

# Lærerinfor til salon 1

## Iskrystaller – vand på fast form

Af Helle Brønnum Carlsen og Henrik Birkmann

### Indhold

|                                                            |   |
|------------------------------------------------------------|---|
| De fire temaer: Vand, Luft, Jord og Ild, formålet med VAND | 1 |
| Jagten på den perfekte is                                  | 2 |
| Den perfekte balance mellem vand på flydende og fast form  | 3 |
| De mange slags sukker                                      | 3 |
| Sukkerarterne og deres karakteristika                      | 4 |
| Praktisk forslag til læreren                               | 5 |
| Links og litteratur                                        | 5 |

Målet med dette materiale er, at du som underviser bliver inspireret til at eksperimentere og opnå lige den is, du og eleverne bedst kan lide.

Materialet består af:

- Video fra salon om iskrystaller med Cathrine Østerberg og Markus Grigo
- Elevmateriale med forsøg og opskrifter
- Denne lærerinfor.

### De fire temaer: Vand, Luft, Jord og Ild

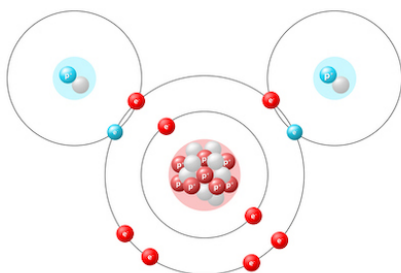
NatMad – Naturvidenskab & Mad arbejder med fire temaer: Vand, Luft, Jord og Ild. Til hvert tema er der 4 emner, som hver bliver udfoldet i en salon og et tilhørende undervisningsmateriale.

I lærerinfor finder du baggrundsviden om de enkelte emner – her er det VAND:

### Formålet med VAND

Vand er en af de vigtigste bestanddele på vores klode og i vores krop - og ikke mindst i vores råvarer. Når vi går i køkkenet og på den ene eller anden måde tilbereder eller håndterer vores råvarer, spiller vand en stor rolle for det endelige resultat af enten madens form, tekstur, udseende, lugt eller lyd.

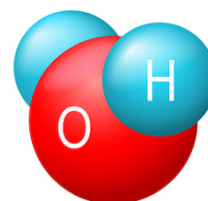
Vand består af 2 hydrogenmolekyler og et oxygenmolekyle, som deles om de negative elektroner i dets atom. I denne deling skabes en binding, der kaldes en *kovalent binding*.



Kovalent binding

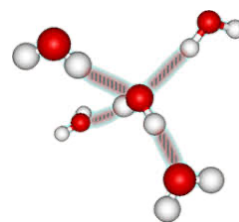
Selve vandmolekylet kan minde lidt om Mickey Mouse. Ørerne er de to hydrogenatomer, der skaber en positiv side i vandmolekylet.

Hovedet består af det større oxygenatom. På grund af oxygenatomets størrelse har det elektronerne tættere på. Det kaldes høj elektronegativitet og skaber en negativ side af vandmolekylet.

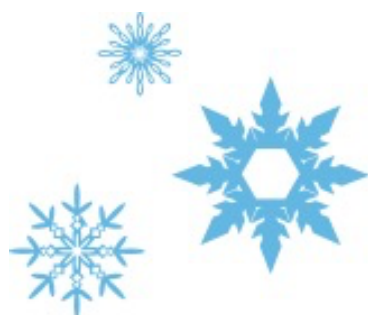


Vandmolekyle

På grund af både en negativ og positiv side i vandmolekylet kaldes det en *dipol*. Ligesom magneter tiltrækkes af modpoler, bliver vandmolekylerne også indordnet i et gitter, gennem såkaldte *hydrogenbindinger*. Det betyder, at oxygens negative side tiltrækkes gennem kohæisionskræfter af et andet vandmolekyles positive hydrogenatomer.



Hydrogenbinding



Vandmolekylernes bevægelse eller vibration har betydning for dets tilstandsform. Hydrogenbindinger kan brydes, når vi koger vand, da de bevæger sig hurtigt. De kan også stoppe deres bevægelse ved nedkøling og sætte sig fast, når man fryser vandet til is.

Når vi arbejder med temaet vand, skal vi danne en forståelse af fysik/kemiske begreber indenfor vand. Det er blandt andet vands tre tilstandsformer: gas, flydende og fast. Vand er det eneste almindelige stof på jorden og findes i alle tre tilstandsformer. Alt det, vi fryser ned, som ikke er en isterning, vil altid bestå af både vand på flydende og frossen form.

I salonen: **Iskrystaller – vand på fast form** skal vi gennem demonstration og eksperimenter blive klogere på, hvordan vand binder og flytter sig sammen med andre molekyler i maden. Dermed kan maden ændre smag, udseende og tekstur.

## Jagten på den perfekte is

Der er meget få ting, folk er så enige om, som at is er noget af det bedste, når man skal forkæle sig selv. Verden står stille et øjeblik, når man sidder på en varm sommerdag, på stranden eller i haven, hvor man får lov at nyde sin is.



## Men hvordan laver man den bedste is?



Her kan naturvidenskaben og Cathrine hjælpe. Cathrine Østerberg har studeret iskrystaller hos en professor i Canada og har taget en kandidat i fødevarer videnskab for at blive klog på, hvordan man laver den bedste is. Når hun, med familie eller venner, skal ud at spise is, venter hun altid med at spise isen, indtil den er halvt smeltet. Gad vide hvorfor? Jo, her forstår hun først, hvad det er for en is, hun har på sin tallerken. Måden isen smelter på, fortæller Cathrine, om isen er legeret, hvor meget luft der er bundet i massen, hvordan den er indfrosset – og mange andre interessante informationer.

## Den perfekte balance mellem vand på flydende og fast form

Ifølge Cathrine Østerberg handler jagten på den perfekte is blandt andet om at finde den perfekte balance mellem vand på flydende og fast form og samtidigt bevare smagsbalancen. Alle is har iskrystaller, ellers er det slet ikke is. Men formen og størrelsen på iskrystallerne varierer enormt og giver forskellige konsistenser og teksturer. Vores tunge opfanger iskrystaller ned til 50µm, hvilket er ret småt. Jo længere tid en is er om at fryse ned, jo større krystaller, mens jo hurtigere den fryser ind, jo mindre krystaller. Desuden sikrer omrøring, at der ikke dannes store krystaller.



*Solbærsorbet med små og større iskrystaller*

## De mange slags sukker

For at finde den perfekte balance mellem vand på fast og flydende form, tilsætter vi blandt andet sukker. Sukker, salt og alkohol kan sænke frysepunktet. Tænk bare på, at man salter vejene om vinteren for at få sne og is til at smelte, selv under frysepunktet.



Cathrine bruger forskellige sukkerarter for at finde den rette balance for hver type is, da de har forskelligt indhold af vand, fedt, sukker, syrer, kostfibre, salt m.m. Her bruger hun sin viden om, at der er forskellige typer sukker med forskellig sødmegrad pr. gram og forskellig "frysepunkt-sænkningseffekt". Det vil sige, at hvis man laver en is, der har perfekt konsistens, men er for sød, så kan man bruge en anden sukkerart, f.eks. glukose eller dextrose i stedet for almindelig sukrose, som vi også kender som bordsukker.

Det er oplagt bruge isen til at dykke ned i de naturvidenskabelige begreber. Elever er enormt motiverede for at lave og spise is og villige til at lytte til teori, hvis de så kan mestre at lave den perfekte is.

Is kan vække stærke følelser, og der er klare holdninger til, hvordan den bedste is skal være. Prøv det!

## Sukkerarterne og deres karakteristika

| SUGAR                                                                                               | Molecular Mass                 | Relative Sweetness (POD)                  | Relative Freezing Point Depression (PAC) | % Solids (Remainder is Water)                     | PAC : POD Ratio | Solids : POD Ratio | Useful % of total sugars in Ice Cream                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Sucrose</b>                                                                                      | 342                            | 100                                       | 100                                      | 100                                               | 1               | 1                  | 20–100%<br>(60–80% typical)                                                                                                                                                       |
| <b>Dextrose</b><br>(pure d-glucose monohydrate powder)                                              | 180                            | 70                                        | 190                                      | 90–100                                            | 2.7             | 1.43               | 0–50%<br>(20–25% typical)<br>First choice for increased POD, increased PAC, and water control                                                                                     |
| <b>Fructose</b>                                                                                     | 180                            | 170                                       | 190                                      | 90–100                                            | 1.52            | 0.59               | 0–20%<br>First choice for increased POD, increased PAC, and very high degree of water control.                                                                                    |
| <b>Invert Syrup</b><br>(non-water portion calculated as 42.5% glucose, 42.5% fructose, 15% sucrose) | 261 (total)<br>204 (effective) | 130                                       | 167                                      | 75–90                                             | 1.33            | .62                | 0–35%<br>Increases sweetness and PAC with fewer added solids than sucrose. Good water control. Can be replaced by dextrose and fructose.                                          |
| Atomized Glucose 40DE<br>(spray-dried glucose syrup, composition and properties vary)               | ≈980<br>(effective)            | ≈50                                       | ≈35                                      | 95                                                | 0.7             | 1.9                | 0–30%<br>Low increase in POD and PAC, maximum increase in solids, useful as a low-sweetness solid in sorbets. Good water control. Skim milk powder is usually better in ice cream |
| Glucose Syrup 42DE                                                                                  | 428                            | 55                                        | 80                                       | 75                                                | 1.45            | 1.36               | 0–30%<br>Cheap but adds water                                                                                                                                                     |
| Honey                                                                                               | ≈190<br>(effective)            | 130                                       | 146                                      | 80–85                                             | 1.12            | .62                | up to 45%<br>(for honey flavors)                                                                                                                                                  |
| Maltodextrin 15DE<br>(there are different types, properties vary)                                   | ≈1180                          | 17                                        | 29                                       | 95                                                | 1.7             | 5.6                | 0–20%<br>Minimal increase in POD and PAC, maximum increase in solids. Very high glycemic index. Useful in sorbets. SMP is usually better in ice cream.                            |
| Inulin<br>(technically a starch)                                                                    | 522                            | ≈10<br>(10–40 depending on concentration) | 65                                       | 100                                               | 6.5             | 2.85               | 3.5%–4.5% water weight of sorbets. Low POD, moderate PAC. High level of water control. Warming sensation. Non-caloric.                                                            |
| Trehalose                                                                                           | 342                            | ≈20<br>(15–45 depending on concentration) | 100                                      | 100                                               | 5               | 6.25               | 0–4% of Sorbets<br>Low-glycemic index sugar with low sweetness, high PAC:POD<br>Similar to lactose                                                                                |
| Erythritol<br>(non-caloric sugar alcohol)                                                           | 122                            | 65                                        | 280                                      | 100                                               | 6.25            | 1.36               | 0–2% of sorbets. Moderate POD, very high PAC. Non-caloric. Cooling sensation.                                                                                                     |
| Glycerol<br>(vegetable glycerine)                                                                   | 92                             | 80                                        | 370                                      | ~80<br>(technically 0%, behaves like heavy syrup) | 4.625           | ~0.2               | Unknown, prob. low %. Sweet, high PAC, high water control, anti-crystallization. Warming sensation. High-Calorie, low-glycemic.                                                   |
| Lactose                                                                                             | 342                            | 16                                        | 100                                      | 100                                               | 6.25            | 6.25               | Add as skim milk powder (it's 52% lactose)<br>Very low POD. High PAC. Very high water control (6X by weight)                                                                      |

© under-belly.org

## Praktisk forslag til læreren

Undervisningsmaterialet kan med fordel tilrettelægges over to undervisningsgange, medmindre du har 3-4 lektioner til rådighed. Vi anbefaler følgende:

1. Fremstil de to sorbeter, og indfrys dem. Lav også de tre eksperimenter, og indfrys dem.
2. Bedst er det, at sorbeterne afkøles i stor flad form i fryseren og så køres på en ismaskine. Du kan eventuelt gøre dette uden for undervisningstiden som en del af din forberedelse. Alternativt kan de halvfrosne sorbeter køres en tur på foodprocessor.
3. Eleverne arbejder med teoristoffet - meget gerne med hjælp af molekylesæt lånt i fysik/kemi. Eleverne undersøger de tre indfrosne forsøg og beskriver dem med teoretiske begrundelser og begreber.
4. Eleverne udfylder fagordbogen i samarbejde med læreren.
5. Eleverne beregner sukkerkoncentrationen i de to fremstillede sorbeter.
6. Eleverne smager på og vurderer konsistensen i de to fremstillede sorbeter.
7. Læreren samler sammen med eleverne op på, hvad de har lært om krystaldannelse.

## Links og litteratur

Østerberg, Cathrine (2019): Ice Cream, New Heroes & Pioneers

Liddell, Caroline & Robin Weir (1995): Ices – the definitive guide, Grub Street, London

McGee, Harold (2004): Food & Cooking, Hodder & Stoughton, London.

<https://smagensdag.dk/natmad-naturvidenskab-mad/>

### 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 <https://smagensdag.dk/natmad-naturvidenskab-mad/>

Salonerne bliver streamet live – og kan derefter hentes i en kort redigeret udgave – også på [www.smagensdag.dk](http://www.smagensdag.dk).

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