

Af Helle Brønnum Carlsen og Henrik Birkmann

### ILD

Temaet er ILD. Vi skal undersøge og afprøve, hvordan ilden påvirker vores madlavning og de teknikker, vi bruger. I dette forløb skal vi se på en række jævnemetoder, hvor det er samarbejdet mellem fedt og proteiner, der varmes op og skaber tykke saucer.

Vi skal:

- Undersøge, hvad varmen betyder for at danne en emulsion
- Undersøge, hvilke temperaturer der fungerer med emulsion, og hvilke der ikke gør
- Lære om, hvordan fedt og protein kan danne en emulsion
- Forstå, hvad en legering er
- Finde ud af, hvordan varme emulsioner giver en god mundfølelse.



### Indhold

Vidste du at ... æg .....	side 1
Hvad er varme - forsøg.....	side 2
Molekyler, emulsioner og legeringer .....	side 3
Eksperimentér med saucer .....	side 5
Opskrift: Skab den rette konsistens i dine saucer – bearnaise.....	side 7
Opskrift: Skab den rette konsistens i dine saucer – blanquette-sauce .....	side 8
Fagordbog, litteratur og links .....	side 9

### Vidste du at ...

Æg er den mest geniale fødevarer at skabe emulsioner ud fra. Det fandt franskmændene ud af i 1651, hvor La Varenne skrev en kogebog om de ægte saucer. Her finder du opskrifter på både kolde emulsioner som mayonnaise og varme emulsioner som bearnaise og hollandaise. Disse emulgerede saucer er cremede og fyldige.

I færdiglavede retter er det dyrt at bruge rigtige æg. Derfor er mange saucer ikke kun emulsioner, men en blanding af "meljævning" og emulsion. Det gælder fx bearnaise på pulver, som du skal røre op med smeltet fedtstof og mælk. Den ingrediens, der er mest af, er stivelse fra kartofler og ris. Det er let at få stivelsen, et hydrokolloid, til at forklitre. Derfor kan alle finde ud af at lave pulver-bearnaise. Det har bare ikke noget med ægte emulgeret sauce at gøre.



### Hvad er varme?

Varme er en energiform på samme måde som beliggenhedsenergi og bevægelsesenergi. Varme er navnet på energien, mens den bevæger sig fra et sted med en højere til en lavere temperatur. Når varmen (energien) har flyttet sig til det kolde sted, har dette sted fået en højere indre energi. Dets molekyler bevæger sig hurtigere. Dets temperatur er blevet højere, end det var tidligere.

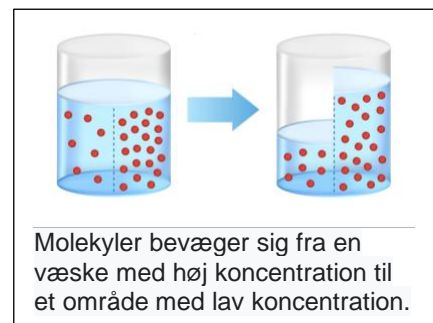
Indtil midten af 1800-tallet mente man, at varme var et stof, der bevirkede, at temperaturen steg, når det blev tilført. Et stof, der gik fra brændets flammer til vandet i kedlen. Til sidst fik stoffet en enhed, en kalorie, der blev defineret ud fra opvarmningen af vand. En kalorie er den energi, der skal til for at opvarme 1 gram vand 1 grad. I dag bruger man en anden måleenhed, nemlig joule. Omregningen er, at du skal gange 1 kalorie med 4,2 for at få en joule.

### Forsøg

Du kan prøve et godt forsøg, der viser, hvordan molekyler bevæger sig hurtigere ved opvarmning. Det er et forsøg med diffusionshastighed af farvestof i vand ved forskellige temperaturer. Her er en simpel fremgangsmåde:

#### Materialer

- To identiske glas, skåle. Brug evt. måleglas eller cylinderglas
- Vand
- Madfarve, fx rød eller blå
- Termometer
- Varmelegeme eller varmt vand fra elkedel
- Køleskab eller is



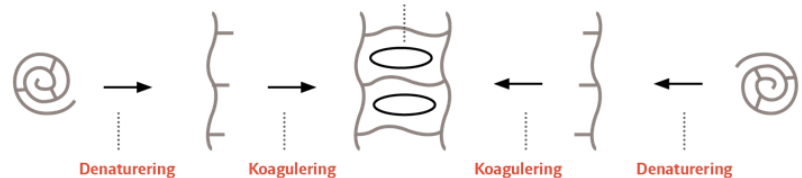
#### Sådan gør du

1. Fyld begge beholdere med lige store mængder vand.
2. Tilsæt et par dråber madfarve til hver beholder. Dette repræsenterer "molekylerne".
3. Placér en af beholderne i køleskabet eller på is for at køle den ned.
4. Hold den anden beholder ved stuetemperatur.
5. Vent et stykke tid, indtil vandet i det afkølede glas er blevet koldt.
6. Mål temperaturen i begge beholdere med termometer for at bekræfte forskellen i temperatur.
7. Tag det kolde glas ud af køleskabet, og placér det ved siden af det, der er ved stuetemperatur.
8. Observér og registrér, hvordan farvestoffet spreder sig i begge glas:

9. Prøv at forklare hvorfor:

### Molekylers hastighed

Du ved, at et æg bliver fast, når det bliver opvarmet. Det skyldes en række forandringer af de proteiner, der er i æg. Proteinerne bliver ligesom ved piskning denaturerede (ruller sig ud). Bagefter koagulerer de, finder sammen i nye omsluttende strukturer, som du fx kender det fra æggehvideskum.



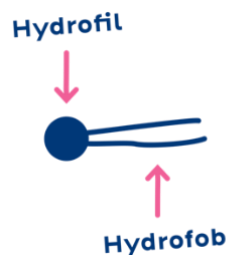
Tegning: Trine Lomholt Bruun

Hvis du opvarmer ægget, bliver denne koaguleringsproces både stærkere og sker hurtigere. Det er fordi, molekyler bevæger sig meget hurtigere ved højere temperaturer, som du lige har set i forsøget. Så bumper de udfoldede proteinstrengene sammen og bliver faste på en mere effektiv måde.

### Emulsioner kræver en emulgator

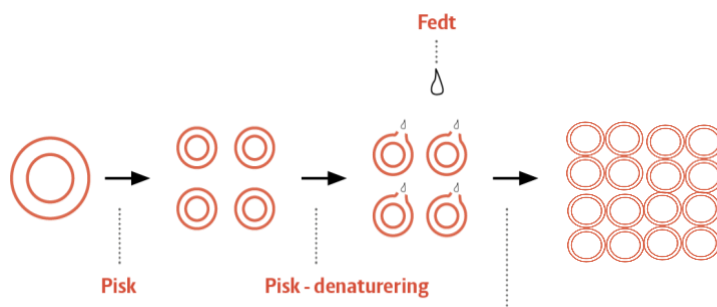
En emulgator er et stof, der kan binde to ellers uforenelige stoffer sammen.

En emulgator lægger sig på fedt/vand-overflader (eller luft/vand-overflader, som i skumdannelse) fordi den både har en fedtopløselig og en vandopløselig del, som er næsten lige stærke. Det er ofte lecitin (et phosphor-lipid) der findes naturligt i æggeblommen, der bruges til at binde vand og fedt sammen.



Lecitin har en fedtelskende (de lange streger) og vandelskende del (kuglen).

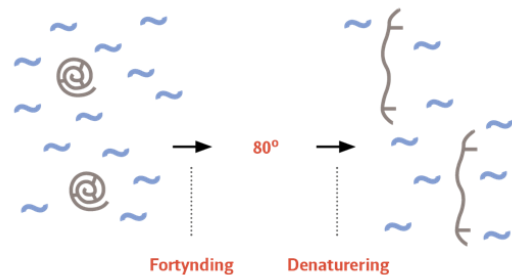
Naturligt i æggeblommen har lecitinen lagt sig med den fedtelskende del ind i fedtet, der ligger som centrum for det, vi kalder et lipoprotein. På overfladen har vi så den vandelskende del, og her kan proteinet så lægge sig rundt om.



Tegning: Trine Lomholt Bruun

### Legeringer kræver varme

En legering er en jævnet metode, hvor proteiners udfoldelse ved hjælp af varme gør en væske mere fyldig.



Tegning: Trine Lomholt Bruun

Når vi så kombinerer opvarmning af proteinholdige æggeblommer med æggeblommens evne til at emulgere fedt, får vi en varm emulsion. Det er en ægte sauce, hvor de udfoldede proteiner fra legeringen stabiliserer emulsionen.

Du skal forestille dig, at de udfoldede proteiner lægger sig imellem lipo-proteinerne, så de ikke kan søge sammen og bliver til store fedtkugler, der vil skille.

**De ægte saucer** bruger både emulsion og legering og kan binde både vand og fedt til en cremet masse. De ægte saucer bliver lavet med æg. Det kan være hele æg, æggeblomme eller endda æggehvide, men sidstnævnte er ikke så stabil. Den mest stabile og mest cremede er lavet på æggeblommer. Egentlig har vi en ægte sauce, der ikke bliver varmet op: Det er mayonnaise. Men da dette materiale arbejder med varme og ild, ser vi kun på de varme emulsioner, hvor du både skal lykkes med emulgeringen, og du skal styre temperaturen, så proteinerne ikke overkoagulerer og skaber stramt netværk, og saucen skiller.

Først pisker vi, så vi får mange, mindre og flere af protein-fedt-kuglerne. Proteinmembranen skal så denatureres ved piskning, hvorved mere fedt kan kobles langsomt og dråbevist på de eksisterende fedtkugler. Herefter skubbes proteinmembranen rundt om fedtet, så kuglerne bliver mere fedtfulde og udspændte. En æggeblommes proteiner kan omslutte op til 7 gange sin egen vægt, dvs. ca. 1,4 dl fedt til 1 æggeblomme. Samtidig vil de frie proteiner udfolde sig og fylde mere, og de kan lægge sig om både vand og fedt - dog ikke helt så stabilt som lipo-proteinerne, der allerede har fedt i sig i forvejen.

### Kan det gå galt?

- Fedtstoffet tilsættes for hurtigt, eller du pisker ikke nok – fedtet pakkes ikke ind og ryger i det omkringliggende vand og skiller.
- Der er for stor forskel i temperatur, så vil de forskellige fedt ikke forenes med hinanden, og det skiller
- Saucen varmes for meget, og proteinerne koagulerer for stramt, fedtet mases ud, og saucen skiller.
- Saucen er blevet for kold, så fedtet er stivnet.
- Saucen mangler væske.

### Hvad har indflydelse på processen?

- Syre i mindre mængder fremmer proteinernes koagulering fordi H<sup>+</sup>-ionerne neutraliserer proteinernes ladning.
- Sukker forsinkes og regulerer denaturering og koagulering og vil muliggøre højere temperaturer i en legering, før en sauce skiller.

Det skal vi nu lave nogle forsøg med:

### Formål

Formålet med eksperimentet er at erfare og forstå:

- hvordan varme påvirker proteiners koagulering
- hvordan og hvorfor en emulsion kræver langsom tilførsel af rent fedt for at tykne en vellykket sauce.

### Materialer

3 små gryder

3 skåle til vandbad der kan stå ovenpå gryderne

3 piskeris

### Opstilling

Gruppe 1 Du skal bruge	Gruppe 2 Du skal bruge	Gruppe 3 Du skal bruge
1 æggeblomme 2 spsk. vand 1 tsk citronsaft 1 dl smeltet klaret smør	1 æggeblomme 2 spsk. vand 1 tsk citronsaft 1 dl smeltet klaret smør	1 æggeblomme 2 spsk. vand 1 tsk citronsaft 1 dl smeltet klaret smør
<b>Sådan gør du:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pisk æggeblomme med vand og citronsaft</li> <li>2. Sæt skålen over vandbad og pisk videre</li> </ol>		
<b>Gruppe 1</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Tilsæt det smeltede smør dråbevis, mens du pisker.</li> <li>4. Hold øje med temperaturen – når saucen når 65°C, tager du skålen væk fra vandbadet og pisker videre.</li> </ol>	<b>Gruppe 2</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Hæld alt smørret i æggeblommen i en tyk stråle, mens du pisker.</li> <li>4. Hold øje med temperaturen – når saucen når 65°C, tager du skålen væk fra vandbadet og pisker videre.</li> <li>5.</li> </ol>	<b>Gruppe 3</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Tilsæt det smeltede smør dråbevis, mens du pisker.</li> <li>4. Bliv ved med at varme saucen over vandbad, til saucen er 100°C.</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>5.</li> <li>6. Notér i skemaet næste side, hvordan konsistensen er for saucen.</li> <li>7. Tag evt. billede, og sæt ind i din mappe.</li> <li>8. Notér også, hvordan smagen er.</li> </ol>		

Lav eventuelt en 4. gryde, hvor du gør som i forsøg 3. Men når saucen begynder at skille, hælder du den i en skål og blender en isterning i saucen. Notér, hvad der sker.

### Resultater

#### Gruppe 1

Beskriv og forklar:

Konsistens: \_\_\_\_\_

Smag: \_\_\_\_\_

#### Gruppe 2

Beskriv og forklar:

Konsistens: \_\_\_\_\_

Smag: \_\_\_\_\_

#### Gruppe 3

Beskriv og forklar:

Konsistens: \_\_\_\_\_

Smag: \_\_\_\_\_

#### Gruppe 4 (eventuelt)

Beskriv og forklar:

Konsistens: \_\_\_\_\_

Smag: \_\_\_\_\_

Hvad skal du huske, når du skal lave varme emulgerede saucer?

#### Det har vi lært:

---



---



---



---



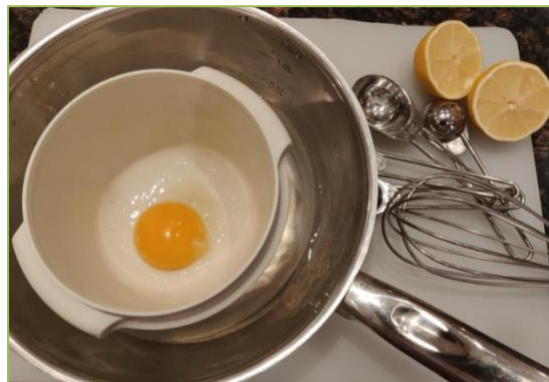
---



---



---



# Varme emulsioner, legeringer og ægte saucer

## Skab den rette konsistens i dine saucer

### Opskrift

## Bearnaise

2 personer

### Du skal bruge

1 skalotteløg, pillet og finthakket  
2 spsk. hvidvinseddike  
3 spsk. vand  
8 store stilke estragon  
2 små æggeblommer (eller 1 ½ store)  
100 g smør



Estragon

## Sådan gør du

1. Bland skalotteløg og eddike.
2. Pil bladene af esdragon-stilkene, og hak stilkene.
3. Kom stilkene i eddiken. Hak bladene, og gem dem til senere.
4. Kom blanding af løg, eddike og estragon i en lille kasserolle, og bring det i kog.
5. Tag straks gryden af varmen, og lad det stå lidt.
6. Si lagen – der skal være ca. 2 spsk.
7. Smelt smørret i en lille kasserolle, uden at det bruner. Hæld det i et halvlitermål med hælde-tud, så bundfaldet ikke kommer med (det hedder at *klare* smørret)
8. Lav et vandbad med den lille kasserolle og en medium glasskål. Vandbad betyder, at skålen ikke rører vandet.
9. Pisk æggeblommerne med eddikelagen til det skummer. Brug elmikser eller håndkraft.
10. Dryp halvdelen af det smeltede smør i æggeskummet.
11. Tag skålen af gryden (den er varm) og pisk videre, mens du drypper resten af smørret i. Sauce skal nu blive tyk og cremet. Smag til med masser af hakket estragon, peber og måske lidt salt.



## Overvej

Er det især emulsion eller legering, der er på spil?

---

Forklar hvorfor \_\_\_\_\_

Hvad gør citronsaften:

---

### Blanquette-sauce

4 personer

#### Du skal bruge

100 g smør  
1 dl høns- eller grøntsagsfond  
1 helt æg  
1 æggeblomme  
¼ tsk. salt  
1 spsk. citronsaft  
1 spsk. cremefraiche  
Friskkværnet peber

### Sådan gør du

1. Smelt smørret i en lille gryde ved middel varme.
2. Tilsæt fond, og sluk for varmen.
3. Pisk det hele æg med æggeblomme, salt og citronsaft.
4. Tilsæt cremefraiche, og rør blandingen helt glat.
5. Tilsæt den varme blanding af smør og fond i en tynd stråle, mens du pisker konstant med et piskeris eller en stavblender.
6. Hvis sauceen ikke emulgerer og tykner straks, kan du piske den over middel varme, til den tykner. Pas på varmen, sauceen må ikke nå højere end 80°C.



### Overvej

Er det især emulsion eller legering, der er på spil?

---

Forklar hvorfor \_\_\_\_\_

Sammenlign mængden af væske i denne sauce med mængden af væske i den anden sauce – målt i forhold til 1 æggeblomme. Kommentér:

---



### Forklar fagordene:

<p><b>Emulsion</b></p> <hr/> <hr/> <hr/>	<p><b>Emulgator</b></p> <hr/> <hr/> <hr/>	<p><b>Legering</b></p> <hr/> <hr/> <hr/>
<p><b>Denaturere</b></p> <hr/> <hr/> <hr/>	<p><b>Koagulere</b></p> <hr/> <hr/> <hr/>	<p><b>Lipoprotein</b></p> <hr/> <hr/> <hr/>

### Litteratur og links



**Gør smagen grøn – Smagens Dag 2022**

[https://usercontent.one/wp/smagensdag.dk/wp-content/uploads/2022/09/SD22\\_Elevmateriale\\_obligatorisk\\_FINAL.pdf?media=1673199025](https://usercontent.one/wp/smagensdag.dk/wp-content/uploads/2022/09/SD22_Elevmateriale_obligatorisk_FINAL.pdf?media=1673199025)



**Æggets egenskaber og anvendelsesmuligheder**, Helle Brønnum Carlsen, Landbrug & Fødevarer, 2018

### Kort om NatMad – Naturvidenskab & mad

NatMad - Naturvidenskab & Mad har til formål at fremme naturvidenskaben i madkundskab ved at afholde saloner om gastrofysiske elementer i madlavningen. Til emnerne udvikles undervisningsmateriale, som lærere i både madkundskab og STEM-fag har mulighed for at hente på [www.smagensdag.dk/NatMad](http://www.smagensdag.dk/NatMad).

Materialet er redigeret og layoutet af Mariann Bach Nielsen.

NatMad er udviklet af Smagens Dag & KOST ApS og støttet af Novo Nordisk Fonden.