

# Natte Glazen

Docentversie (16-12-2017)

Ed van den Berg

Lector Natuur- en Techniekonderwijs (2008-2016), HvA

## Benodigheden

- glazen
- ijsklontjes
- koud water in kan of thermos of plastic flessen
- maatbeker
- weegschaal

## Verschijsel

Een glas water met ijsklontjes of een blikje frisdrank uit de ijskast wordt op tafel gezet. De buitenkant wordt nat. Waarom?

The interface features a central illustration of a glass of water with ice cubes and condensation droplets on the outside. Above the glass is a question mark in a white box. Four student avatars are positioned around the glass, each with a speech bubble containing a hypothesis. At the bottom, there are navigation icons: a question mark, a printer, a book, and a 'MENU' button with left and right arrows. A close button (X) is in the top right corner.

Joris: Het glas wordt nat want de kou verandert in water op het glas.

Tom: Ik denk dat waterdamp uit de lucht verandert in waterdruppels op het glas.

Shannon: Misschien is het ijs gesmolten aan de buitenkant van het glas.

Judith: Ik denk dat wat water door het glas gelekt is.

4.3

## Gang van zaken

**1** Introductie. Waarschijnlijk kennen de meeste kinderen het verschijnsel al en weten sommige kinderen misschien heel zeker hoe het komt. In de praktijk blijkt dat geen probleem te zijn in deze activiteit, omdat de nadruk ligt op het verzamelen van bewijsmateriaal voor en tegen de verschillende standpunten.

- 2 Eerst de kinderen wat laten praten over wie er gelijk zou kunnen hebben en waarom. Zijn er ook nog andere mogelijkheden?
- 3 Dan de kinderen een experiment laten bedenken om het verschijnsel nader te onderzoeken. Dat kan een experiment zijn om een van de uitspraken in de cartoon te ondersteunen of juist niet. Ze kunnen bij de planning van hun experiment bijgaand werkblad gebruiken, zie leerlingversie.

## Voorbeelden van experimenten voorgesteld door kinderen

### Benodigdheden

Glazen, ijsklontjes, maatbeker, koud water in kan of thermos of plastic flessen, (nauwkeurige weegschaal)

### Mogelijke experimenten (zie ook tabel 1)

Je zou bijvoorbeeld kunnen denken aan de volgende experimenten (maar kinderen komen vast met meer):

- Als het water uit de lucht komt, dan zou het glas zwaarder moeten worden. Glas direct uit de ijskast op een weegschaal zetten en zien wat er gebeurt. Moet nauwkeurige weegschaal zijn want het gaat om druppels.
- Je kunt ook ademen op het glas en zien wat er dan gebeurt. Ook dan wordt het nat en de adem komt duidelijk van buiten het glas.
- Emma stelde voor om te zien of waterdamp adem op de buitenkant van een glas warm water ook condenseert. Nee dus. Ze concludeerde: als waterdamp tegen iets kouderes aankomt (kouder dan de damp), dan condenseert het. Dus adem op een glas water met kamertemperatuur en er is condensatie. Op een glas water van 40 of 50 graden krijg je geen condensatie van waterdamp in adem.
  - Dit is een schitterend idee. In werkelijkheid is het als volgt: lucht kan per liter een bepaalde hoeveelheid waterdamp bevatten. Die hoeveelheid is afhankelijk van de temperatuur. Bij hogere temperatuur kan lucht meer waterdamp bevatten dan bij lagere temperatuur. Als vochtige lucht afkoelt, dan zal er dus waterdamp uit moeten en die condenseert dan. Dat gebeurt als warmere vochtige lucht tegen iets kouderes aankomt. Om het nog ingewikkelder te maken spreken we over verzadigde lucht als de hoeveelheid waterdamp maximaal is, en onverzadigde lucht als er bij die temperatuur nog wel waterdamp bij kan.
- Als ijs aan de buitenkant van het glas gesmolten zou zijn... doe een deksel op het glas. Wordt de buitenkant nu nog nat?
- Als water door het glas lekt, dan zou het waterniveau in het glas moeten dalen. Is dat zo? Neem bijvoorbeeld een maatbeker of maatcilinder. Laat eerst zien dat die ook van buiten nat wordt. Doe dan een experiment waarbij de maatcilinder met koud water en ijs wordt gevuld en zie of het waterniveau naar beneden gaat bij condensatievorming op de buitenkant... Een handiger experiment is gewoon een deksel op het glas zetten en kijken of condensatievorming wel of niet gebeurt.
  - Luca en Lloyd (10 jaar) voorspelden dat het waterniveau zou stijgen want ijs wordt water en in het begin steekt het ijs eruit. Dus hun experiment was de eigen voorspelling van stijging van water versus Bea's voorspelling dat het waterniveau zou dalen. Maar het waterniveau stijgt niet, klasgenoot Joost herinnerde zich dat ijs een kleiner volume aanneemt wanneer het water wordt.
- Als water door het glas lekt... neem een glas van ander materiaal, probeer diverse materialen (bij sommige isolerende materialen zoals piepschuim zal condensatievorming aan de buitenkant minder zijn doordat de buitenkant misschien niet koud genoeg is).
- Exploratie van het verschijnsel. Een beker met een andere koude inhoud, bijvoorbeeld niet water met ijs, maar iets anders dat ook 's nachts bevroren is geweest. Dit kunnen diverse soorten frisdranken zijn (voornamelijk water) maar ook andere vloeistoffen zoals olie of schoonmaak-alcohol.
- Experimenteren met andere vloeistoffen of vaste stoffen in het glas die ook koud gemaakt zijn. Probleem is wel dat water een veel grotere warmtecapaciteit heeft dan de meeste andere stoffen en daardoor een veel sterker afkoelingseffect heeft en veel langer koud blijft.

- Als waterdamp uit de lucht condenseert: breng het koude glas in een zeer droge omgeving, bijvoorbeeld een gesloten doos met silicakristallen die vocht absorberen. Is er nu nog condensvorming op de buitenkant? Eventueel vochtigheid met hygrometer controleren.
- Doet een koud glas zonder water het ook? Ja met adem, maar niet met waterdamp op kamertemperatuur. Maar zie commentaar over warmtecapaciteit hieronder, en warmtecapaciteit is een stap te ver voor de meeste kinderen.
- Verkennen van het verschijnsel: experimenteren met andere materialen en bijvoorbeeld ook met de Starbucks-beker met dubbele isolatie. Nou, dat is een mooi model voor dubbele ramen!
- Verkennen van het verschijnsel: zou het ook met andere koude vloeistoffen kunnen? Neem een flesje schoonmaakalcohol (gedenatureerde alcohol 96% van Etos), laat het 's nachts in de ijskast staan en haal het eruit. Komen er druppels op de buitenkant? Of schenk het in een glas en doe er ijsklontjes in. Komen er druppels op de buitenkant? NB: De ijsklontjes zullen niet drijven maar zinken in alcohol!
- Joost en Rosa stelden voor het glas in plastic te verpakken. Ze voorspelden dat er nu water gevormd zou worden aan de buitenkant van het plastic en niet tussen het plastic en het glas. Ze gebruikten bubble-plastic. Ze vonden dat de buitenkant droog en warm aanvoelde terwijl de binnenkant van het plastic (dat tegen het glas zat) koud en nat was.

### **Natuurkunde van condensatie (achtergrond voor leerkrachten)**

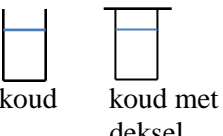
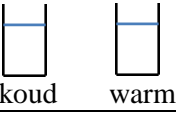
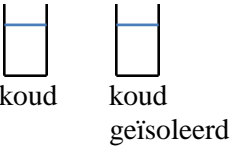
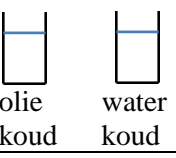
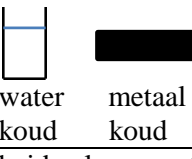
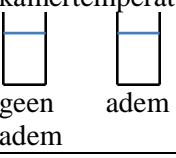
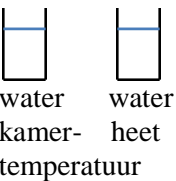
Ijs, water, en waterdamp bestaan uit watermoleculen ( $H_2O$ ). Die moleculen zitten strak aan elkaar vast (ijs), of trekken elkaar sterk aan maar kunnen wel vrij bewegen (water) of bewegen zo snel vanwege de temperatuur dat ze elkaars' aantrekkingskracht niet of nauwelijks voelen en zich verspreiden over een grote ruimte (waterdamp). Wanneer die snelbewegende waterdampmoleculen tegen een koud oppervlak aankomen (zoals de buitenkant van een glas ijswater), dan verliezen ze snelheid en condenseren ze vervolgens door de onderlinge aantrekkingskracht tot waterdruppels. Dat is wat er aan de buitenkant van een glas ijswater gebeurt. Waterdampmoleculen uit de lucht condenseren tot druppels. Bij een glas heet water zie je ook condensatie op het glas, maar dan op de binnenkant boven het water. Er vindt verdamping plaats, de damp komt tegen de koudere binnenrand van het glas en condenseert weer tot water. In het begin is het temperatuurverschil tussen het onderste deel van het glas dat in contact is met het hete water en het bovenste deel (geen water) heel duidelijk te voelen. De binnenrand van het glas is dus kouder dan de waterdamp van het hete water. Resultaat... dampvorming tegen de binnenrand.

De drie aggregatietoestanden zijn al genoemd: ijs (vast), water (vloeibaar), waterdamp (gas). Om van de een naar de ander te gaan is energie nodig. Verdampen gebeurt bij elke temperatuur. Bij elke temperatuur kunnen moleculen aan het oppervlak toevallig wat extra energie opdoen en verdampen. Het verschil met koken is dat bij koken verdamping overal in de vloeistof plaatsvindt en niet alleen aan het oppervlak. Dat koken gebeurt bij een heel specifieke temperatuur (water  $100\text{ }^\circ\text{C}$ ), terwijl verdamping bij elke temperatuur plaatsvindt.

Emma uit groep 6 (!) suggereerde na enkele experimenten die anders uitkwamen dan ze voorspeld had, dat als adem tegen een kouder oppervlak komt, er condens ontstaat. Maar als adem tegen een warmer oppervlak aankomt, dan ontstaat er geen condens. En dat klopt! Als er een hoge graad van verzadiging is, zoals waterdamp in adem, dan vindt condensatie plaats tegen elk voorwerp dat een lagere temperatuur heeft dan de damp, dus bij adem een lagere temperatuur dan  $37\text{ }^\circ\text{C}$ .

In het glas met heet water besloeg de binnenkant van het glas. Bij heet water vindt veel verdamping plaats en wordt veel damp gevormd. Als de wand van het glas die boven het water uitsteekt toch kouder is dan die waterdamp, dan gaat het daarop condenseren.

Tabel 1: Nog meer mogelijke experimenten

Experiment	Vraag	Verwacht resultaat
 <p>koud      koud met deksel</p>	<p>Wordt de buitenkant ook nat als je een deksel gebruikt? Bv, als Bea gelijk heeft, dan zou de buitenkant nog steeds nat worden.</p>	<p>Beide glazen beslaan.</p>
 <p>koud      warm</p>	<p>Wordt de buitenkant ook nat bij warm water, warmer dan de omgevingstemperatuur?</p>	<p>Het glas met warm water zal niet nat worden aan de buitenkant. Als het water echt heel warm is, dan beslaat het glas aan de binnenkant.</p>
 <p>koud      koud geïsoleerd</p>	<p>Als je het glas goed isoleert met bv papier/karton/watten, wordt de buitenkant dan nog nat?</p>	<p>Het geïsoleerde glas wordt soms wel en soms niet nat aan de buitenkant, afhankelijk van de kwaliteit van isolatie en hoeveel lucht er nog tussen glas en isolatie zit. Het kan zelfs extra nat worden, want vanwege de isolatie verdampt de condens niet gemakkelijk opnieuw.</p>
 <p>olie koud      water koud</p>	<p>Hangt het van de vloeistof af of de buitenkant van het glas nat wordt?</p>	<p>Nee, beide glazen worden nat aan de buitenkant. Wel zal het effect bij water sterker zijn vanwege de grotere soortelijke warmte van water.</p>
 <p>water koud      metaal koud</p>	<p>Is er ook condensatie bij vaste voorwerpen, bv koud metaal?</p>	<p>Ja, ook het metaal wordt nat als het maar koud is, bv metaal uit de ijskast halen en afdrogen en dan neerzetten.</p>
<p>beide glazen water kamertemperatuur</p>  <p>geen adem      adem</p>	<p>Kan een glas met water op kamertemperatuur beslaan als je er op ademt?</p>	<p>Ja, het glas met de adem beslaat, het andere glas niet.</p>
 <p>water kamer-temperatuur      water heet</p>	<p>Als je ademt op glazen met water op kamertemperatuur en heet water, beslaan de glazen?</p>	<p>Glas met kamertemperatuur beslaat, glas met heet water beslaat niet aan de buitenkant, maar alleen aan de binnenkant.</p>
	<p>Een verklaring die voor alle situaties opgaat: als vochtige lucht langs een kouder oppervlak (kouder dan de lucht) gaat, dan beslaat het oppervlak. Als vochtige lucht langs een even warm of warmer oppervlak gaat, dan beslaat het niet, dan is er geen condensatie.</p>	

Contact: Ed van den Berg, e-mail [e.berg@vu.nl](mailto:e.berg@vu.nl)

# Natte Glazen

Leerlingversie (16/12/2017)

Een glas water uit de ijskast en met ijsklontjes wordt op tafel gezet. De buitenkant wordt nat. Waarom?

Joris: Het glas wordt nat want de kou verandert in water op het glas.

Tom: Ik denk dat waterdamp uit de lucht veranderd is in waterdruppels op het glas.

Shannon: Misschien is het ijs gesmolten aan de buitenkant van het glas.

Judith: Ik denk dat wat water door het glas gelekt is.

4.3

## Vragen/opdrachten

- 1) Wie denk je dat er gelijk heeft? Waarom?
- 2) Zou één van de anderen toch gelijk kunnen hebben? Waarom?
- 3) Bedenk met je groep een experiment waarmee je het *gelijk* of het *ongelijk* van één van de kinderen kunt aantonen, of een eigen onderzoeksvraag over deze situatie onderzoekt.
  - Maak een schets van je experiment (zie werkblad)
  - Schrijf op wat je gaat doen (werkblad)
  - Voorspel wat je als uitkomst verwacht (werkblad)
  - Na het experiment: Wat is de uitkomst van je experiment?
  - Kun je je experiment nog verbeteren? Hoe?
  - Wat zou je nog meer kunnen doen om dit verschijnsel te onderzoeken?



## Werkblad met plan voor experiment<sup>1</sup>

**Onderzoeksvraag:**

**Voorspelling:**

**Hoe gaan jullie het experiment uitvoeren? Maak ook een tekening.**

**Wat verwacht je dat er gebeurt?**

**Wat hebben jullie voor het experiment nodig?**

**Hoe gaan jullie de resultaten noteren?**

---

<sup>1</sup> Werkblad ontworpen door Elmer Roze, 5de Montessorischool, STAIJ W&T vindplaats, Amsterdam.