

STEM

– med mad og Gastrofysik

Morten Christensen, lektor, p.h.d,

Lærerruddannelsen – Lærerruddanner i Fysik/Kemi & STEM-koordinator

Afdeling for forskning i pædagogik og samfund - Naturfagdidaktisk forskning

GastroLabCollege – Co-koordinator i netværk for Gastronomer i Erhvervsskoler i Danmark.

LabSTEM – Underviser i Laboratorium for integreret STEM-undervisning og læring.

UCL – Erhvervsakademi og professionshøjskole. mail: moch1@ucl.dk

“I think it is a sad reflection on our civilisation that while we can and do measure the temperature in the atmosphere of Venus, we do not know what goes on inside our soufflés.”

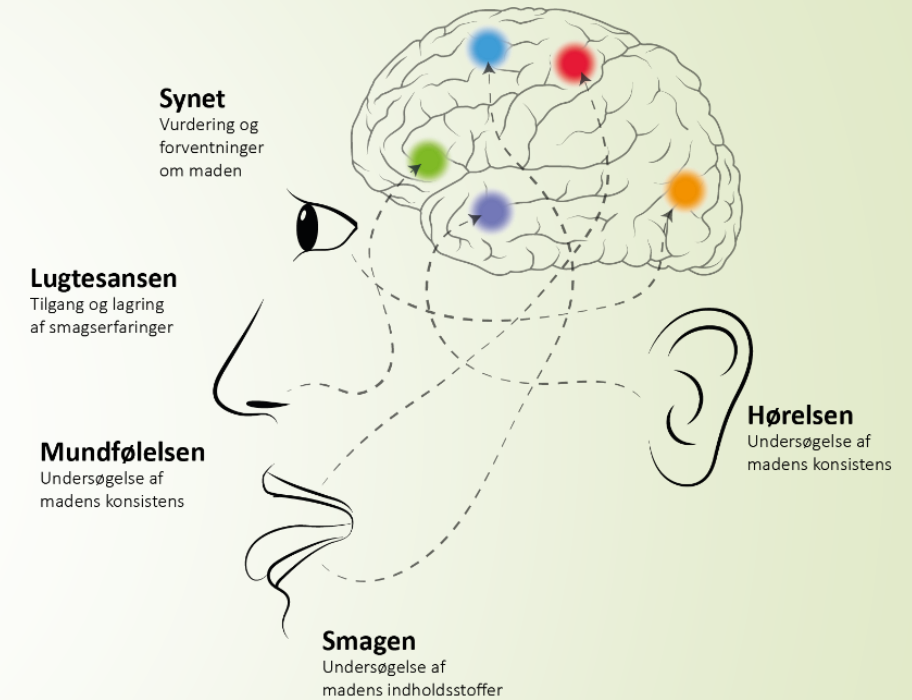
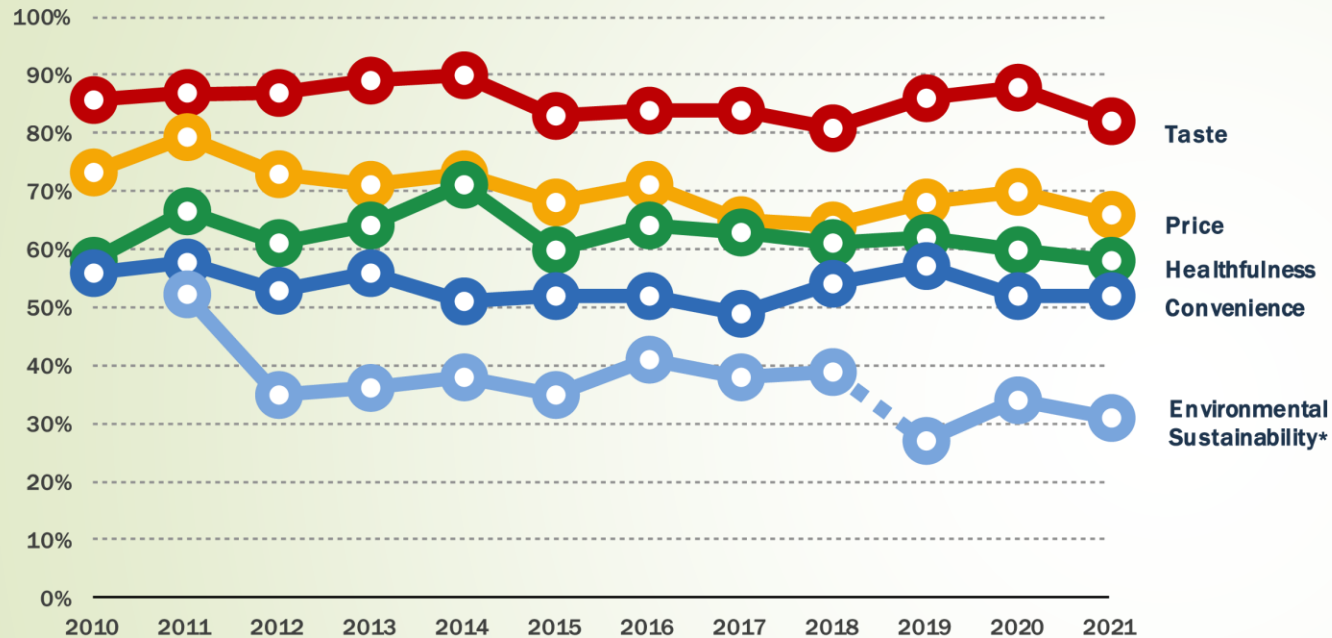
- Nicholas Kurti, 1969



.....

Erhvervsakademi og
Professionshøjskole

Hvorfor kombinere Gastronomi og naturfag(STEM)?



Smag har en afgørende betydning for folks fødevalg

At arbejde med gastronomi i naturfaglig kontekst er æstetiske oplevelse og bringer alle sanser i spil.

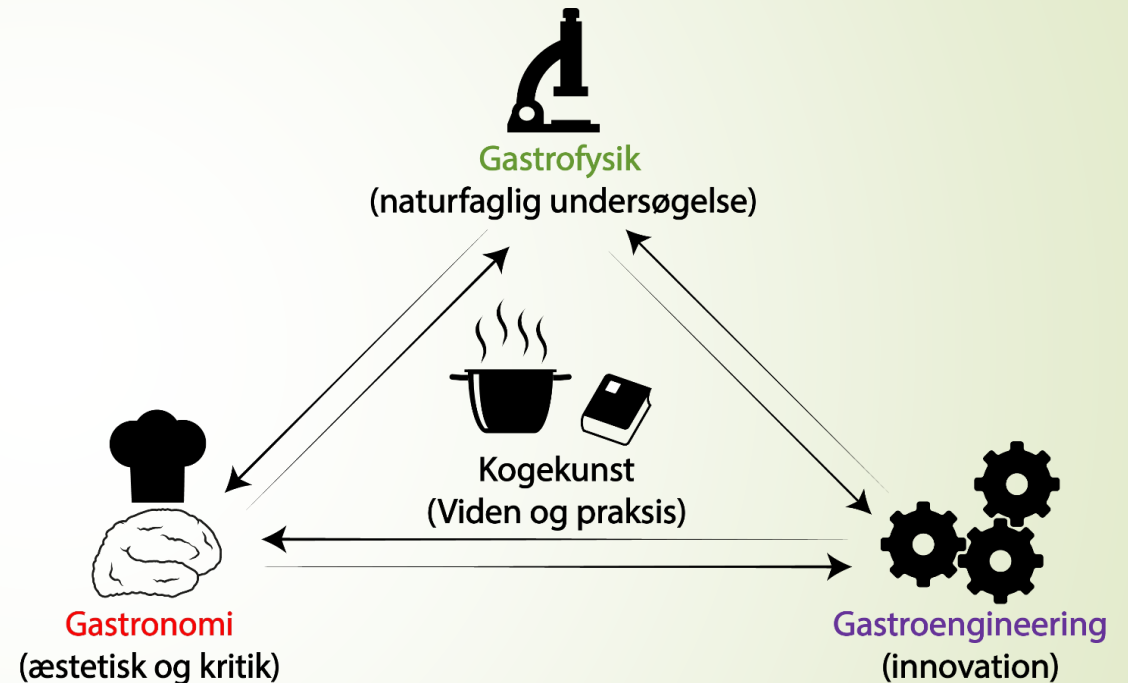
Gastronomi og naturfag får science helt ind til elever og studerendes hverdagsfænomener

Hvilke begreber knytter sig til gastronomi?

At arbejde med STEM i Gastronomi kræver at man tager naturfaglige briller på.

Madlavning → Fysisk/kemiske processer

"Når min mor laver det, så kan det jo ikke være kemi."



Kogekunst er den etablerede viden om madlavningens håndværk og råvarer. (fx tilberedningsmetoder eller madens fysik og kemi)


Gastronomi¹ angår kogekunstens æstetik og kritik.

Gastrofysik er undersøgelsen af gastronomisk relevante fænomener i kogekunsten med naturfaglig metode og naturfagligt vidensgrundlag

Gastroengineering er problemløsning og innovation i kogekunst.

Hvilket naturfagligt vidensgrundlag knytter sig til gastronomi?

Gastronomi er et forskningsfelt²

 Institut for Fødevidenskab (KU FOOD)

Institut for Fødevidenskab

- Om instituttet
- Fødevidenskab på KU FOOD
 - Sektioner
 - Publikationer
 - Forskningsområder
 - Processering
 - Plante og bryggeri
 - Kød
 - Foodomics
 - Gastronomi og innovation**
 - Mejeri
 - Tarm-mikrobiomet
 - Fødevarer kemi
 - Kemometri
 - Fermentering og starterkulturer
 - Sensorik og forbrugeradfærd
 - In Vitro Digestion
 - Research groups
 - Research projects
 - Forskning fordelt på sektioner
 - Ph.d.-afhandlinger fra KU FOOD




[KU FOOD](#) > [Fødevidenskab på KU FOOD](#) > [Forskningsområder](#) > Gastronomi og innovation

Gastronomisk forskning og Innovation på Institut for Fødevidenskab

Danmark har en succesfuld fødevarerindustri, og gennem de seneste 15 år har vi også opnået en særlig position inden for gastronomien. På [Institut for Fødevidenskab \(KU FOOD\)](#) ved [Københavns Universitet](#) bidrager vi til at vedligeholde og udvikle både gastronomien og fødevarerindustrien ved at forske i fødevarer og bæredygtig forarbejdning, der kan optimere madens kulinariske og sensoriske egenskaber.

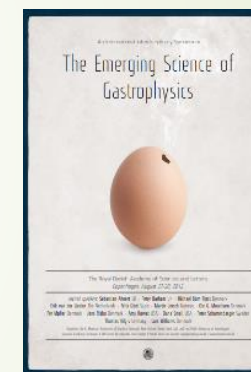
Vi har viden og forskningskompetencer inden for en bred palet af traditionelle og moderne metoder til at forarbejde fødevarer i både stor og lille skala. Med afsæt i gastronomien og fødevidenskaben er det vores mål at skabe nye velsmagende fødevarer samt forarbejdningsmetoder, der løser udfordringer for såvel samfundet som fødevarerindustrien – fra småskalaproducenter, over restaurations- og cateringbrancherne, til storskala industriproduktion. Vi tager med andre ord afsæt i gastronomien for at udvikle hele fødevarerindustrien i en bæredygtig retning med velsmag som det våben, der skal sikre udbredelse til flest mulige.

Kontakt

-  [Karsten Olsen](#)
Lektor
ko@food.ku.dk
-  [Ole G. Mouritsen](#)
Professor
ole.mouritsen@food.ku.dk
-  [Michael Bom Frøst](#)
Lektor
mbf@food.ku.dk

Forskning i mad og mennesker +

Lækker mad er fuld af videnskab -



Hvor kommer ordet Gastrofysik fra³:
~ The emerging science of Gastrophysics (2012), KBH

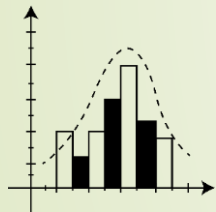
²<https://food.ku.dk/forskning-paa-food/forskningsomraader/gastronomi-og-innovation/>
³Mouritsen, O. G., & Risbo, J. (Eds.). (2015). The emerging science of gastrophysics. Smag for Livet

Hvordan er STEM og gastronomi forbundet?



Science i [Gastrolab](#) er [Gastrofysik](#):

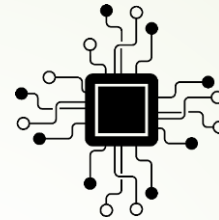
1. Gastronomisk naturfaglig undersøgelsesmetode
2. Et Gastronomisk naturfagligt vidensområde
 - Naturfaglig viden om madens fysik og kemi med gastronomisk relevans



Mathematics i [Gastrolab](#) er typisk:

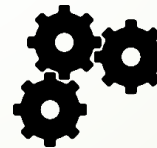
Modellering af de matematiske forhold for fx:

- Relevante Variable:
 - *Indholdsstoffer, temperatur, tid, konc., mekanisk påvirkning, pH, salt & bioteknologi.*
- Relevante Måleparametre
 - *Temp, pH, konc., struktur (mikro- og makroskopisk), sensorik (smag, aroma, tekstur, kemestesi)*



Technology i [Gastrolab](#) er hovedsageligt:

1. Bioteknologi (Mikrobiologi):
 - Enzymer, bakterier, gær, skimmel
2. Gastronomisk teknologi:
 - Konkret teknologi der anvendes til at styre / måle fysisk-kemisk processer i madlavningen.
 - Inkl. fx programmering af gastronomisk teknologi



Engineering i [Gastrolab](#) er [Gastroengineering](#):

Gastronomisk problemløsning

Arbejde med problemstillinger med gastronomisk karakter (inkl. innovation)

Fremstilling af prototyper på gastronomisk teknologi

Hvor laver man Gastrofysik?

- ▶ i et gastrolab

Teknologi



Undersøgelser



Undervisning



Gastrolab på SDU
(forskningslaboratorie)

Gastrolab på KOLD-College

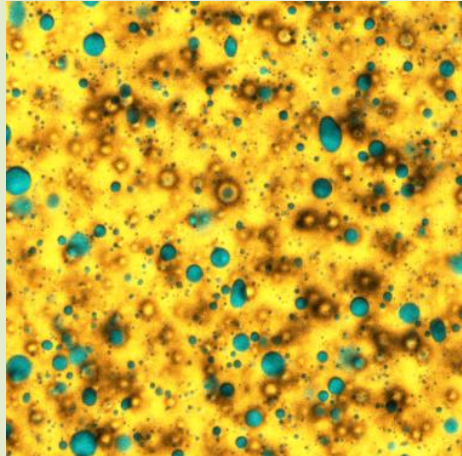
Regler for begge labs:

- Gastrolab er ikke indrettet til at lave mad, men at undersøge maden
- I et gastrolab må kun indføres ting der kan spises (praktiske hensyn)

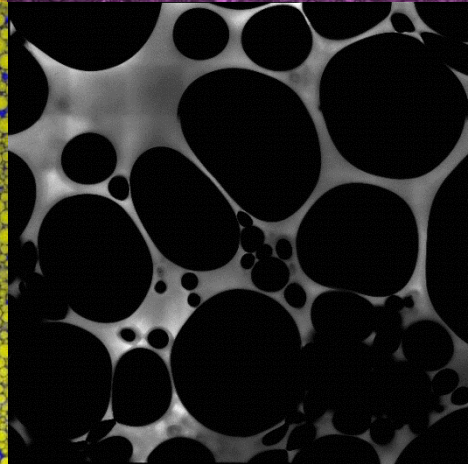
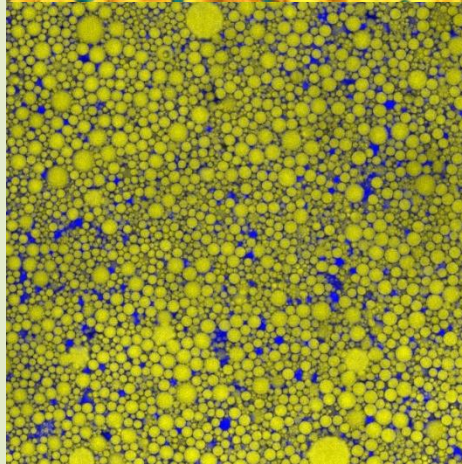
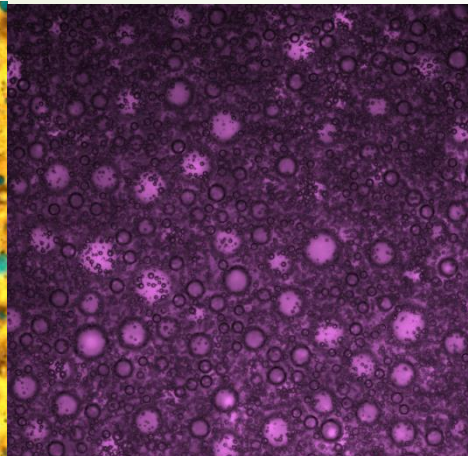
Eksempel på visualisering i et Gastrolab

► I et gastrolab kommer man tættere på grundlæggende fysisk/kemiske fænomener i madens mikroskopiske struktur

Smør: vand i fedt/olie

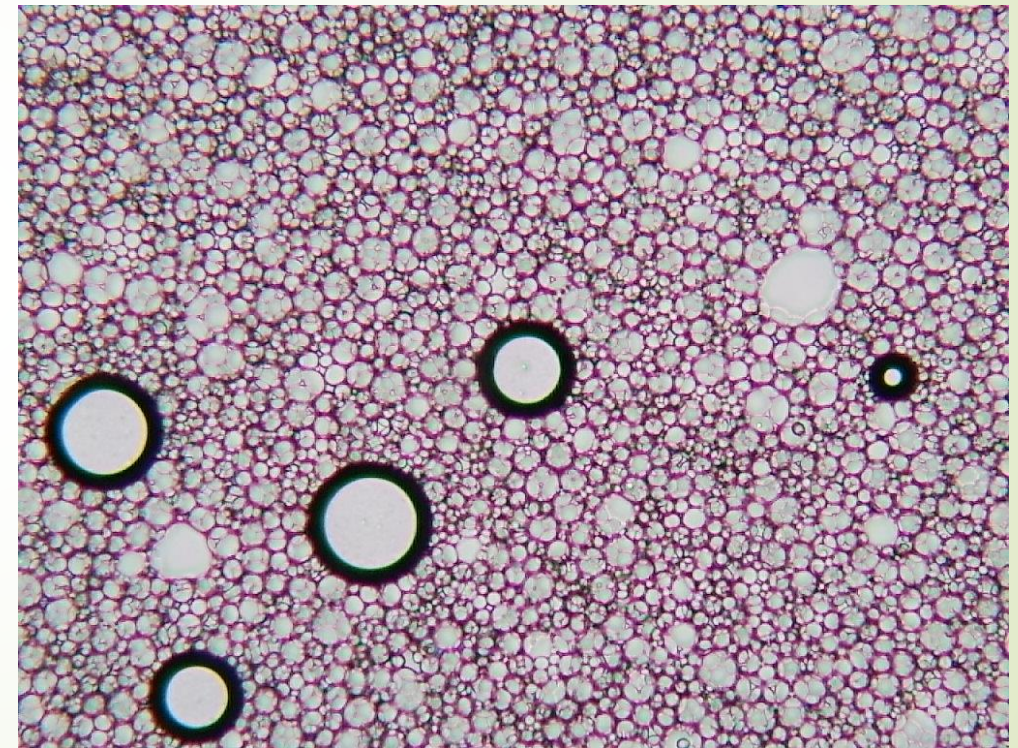


Marengs: luft i vand + sukker



Mayonnaise: olie/fedt i vand

Æggehvideskum: luft i vand



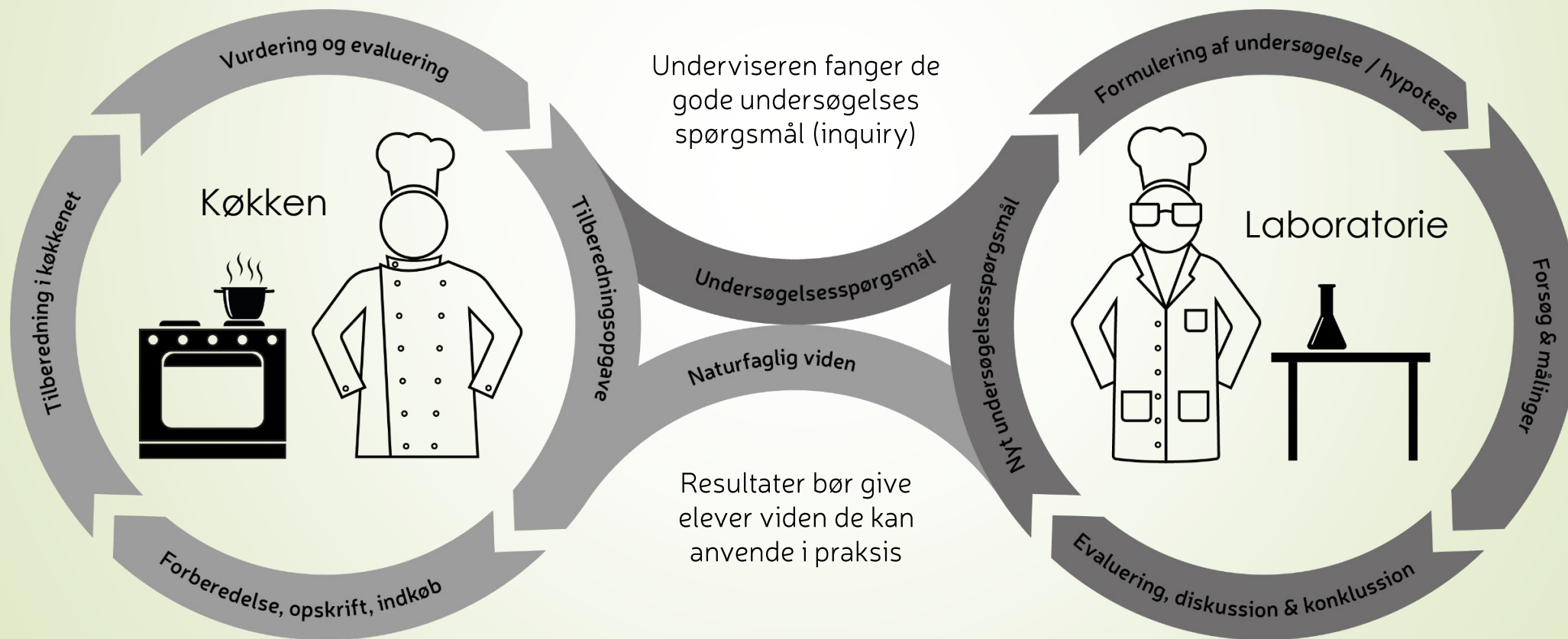
Mange grundlæggende fysisk/kemiske fænomener i maden kan ses i mikroskopet

Hvordan kan madlavning og naturfag spille sammen?

► Undersøgende arbejde i køkkenet

Producerende køkkenpraksis

Naturfaglig undersøgende
Praksis (gastrofysik)



Hvordan ser et sammenspil ud?

Eksempel Gris fra jord til bord – KOLD-College

Spørgsmål:
Kan vi undersøge om grisenes race og
levetilstand har betydning for kødets
smag.



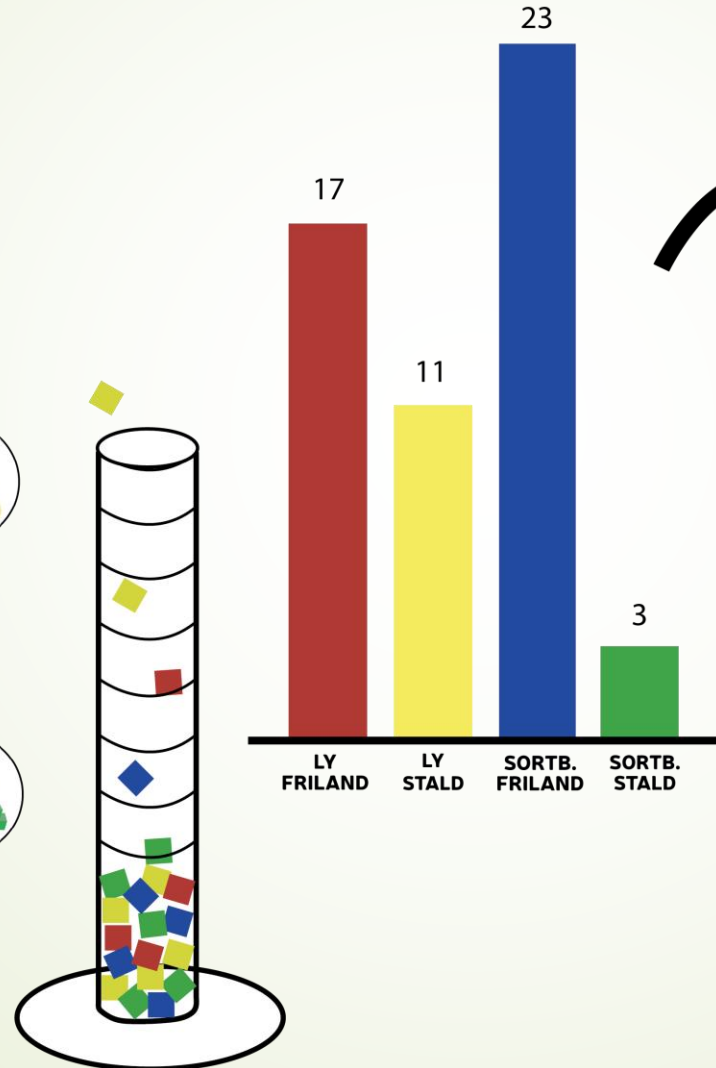
Undersøgelsesdesign

	Friland	Stald
Landrace Yorkshire	A pink pig with a red collar is shown in a circular frame with a red border. The pig is in a field with green grass and a yellow fence.	A pink pig with a yellow collar is shown in a circular frame with a yellow border. The pig is in a stall with vertical metal bars.
Sortbroget	A pink pig with black spots and a blue collar is shown in a circular frame with a blue border. The pig is in a field with green grass and a yellow fence.	A pink pig with black spots and a green collar is shown in a circular frame with a green border. The pig is in a stall with vertical metal bars.

Hvordan ser et sammenspil ud?

Eksempel Gris fra jord til bord – KOLD-College

Analyse



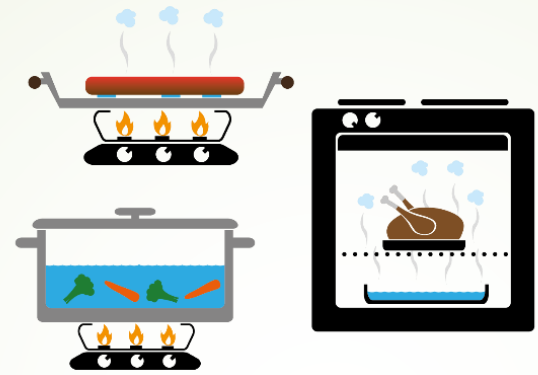
Konklusion

Grisenes levestandard havde en stor betydning, vi vil derfor satse på frilandsgrise for at skabe bedre smag

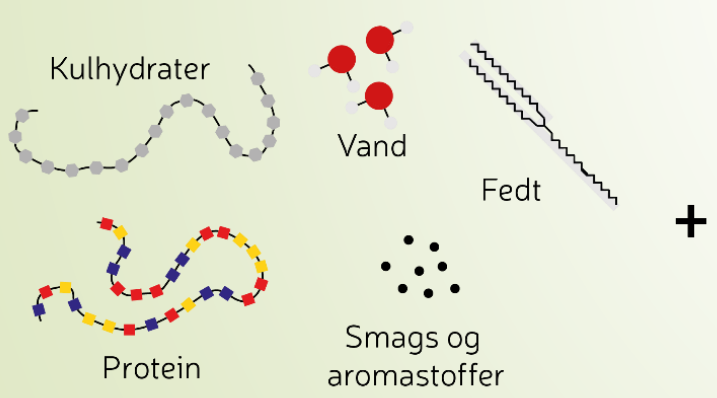


Hvad skal man have fokus på som underviser?

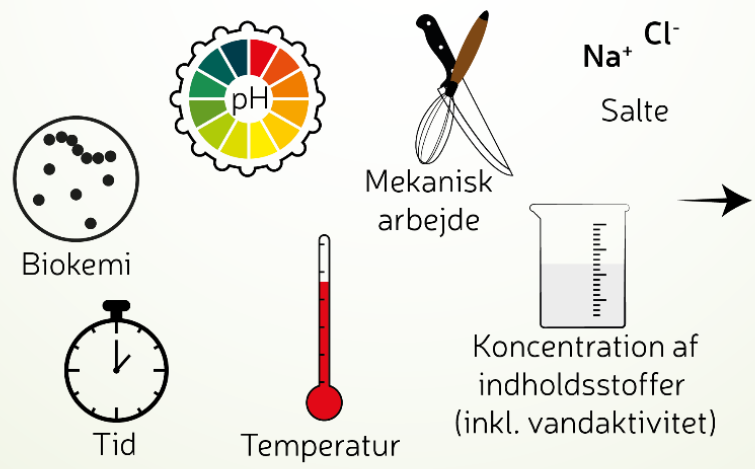
Som underviser skal man have styr på madens **Fysiske-kemiske** egenskaber og de teknologiske påvirkninger



3. Madlavningens Fysisk-kemiske processer



1. Madens **fysisk-kemiske** struktur og indholdsstoffer



2. Madlavningens **fysisk-kemiske** variabler

Fysiske processer:
Mekanisk arbejde/energi
- Tryk (inkl. piske, skære, rive, hakke, mose, ælte)
Varme overførsel
- Fx varmeledning, varmekapacitet konvektion & stråling
- Faseovergange: smelte, fryse, fordampe, kondensere, sublimere, aflejre

Fysisk-kemiske processer:
Molekylers interaktioner
- Opløselighed, aggregering, koagulering / gelering, emulgering, skumdannelse, stabilisering, forklistring
Molekylers bevægelse og aktivitet
- Diffusion, osmose, vandaktivitet

Biokemiske processer:
Biokemiske reaktioner der typisk omdanner sukre eller alkohol
- Alkoholfermentering
- Mælkesyrefermentering
- Eddikesyrefermentering
Biokemiske katalysatorere
- Enzymer
Mikroorganismer
- Gær, bakterier, skimmelsvampe

Kemiske processer:
Nedbrydningsreaktioner der typisk udvikler smag eller aroma
- oxidation, hydrolyse, pyrolyse
- Maillard-reaktion, karamellisering

Særligt fokus på fagsprog

► Køkkenet giver særlig mulighed for at arbejde med hverdagsprog vs. fagsprog

Madens **Køkkentekniske** og **Naturfaglige** fagsprog



Råvarer

Biokemiske processer:
Biokemiske reaktioner der typisk omdanner sukre eller alkohol

- Alkoholfermentering
- Mælkesyrefermentering
- Eddikesyrefermentering
- Biokemiske katalysatorer**
- Enzymer
- Mikroorganismer**
- Gær, bakterier, skimmelsvampe



Forædlede råvarer
(inkl. fx konservering)

Kogemetoder

- Kogning, blanchering, dampning, pochering, i egen saft, vandbad, reducering, sous vide, mikrobølgeovn.

Bagemetoder

- Baging

Stivnetmetoder

- Gelatinering, æg som bindemiddel, æg som luftbindende middel, piskefløde, geleringsmiddel

Stegemetoder

- Pandestegning, sautering, lynstegning, braisering, svitsning, ovnstegning, grillstegning, gratiner-ing, friturestegning.

Jævnetmetoder

- Meljævning, afbaging/opbaging, majsstivelse, kartoffelmel, legering, emulgering, puréring.

Marinering

- Marinering

Eksempler på
Køkkenteknisk fagsprog



Nedbrydning af organisk materiale,
opbygning af strukturer, frigivelse af smagsstoffer

Fysiske processer:

Mekanisk arbejde/energi

- Tryk (inkl. piske, skære, rive, hakke, mose, ælte)

Varme overførsel

- Fx varmeledning, varmekapacitet konvektion & stråling
- Faseovergange: smelte, fryse, fordampe, kondensere, sublimere, afleje

Fysisk-kemiske processer:

Molekyler interaktioner

- Opløselighed, aggregering, koagulering / gelling, emulgering, skumdannelse, stabilisering, fork-listring

Molekyler bevægelse og aktivitet

- Diffusion, osmose, vandaktivitet

Kemiske processer:

Nedbrydningsreaktioner der typisk udvikler smag eller aroma

- oxidation, hydrolyse, pyrolyse
- Maillard-reaktion, karamellisering

Eksempler på
Fysisk / kemisk fagsprog

Makroskopisk - hvad gør vi med maden



Tilberedning

(sub)-Mikroskopisk - hvad gør molekylerne i maden

Relevante problemstillinger i Gastrofysik & -engineering

► Hvad er elever og studerende optaget af?

Problemstilling

Råvare /
produkt

Fagligt indhold
/ proces

Eksempler

Identitet og
fødevarevalg

Madspild / miljø

Tilsætningsstoffer
& konserveringsmidler

Procesoptimering

Produktdesign

Mælk, kød, fisk, skaldyr,
grøntsager, frugt, æg, tang

Chokolade, kaffe, ost, is

Øl, vin, cider

Tilberedninger

Maillard og karamellisering

Emulgering, stabilisering
og legering

Fermentering

Gelering

Krystallisering

Opløselighed, stoftilstande

Stofegenskaber for kulhydrater,
proteiner, fedt, vand

Hvordan ser et sammenspil ud i en mindre aktivitet

► Eksempel Naturvidenskabsfestivalen 2022 - insektmel

Kan pasta indeholde insektprotein?



Undersøgelsen af elasticiteten af pasta ved 0%, 5%, 10%, insektmel



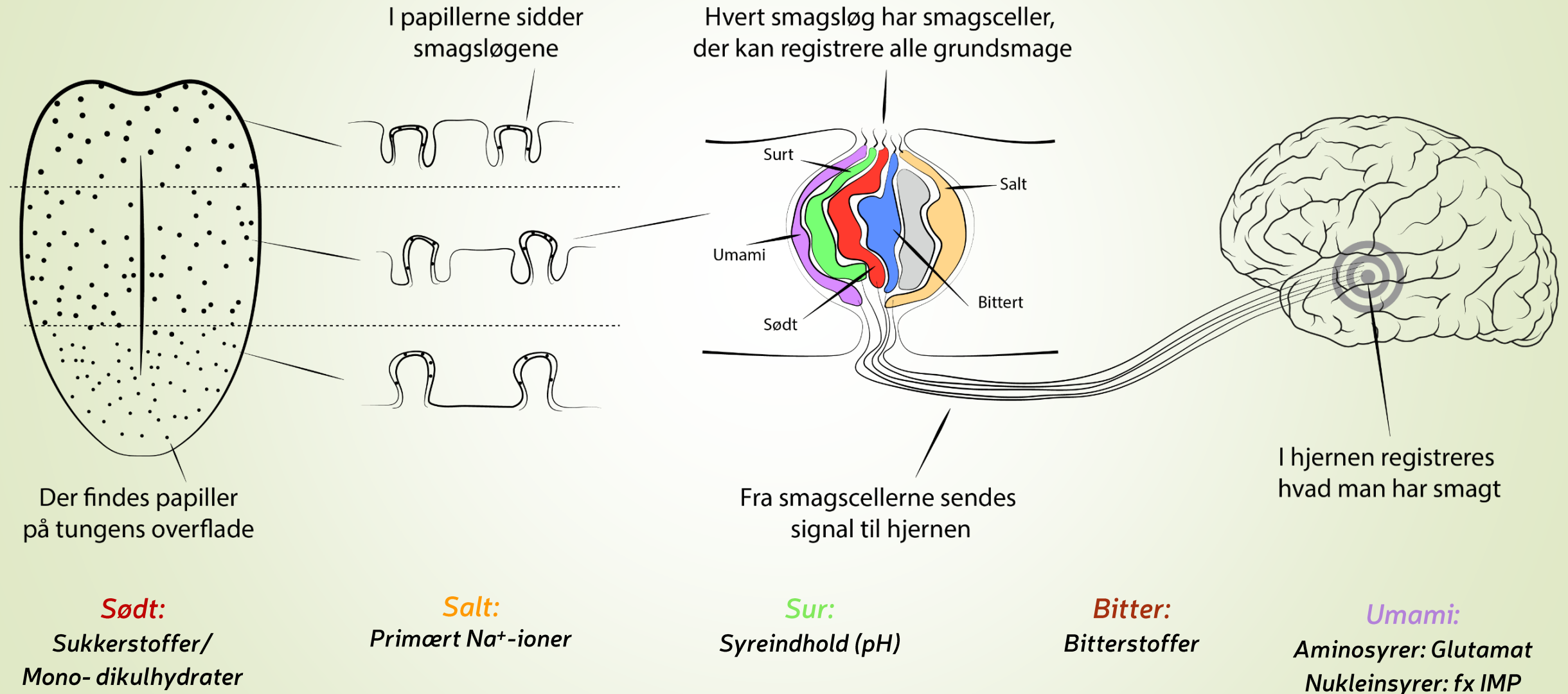
Simpel Sensorisk analyse



Elasticiteten påvirkes markant allerede ved 5% ved forhindring af dannelsen af glutennetværk

Med smagen som analyseapparat lærer man om kemi

- Smagsaktiviteter er engagerende og kan åbne op for en æstetisk forståelse af "ikke farlig" kemi



Undersøgelse af Gastronomi blander forskellige vidensområder

- Smagsoplevelsen har både æstetiske, kognitive, emotionelle, sociologiske og fysiologiske dele der kan undersøges

1. Madens gastrofysiske egenskaber

Enkelte molekyler
smagsstoffer
aromastoffer
kemestetiske stoffer

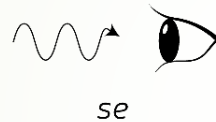
Tekstur
mikro- &
makroskopisk
struktur

Udseende
farver
former



1. Omgivelsernes påvirkninger

2. Interaktion med sanserne



se



høre



lugte

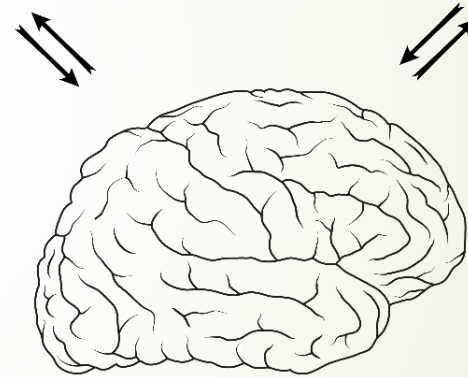


smage & føle

3. Fortolkning af smagsoplevelsen

Den momentære sindstilstand
fx. humør eller sult

Den semipermanente sindstilstand
fx. holdninger eller
tillært respons



Den permanente sindstilstand
genetiske forudsætninger

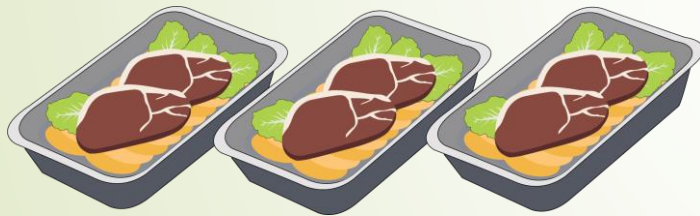
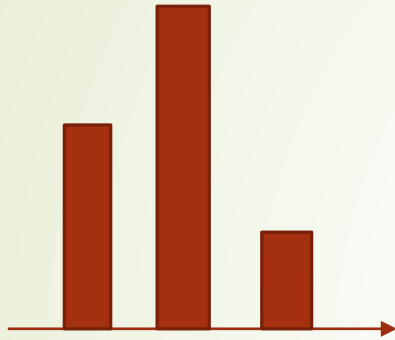
4. Respons på smagsoplevelsen

For at smagsoplevelsen skal give mening må vi anvende matematik!

- Sensorisk analyse

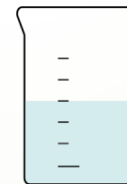
Hvordan bliver smag til matematik? (sensorik)

► Diskriminative tests – Når man vil vide **OM** man kan smage forskel

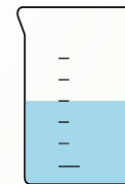


fx Triangeltest

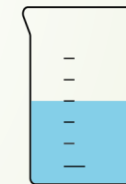
Kan vi smage forskel på 2 forskellige ting?



265



814



783



666



412

Smagsgrænser

Hvornår kan vi smage noget?

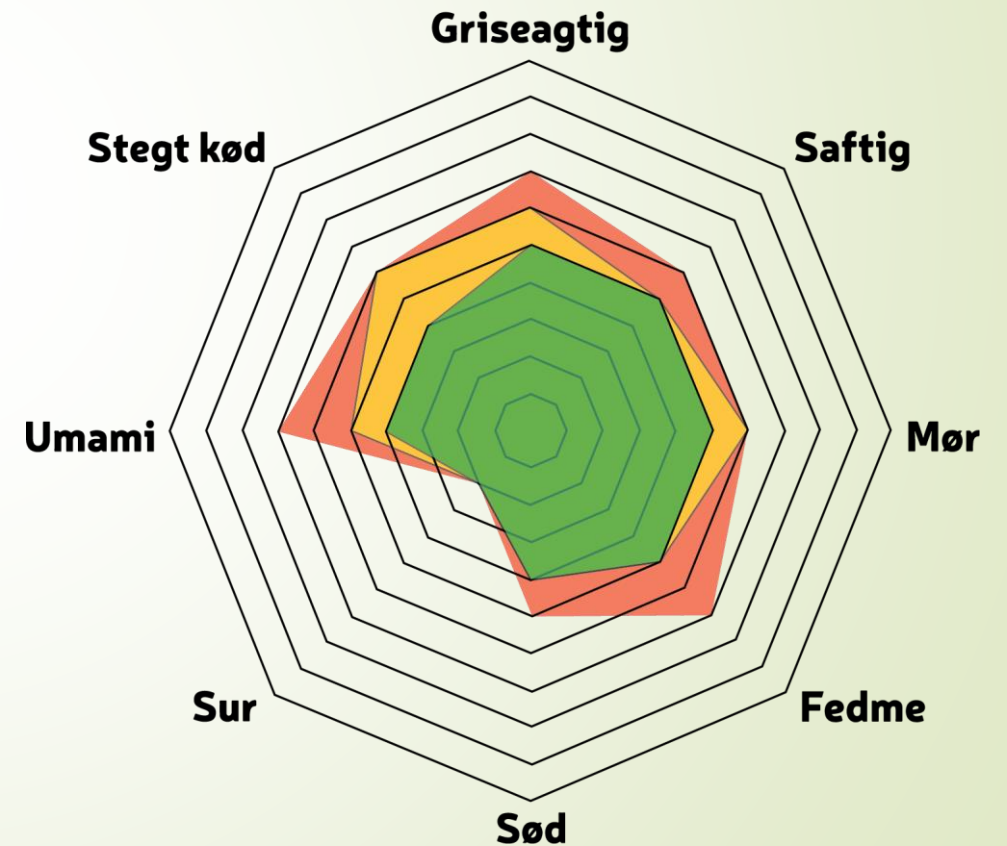
Hvordan bliver smag til matematik? (sensorik)

- Quantitative descriptive analysis (QDA): Flavour profil – når man vil vide **HVOR MEGET** maden smager af noget

Enkelt deskriptor (fx sød)



Flavourprofil
med spiderplot



Gastronomi – en historisk bevægelse mod naturfag

► *Gastronomi har historisk en naturfaglig diskurs der er blevet tydeligere*

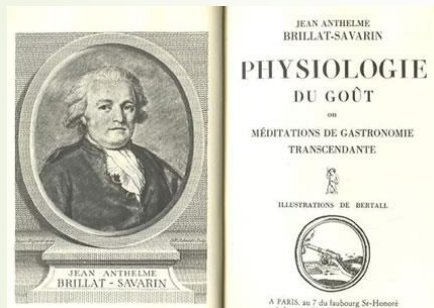
*L'art de la cuisine
française*
1833-1847
- Marie-Antoine Carême



"Grand sauces"

*Tilberedningers
Taksonomi*

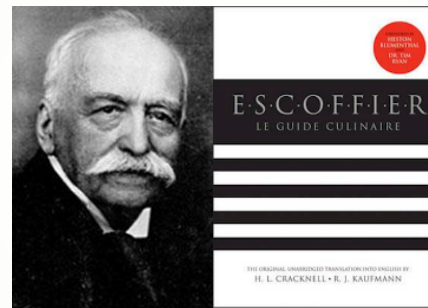
The Psychology of Taste
1825
- Jean A. Brillat-Savarin



"Gastronomy"

*Fokus på smagens
egenskaber*

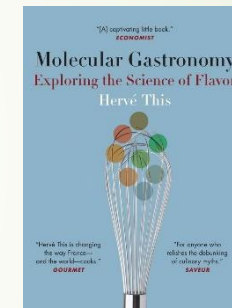
Le guide Cullinaire
1903
- Auguste Escoffier



"La Brigade
de cuisine"

*Teknik og
mestring*

Molecular- and
physical gastronomy
1988 (1970)
- Nicolas Kurti & Hervé This



"Molecular- and
physical
gastronomy"

Naturfagligt perspektiv

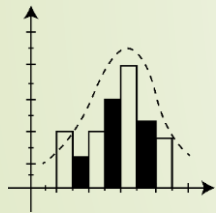
On food and cooking
1984
- Harold Mcgee

Hvordan var det nu STEM og gastronomi var forbundet?



Science i Gastrolab er Gastrofysik:

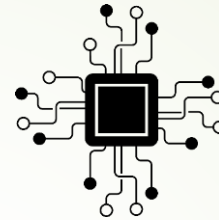
1. Gastronomisk naturfaglig undersøgelsesmetode
2. Et Gastronomisk naturfagligt vidensområde
 - Naturfaglig viden om madens fysik og kemi med gastronomisk relevans



Mathematics i Gastrolab er typisk:

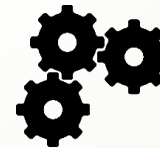
Modellering af de matematiske forhold for fx:

- Relevante Variable:
 - *Indholdsstoffer, temperatur, tid, konc., mekanisk påvirkning, pH, salt & bioteknologi.*
- Relevante Måleparametre
 - *Temp, pH, konc., struktur (mikro- og makroskopisk), sensorik (smag, aroma, tekstur, kemestesi)*



Technology i Gastrolab er hovedsageligt:

1. Bioteknologi (Mikrobiologi):
 - Enzymer, bakterier, gær, skimmel
2. Gastronomisk teknologi:
 - Konkret teknologi der anvendes til at styre / måle fysisk-kemisk processer i madlavningen.
 - Inkl. fx programmering af gastronomisk teknologi

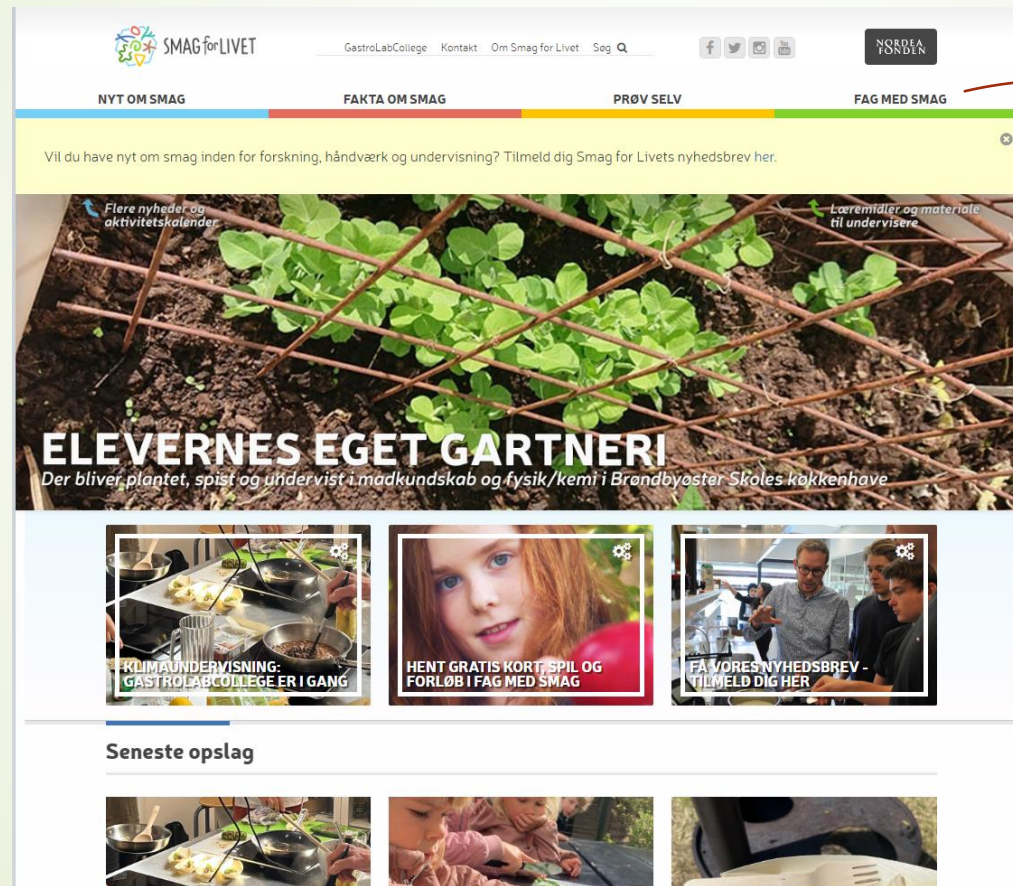


Engineering i Gastrolab er Gastroengineering:

Gastronomisk problemløsning













Arbejde med problemstillinger med gastronomisk karakter (inkl. innovation)

Fremstilling af prototyper på gastronomisk teknologi



The screenshot shows the website's navigation menu with categories: NYT OM SMAG, FAKTA OM SMAG, PRØV SELV, and FAG MED SMAG. A main banner features a photo of a garden with the headline "ELEVERNES EGET GARTNERI" and subtext "Der bliver plantet, spist og undervist i madkundskab og fysik/kemi i Brøndbyøster Skoles køkkenhave". Below the banner are three featured articles: "KLIMAUNDERVISNING: GASTROLAB COLLEGE ER I GANG", "HENT GRATIS KORT SPIL OG FORLØB I FAG MED SMAG", and "FÅ VORES NYHEDSBREV - TILMELD DIG HER". A "Seneste opslag" section at the bottom shows three small images of food preparation.

Du finder her undervisningsforløb, som foruden fagtekster, opskrifter og videoer indeholder konkrete idéer til, hvordan eleverne kan arbejde med og tilegne sig det faglige stof, herunder bl.a. opgaveark m.v.

 <p>Grundfberedning, Naturfag 1... Omeletten opføres af mange kokke som en skøn klassiker. Den udfordrer kokkens præstation... Læs mere</p>	 <p>Grundfberedning, Naturfag 1... I dette undervisningsforløb skal eleverne arbejde med meget madtekniske egenskaber... Læs mere</p>	 <p>Grundfberedning, Varekendskab 2... Når kokke fremstiller blæksprutter til velsmagende retter, ligger der ofte mange timer... Læs mere</p>
 <p>Grundfberedning, Varekendskab... Kartoffelen er én af kokkens bedste venner i køkkenet. Hvis den behandles med respekt og... Læs mere</p>	 <p>Naturfag i produktion... Formidlet med dette undervisningsforløb er, at eleverne opnår viden om fremstilling og... Læs mere</p>	 <p>Varekendskab 4... I modstrast til andre mullinger som blåmusling, kinnemusling og æsters, hvor man især... Læs mere</p>
 <p>Varekendskab 3... Med dette inspirationsmateriale kan eleverne arbejde med honning og bl.a. opind kendisak... Læs mere</p>	 <p>Madkundskab, Natur/teknologi... 2... I dette undervisningsforløb bliver eleverne klogere på to forskellige slags fisk... Læs mere</p>	 <p>Tværfaglig 4... Hvad vil det sige at arbejde innovativt? Og hvordan innoverer man i et køkken? Det giver... Læs mere</p>
 <p>Video</p>	 <p>Gastrooom</p>	 <p>Video Gastrooom</p>

Branche

<input type="checkbox"/> Bager	<input type="checkbox"/> Ernæring
<input type="checkbox"/> Gastronomi	<input type="checkbox"/> Mejerist
<input type="checkbox"/> Slagter	<input type="checkbox"/> Tjener

Råvarer

<input type="checkbox"/> Bagværk	<input type="checkbox"/> Frugt og grønt
<input type="checkbox"/> Høvet	<input type="checkbox"/> Is
<input type="checkbox"/> Kartoffel	<input type="checkbox"/> Ost
<input type="checkbox"/> Sævet	

