

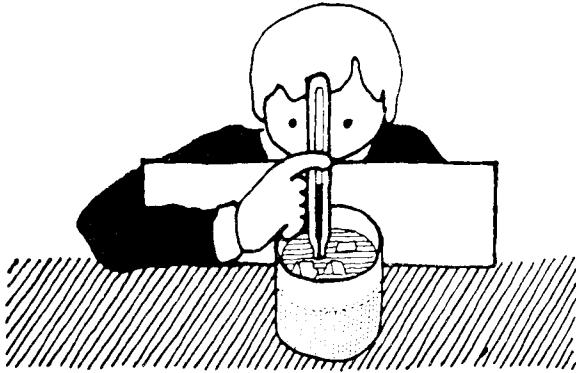
Proeven over wolken en neerslag

KEES FLOOR, AD VAN GAMEREN EN WIM KAMPHUIS, *PLON, Utrecht*

De processen die in de dampkring plaats vinden bij de vorming van wolken en neerslag kunnen in de klas met eenvoudige middelen worden geïllustreerd. De proeven leveren prachtige voorbeelden van fase-overgangen, ontleend aan de natuur om ons heen.

Dauw maken

Wanneer het aardoppervlak 's nachts afkoelt condenseert de in de lucht aanwezige waterdamp op het gras, op autoruiten en op andere koude voorwerpen. In de klas dient de buitenwand van een metalen frisdrankblikje als koud voorwerp (figuur 1).



Figuur 1 Proefopstelling dauw maken.

Het blikje is gevuld met water en ijs; al roerend wordt de wand zo op een temperatuur gebracht die lager is dan de temperatuur in de klas. Eventueel wordt wat zout toegevoegd om de afkoeling te versnellen.

De buitenwand van het blik moet met staalwol goed blank en glimmend gemaakt worden om het eerste moment van optreden van dauw beter te kun-

nen waarnemen. De dauwvorming verloopt vrij plotseling. De kleine dauwdruppeltjes maken het glimmende oppervlak mat.

We kunnen deze proefopstelling ook gebruiken om te bepalen of de lucht vochtig is of droog. Met een thermometer meten we de temperatuur van het water-ijs mengsel in het blikje op het moment dat er aan de buitenkant dauw verschijnt. Deze temperatuur heet het dauwpunt. Het dauwpunt vergelijken we met de temperatuur van de lucht. De lucht is vochtig als het verschil tussen de luchttemperatuur en het dauwpunt klein is. De lucht is droog als het verschil tussen de luchttemperatuur en het dauwpunt groot is.

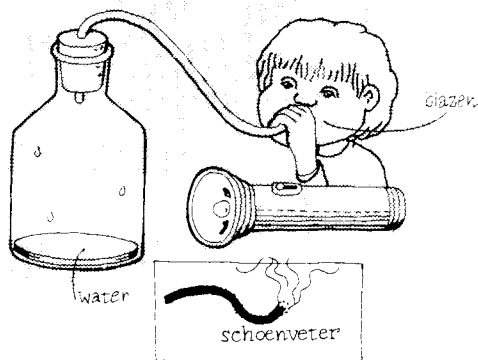
Om er zeker van te zijn dat de dauw ontstaat uit waterdamp in de lucht (en niet uit waterdamp van onze eigen uitgeademde lucht) plaatsen we een scherm voor het blikje (figuur 1).

's Winters ligt het dauwpunt vaak onder nul, vooral in CV-gestookte ruimten en in ruimten waar veel papier ligt opgeslagen. In dat geval kan met de hierbeschreven opstelling geen dauwvorming optreden en mislukt de proef.

Als uitbreiding van de proef kunnen we de relatieve vochtigheid van de lucht laten bepalen uit de gemeten temperaturen. De leerling moet dan wel beschikken over een dampspanningskromme en aanvullende informatie.

Wolken en mist maken

Wolken ontstaan als vochtige lucht afkoelt. Met vochtige lucht in een fles kunnen leerlingen zelf een wolk (of mist) maken (figuur 2).



Figuur 2 Een wolk (mist) maken.

In de fles bevindt zich een klein beetje water, zodat de lucht gegarandeerd vochtig is. De fles wordt stevig afgesloten met een kurk, waar een slang doorheen loopt. Door op de slang te blazen ontstaat in de fles een overdruk. Als men de lucht plotseling laat ontsnappen koelt deze af bij het uitzetten (zogenaamde adiabatische expansie). De afkoeling is voldoende om druppelvorming mogelijk te maken. De druppeltjes ontstaan kort nadat de lucht ontsnapt is. Om de druppels goed te zien moet de proef in een donkere ruimte uitgevoerd worden. De druppels worden belicht met de lichtbundel van een zaklamp of een lichtkastje.

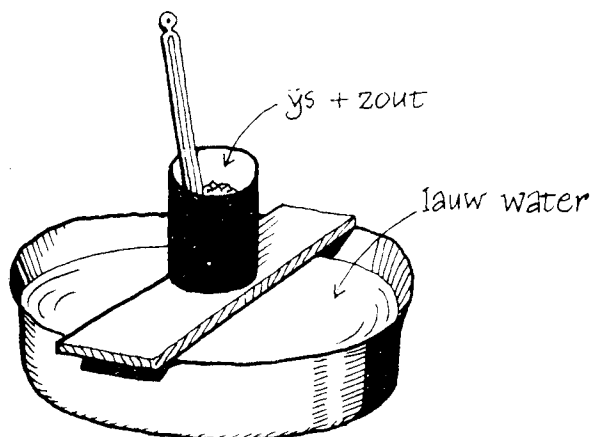
De wolkendruppeltjes (of mistdruppeltjes) vormen zich op kleine, onzichtbare stof- en vuildeeltjes (z.g. condensatiekernen). Er zitten altijd voldoende condensatiekernen in de lucht om wolkenvorming mogelijk te maken. De wolkenvorming kan worden gestimuleerd door extra vuildeeltjes in de fles te brengen, bijvoorbeeld rook (vgl. de Londense smog). Als de rook niet meer zichtbaar is, blijven er toch nog kleine rookdeeltjes in de lucht achter. Dat wordt zichtbaar als we de proef herhalen. De wolk (mist) blijkt nu veel dichter dan toen we de proef deden zonder rook.

Het principe van wolkenvorming in de fles uit deze proef is hetzelfde als bij de wolkenkamer (wilsonvat, expansievat). Wolkenkamers worden op school ook gebruikt bij proeven over radioactieve straling.

Rijp maken

Naast vloeibaar water vormt ijs een belangrijk bestanddeel van verschillende typen wolken en soorten neerslag. Het ijs ontstaat door bevriezing van waterdruppels of rechtstreeks uit waterdamp (rijpvorming). Rijp treffen we na vriesnachten of na nachtvorst aan op dezelfde plaatsen als genoemd werden bij dauw, dus: afgekoeld gras, dat wit ziet van de rijp; op autoruiten; op andere sterk afgekoelde voorwerpen. Het hele jaar door vinden we rijp op het vriesvak van de koelkast.

Rijp kunnen we maken met een ijskoud, zwart geschilderd blikje (figuur 3).



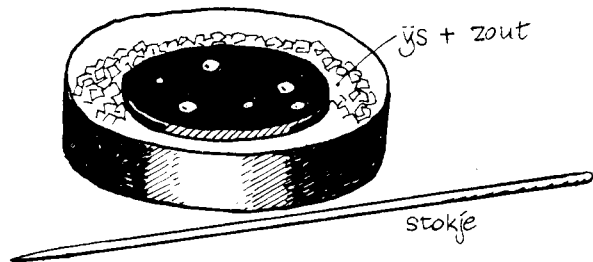
Figuur 3 Opstelling 'rijp maken'.

Een mengsel van ijs en zout in het blikje (een zogenaamd koudmakend mengsel) houdt de buitenwand op een temperatuur ver onder het vriespunt (bijvoorbeeld -17°C ; laagst haalbare temperatuur -21°C). Het officiële recept voor het koudmakend mengsel is: 33 delen zout op 100 delen ijs (in theedoek met hamer fijn hakken). Minder nauwkeurige recepten (gewoon wat ijs en flink wat keukenzout) blijken in de praktijk uitstekend te voldoen. De buitenwand van het blikje is zwart geschilderd: het contrast met de witte rijp is dan het grootst, zodat de rijpvorming het best zichtbaar is. Als er veel waterdamp in de lucht zit groeit de rijp sneller aan. Daarom wordt het blikje in de buurt van een bak met lauw water geplaatst.

De opstelling van deze proef blijft staan tot na de volgende proef, omdat daarbij rijp nodig is.

Waterdruppels laten bevriezen

Het bevriezen van waterdruppels verloopt minder vanzelfsprekend dan wel eens gedacht wordt. Dat is bijvoorbeeld te zien met de opstelling van fig. 4.



Figuur 4 Opstelling 'waterdruppels laten bevriezen'.

Een ondiep blik (bijvoorbeeld een tabaksblik) is gevuld met een koudmakend mengsel van ijs met zout. Een metalen deksel ligt op het koudmakend mengsel. Als de binnenkant van het deksel, waarop de druppels komen te liggen, zwart is geschilderd, is het bevriezen het best te zien. Op het dekseltje spre-

kelen we een paar waterdruppels van verschillende grootte. Na verloop van tijd bevriezen de eerste druppels.

Het bevriezen van een druppel water gaat plotse-ling. De volgorde van bevriezen is moeilijk voorspel-baar. Wel bevriezen grotere druppels vaak eerder dan kleinere. Als er waterdruppels zijn die niet van-zelf bevriezen schrapen we met een satéstokje wat eigengemaakte rijp van het blik uit de vorige proef (rijp maken). De druppel bevriest meteen als deze rijp er snel ingeduwd wordt. Zacht tikken bevordert het bevroingsproces soms ook.

Deze waarnemingen kunnen als volgt verklaard worden. Zuiver water bevriest pas van zelf bij -40°C . Bij hogere temperaturen zijn steeds vries-kernen nodig (net zoals er condensatiekernen nodig zijn voor druppelvorming). Vrieskernen zijn veel minder talrijk dan condensatiekernen. De kans dat er een vrieskern in een druppel zit is bij een grotere druppel groter dan bij een kleine. Daarom bevriezen de grote druppels vaak eerder dan de kleine. Een zeer werkzame vrieskern is rijp. Als we een druppel, die niet vanzelf bevriest, willen laten bevriezen moeten we hem in contact brengen met rijp.

De hierbeschreven proeven zijn ontleend aan het PLON 2e klas thema IJS, WATER STOOM 2.