vi os til den. Dette fænomen kaldes adaptation. Det samme gælder lugt. Man lægger ikke mærke til den specielle lugt i éns eget hus, men registrerer straks, at der lugter anderledes, når man træder ind ad døren hos naboen.

Det at være god til at registrere forskelle og ændringer i smag er en vigtig fysiologisk funktion for overlevelse. Det er også en vigtig egenskab, hvis man vil skærpe opmærksomheden over for forskellig slags mad med forskellige smage. Det stimulerer både interesse og appetit.