NLT samenvatting moleculaire gastronomie

**Hoofdstuk 1 – Inleiding
1.1 – De kok en de wetenschapper**Levensmiddelen: ingrediënten van een gerecht. Een levensmiddel is op zijn beurt weer opgebouwd uit ingrediënten. Er zijn twee soorten smaak:
 ***Taste****:* ***-***zoet; -bitter; ***Flavour***: betrekking op: smaak, geur en textiel van -zuur; -zout; een gerecht.
 -umami (hartig).
Koks maken gerechten uit levensmiddelen, met basisbewerkingen: *snijden, mengen, verhitten (of afkoelen), scheiden en concentreren.*
Op moleculair niveau bestaan *vijf basiscomponenten van alle levensmiddelen:* -Vetten; -Water; -Eiwitten; -Lucht; -Koolhydraten. Er zijn nog *smaakmakers:* stoffen die in kleine hoeveelheden een grote rol spelen (zouten/alcohol).

**1.2 – Moleculaire gastronomie**=*’’de tak van wetenschap die zich bezighoudt met het bestuderen van natuurkundige en chemische transformaties van eetbare materialen tijdens het koken, en de sensorische fenomenen die geassocieerd worden met hun consumptie’’.* (De keuken en de wetenschap hebben elkaar gevonden).

Het *wetenschappelijke doel* :
 **\***het onderzoeken van recepten, kookgebruiken en kookwijsheden;
 **\***het verklaren van de chemische en fysische processen tijdens het koken.
Het *toepassingsgerichte doel*:
 **\***kennis van fysische/chemische processen van koken gebruiken om nieuwe kookinstrumenten en ingrediënten te ontwikkelen;
 **\***m.b.v. de opgedane kennis nieuwe gerechten ontwerpen. Geen trial-and-error meer.

Moleculair gastronomische gerechten: gerechten, vernieuwd op basis van kennis van de moleculaire gastronomie.

**Hoofdstuk 2 - De basis**
**2.1 – Can we do you a flavour?**Bij het eten van een gerecht doe je waarnemingen: *ruiken, proeven, voelen, zien horen.* Bij flavour van een gerecht gaat het om smaak, geur en textuur.
 **2.1.1 – Smaak**
*Smaak* = het waarnemen van niet-vluchtige stoffen m.b.v. receptoren op de tong.

*Smaakpapillen* zijn de plooien op je tong die zorgen voor een vergroot oppervlak. 3 typen:
 \*Paddenstoelvormige papillen (Fungiform papillae). Zitten op het voorste 2/3e deel v.d. tong; ze bevatten gemiddeld 4 smaakknoppen (taste buds);
 \*Omwalde papillen (Vallate papillae). Grote, ronde papillen die als een V op het achterste deel van de tong liggen. Gemiddeld 250 taste buds.
 \*Bladvormige papillen (Folitae papillae). Liggen in de lengte v.d. tong. Ca. 1300 taste buds.

Smaakstoffen hebben *dempelwaarde*: minimale concentratie die nodig is om de smaakstof waar te nemen. Ouderen hebben hogere drempelwaarde dan jongeren. Redenen voor aftakeling smaak: smaakcellen breken af en worden nooit bijgemaakt, gewenning, en roken.

**2.1.2 – Geur**95% van de flavour wordt bepaald door *geur*. Als je verkouden bent proef je minder. Verschil tussen *smaak* en *geur:* bij smaak worden *niet*-*vluchtige* stoffen waargenomen. Bij geur *vluchtige* stoffen.

Om geur waar te kunnen nemen moet de concentratie van die geur boven de *grenswaarde* zitten. Geurstoffen (aromastoffen) zijn vaak goed oplosbaar in olie. Smaakstoffen juist beter in water. Omdat geurstoffen een laag kookpunt hebben zijn ze bij kamertemperatuur al in gasfase. Om te voorkomen dat de geuren tijdens het koken vervliegen: deksel op de pan.
Partitiecoëfficient*:* $K\_{p}$ = $\frac{[A]\_{O}}{[A]\_{W}}$ de verhouding waarin een stof zich verdeelt over water en olie. $[A]\_{W}$

Is de concentratie in mol/L van stof A in water en $[A]\_{O}$ de concentratie van stof A in mol/L in olie.
Als geldt: $0\leq P\leq $ 1, dan is de stof hydrofiel (waterlover) en wordt het op de tong waargenomen.
Als geldt: P > 1, de stof is hydrofoob en wil met olie binden 🡪 wordt in de neus waargenomen.
Als geldt: P = 1, dan is de stof even hydrofiel als –foob.
**2.1.3 – Textuur**Textiel heeft te maken met wat je *voelt* in je mond als je voedsel kauwt en doorslikt. Bepaald door structuur: de manier waarop koolhydraten, vetten, eiwitten en het water in het levensmiddel geordend zijn. Textuur heeft invloed op de snelheid van het vrijgeven van geurstoffen.

De geurstof zit opgesloten in de structuur. Of deze wordt waargenomen hangt af van eigenschappen van de geur en het feit of het hydrofiel/hydrofoob is.

Snelheid waarmee het molecuul zich verplaatst door de structuur= belangrijk voor de waarneming.

**2.1.4 – Het zien**Door naar een gerecht te kijken kun je iets zeggen over de rijpheid.

**2.2 – Het meten van flavour**

*Producteigenschappen* kun je meten en zo kan *subjectieve* *waarneming* van flavour en uitstraling vertaald worden naar objectieve metingen. Sensorisch onderzoek vormt een verbinding tussen subjectieve waarneming en objectieve meting. Wordt bijv. gedaan bij testen nieuw gerecht.

**2.3 – Van basiscomponenten naar structuren**De 5 basiscomponenten (*vetten, eiwitten, koolhydraten, water, lucht*) zijn in elk levensmiddel op een andere manier geordend: de structuur. Levensmiddelen hebben op microschaal structuren die uiteindelijk producteigenschappen zoals dikte, smaak en kleur van het product bepalen.

Gerechten met *dezelfde* hoeveelheid *basiscomponenten* kunnen toch totaal andere producteigenschappen hebben door microstructuur ( structuur in een levensmiddel op microschaal).
\*Voordat melk wordt verkocht in de winkel wordt het *gehomogeniseerd*, dit voorkomt de *oproming* van de vetfractie in de melk. Oproming = als vetdruppels zich door de melk naar boven verplaatsen.

Gerechten bestaan uit dispersies: bestaand uit een *opgeloste* *fase* (disperse fase) en een *continue* *fase* (de fase waarin de opgeloste fase zit). In een dispersie zijn de basiscomponenten op microschaal met elkaar gemengd en in een oplossing zijn de basiscomponenten op moleculaire schaal gemengd.Dispersies zijn colloïdale structuren: een *colloïd* is een deeltje groter dan een molecuul, maar te klein om te kunnen zien.

**2.4 – Van ingrediënten naar basiscomponenten
2.4.1 – Van basiscomponenten naar structuren**Doordat een watermolecuul niet lineair is maar hoekig, is de ene kant v.h. molecuul licht + geladen en de andere kant licht -.

Zo wordt het H-atoom van het ene watermolecuul aangetrokken door het O-atoom van het andere watermolecuul 🡪 H-bruggen!

De OH-groep van ethanol en de N$H\_{2}$-groep van aminozuren kunnen H-bruggen maken tussen het H-atoom en N-atoom. Ook de C=O, CO, HF-groepen kunnen H-bruggen vormen met een H-atoom.

**2.4.2 – Koolhydraten**koolhydraten zijn verbindingen bestaande uit C-, H-, en O-atomen. Alle koolhydraat-moleculen hebben allemaal meerdere OH-groepen. Daarnaast hebben ze een aldehyde: of keton:
Koolhydraten worden onderverdeeld in 4 groepen:
 \*Monosachariden;
 \*Disachariden;
 \*Oligosachariden;
 \*Polysachariden.

**Mono- en disachariden**Monosachariden zijn de kleinste (meest eenvoudige moleculen) onder de koolhydraten. Voorbeelden zijn fructose/glucose. Monosachariden komen in 2 structuren voor in de natuur; in lineaire structuur en ring-vorm. Wanneer een suiker is opgelost, kan hij tussen deze 2 vormen switchen (evenwicht).

Disachariden: wanneer fructose en glucose aan elkaar worden gekoppeld, ontstaat sacharose (een *disacharide*). Sacharose kan weer splitsen in fructose en glucose. Vb: *glucose* + *galactose* = *lactose*.

**Oligosachariden**Dit zijn meervoudige sachariden (3, 4 of 5 aan elkaar geketende monosachariden). Zitten voornamelijk in zaden, zijn vorm van opgeslagen energie. Uit ons voedsel kunnen we in de dunne darm *alleen enkelvoudige sachariden (monosachariden) opnemen in het bloed:* onze spijsvertering maakt geen enzymen om oligosachariden af te breken tot monosachariden.

**Polysachariden***Macromoleculen* waarin *20* tot *5000* *monosachariden* aan elkaar gekoppeld zijn. Vb: zetmeel/cellulose. Ook polysachariden hebben meerdere OH-groepen, zo kunnen ze interacties aangaan met water d.m.v. H-bruggen. Bij sommige polysachariden is de aantrekking tussen de ketens onderling zo groot dat ze niet oplossen in water. Dan zijn de dus colloïde.

Polysachariden kun je onderscheiden in *lineaire* en *vertakte* *polysachariden*. In een *lineaire* zitten alle monosachariden in één lange keten (hebben eventueel zijtakken). V*ertakte* *polysachariden* onderscheidt men door het aantal soorten monosachariden in de keten (is er één soort: **homoglucaan**, méér dan een soort: **heteroglucaan**.

Zetmeel bestaat uit 2 verschillende polysachariden: *amylose* en *amylopectine*. Het zijn *homoglucanen*. Het verschil is dat amylose lineair is en amylopectine is vertakt.Dextraan is een *vertakt polysacharide*, het bestaat uit een repeterende-eenheid glucose met glucose-eenheden als vertakkingen. Het is *homoglucaan*.

**2.4.3 – Eiwitten**Eiwitten zitten in *cellen* van alle *organismen*. Sommige zijn bouwstoffen, anderen regelen processen:
 \*Aminozuren
 \*Peptiden Onderscheid = gebaseerd op grootte van het molecuul.
 \*Eiwitten
 **Aminozuren**De kleinste eenheden, ze zijn de bouwstenen van eiwitten. Hebben een zure (corboxyl-) en basische (amino-) kant en heten dus amfolyt. Er bestaan meer dan 200 soorten aminozuren.

**Peptiden**Een keten van een aantal aan elkaar gekoppelde aminozuren. Kunnen vergeleken worden met *disachariden en oligosachariden* onder de koolhydraten. Twee aminozuren koppelen door een binding tussen de COOH-groep van het ene aminozuur en de N$H\_{2}$-groep van het andere aminozuur.

**Eiwitten**
De aminozuren zitten in een lange keten aan elkaar. De restgroepen van de aminozuren steken uit de keten naar buiten. De volgorde van aminozuren in de keten = primaire structuur. De keten kan zich ook vormen tot spiraalstructuur: secundaire structuur. Een spiraalstructuur komt tot stand omdat de vier aminozuren een H-brug aangaan tussen de C=O en N-H-groep van de tegenover elkaar liggende aminozuren. Er zijn op verschillende plaatsen verschillende soorten bindingen tussen aminozuren:
 \*Extra waterstofbruggen
 \*Covalente zwavelbindingen
 \*Ionbindingen
Deze bindingen zorgen dat de tertiaire structuur gevormd wordt. Eiwitten kunnen ook complexen vormen met elkaar: de H-bruggen en/of ionbindingen plakken tegen elkaar: quaternaire structuur.

**2.4.4 – Vetten**Alle vetten hebben dezelfde structuur. Ze kunnen echter andere vetzuren bevatten. De vetzuursamenstelling kan voor een verschil van eigenschap zorgen. Oliën: vetten die bij kamertemperatuur vloeibaar zijn. Vetten zijn voor energieopslag. Energie kan ook opgeslagen worden als glycogeen of glucose, maar energieopslag in vet is efficiëner: vet heeft per gram de meeste energie.
**Structuur**
Vetten en oliën zijn **triglyceriden** met lange *apolaire* staarten: ze bestaan uit glycerol en 3 vetzuren die door afsplitsing zijn gekoppeld. Dat proces heet *verestering*. Er zijn 50 natuurlijke vetzuren.

**Vetten en verzadiging**
Oliën zijn vloeibaar, vetten vast. Het verschil komt door verzadiging van de vetzuren die aan glycerol gebonden zijn. *Onverzadigde vetzuren* hebben één of meer dubbele bindingen tussen de C-atomen in de keten, *verzadigde vetzuren* hebben alleen maar enkelvoudige bindingen. Verzadigde moleculen zijn flexibel en kunnen sterke vanderwaalsbindingen aangaan, onverzadigde moleculen niet. Hoe zwakker de vanderwaalsbinding, hoe lager het smeltpunt.

**Hoofdstuk 3 – Emulsies**Schiften: als bij mengen van olie aan een goedje, er scheiding tussen deze twee stoffen optreedt.
Emulsies: verzamelnaam voor producten als mayonaise, yoghurt, melk, boter, margarine en sladressings. Het bestaat uit 2 vloeistoffen (olie en water) die op microniveau in elkaar zijn opgelost.

**3.1 – Wat is een emulsie?***Een emulsie is opgebouwd uit water & vetten. Normaal gesproken mengen water en vet (of olie) niet. Door de aanwezigheid van een derde stof, een emulgator, mengen ze wel.*De disperse fase zijn de *oliedruppels.* De continue fase is het *water*.

De *witte kleur* van emulsies wordt veroorzaakt door de deeltjesgrootte van de vetdruppels. Water is helder omdat de golflengte van het licht groter is dan de diameter van de watermoleculen. De diameter van vetdruppels is groter dan de golflengte van het licht, hierdoor raakt het licht de vetdeeltjes en raakt verstrooid 🡪 witte kleur.
De meeste emulsies zijn *vloeibaar*, maar niet elke emulsie is vloeibaar.

**3.2 – Water en waterstofbruggen**Een emulsie bestaat uit hydrofiele (water), hydrofobe (olie) en amphifiele moleculen (emulgatoren). De vorming van H-bruggen speelt een belangrijke rol bij emulsies.

**3.3 – Vetten en hydrofobe reacties***Vetten en oliën verschillen in smeltpunt:* Een vet is hard en een olie vloeibaar op kamertemperatuur. Vetten komen vooral uit dierlijke bronnen. Oliën vooral uit plantaardige bronnen. Olie kan geen H-bruggen vormen omdat het hydrofoob is. Als olie gemengd wordt met water, worden de H-bruggen tussen de watermoleculen ook verstoord. Om toch zoveel mogelijk H-bruggen te houden kunnen watermoleculen zich in kooi vorm ordenen rondom oliedruppels. Het max. aantal H-bruggen levert het systeem namelijk een energie-voordeel op.

Als 2 oliedruppels in water gemengd worden klonteren ze samen. Doordat het opp. van de samengeklonterde druppel kleiner is dan het opp. van de twee druppels apart, kunnen de watermoleculen meer H-bruggen vormen.

**3.4 – Emulgatoren (oppervlakteactieve stoffen)**Een emulgator wordt ook wel een *oppervlakteactieve* *stof* genoemd. Een emulgator is een *amphifiel molecuul*; hij heeft zowel interacite met hydrofobe als hydrofiele moleculen.
Er bestaan 2 soorten emulsies: O/W en W/O emulsies. De aard van de emulgator bepaalt welke van deze twee emulsies gevormd wordt, want elke emulgator heeft toch een lichte voorkeur voor olie- of waterfase. Die voorkeur wordt uitgedrukt in hydrofiele/lipofiele balans (HLB). De HLB-schaal loopt van 0 tot 20. Als de emulgator een lage HLB heeft(3-6) heeft hij voorkeur voor oliefase. Een hoge HLB geeft voorkeur voor waterfase aan. Formule: **HLB = 20 \* (**$M\_{W}$ **/** $M\_{O}$**).** $M\_{W}$ = molecuulgewicht van het hydrofiele gedeelte van de emulgator. $M\_{O}$ = molecuulgewicht van de totale emulgator.

**3.5 – Emulsies in de keuken
3.5.1 – Room en boter**Zie schema voor hoe enkele zuivelproducten gemaakt worden uit melk.

Boter is een emulsie, maar een bijzondere: hij is niet vloeibaar maar vast.

De belangrijkste componenten van room: vetdruppels (disperse fase) en water (continue fase). In ’t water zijn o.a. melkeiwitten en lactose opgelost (plasma van het melk). De *emulgator van het room*: een speciaal membraan dat is opgebouwd uit meerdere lagen eiwitten.

Boter is een vaste W/O-emulsie en room is een vaste O/W emulsie.
Hoe kun je van room, boter maken?
 \*Van een vloeibare emulsie een vaste emulsie maken;
 \*De olie-in-water emulsie moet een water-in-olie emulsie worden.
De vetten in melk hebben voornamelijk verzadigde vetzuren, die hebben een hoog smeltpunt. De verschillende vetzuren in room hebben allemaal een ander smeltpunt, daardoor is in de melk altijd een gedeelte van het vet in vloeibare vorm aanwezig en een gedeelte in vaste vorm. De vaste vorm wordt ook wel de kristalvorm genoemd. Het aandeel vet in kristalvorm wordt groter als de temp. Daalt. Is de room 14 graden, dan zal een zodanig percentage van de vetten vast worden, dat de vloeibare emulsie vast wordt.

Wil je de O/W emulsie veranderen in de W/O emulsie, dan maak je gebruik van het feit dat vet in de room meer affiniteit voor lucht heeft dan voor water. Als je luchtbellen in de room klopt, zal het vet zich op het grensvlak van de lucht en de room gaan begeven. Op dat grensvlak gaat vloeibaar vet en een deel van membraan over de luchtbel. Door de hoge concentratie van het vet hechten meerdere vetbolletjes aan één luchtbel. Dan gaan twee luchtbellen in elkaar over (coalesceren), dan wordt hun oppervlakte kleiner en worden de aanwezige vetbollen naar elkaar toegedreven. Het vloeibare vet klontert samen. Ga je dan door met opkloppen, dan krijgt het klonteren de overhand (**karnen**). Er ontstaan dus steeds grotere klonters. Er komt meer vloeibaar vet vrij en op het eind van het karnen zijn er weinig luchtbellen over. Er komt een *netwerk* van geklonterde vetbollen die de waterfase insluit 🡪 de continue fase = vet met daartussen nog wat waterdruppels. Nu is de emulsie omgeslagen van O/W naar W/O.

**3.5.2 – Vinaigrette**Het is een sladressing. De basis bestaat uit 1/3 water, 2/3 olie. De waterfase is meestal azijn. Het wordt gemaakt door de olie, azijn en andere ingrediënten door elkaar te schudden. Dan ontstaat een troebele emulsie. Direct daarna giet men het goedje over de sla. Het kan zowel O/W als W/O zijn.
De O/W-emulsie is dik, lobbig en wit. De W/O is doorzichtig en veel dunner. De viscositeit = de hoeveelheid energie die verloren gaat bij het stromen v.d. vloeistof (door wrijving). Stel je hebt twee platen met een vloeistof ertussen. De éné plaat beweegt wel, de andere niet. Formule:
 **A = opp van de platen
 d = afstand tussen de platen
 v = snelheid waarmee de platen bewegen F =** $\frac{A \* v \* η }{d}$ **η = (constante) hangt af van
 de mate van wrijving tussen moleculen (viscositeit)

3.6 Stabiliteit van emulsies**Emulsie is stabiel als de twee fasen die gemengd zijn, niet ontmengen (*schiften*). De stabiliteitsfactoren kun je uitrekenen. Je begint met nagaan welke krachten op één oliedruppel werkt in een gerecht. En welke fysische krachten hebben invloed op de druppel?

twee krachten werken altijd op een druppel: Fzw en Fopwaarts. Fopwaarts is groter dan Fzw, de resultante zorgt dus voor een versnelling naar boven (zie afb). Fzw en Fopwaarts veranderen niet. Fwr verandert wel: grotere snelheid = grotere Fwr. Hier volgen heeeel veel formules:

 

Opwaartse kracht:



Wrijvingskracht





**3.7 – Emulsies in de moleculair gastronomische keuken
3.7.1 – Moleculaire boter maken**Boter heeft meerdere smeltpunten (een smelttraject). Het smelttraject van boter loopt van -50⁰C tot +40⁰C. Bij 4⁰C is 70% van de boter vast. Bij 30⁰C is 10% in vaste vorm.
Roomboter kun je in 3 fracties verdelen op basis van smeltpunt:
 \*1e: korte vetzuren met dubbele bindingen; smeltpunten tussen -50⁰C en 10⁰C
 \*2e: korte vetzuurketens met soms enkele binding; smeltpunten tussen 10⁰C en 20⁰C
 \*3e: verzadigde vetten, smeltpunten tussen de 20⁰C en 40⁰C

**3.7.2 – Mayonaise… maar dan anders!**Mayonaise bestaat uit olie, water en emulgator. Er kunnen andere ingrediënten in zitten. Met kennis van emulsies kun je hele andere sauzen maken! (Mayo voor mensen met allergie voor kippeneiwit.)

**3.7.3 – Aioli**Bestaat uit olijfolie en geperste knoflook. Hoe meng je dit? Het blijkt dat knoflook oppervlakte-actieve moleculen heeft, deze moleculen gaan (net als andere emulgatoren) op het grensvlak van olie en water zitten. Dit kan bij meer groenten, als je ze maar kapot kan maken en als er maar oppervlakte-actieve moleculen in zitten.

**Hoofdstuk 4 – Schuimen**Naast slagroom en chocolademousse, zijn brood en ijs ook schuimen. Overeenkomst: er zit gas in.
*Schuim is een dispersie van gas in een continue fase*. De continue fase bestaat uit een combi van de basiscomponenten *water, eiwitten, koolhydraten en vetten*. Niet alle basiscomponenten zitten in elk schuim. De gasbellen in schuim variëren in grootte van enkele millimeters tot enkele centimeters. De continue fase vormt vaak een dunne laag (ook wel **filmlaag**). Je kan schuimen indelen in 2 groepen:
 \*schuimen die gebaseerd zijn op eiwitten en koolhydraten;
 \*schuimen die gebaseerd zijn op eiwitten en vetten.

**4.1 – De rol van *eiwitten* in een schuim**
Als vb. in dit hoofdstuk kijk je telkens naar de *meringue*: een luchtig en knapperig schuimpje. De belangrijkste ingrediënten: *eiwit* en *suiker*. Als je een standaardrecept wilt van een schuim, waarmee je de schuim met allerlei ingrediënten zou kunnen maken, moet je kijken naar de variatie van concentratie v.d. basiscomponenten. In de meringue worden basiscomponenten eiwit, suiker en lucht met elkaar gemengd. Het *eiwit* heeft 3 functies in een meringue:
 \*Dient als emulgator, ook wel een oppervlakte-actieve stof genoemd
 \*Zorgt dat het schuim stabiel blijft wanneer het is opgeklopt
 \*Door de denaturatie v.h. eiwit in de oven, wordt het schuim nog stabieler.

Meringue maken: klop het eiwit (je slaat lucht, de disperse fase, in het water v.h. eiwit). De emulgatoren in het wit van het ei zijn eiwitten (proteïnen). Er zit wat tijd tussen het opkloppen van het schuim en het in de oven zetten, in die tijd zorgt het eiwit **met de** suiker ervoor dat het schuim niet inzakt. Als de meringue in de oven zit, gaan de eiwitten denatureren (=de verandering van de structuur o.i.v. warmte, zuur, alcoholen, zout of kloppen) Door het denatureren en door de toegevoegde suiker wordt het vloeibare schuim een vaste schuim.

Om *eiwitdenaturatie* te begrijpen moet je inzoomen op de secundaire en tertiaire structuur van eiwitten: Secundaire structuur = de ruimtelijke vorm die het eiwit aanneemt. Dit wordt bepaald door de H-bruggen die de aminozuren met elkaar aangaan. Er kan een *spiraalstructuur* (α-helix) of een *β-plaat* (als het eiwit niet d.m.v. H-bruggen een spiraal kan worden) ontstaan.
Tertiaire structuur = de manier waarop deze een β-platen en α-helixen driedimensionaal gerangschikt zijn. Conformatie van het eiwit: = de optelsom van secundaire en tertiaire structuur v.h. eiwit. Gebaseerd op de conformatie kunnen 2 typen eiwitten onderscheiden worden:
 \*Globulaire eiwitten
 \*Randol coil eiwitten
Globulaire eiwitten hebben veel secundaire en tertiaire structuren. Hij heeft een hydrofobe kern en een hydrofiele buitenkant. Hij is erg compact en zwelt dus niet op in water.
Random coil eiwitten zijn lange lineaire ketens (zonder secundaire/tertiaire structuur). Ze zijn in ronde vorm opgerold en de afmetingen hangen af van: de temperatuur, buigbaarheid van de keten en het type oplosmiddel.

Bij denaturatie worden *globulaire eiwitten* omgezet in *random coil eiwitten*. Meringue bestaat vooral uit globulair eiwit. Naast H-bruggen spelen ook andere bindingen een rol in de *stabilisatie* v.h. molecuul: \*covalente zwavelbindingen
 \*Hydrofobe interacties
 \*Vanderwaalsbindingen
 \*Ionbindingen
Bij het verhitten van meringueschuim treden meer veranderingen op: de H-bruggen, ionbindingen, vanderwaalsbindingen en covalente zwavelbindingen worden verbroken. 🡪 het eiwit gaat van globulaire structuur naar een random coil eiwit. Het meringueschuim wordt hard en wit. Eiwitdenaturatie in een aantal stappen:
 1) Eiwitten zijn nog globulair
 2) Er zijn een aantal verbindingen zoals H-bruggen verbroken
 3) De eiwitten gebruiken de plaatsen waar bindingen zijn verbroken om nieuwe bindingen aan te
 gaan met andere eiwitten.
Eiwitdenaturatie is in principe een omkeerbaar proces: er bestaat evenwicht tussen stap 1 & 2. Echter is na een tijdje de reactie aflopend (naar stap 3) en onomkeerbaar.

**4.2 – De rol van *suikers* in schuim**Voor meringue gebruikt men sacharose (disacharide). Sacharose is in moleculair opgeloste vorm aanwezig in de continue fase van de meringue. Functies van mono- en disachariden in schuim:
 \*om de schuim zoeter te maken;
 \*Als de schuim gebakken is, zorgt het voor de *knapperigheid*;
 \*Belangrijk bij de dikte van het schuim;
 \*voorkomt (vóórdat het schuim de oven in gaat) dat het inzakt door vloeistofuitloop;
 \*verhoogt de viscositeit
Als je de meringue verwarmt, verdampt water en stijgt de suikerconcentratie 🡪 viscositeit neemt toe. Dit zorgt er samen met de eiwitdenaturatie voor dat het vloeibare schuim vast schuim wordt.

**4.3 – De stabiliteit van schuimen**Doodslaan = het *inzakken* van een schuim. Een schuim is *stabiel* als niet meteen alle lucht eruit gaat. 3 processen die de stabiliteit van het schuim bepalen:
 \*Drainage
 \*Disproportionatie
 \*Coalescentie

**Drainage**=Het verschijnsel dat de vloeistof die de continue fase v.h. schuim vormt, tussen de gasbellen uitloopt. 🡪 schuim zakt sneller in elkaar (is minder lang stabiel). Oorzaak: Fzw trekt de vloeistof naar beneden: **Fzw = m\*g.** De snelheid waarmee drainage gebeurt, hangt af van de *hoeveelheid vloeistof* aanwezig in het schuim 🡪 veel vloeistof 🡪 massa vloeistof groot 🡪 Fzw groot 🡪 snelheid hoog. Die snelheid neemt af als er al een gedeelte v.d. vloeistof uitgelopen is. Drainage te *voorkomen* door viscositeit te verhogen. Men meet drainage door het volume van de vloeistof die onder de schuim zit te meten. Formule voor de drainage:
  **Disproportionering**=Het groter en groter worden van gasbellen. Dit komt door het drukverschil tussen grote & kleine gasbellen. (*doodslaan* van bier.)

Bij disproportionering verplaatst het gas in de luchtbellen zich. Dit kan twee richtingen in: Van een kleine luchtbel naar een grotere luchtbel; Van luchtbel naar de lucht buiten schuim, die een oneindig grote luchtbel vormt.

De lucht gaat **zomaar** stromen omdat er een drukverschil is. De hoeveelheid gas dat oplost in de continue fase is een functie van de druk in de luchtbel:
 **r = straal (m);
Δp =** $P\_{IN}$ **-** $P\_{BUITEN}$ **=** $\frac{2y}{r}$ **p = de druk in/buiten de luchtbel (pascal);
 y = oppervlaktespanning v.d. bel (N/m);
 Δp = druk in de luchtbel.**

Naast drukverschil speelt ook oplosbaarheid v.h. gas in de vloeistof een rol. Het ene gas is beter oplosbaar in water dan het andere. De gasmoleculen verplaatsen zich door de vloeistof van de kleine luchtbel naar de grote luchtbel. Het gas moet de weerstand oplosbaarheid overwinnen om zich te kunnen verplaatsen.

**Coalescentie**=Het samengaan van twee luchtbellen in het schuim waartussen een erg dunne laag vloeistof zit (10-100nm). De dunne ‘’film’’ tussen de luchtbellen breekt en de druppels vormen samen één druppel.

Tegengaan van coalescentie: \*Eiwitten kunnen rondom de luchtbel gaan zitten, er ontstaat soort elastische laag, die laag beschermt de luchtbel tegen samensmelten met andere luchtbel.
 \*De laag vloeistof tussen luchtbellen groter maken.
Coalescentie en disproportinering 🡪 gasbellen in schuim worden groter. Het treedt niet alleen op tussen gasbellen in schuim onderling, beide processen gebeuren ook tussen gasbellen in het schuim enerzijds en de lucht buiten het schuim anderzijds. Door deze twee processen zullen de gasbellen op den duur verdwijnen 🡪 schuim wordt onstabiel.

**4.4 – Voorbeelden van schuimen in de moleculair gastronomische keuken
4.4.1 – Hoe eiwitten ervoor zorgen dat het mooiste champagneschuim gevormd wordt**De kwaliteit van de schuimkraag van champagne was de laatste tijd slechter geworden: was ooit gewoon stabiel, maar werd met steeds grotere bellen. In onderzoek keek men naar de invloed van eiwit op het schuimen. Sinds aantal jaren gebruikt men een filtratieapparaat voor betere helderheid in champagne. Men dacht dat het daar aan had kunnen liggen.

**4.4.2 – De sabayon**Totaal nutteloze info. Kijk maar lekker op blz. 93

**4.4.3 – Hetzelfde schuim met andere eiwitten**Uit onderzoek bleek dat de hoeveelheid eiwit niet beperkend is voor de hoeveelheid schuim die gevormd kan worden (10 g per liter vloeistof = genoeg). De hoeveelheid vloeistof is dat wel 🡪 minder vloeistof = minder vloeistof tussen de bellen. De hoeveelheid vloeistof kan vergroot worden door meer water of meer suiker toe te voegen. Suiker bindt water met H-bruggen 🡪 vergroting volume v.h. schuim. En suiker zorgt voor grotere viscositeit.

Als alléén eiwit wordt gebruikt voor meringue, ontstaat rubberachtige structuur, terwijl men juist knapperigheid wil. En hoe meer suiker, hoe meer knapperigheid.

**4.4.4 – Espuma’s maken met de kidde**Kidde = een nieuw apparaat waarmee tegenwoordig veel verschillende schuimen worden gemaakt. Een kidde is een soort slagroomspuit, maar dan een stuk flexibeler.