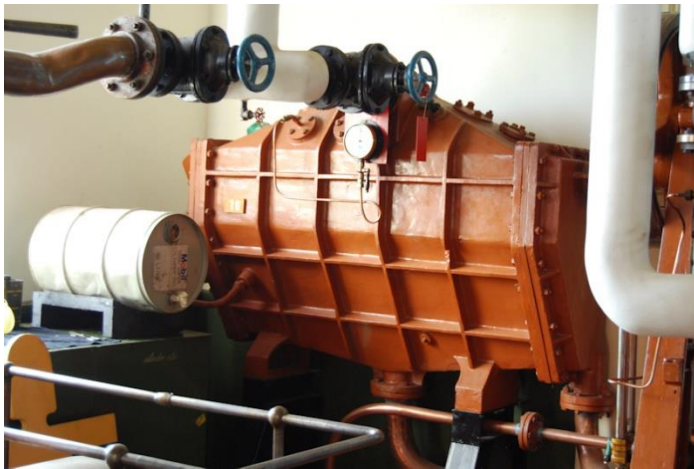




## Aflevering 6

### De condensor van 'de Klop'

De condensor kwamen we al tegen in aflevering 1, bij de stoommachine van de Vlaanderen 7. Ik vertelde jullie toen dat de condensor de gebruikte stoom condenseert, zodat je weer water krijgt dat opnieuw in de stoomketel gebruikt kan worden. Maar de condensor doet nog iets dat veel belangrijker is.



In het museum staan twee bruin geschilderde stoommachines ( "de Hoop" en "de Klop" ) en een aantal pompen ook in dezelfde kleur. Rechts aan de wand staat een dikke ijzeren kist. Dat is de condensor van de "de Klop". Hij is niet voor niets zo zwaar gebouwd. En dat heeft alles met onze atmosfeer te maken.



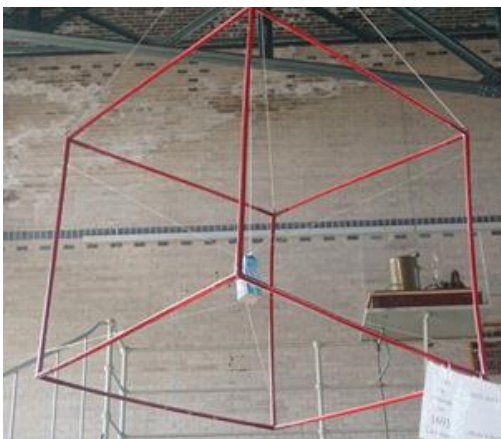
Dit is de aarde en we zien duidelijk een dunne laag lucht. Dat is de atmosfeer en die loopt tot ongeveer 90 km hoogte. Maar naarmate je hoger komt, wordt die atmosfeer steeds dunner. Op vier kilometer hoogte krijgen veel mensen al last met ademen. Vliegtuigen vliegen op ongeveer 11 kilometer hoogte. Dat kun je als piloot en passagier alleen overleven omdat er lucht in de cabine wordt gepompt. Op die hoogte is de luchtdruk nog maar ongeveer 0,2 bar. Dat is een vijfde van de luchtdruk zoals bij ons Nederland. Dat noemen we *zeeniveau*.

Gelukkig voor de passagiers houdt men de druk in de cabine op een hoogte die vergelijkbaar is met ongeveer 2000 meter, zoals in de bergen. Dat is te vergelijken met 0,8 bar. Zo wordt het verschil in luchtdruk tussen binnen en buiten wat kleiner, maar toch drukt er een enorm gewicht op de binnenkant van de vliegtuigcabine.

Lucht is erg licht, maar een dikke laag van vele kilometers heeft toch wel een flink gewicht. En dat gewicht drukt op alles. Per vierkante centimeter (of  $\text{cm}^2$ ), dat is een vierkantje van 1 cm lang en 1 cm breed, drukt een gewicht van **1 kg**. Dat is te vergelijken met het gewicht van een pak suiker. Dus de lucht drukt op een tafel, op de muur, op je hand, op alles. Waarom gaat je hand dan niet naar beneden en waarom stort de tafel niet in?

Omdat de luchtdruk ook op de onderkant van je hand drukt. En ook op de onderkant van de tafel. Die 1 kg per  $\text{cm}^2$  is bijna **1 bar**. De kracht van de luchtdruk kun je zelf zien in proefje 1.

## Condenseren



In het museum hangt de figuur zoals hiernaast. Het blauwe melkpak stelt 1 liter water voor. Als we 1 liter water koken, krijgen we bijna 1700 liter stoom. De rode kubus van pijpjes geeft aan hoe groot 1700 liter is. Als we die stoom weer afkoelen dan gaat het condenseren en krijgen we de liter water weer terug. Dat is mooi en dat weten we ook nog uit aflevering 1 over de Vlaanderen 7.

Maar... van 1700 liter stoom naar 1 liter water... Waar is de rest dan?

Dat is de grote truc. Er ontstaat een *vacuüm*. Dat is een heel lage druk van 0,2 bar of nog lager.

Dus binnenin de condensor van de Klop is de druk heel laag. Onze atmosfeer drukt met 1 kg per vierkante centimeter ( of in het kort:  $\text{cm}^2$ ) op de buitenkant van de condensor. Dat lijkt weinig, maar bij elkaar zijn dat duizenden kilogrammen! Daarom is die condensor zo zwaar gebouwd

Waarom doet men zoveel moeite om van de gebruikte stoom een vacuüm te maken?

Nou, de stoommachine wordt er zuiniger door. Dat vacuüm zuigt de stoom eigenlijk uit de machine en daardoor levert hij extra kracht. En dat allemaal gratis en voor niets, want er wordt afgewerkte stoom gebruikt, die anders toch gewoon naar de buitenlucht zou blazen!

De condensor van de grootste stoommachine in het Stoommachinemuseum, de Backer & Rueb, staat in de kelder. Hij gebruikt koelwater dat vanuit de kolk vóór het museum via de condensor naar het lager gelegen kanaal achter het museum stroomt. Zonder pomp dus.

## Proefje 1



Dit proefje bewijst dat er luchtdruk bestaat.  
Je hebt nodig:

- een glas
- een kartonnetje, zoals bijvoorbeeld een halve ansichtkaart

Het water op de foto is voor de duidelijkheid gekleurd, maar dat is niet echt nodig.

Vul het glas tot de rand met water. Leg dan het kartonnetje erop. Pak dan de bodem van het glas beet en houd je hand tegen het kartonnetje.

Keer het glas met kartonnetje nu om en haal voorzichtig je hand van

het kartonnetje.

Als je het goed gedaan hebt, blijft het kartonnetje op zijn plaats omdat het door de luchtdruk tegen het glas wordt gedrukt.

Als het fout gaat plenst het hele glas leeg in de gootsteen...

De luchtdruk is zelfs zo sterk dat het een kolom van 10 meter water zou kunnen opdrukken -dus in een glas van 10 meter lang.

## Proefje2

Dit proefje bewijst dat de luchtdruk een grote kracht heeft.

Je hebt nodig:

- een elektrische waterkoker
- een paar frisdrank blikjes
- een dikke ovenwant
- Een teiltje of emmertje met koud water

**Je werkt met kokend water, dus vraag aan je vader of moeder om even mee te kijken.**

Vul de waterkoker met één beker water en zet hem aan. Als het water begint te koken doe je de ovenwant aan en pak dan het blikje bij de bodem beet.

Houd het gat in het blikje vlak boven de tuut van de waterkoker. Tel tot 30. Duw daarna het blikje - met de opening nog steeds naar onder- in het water. Zorg ervoor dat de ovenwant niet nat wordt.

Schrik niet van de klap.

Leuk hè?

Hieronder zie je de stappen van het proefje in drie afbeeldingen.



*Ons museum flesje. Vlak boven het pijpje is het nog stoom, maar daarboven wordt het al waterdamp.*



*Het blikje wordt met stoom gevuld.*



*En dit krijg je als de stoom in het blikje afkoelt, zodat er een vacuüm ontstaat.*

### Vraag

Jacqueline vraagt: "Bij hoeveel graden kookt water?"

Dat hangt af van de druk. In Nederland, dat op zeeniveau ligt, is dat 100 graden Celsius (100° C). In de bergen, bijvoorbeeld op 2500 m hoogte is dat nog maar 93° C. Dan duurt het langer voordat de aardappelen of bietjes gaar zijn. Maar... in een hogedrukpan, dus eigenlijk een soort stoomketel, wordt de druk 1,5 bar. Dat is anderhalf maal de druk van de atmosfeer op zeeniveau. In de snelkookpan wordt de temperatuur van het water 112° C en dan zijn de bietjes snel gaar. En in onze stoomketel? Bij 13 bar (de rode streep!) is de temperatuur 196° C.

Heb je een vraag? Stuur die dan op naar [stoom@hansonline.eu](mailto:stoom@hansonline.eu). Alle kinderen krijgen antwoord, maar elke week kies ik één vraag uit om in deze rubriek te beantwoorden.

Hans Walrecht