



## Wat is pneumatiek?

### Wat betekent het woord 'pneumatiek'?

Het Nederlandse woord 'pneumatiek' komt van het Grieks woord 'pneumatikos', dat 'van de wind komend' betekent. Tegenwoordig duiden we met het woord 'pneumatiek' het gebruik aan van samengeperste lucht om arbeid te verrichten. Pneumatische machines zijn al eeuwen in gebruik. 2000 jaar geleden bouwde een beroemde Griekse uitvinder, Hero van Alexandria, al grote pneumatische machines waaronder een katapult.

### Waarom gebruiken we pneumatiek?

Als je tandarts wel eens je tanden geboord of schoongemaakt heeft, ben je waarschijnlijk een pneumatische machine tegengekomen zonder dat je het wist. De meeste tandartsen geven de voorkeur aan pneumatische behandelingsinstrumenten omdat die enorm soepel en regelmatig draaien en een hoog draaimoment hebben.

De voordelen van het gebruik van pneumatische systemen zijn o.a.

- Pneumatische machines kunnen klein, licht, snel en krachtig zijn
- Lucht weegt en kost bijna niets in vergelijking met hydraulische vloeistoffen
- Samengeperste lucht is gemakkelijk op te slaan
- Zelfs als slangen en machines nat worden is het veilig werken met pneumatiek
- Als een pneumatische machine overbelast raakt, zal hij vanzelf stoppen, of de luchtcompressor blijft draaien en er gaat een veiligheidsventiel open. Maar bij een lekke slang in bv. een hydraulische machine, kan de vloer rond de machine door de vloeistof uit de slang glad en gevaarlijk worden
- NB: zowel vloeistoffen als lucht zijn gevaarlijk onder hoge druk!

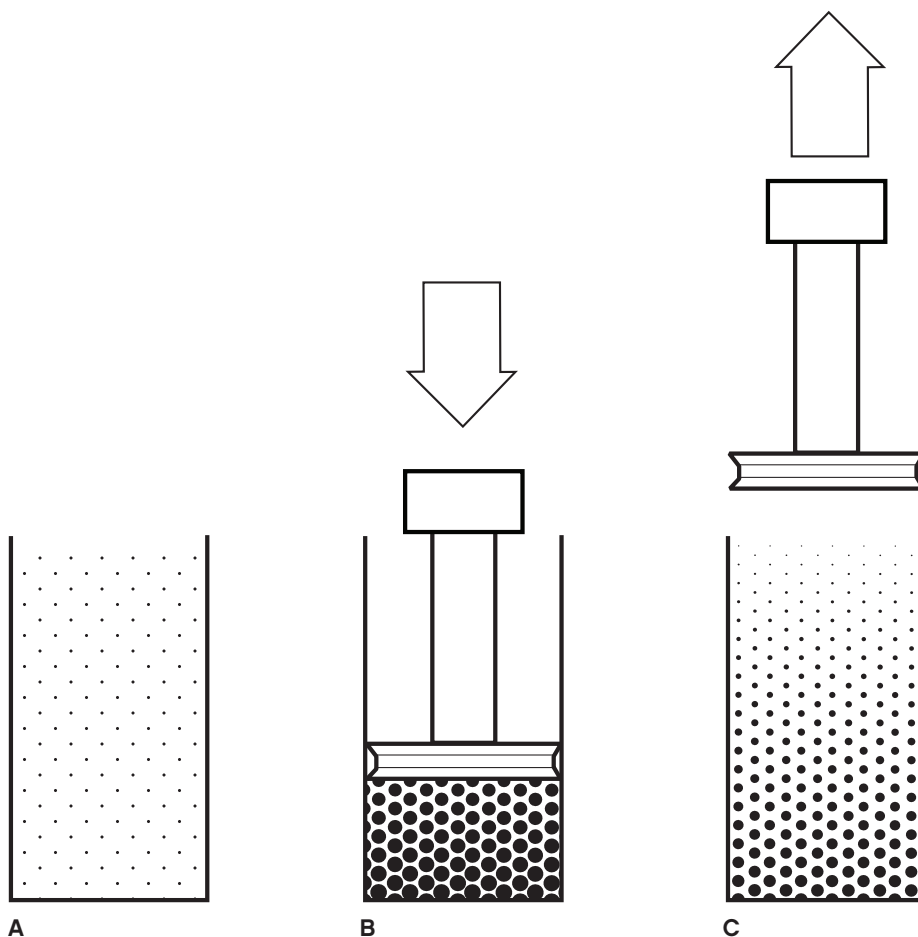
## Hoe werkt het?

Beschouw een vat, zoals vat A. Zo te zien is het leeg, maar in werkelijkheid zit het vol met luchtmoleculen. Luchtmoleculen zijn onzichtbaar, maar ze hebben wel degelijk een gewicht en een massa, en ze kunnen druk uitoefenen. De luchtdruk in vat A is precies even groot als de luchtdruk in de rest van de kamer waar A zich in bevindt. Maar als het vat wordt afgesloten (B), en we de moleculen nu gaan samenpersen (of 'comprimeren') door de ruimte waar ze in zitten kleiner te maken, dan oefenen de moleculen druk uit doordat ze vaker en heviger tegen elkaar, en tegen de wanden van het vat, aan botsen. Het is mogelijk lucht te comprimeren omdat er 'lege ruimte' tussen de luchtmoleculen zit, en omdat de moleculen elastisch botsen met de wanden van het vat en met elkaar. De kracht die door de moleculen op een oppervlak (zoals bv. de kop van een zuiger) wordt uitgeoefend, noemen we de 'druk'.

De hoeveelheid druk die de luchtmoleculen uitoefenen hangt af van het aantal moleculen, en het aantal botsingen tussen de moleculen en de binnenzijde van het drukvat. Luchtmoleculen die worden samengeperst bevatten 'potentiële energie'.

Als de hand en de zuiger worden verwijderd (C), zal de samengeperste lucht in het vat uitzetten (expanderen) totdat de druk aan binnen- en buitenzijde van het vat weer even groot is.

Met behulp van een gestuurd luchtstroomcircuit is het mogelijk de kracht van expanderende lucht om te zetten in kinetische energie, die mechanismen kan aandrijven en sturen.



**Tip**  
Zie de woordenlijst voor een verklaring van de gebruikte uitdrukkingen.

**Wist je dit?**  
Als je meer wilt weten over het berekenen van druk, raden we aan te beginnen bij de Wet van Boyle.



## Binnenin de LEGO® pneumatische elementen

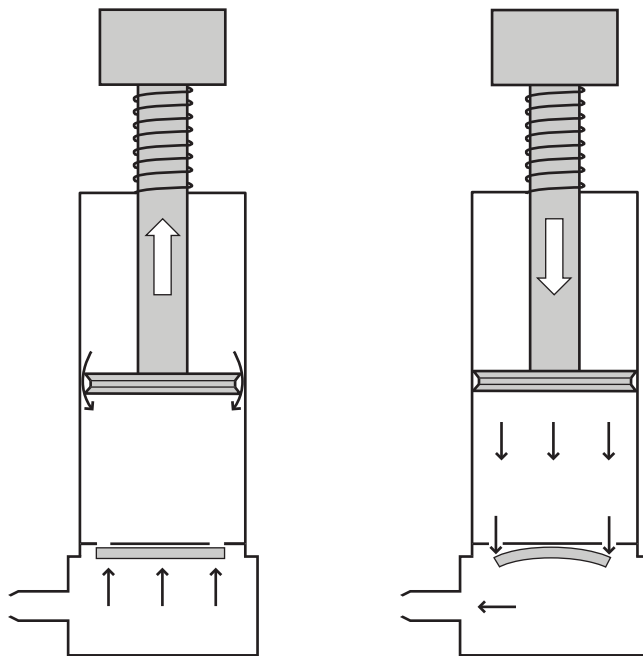
Pompen, cilinders en ventielen zijn de basiscomponenten van elk pneumatisch systeem. In de industrie worden aanzienlijk meer componenten gebruikt, maar in principe kunnen de meeste handelingen met deze drie basiscomponenten worden uitgevoerd.

### De pomp

De pomp wordt gebruikt om lucht te comprimeren. Om de luchtstroom in het binnenste van de pomp te regelen, wordt gebruik gemaakt van een speciaal ontworpen zuiger en een flexibel membraan.

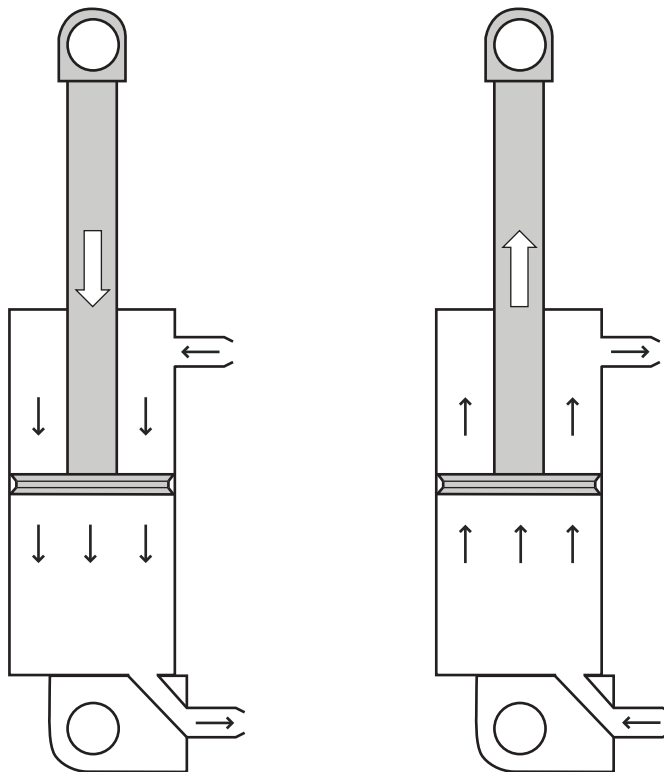
Tijdens het omlaag drukken is de zuigermanchet van de pomp luchtdicht: de samengeperste lucht buigt het flexibele membraan, waardoor de lucht door de uitlaatpoort kan stromen.

Als de zuiger weer omhoog komt, kan er verse lucht langs de zuiger naar de pompkamer stromen. Tegelijk veert het flexibele membraan terug, om te verhinderen dat de samengeperste lucht terugstroomt naar de pompkamer.



### De cilinder

In de pneumatische cilinder wordt de kracht van de expanderende lucht (de potentiële energie) omgezet in beweging (kinetische energie). Als er lucht naar de cilinder stroomt, zal de kracht van de expanderende lucht de zuiger omhoog of omlaag duwen, al naar gelang de poort waardoor de lucht binnenkomt. Alle LEGO® cilinders zijn tweezijdig; dit betekent dat samengeperste lucht via twee luchtpoorten in de cilinder kan komen.



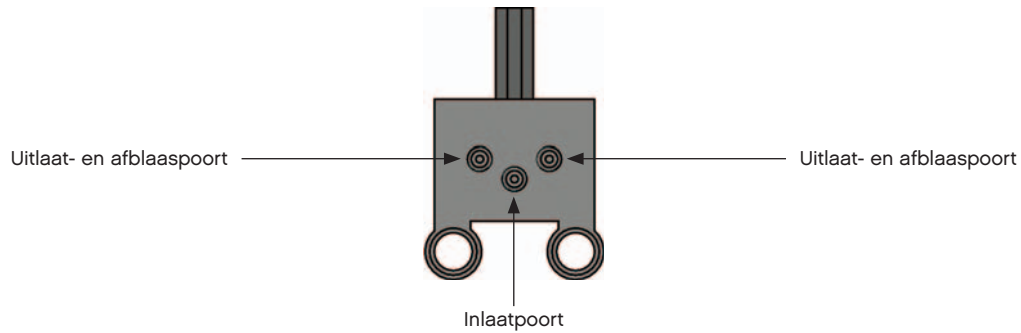
### Wist je dit?

Hoe kleiner de cilinder, hoe groter de druk die benodigd is om hem te laten werken. Dit heeft te maken met de kleinere oppervlakte van de zuiger. Druk is kracht per oppervlakte. Als de oppervlakte kleiner wordt (bij gelijkblijvende kracht), moet de waarde van de druk hoger worden.

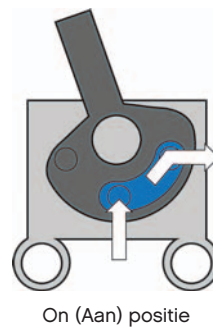
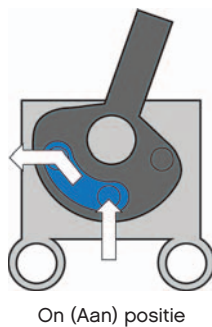
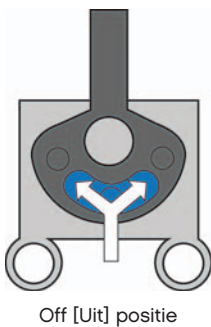
### Het driewegventiel

Als samengeperste lucht van de pomp of de luchttank via de inlaatpoort het ventiel bereikt, stuurt het ventiel de lucht door naar één van de twee uitlaatpoorten, of houdt de lucht tegen. Het rubberen afsluitventiel heeft een speciaal ontwikkelde kamer om de lucht vanuit de inlaatpoort naar één van de twee uitlaatpoorten te sturen.

De uitlaatpoort waar geen samengeperste lucht naartoe stroomt gaat automatisch open, waardoor er lucht uit een cilinder naar de buitenlucht kan ontsnappen ('afblazen').

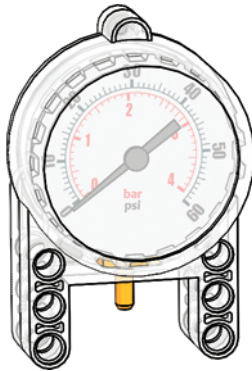


### Ventielen die de richting van de samengeperste lucht sturen



### De manometer

Een manometer is een instrument om luchtdruk te meten. Met de manometer kan het stijgen en dalen van de luchtdruk tijdens de experimenten worden gevolgd. Met de LEGO® manometer kan de druk zowel in bar als in psi worden afgelezen.

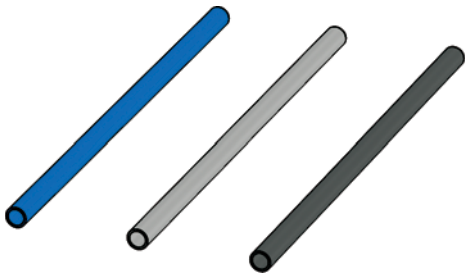


### Slangen, T-stukken en luchttank

De flexibele slangen hebben verschillende kleuren en lengtes. Ze worden gebruikt voor het transport van de samengeperste lucht tussen de pneumatische elementen. De kleuren helpen bij het vinden van fouten, en bij het volgen en beschrijven van de luchtstroom. De slangen zijn speciaal ontworpen om lucht te laten weglekken bij de aansluitingen, als de druk te hoog wordt.

Met de T-stukken kan lucht naar meerdere slangen tegelijk geleid worden.

De luchttank is bestemd voor de opslag van samengeperste lucht.



Slangen



Luchttank

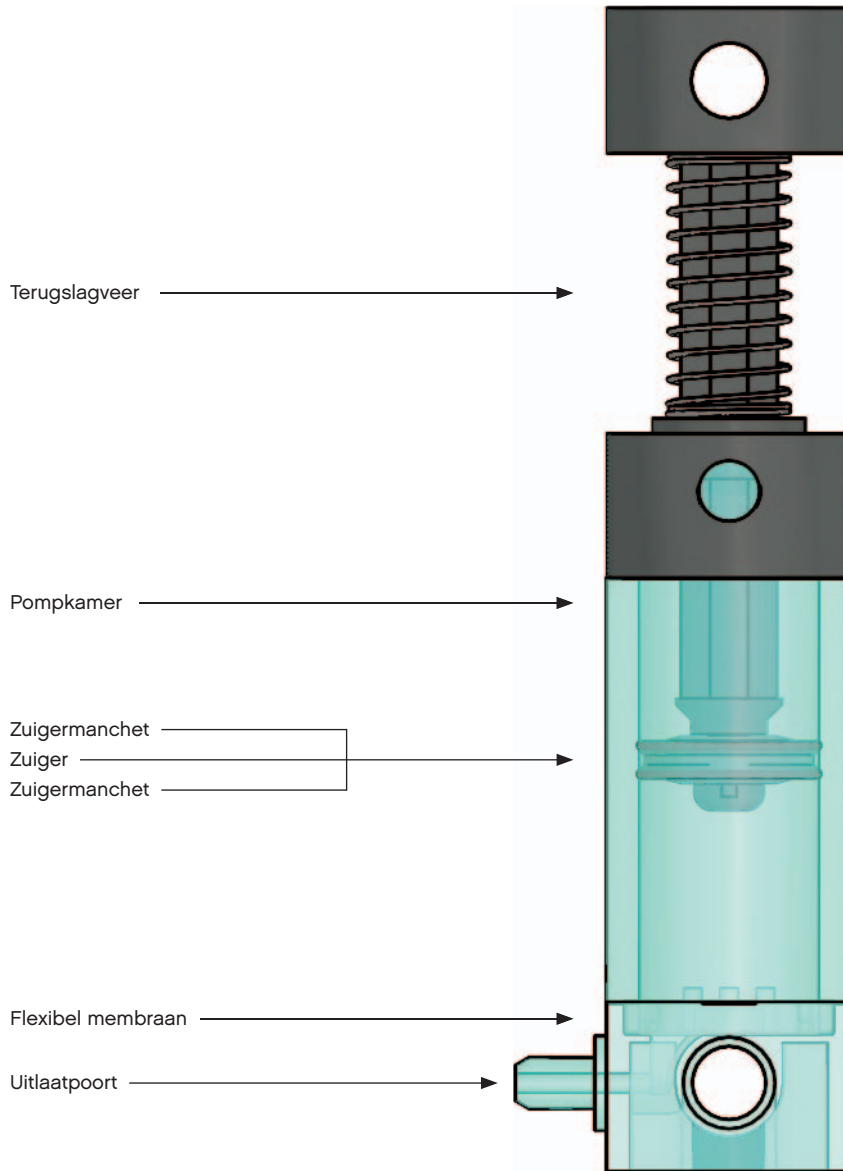


T-stuk

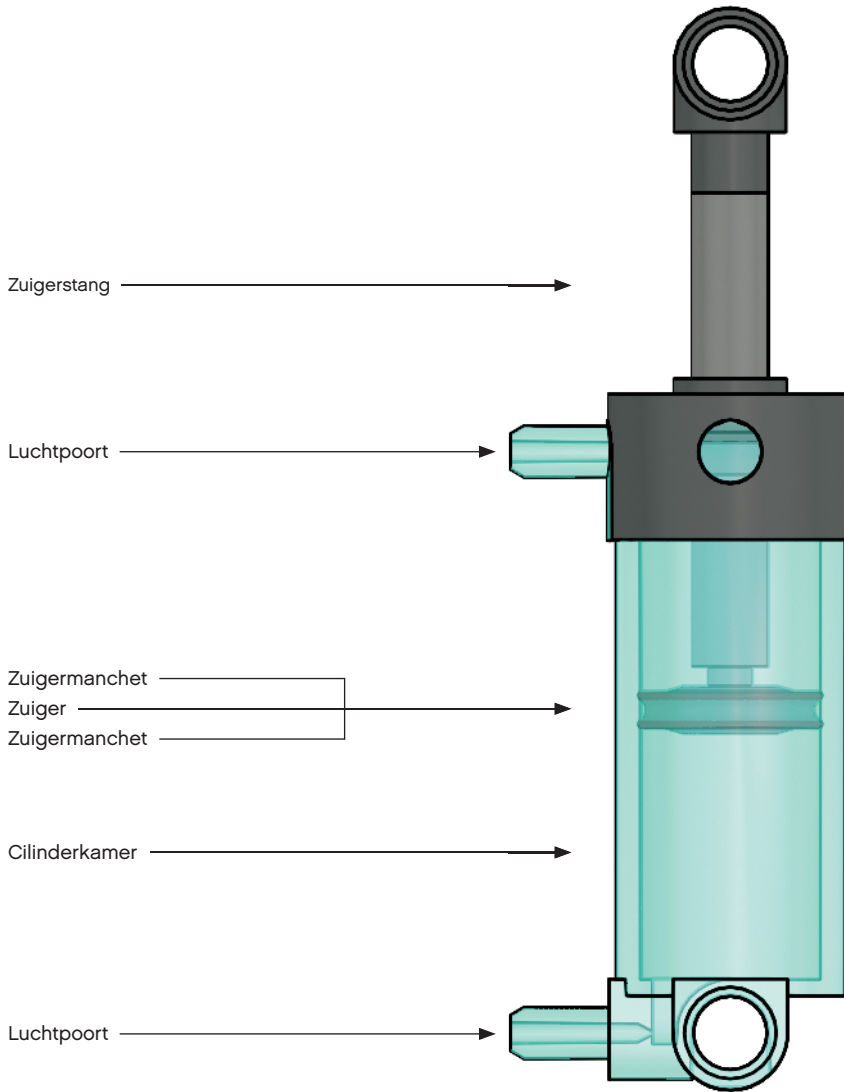
### Tip

In de LEGO modellen gelden de volgende regels voor het gebruik van slangen. Blauwe slangen worden gebruikt om lucht te verplaatsen tussen de pomp, de luchttank en het ventiel. Lichtgrijze slangen worden gebruikt om lucht te verplaatsen tussen het ventiel en de onderste luchtpoort van de cilinder. Zwarte slangen worden gebruikt om lucht te verplaatsen tussen het ventiel en de bovenste luchtpoort van de cilinder.

# De pomp



## De cilinder





# Het driewegventiel

