**Lucht is niet niks**

[subkop]

Het gewicht van lucht bepalen met ballonnen

[onderwerpsymbool Materie en Energie]

[voor icoontjes]

15-30 minuten

Bereik

Vanaf klas 1

Begrippen: eigenschappen van materie, gewicht, opwaartse kracht, zwaartekracht

[inleidend kader]

Voor jonge kinderen is 'lucht' niet echt iets. In een leeg glas zit immers: niets. Door het gewicht van lucht te vergelijken met dat van lucifers wordt lucht tastbaar(der). In de bovenbouw kun je het effect van de opwaartse kracht erbij betrekken. De opstelling is bedrieglijk eenvoudig; een juiste voorspelling en verklaring bedenken is niet triviaal.

[einde kader]

[67\_PD\_1, onderschrift]

*Figuur 1. Twee lege ballonnen wegen even veel.*

**Nodig**

Een paar rietjes, enkele identieke ballonnen, een naald, een stukje vislijn (of garen).

**Voorbereiding**

Prik de naald door beide rietjes, bevestig aan de uiteinden van de ene lussen van vislijn zodanig dat er evenwicht is als je er lege ballonnetjes aanhangt. Zie figuur 1.

**Uitvoering en resultaten**

***Predict***

Laat zien dat de balans met de ballonnetjes kan draaien. Kondig aan dat een van de ballonnen zal worden opgeblazen en teruggehangen.

Vraag: "Wat denk je dat er dan gaat gebeuren? Blijft de balans (a) in evenwicht, (b) gaat de lege ballon omlaag, of (c) juist de volle ballon? Leg uit wat je verwacht, en waarom je dat verwacht."

Onderbouw:

Bespreek de verwachtingen en redeneringen. Concludeer: de *zwaarste* kant gaat naar beneden. Dus:

Als antwoord a goed is, weegt de lucht in de ballon **niets**.

Als antwoord b goed is, weegt een lege ballon **meer** dan een volle ballon

Als antwoord c goed is, weegt een opgeblazen ballon **meer** dan een lege ballon.

Bovenbouw:  
Vul aan: "Bedenk bij je voorspelling dat je de opwaartse kracht *niet* mag verwaarlozen in dit geval! Bij het opblazen van de ballon kan de zwaartekracht veranderen maar ook de opwaartse kracht."

***Observe***

Blaas een van de ballonnetjes op en hang het opnieuw op. Als dit zorgvuldig wordt gedaan is er geen evenwicht meer: de lucht in de opgeblazen ballon maakt die kant zwaarder. Evenwicht kan hersteld worden door bijvoorbeeld lucifers in het nog lege ballonnetje te stoppen. Normaliter heb je 2 à 3 lucifers nodig om het evenwicht te herstellen.

[67\_PD\_2: onderschrift]

*De volle ballon beweegt omlaag.*

***Explain***

*Uitleg onderbouw*. Een balans is een slim apparaat om te bepalen hoeveel je van iets hebt. Er zijn allerlei soorten balansen, ons type gebruiken mensen al duizenden jaren om gewichten te meten. Onze balans is wel bijzonder, je kunt er zelfs het gewicht van de lucht in een ballon mee meten. Dat gewicht is heel klein maar wel groter dan dat van een lucifer.

*Meten* is in de wetenschap heel belangrijk om te testen of je ideeën kloppen. We hebben gezien dat lucht iets weegt: al kun je lucht niet zien, lucht is niet niks, lucht is echt iets.

*Uitleg bovenbouw*. Bij het opblazen van de ballon neemt de zwaartekracht toe (meer massa) maar ook de opwaartse kracht (meer volume). Omdat de lucht in de ballon samengeperst is ten opzichte van de omringende lucht is de dichtheid groter geworden. De zwaartekracht is daarom meer toegenomen dan de opwaartse kracht, de volle ballon daalt.

**Natuurkundige achtergrond**

Een balans vergelijkt de zwaartekracht op twee voorwerpen. Dat gaat goed als er alleen een homogeen zwaartekrachtsveld heerst, dus wel in een versnellende lift maar niet in een medium met grote dichtheid. Bij een weegschaal die een zwaartekracht met een veerkracht vergelijkt is het vaak precies andersom.

De opwaartse kracht op de opgeblazen ballon is gelijk aan de zwaartekracht die op dat volume zou werken als daar gewone lucht zat: *F*opw = *F*z (gewone lucht). Op de balans werkt aan de rechterkant:

*F*z (volle ballon) - *F*opw = *F*z (ballon + samengeperste lucht – gewone lucht) =

*F*z (ballon + extra lucht).

Verwaarloos de opwaartse kracht links, dan is de zwaartekracht op de lucifers dus gelijk aan die op de *extra* lucht die in de ballon is geperst. Volg je de gebruikelijke definitie van 'gewicht' als de netto kracht op de ondersteuning *dan is dit evengoed het gewicht van alle lucht in de opgeblazen ballon.* Het gewicht van die lucht is dan *niet* gelijk aan de zwaartekracht die op die lucht werkt, en je maakt in de onderbouw *geen* fout als je het in deze proef hebt over 'het gewicht van de opgeblazen ballon'.