

# Mijn Lichaam

Educatief Pakket  
voor de 1ste graad  
van het  
secundair onderwijs



**TECHNOPOLIS**



Het educatief pakket 'Mijn Lichaam' is een actie  
binnen het actieplan Wetenschapscommunicatie,  
een initiatief van de Vlaamse overheid.

# DOLOFON

Het educatief pakket 'Mijn lichaam' is een actie binnen het actieplan Wetenschapscommunicatie, een initiatief van de Vlaamse overheid.

Het educatief pakket 'Mijn lichaam' werd gerealiseerd door Technopolis®, het Vlaamse doe-centrum voor wetenschap en technologie in Mechelen.

Met Technopolis® brengt F.T.I vzw in opdracht van de Vlaamse regering wetenschap en technologie dichterbij de mens.

Voor meer informatie over het actieplan Wetenschapscommunicatie:  
[www.ewi-vlaanderen.be/actieplan](http://www.ewi-vlaanderen.be/actieplan).

Wees altijd voorzichtig! Technopolis® kan niet verantwoordelijk gesteld worden voor gebeurlijke schade of ongevallen tijdens het uitvoeren van de experimenten.

Flanders Technology International vzw -2011- alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden gereproduceerd zonder voorafgaandelijke schriftelijke toestemming van de uitgever.

Verantwoordelijke uitgever:  
Erik Jacquemyn  
Technologielaan  
2800 Mechelen

**TECHNOPOLIS**



# VOORWOORD

Beste leerkracht,

Het educatief pakket 'Mijn lichaam' geeft je de kans om samen met je leerlingen actief aan de slag te gaan in de klas en daarbij wetenschappelijke vaardigheden in het kader van 'gezondheid' en 'het lichaam' te ontwikkelen. Het pakket biedt een interessante aanvulling op het gezondheidsparcours dat je kan boeken bij een klasbezoek aan Technopolis®. Maar ook los van een Technopolis®-bezoek, zitten er in dit pakket een heleboel experimenten, opdrachten en demo's die de thema's op een wetenschappe-leuke manier in de klas brengen.

Het pakket bevat drie hoofdstukken die telkens handelen over een ander thema. In 'Een heleboel bloed' wordt de bloedsomloop behandeld; 'Adem eens diep in en uit' gaat over het ademhalingsstelsel en in 'Een lange reis door je lichaam' zoomen we in op het spijsverteringsstelsel. Elk hoofdstuk stelt een volledige les voor, met individuele of groepsopdrachten, klasonderzoeken en demonstraties die door de leerkracht uitgevoerd kunnen worden. Zo worden op een aanschouwelijke manier verschillende aspecten van de hoofdthema's behandeld.

In elk hoofdstuk zitten eerst enkele *doekaarten voor de leerlingen*. Daarop wordt het onderwerp geduid, krijgt de leerling

informatie over de uit te voeren proeven en staat een woordje uitleg. Daarnaast is er een informatief deel 'Voor de leerkracht', waarin je voorstellen voor het lesverloop, didactische tips en extraatjes én een heleboel achtergrondinformatie kunt terugvinden. Achteraan het pakket vind je de eindtermen die in dit educatief pakket behandeld worden.

Voor meer informatie kan je steeds terecht op [www.technopolis.be](http://www.technopolis.be). Onder het hoofdstuk 'leerkrachten' vind je nog andere educatieve pakketten die je in de klas kan gebruiken. Op deze webstek tref je ook andere nuttige informatie aan. Je vindt er onder andere een lijst met alle opstellingen in Technopolis®, met telkens een beschrijving, de tekst van het label

dat bij de opstelling staat, plus extra wetenschappelijke achtergrond bij het onderwerp van de opstelling. Je vindt

er nog meer proefjes die de leerlingen kunnen doen, fysiek in de klas of aan het computerscherm, en een heleboel extra educatief materiaal rond andere onderwerpen die in de klas aan bod komen.

We wensen je veel doe-plezier met dit wetenschappe-leuk pakket!

**“ De eindtermen vind je achteraan dit pakket ”**



# INHOUD

Pagina

**2 Colofon**

**3 Voorwoord**

**4 Inhoud**

**5 Een heleboel bloed**

5 Experiment: Hoe vaak klopt je hart?

7 Klasonderzoek: De ene hartslag is de andere niet

10 Reken mee: Hoeveel bloed?

12 Demo: De kracht van je hart

13 Voor de leerkracht

**17 Adem eens diep in en uit**

17 Experiment: Hoe vaak adem je in en uit?

19 Experiment: CO<sub>2</sub> klein (on)gevaarlijk afval

21 Experiment: Hoeveel lucht kan er in je longen?

23 Klasonderzoek: Grote of kleine longen?

25 Demo: Ademen doe je zó

27 Voor de leerkracht

**31 Een lange reis door je lichaam**

31 Experiment: Speeksel maakt je leven zoet

33 Demo: Omlaag of omhoog?

34 Experiment: Over zuren en gassen

35 Thuisopdracht: Onaangeroerd

37 Voor de leerkracht

**41 Eindtermen**

**42 Technopolis®, waar experimenteren fun is!**

# EEN HELEBOEL BLOED

Je lichaam zit vernuftig in elkaar. Het bestaat uit miljarden cellen, die samen weefsels, organen en stelsels vormen. Al die cellen in je lichaam hebben voortdurend voedsel en zuurstof nodig, en moeten afvalstoffen zien kwijt te geraken. De aan- en afvoer wordt door je bloed verzorgd. Je bloed reist continu je hele lichaam rond om voedingsstoffen aan te leveren en afvalstoffen af te voeren. Je hart is daarbij onontbeerlijk.

## Experiment :

### Hoe vaak klopt je hart?

De dokter neemt steevast je hartslag wanneer je op visite bent. Soms zelfs zonder dat je het merkt, bijvoorbeeld terwijl hij je bloeddruk meet. Je hartslag vertelt immers heel wat over jezelf.

### Wat heb je nodig?

- Een horloge met secondewijzer of een chronometer
- Een medeleerling
- Een trapje



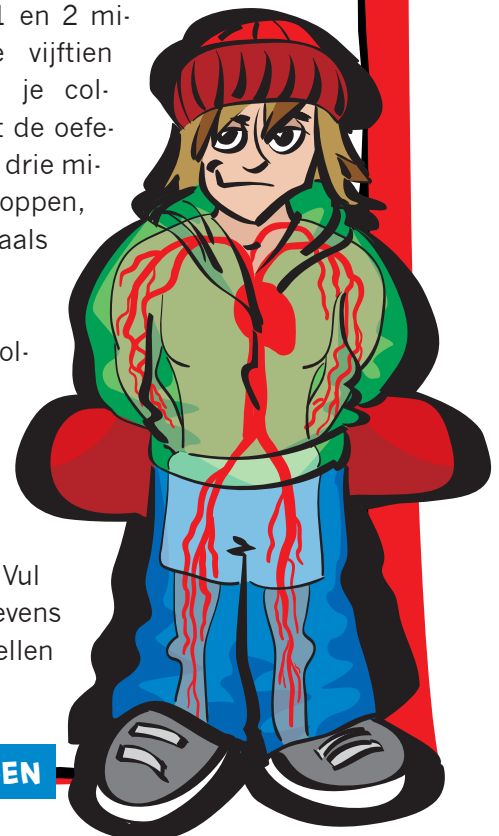
### Aan de slag!

Neem de pols van je klasgenoot. Zoek met wijs- en middenvinger de slagader in de vouw van de pols, net onder de muis van de duim. Voel niet met je duim, want dan zou je wel eens je eigen hartslag kunnen voelen. Tel de slagen, terwijl je de klok in de gaten houdt. Onthoud het aantal na vijftien seconden, maar tel door tot zestig seconden.

Laat de proefpersoon nu in hoog tempo afwisselend de linkervoet en de rechtervoet op het trapje zetten. Meet zijn polsslag na 1 en 2 minuten gedurende vijftien seconden, terwijl je collega intussen met de oefening doorgaat. Bij drie minuten mag hij stoppen, waarna je nogmaals zijn pols neemt.

En nu worden de rollen omgekeerd!

Noteer jouw resultaten in de tabel op de volgende pagina. Vul ook enkele gegevens in, die meer vertellen over jezelf.



DOE-KAART LEERLINGEN

Naam		
Geslacht	<input type="checkbox"/> Meisje	<input type="checkbox"/> Jongen
Lengte (in cm)		
Hoeveel uur per week doe je aan sport?		
Polsslag in rust	15 s	
	(15 s) x 4	
	60 s	
Polsslag na inspanning (15 s x 4)	Na 1 min	
	Na 2 min	
	Na 3 min	

### Een woordje uitleg...

**Was er een verschil tussen de uitkomst na 60 seconden en het viervoud van het resultaat bij 15 seconden?**

**De uitkomst na een minuut is betrouwbaarder**, omdat een toevallige kortstondige versnelling of vertraging dan minder invloed uitoefenen. Maar voor een diagnose heeft een arts genoeg aan de grootteorde van je hartslag (traag, normaal, snel, heel snel, onregelmatig) en die is na vijftien seconden al wel duidelijk. De hartslag van je klasgenoten verschilt wel wat, maar al die uitkomsten vallen onder 'normaal'. (Tenzij er iemand ziek is of een hartafwijking heeft, natuurlijk.)

**Wat gebeurt er met je hartslag als je inspanningen verricht?**

Bij inspanning gaat je hartslag omhoog. Dat is niet eens zo gek: als je spieren energie nodig hebben, moet die worden aangevoerd. Hoe sneller je hart slaat, hoe meer bloed het per minuut naar je spieren kan pompen. Bij elke hartslag knijpt je hart immers een nieuw volume bloed je bloedsomloop in.

Hoe feller de inspanning, en hoe langer ze doorgaat, hoe meer je hartslag omhoog gaat. Binnen zekere grenzen, natuurlijk. Je hart krijgt bevelen van je hersenen om sneller te gaan, maar het stuurt ook signalen terug over zijn eigen toestand. **Als je hartslag té hoog wordt, voel je je zó moe dat je vanzelf stopt.**

# Klasonderzoek :

## De ene hartslag is de andere niet

Niet iedereen heeft dezelfde hartslag. Die hangt immers af van verschillende factoren. Vind jij factoren die een effect hebben op de hartslag van jou en je medeleerlingen?

### Wat heb je nodig?

- De resultaten uit het voorgaande experiment (van de hele klas). Gebruik de resultaten die je bekomen hebt door het aantal hartslagen per 15 s te vermenigvuldigen met 4.
- Een schoolbord en krijt
- Een vrijwilliger om de tabel in te vullen (bijvoorbeeld je leerkracht)

### Aan de slag!

De vrijwilliger kopieert de onderzoekstabel (zie volgende pagina) op het bord. Hij/zij noteert systematisch de gegevens van alle klasgenoten in de tabel. Neem de gegevens zorgvuldig over, zodat je zelf ook over alle resultaten van het onderzoek beschikt.

Bereken nu de gemiddeldes van elke kolom.

Als je de gemiddelde hartslag van de hele klas wilt kennen, tel dan alle polsslagen (in rust OF na 3 min inspanning) bij elkaar op en deel de uitkomst door het aantal leerlingen in de klas.

Ben je op zoek naar de gemiddelde hartslag in rust van alle meisjes, dan tel je de polsslagen in rust van de meisjes bij el-

kaar op en deel je de uitkomst door het aantal meisjes in de klas.

**Onderzoek nu of je verschillen kan ontdekken.** Is de hartslag van meisjes hoger of lager dan die van jongens? Heeft je lengte een invloed op je hartslag? En welk effect heeft je conditie op je hartslag? Noteer hier je bevindingen.

### Een woordje uitleg...

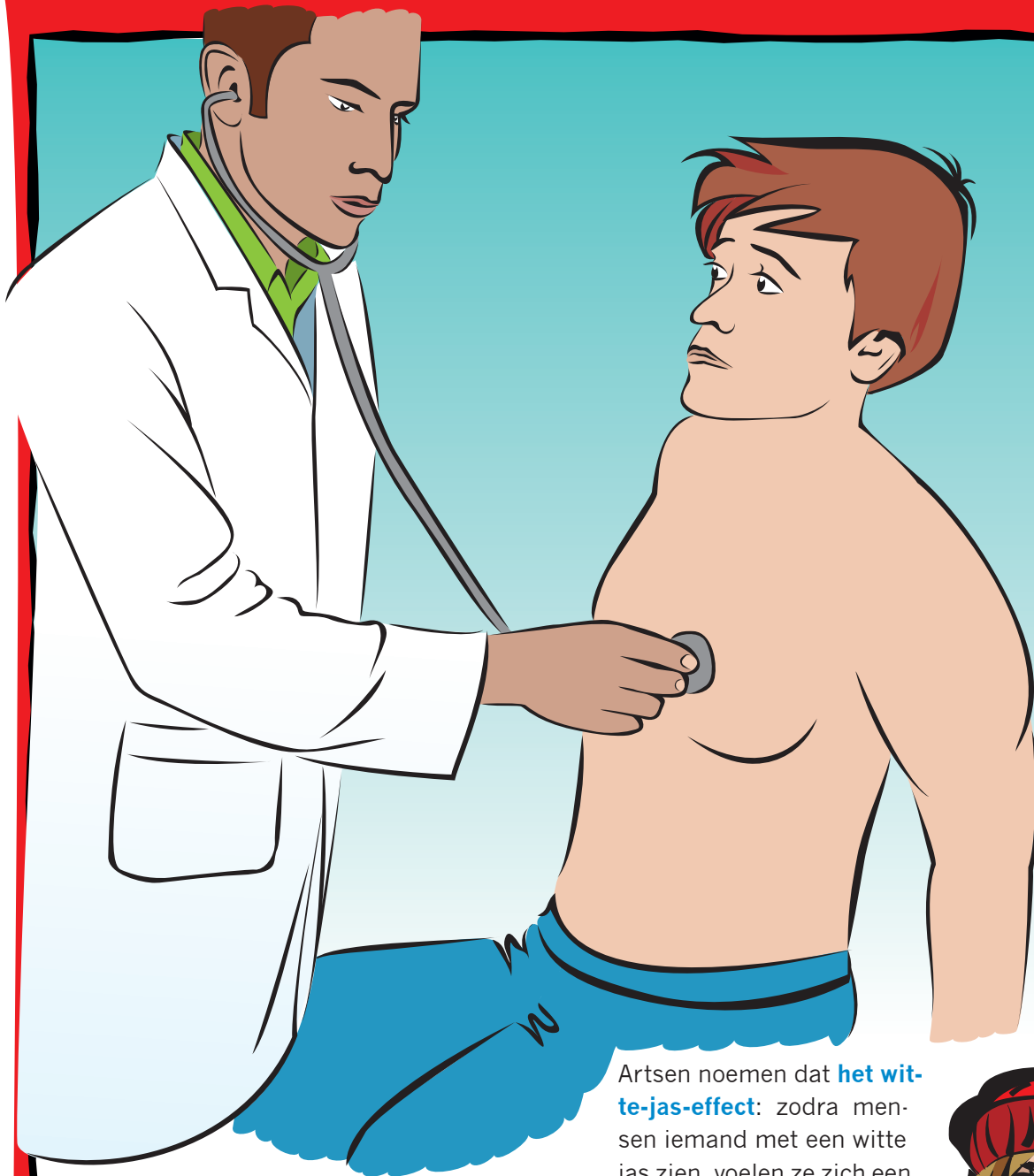
**Hoe snel slaat een mensenhart gemiddeld?**

**De hartslag van mannen is gemiddeld 70 slagen per minuut, die van vrouwen 75 slagen per minuut.** Maar dat zijn gemiddelden. Sporters hebben vaak hartslagen beneden de 50 in rust, terwijl een tv-junkie boven de 80 kan zitten. Als baby ben je begonnen met een hartslag van rond de 130 slagen per minuut, om geleidelijk naar je huidige ritme te dalen.





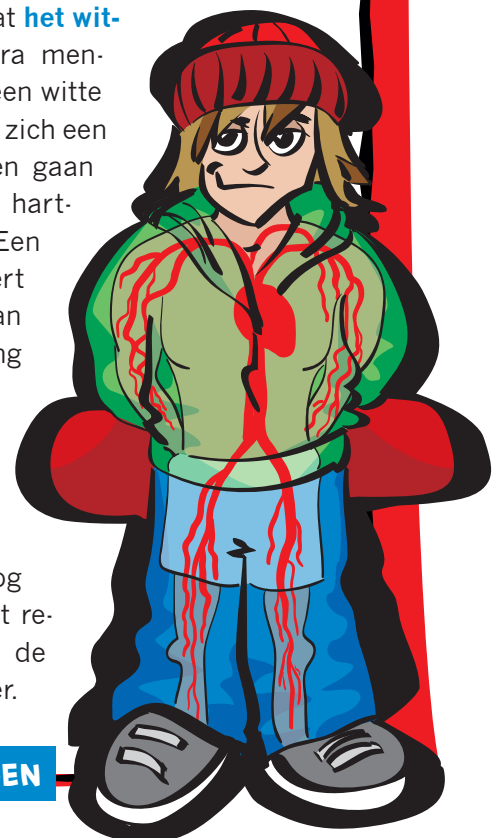




### Welke factoren hebben invloed op je hartslag?

Niet alleen je fysieke eigenschappen en mogelijkheden hebben invloed op je hartslag, maar ook je emoties. **Wanneer je emotioneel bent, gaan je hartslag én je bloeddruk naar omhoog.** Als je je bang of onzeker voelt, bereidt je lichaam zich automatisch voor op vluchten, en als je je bedreigd of kwaad voelt, maakt je lichaam zich klaar om te vechten. In beide gevallen hebben je spieren veel energie nodig, en wordt de aanvoer van bloed (en voedingsstoffen) dus alvast verhoogd.

Artsen noemen dat **het witte-jas-effect**: zodra mensen iemand met een witte jas zien, voelen ze zich een beetje ongerust en gaan hun bloeddruk en hartslag omhoog. Een goed arts noteert de resultaten van zijn eerste meting niet, maar wacht tot de mensen op hun gemak zijn, en doet dan de meting bijna terloops nog eens opnieuw. Dat resultaat benadert de werkelijkheid beter.



# Reken mee :

## Hoeveel bloed?

Je bloed zorgt ervoor dat zuurstof en voedingsstoffen door je lichaam vervoerd worden, en dat afvalstoffen worden afgevoerd. Aan welke snelheid gebeurt dat?

### Wat heb je nodig?

- Pen en papier
- Je rekenknobbel (of een rekenmachine)

### Aan de slag!

**Onderzoek nu of je verschillen kan ontdekken.** Is de hartslag van meisjes hoger of lager dan die van jongens? Heeft je lengte een invloed op je hartslag? En welk effect heeft je conditie op je hartslag? Noteer hier je bevindingen.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

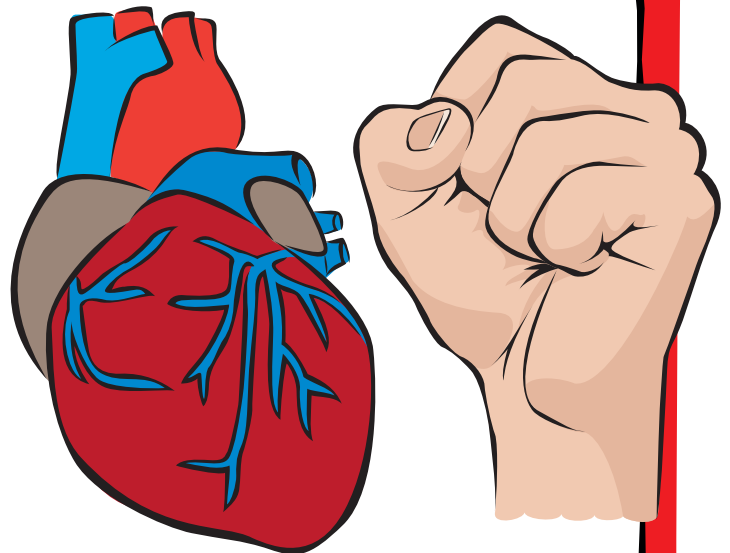
.....

.....

### Een woordje uitleg...

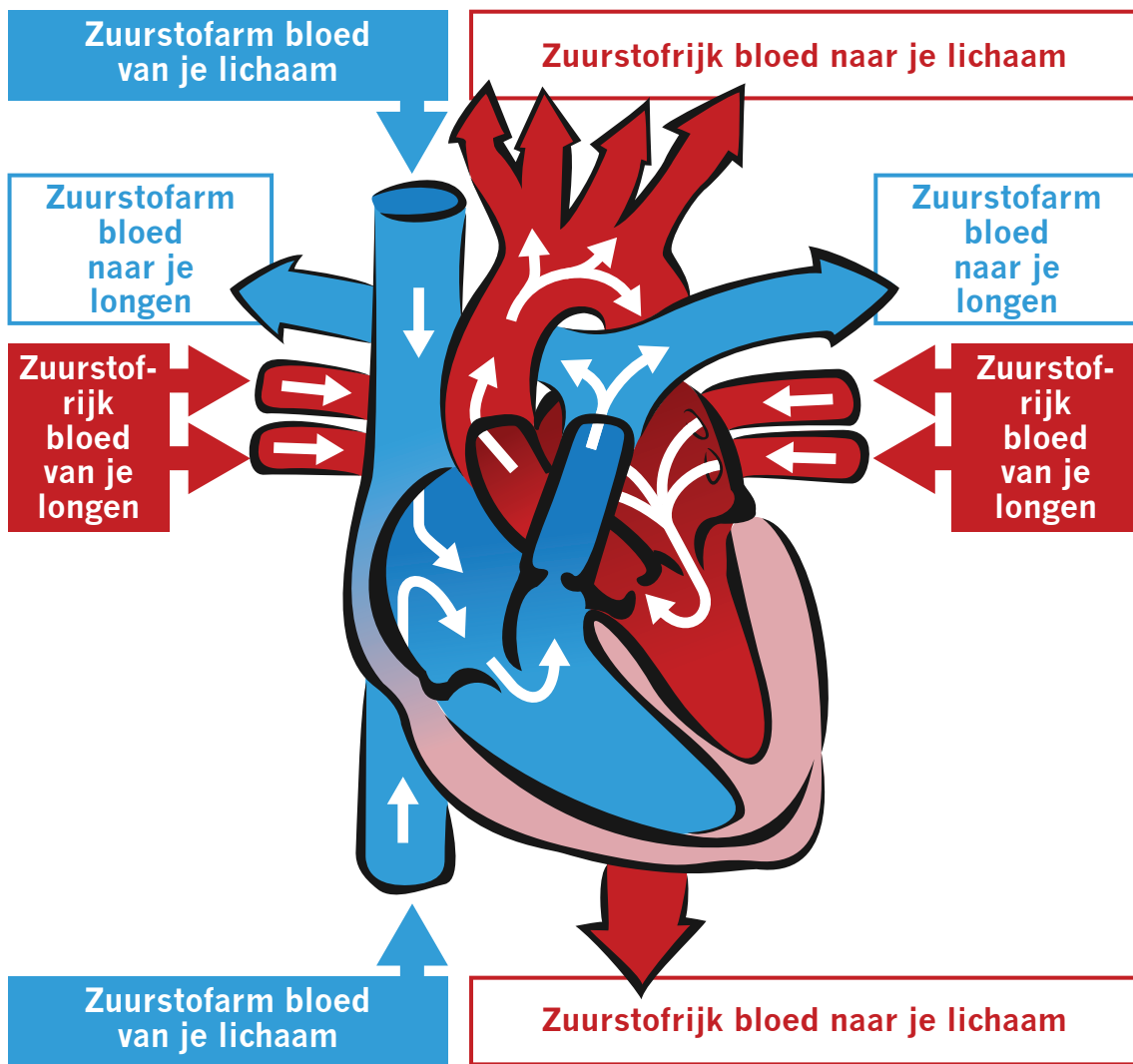
#### Hoe groot is een hart?

**Je hart is zo groot als een vuist** en weegt ook ongeveer zoveel: een kleine halve kilo. Het pompt je bloed door meer dan 100 000 km bloedvaten aan ongeveer 25 km/u. Dat vraagt flink wat kracht. Je hart is dan ook een sterke spier.



#### Hoeveel bloed stroomt er door je hart?

Elke ruimte in je hart kan zo'n 60-80 milliliter bloed bevatten. Wat erop neerkomt dat **je hart per minuut zo'n vijf liter bloed naar je lichaam stuurt, en evenveel naar je longen.** De rechterkant van je hart verzorgt de kleine bloedsomloop (het circuit naar de longen), de linkerkant voorziet je lichaam van bloed. Rechts en links worden per definitie vanuit je eigen lichaam gezien: 'rechts' is wat aan jouw rechterkant zit (en dus op een tekening in voorzicht aan de linkerkant staat!).



### Wat is de taak van je hart?

Je hart telt vier ruimten: bovenaan twee boezems die binnenkomend bloed opvangen, en onderaan twee kamers die bloed naar buiten pompen. Twee van elk, omdat je hart eigenlijk een dubbele pomp is, die twee circuits bedient: **het longcircuit (de kleine bloedsomloop)** en **het lichaams-circuit (de grote bloedsomloop)**. Het eerste circuit stuurt bloed naar de longen, om daar de afvalstof  $\text{CO}_2$  (koolstofdioxide) af te geven en zuurstof op te nemen. Dat zuurstofrijke bloed keert terug

naar het hart en wordt in het lichaams-circuit gepompt, waar het overal in het lichaam zijn zuurstof afgeeft en het  $\text{CO}_2$  van de cellen opneemt, om weer naar het hart te vloeien. Vandaar gaat het opnieuw het longcircuit in.



# Demo :

## De kracht van je hart

Met deze proef kan je aan den lijve ondervinden hoe hard je hart dag in dag uit, jaar in jaar uit, moet zwoegen.

### Wat heb je nodig?

- Een jerrycan met 5l water (eventueel rood gekleurd met voedingskleurstof)
- Een grote vaas of emmer
- Een hevelpomp
- Een vrijwilliger uit de klas
- Een horloge met secondewijzer of een chronometer

### Aan de slag!

Moedig de vrijwilliger aan om het 'bloed' (of de vloeistof) zo snel mogelijk van de ene emmer naar de andere over te hevelen. Hij/zij mag daarvoor enkel gebruik maken van de handmatige hevelpomp en één hand naar keuze. De proefpersoon wisselt tijdens het experiment niet van hand. De andere leerlingen registreren de tijd die de proefpersoon nodig heeft om het water over te hevelen.

De vrijwillige 'bloedpomper' zal het beamen: pompen is zéér vermoeiend. Nochtans doet je hart dit de hele dag door. En ook 's nachts, terwijl jij slaapt, werkt je hart naarstig voort. **Het hart is de duurzaamste spier van je lichaam:** het levert het meeste werk tijdens een mensenleven, en dat zonder ook maar één minuut te rusten. Er zijn veel andere spieren in je lichaam sterker dan je hart, maar zij kunnen slechts korte tijd inspanning leveren.

### Een woordje uitleg...

#### Wat is een hartaanval?

Omdat je hart ook zelf een spier is, heeft het voedsel en zuurstof nodig om zijn werk te kunnen doen. Als je hart te hard moet kloppen, krijgt het zelf niet genoeg energie. Omdat je hart je hele leven lang continu moet pompen, zonder ooit te kunnen rusten, is het ruim voorzien van bloedvaten die zich door de hele wand van je hart verspreiden. Als die bloedvaten vernauwd geraken, krijg je bij de minste inspanning hartpijn. Wanneer zo'n bloedvat helemaal verstopt, meestal door een bloedklonter, dan krijgt een deel van je hartspier geen zuurstof meer en sterft af. **Dat heet een hartaanval.** Als slechts een klein gebiedje afsterft, overleef je dat, maar vaak is een hartaanval dodelijk. In industrielanden zijn hartproblemen, samen met kankers, de belangrijkste doodsoorzaak.



DOE-KAART LEERLINGEN



# EEN HELEBOEL BLOED

VOOR DE LEERKRACHT

## Lesverloop

Tijdens de les 'Een heleboel bloed' maken de leerlingen kennis met het bloedvatstelsel en de bloedsomloop. De werking van het hart wordt nader bekeken. De volledige les neemt ongeveer één lesuur in beslag. Het is niet nodig alle proeven te doorlopen, je kan als leerkracht zelf kiezen welke opdrachten je wel of niet uitdeelt.

De leerlingen beginnen met het experiment 'Hoe vaak klopt je hart?', dat ze in groepjes van twee uitvoeren. Ze leren hoe je iemands hartslag kan meten en op welke manier de nauwkeurigheid van de meting beïnvloed wordt. (15 min)

Vervolgens verzamelen de leerlingen de resultaten van de hele klas. Naast informatie over de hartslag, krijgen ze ook gegevens over de lengte, het geslacht en de mate van sportiviteit van hun medeleerlingen. De leerlingen berekenen nu gemiddeldes en proberen te ontdekken of er verschillen in hartslag bestaan tussen verschillende groepen mensen (meisjes/jongens, grote/kleine mensen, sportieve/niet-sportieve mensen). 'De ene hartslag is de andere niet' kan klassikaal uitgevoerd worden, met één leerling (of de leerkracht) die de tabel op het schoolbord invult. De leerkracht duidt aan welke leerlingen welke gemiddeldes uitrekenen. De conclusies worden door elke leerling apart opgeschreven en nadien besproken tijdens een klasdiscussie. (15 min)

Nu gaan de leerlingen verder op onderzoek en ontdekken ze wat het hart precies doet. Waarom klopt het? En wat gebeurt er bij elke hartslag? De rekenopdracht 'Hoeveel bloed?' levert hen het antwoord op de vraag hoeveel liter bloed er per tijdseenheid door je hart stroomt. De leerlingen gebruiken de resultaten van hun eigen hartslagonderzoek en berekenen hoelang het duurt om al het bloed in hun lichaam eenmaal rond te pompen. Ze krijgen het gegeven dat er per hartslag 70 ml bloed doorheen het hart gepompt

wordt. Een hartslag van 70 slagen per minuut, doet dus 4,9 l bloed per minuut door het hart stromen. Ruwweg kan je dus zeggen dat je hart in precies één minuut al het bloed doorheen je lichaam pompt. De extra informatie die aangeleverd wordt bij deze opdracht, levert de leerlingen inzicht op over de manier waarop het bloed doorheen het lichaam stroomt: via de kleine en de grote bloedsomloop. Ze ontdekken dan ook dat er per hartslag eigenlijk dubbel zoveel bloed doorheen het hart stroomt. (10 min)

Om de les te beëindigen, kan je de demonstratie 'De kracht van je hart' geven over de duurzaamheid van je hart. Vraag één leerling om met een hevelpomp (te verkrijgen in een doe-het-zelfzaak of bij een handelaar in auto-onderdelen – hevelpompen worden gebruikt om bijvoorbeeld brandstof of olie over te hevelen) vijf liter water van één emmer naar een andere over te hevelen. Een andere leerling neemt de tijd op. Je hart doet dit werk op één minuut. De leerling gaat er waarschijnlijk ook in slagen om de klus op die tijd te klaren, maar kan deze inspanning onmogelijk voor langere periodes volhouden. Dat maakt ons hart uniek. (10 min)

**“ 4,9 l bloed per minuut ”**

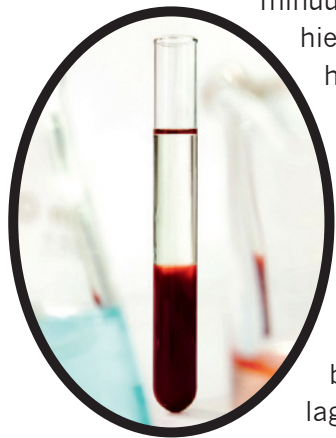
## Didactische tips en extraatjes

Trek de aandacht op de variatie die er in de metingen zit: ieder persoon is anders, en iedere situatie is anders. De leerlingen moeten zich ervan bewust zijn dat op de meeste cijfers in de biologie – en niet alleen daar – een flinke marge zit. De gemiddelde levensverwachting van een mens zegt weinig over hoe oud je zelf zult worden, en de topsnelheid van een tijger of een valk verschilt naargelang het boek dat je raadpleegt.

Misschien vonden de leerlingen een verschil tussen de hartslag van de meisjes en die van de jongens, tussen die van grote en kleine medeleerlingen, tussen die van sportieve en niet

sportieve jongeren. Maar wijs hen erop dat de testgroep te klein is om betrouwbare conclusies te trekken. Wat als er slechts drie meisjes in de klas zitten, die stuk voor stuk erg sportief zijn? Dan geven de resultaten een vertekend beeld. Wanneer wetenschappers een vergelijkende studie uitvoeren, zorgen ze er steeds voor dat ze een voldoende grote, heterogene testgroep kunnen onderzoeken.

Indien er tijd over is, laat de leerlingen dan berekenen hoeveel keer hun hart zal hebben geslagen als ze 80 jaar zijn – de gemiddelde duur van een mensenleven in België. 70 slagen per minuut  $\times$  60 (min/u)  $\times$  24 (u/dag)  $\times$  365 (dag/jaar)  $\times$  80 (jaar/leven) = 2,9 miljard; bij 60 slagen per minuut kom je op 2,5 miljard. Ook hier zit er dus een ruime marge op het eindresultaat. Maar afgerond zou je kunnen zeggen dat een hart zo'n 2,75 miljard maal in een mensenleven slaat.



Probeer bij het Rode Kruis of een ziekenhuis een buisje gecentrifugeerd en gestabiliseerd bloed te krijgen. Je ziet er drie lagen in:

1. Onderin liggen de rode bloedcellen. Als je de hoogte van de laag rode bloedcellen deelt door de totale hoogte van het bloed in het buisje, weet je hoeveel procent van het bloed uit rode bloedcellen bestaat. Dat percentage noemt men de hematocrietwaarde. Die ligt meestal ergens rond de 45. Sportlui met een hematocriet van 50 of meer worden uit de wedstrijd gehaald. Omdat hun bloed gevaarlijk dik is – en omdat men vermoedt dat ze een dergelijke hoge hematocriet enkel met behulp van doping (epo) hebben kunnen bereiken.
2. Na de rode laag komt een dun, wit laagje van witte bloedcellen en bloedplaatjes. De witte bloedcellen zijn de soldaten van ons immuunsysteem, de bloedplaatjes schieten in actie als er ergens een lek te stoppen valt.
3. Bovenop staat een helder vocht, het bloed-

plasma. Voornamelijk water, met daarin suikers, zouten, vetten, hormonen en andere eiwitten die getransporteerd moeten worden.

Een druppeltje bloed (1 kubieke millimeter) bevat 5 miljoen rode bloedcellen, 5 000-10 000 witte bloedcellen en een kwart miljoen bloedplaatjes.

Probeer bij het Rode Kruis of een ziekenhuis materiaal te krijgen om bloedgroepen te bepalen. Bij leveranciers van leermiddelen vind je ook kits voor bloedgroepbepaling die gebruik maken van kunstmatig bloed, dat niet bederft en geen besmettingsgevaar oplevert. In de achtergrondinformatie vind je meer uitleg over bloedgroepen.

In een slachthuis kan je misschien aan een rund- of varkenshart geraken. Snij het met een scherp mes in de lengte door, zodat het inwendige zichtbaar wordt. Ze lijken voldoende op een mensenhart om de leerlingen een idee te geven van wat een hart 'echt' is.

## Achtergrondinformatie

### Hartritme

Het hart is een spier. Zoals alle spieren, trekt het samen onder invloed van elektrische prikkels. Omdat het hart vier ruimten heeft, die in volgorde moeten samentrekken, en omdat het samentrekken in een soort knijpbeweging moet gebeuren, moeten verschillende stukjes hartspier op een ander ogenblik samentrekken, mooi gecoördineerd.

Dé ritmegenerator van het hart is de sinus-knoop, bovenaan de rechterboezem. Die geeft een elektrische puls af, die zich bliksemsnel over de wand van de beide boezems verspreidt, die in reactie samentrekken. Als het signaal een tweede groepje gespecialiseerde cellen bereikt, op de grens van de rechter boezem en kamer (de atrio-ventriculaire knoop), produceert die knoop op zijn beurt een elektrische puls die tegen twee meter per seconde doorheen een reeks geleidende vezels de kamers in reist.

---

Normaal volgt de tweede knoop het ritme van de eerste, maar als die om een of andere reden uitvalt, dan kan de tweede knoop zelf voor een ritme zorgen. Valt ook die knoop uit, dan beginnen de vezels in een vast ritme elektriciteit te produceren.

Als het natuurlijke gangmaaksysteem niet goed meer werkt, plant men een kunstmatige gangmaker (een pacemaker) in. Die zorgt dan voor elektrische pulsen. Het nadeel van een pacemaker is dat hij niet of nauwelijks reageert op signalen vanuit het lichaam en constant een gemiddeld ritme aanhoudt, terwijl de sinusknop in staat is om zijn ritme soepel aan te passen aan de vraag van het lichaam.

Als het natuurlijke ritme om een of andere reden uitvalt, kan het hart gaan fibrilleren. Alle spiervezeltjes trekken wild en ongecoördineerd samen. Een fikse elektrische stoot van buitenaf kan dan soms de orde weer herstellen. (Die behandeling is een geliefkoosd onderwerp in ziekenhuis-soaps: de arts drukt met een dramatisch gebaar twee metalen schijven tegen de blote borstkas van het slachtoffer – wegens dat bloot altijd een man – de eerste en de tweede keer schokt diens lichaam alleen maar even op, maar bij de derde keer zoemt de camera in op het gezicht van de arts en zie je de opluchting en een tikkeltje triomf: het hart is weer vertrokken.)

Doordat het hart zijn eigen ritmegenerator aan boord heeft, kan het een tijdje los van het lichaam blijven kloppen. En kan het van de ene mens in de andere getransplanteerd worden. Tussen de hartruimten en aan de in- en uitgangen van het hart zitten terugslagkleppen. Als ze niet meer werken of slecht sluiten, kunnen ze door kunstkleppen vervangen worden. Hoewel die kleppen vele jaren kunnen meegaan, heeft men nog steeds geen kleppen die even licht, soepel en slijtvast zijn als de natuurlijke, en die bovendien ook nog eens wervelingen in de bloedstroom vermijden en helemaal geen bloedklonters veroorzaken.

## Bloedstroming

In de aders zitten ook kleppen, om te verhinderen dat het bloed terugvloeit en om te verhinderen dat er een te grote hydrostatische druk zou worden opgebouwd. Een waterkolom van 1 meter geeft onderin een druk van 10 000 pascal. Evenveel als wanneer je op elke vierkante decimeter weefsel een gewicht van tien kilo zou zetten. De kleppen doorbreken die kolom. Aan onze cellen is nog steeds te zien dat het leven in zee is ontstaan: ze moeten nog steeds in contact staan met een vloeistof die voedsel en zuurstof aanvoert, en afval afvoert. Als er gewoon zeewater door onze bloedvaten zou spoelen, zouden we ongeveer 350 liter nodig hebben om onze cellen aan voldoende zuurstof te helpen. Dank zij het hemoglobine

**“ Het hart kan een tijdje los van het lichaam kloppen ”**

kunnen onze rode bloedlichaampjes veel meer zuurstof transporteren dan zeewater en heeft ons lichaam genoeg aan een halve emmer bloed.

Stel je voor dat we voortdurend een lichaam van ruim vierhonderd kilogram moesten meeslepen!

De taak vergt zoveel van de rode bloedlichaampjes dat ze slechts vier maanden meegaan: per seconde sterven er drie miljoen rode bloedcellen af en maken we er evenveel nieuwe bij. De rode bloedcellen ontstaan in ons beenmerg. Dat is in staat desgewenst de productie op te drijven. Als je bloed geeft, is je aantal rode bloedcellen binnen een paar weken weer op peil. De productie gaat ook omhoog als je op grote hoogte gaat leven, waar er minder zuurstof in de lucht is, of als je regelmatig veel zuurstof nodig hebt (een getraind atleet). Sjoemelende sportlui dienen zichzelf ‘epo’ (erythropoëetine) toe, het hormoon toe dat in je lichaam het bevel tot hogere productie geeft. Wat gevaarlijk is: als je bloed te veel bloedcellen bevat, wordt het te dik en kan het niet vlot genoeg meer stromen, wat dodelijk kan zijn.

## Bloedgroepen

Bloed wordt ingedeeld in verschillende bloedgroepen. Als je bloed van de verkeerde bloed-

groep toegediend krijgt, kan dat dodelijke gevolgen hebben. Dat komt omdat op de buitenkant van bloedcellen allerlei uitsteeksels zitten, een soort noppen, die door je immuunsysteem voortdurend afgetast worden. 'Vreemde' noppen worden meteen aangevallen. Sommige mensen dragen noppen van het type A; andere hebben type B; nog andere dragen beide soorten noppen, zij hebben bloedgroep AB.

Als je zelf bloedgroep A hebt, kun je bloed krijgen van iemand anders met bloedgroep A, want die nop wordt door je immuunsysteem herkend als: 'zelf – niet aanvallen'. Een B-nop is 'onbekend' en die val je meteen aan. Bij die strijd kunnen zoveel bloedcellen kapot gaan, en zoveel bloedklonters ontstaan, dat je de gevolgen niet overleeft. Mensen met bloedgroep B accepteren bloed met hun 'eigen' B-nop, maar vallen de 'vreemde' A-nop aan.

Mensen met bloedgroep O dragen geen van beide noppen op hun bloedcellen. Het zijn 'universele donors': hun bloed wordt door niemand aangevallen, omdat er niets is om aan te vallen. In noodgevallen kan O-bloed dus meteen toegediend worden, zonder eerst bloedgroep tests te doen. Zelf kunnen mensen van bloedgroep O alleen O-bloed krijgen, want zowel A als B zijn voor hen vreemd.

Mensen met bloedgroep AB zijn dan weer 'universele acceptors': ze aanvaarden zowel de noppen A als B.

## Rhesustype

Weer een ander type nop heet 'resusfactor'. Ze werd voor het eerst ontdekt bij resusaapjes; vandaar de naam. Mensen die die noppen op hun bloedcellen dragen, noemen we 'positief', of voluit 'resus-positief'. Wie de noppen niet heeft, is 'negatief'. Resus-negatieve mensen vallen bloed aan waarop resus-noppen te zien zijn, ze kunnen dus enkel negatief bloed ontvangen.



Mensen die zelf de resus-nop dragen, vallen die niet aan. Zij kunnen zowel positief als negatief bloed ontvangen.

Een vrouw die zelf geen resus-noppen draagt, maar getrouwd is met een resus-positieve man, kan een positief kind krijgen. Dat is een potentieel gevaarlijke situatie: als haar bloed tot bij dat van het kind raakt, kan het bloed van het kind aangevallen worden. Dergelijke zwangerschappen moeten door de arts extra goed gevolgd worden, om tijdig met een transfusie te kunnen ingrijpen. De resus-noppen komen onafhankelijk van de A- en B-noppen voor. Sommige mensen hebben dus de gecombineerde bloedgroep A+, andere A-, enzovoorts.

Naast het ABO-systeem en het resus-systeem zijn er nog andere noppen, andere bloedgroepen, waarmee men bij bloedtransfusies rekening moet houden. Bij die noppen is de aanval van het immuunsysteem gelukkig minder erg, en overleef je een 'verkeerde' transfusie doorgaans wel. De noppen van je bloedgroep komen niet enkel op je bloedcellen voor, maar op al je lichaamscellen. Artsen moeten er niet enkel rekening mee houden wanneer ze bloed van de ene mens toedienen aan de andere, maar ook als ze een orgaan van de ene mens in de andere overplanten. Waarom sommige transfusies mislukten, en andere niet, werd begin twintigste eeuw uitgewerkt door de Oostenrijkse arts Karl Landsteiner. Zijn ontdekking van de A- en B-noppen en de bijbehorende vier bloedgroepen (A, B, AB en O) redde talloze mensen het leven. Hij kreeg er in 1930 de Nobelprijs voor. Op de webstek van de Nobelstichting, [www.nobel.se](http://www.nobel.se), kun je in een zoekvenstertje de naam Landsteiner ingeven. Op de aan Landsteiner gewijde pagina staat een doorklikker naar 'educational'. Daar vind je een Flash-spelletje waarin je het bloedtype van patiënten moet bepalen en ze de juiste transfusie toedienen.



# ADEM EENS DIEP IN EN

zit

We kunnen dagen zonder voedsel en uren zonder water, maar nog geen minuut zonder zuurstof. In de lucht rondom ons bevinden zich onder andere zuurstofgas en koolstofdioxide. In je longen vindt de uitwisseling van deze twee stoffen plaats. De ademhaling maakt het mogelijk lucht aan en af te voeren.

## Experiment :

### Hoe vaak adem je in en uit?

Ademen is voor ons allen een vanzelfsprekende bezigheid. Tijd om er even bij stil te staan!

### Wat heb je nodig?

- Een horloge met secondewijzer of een chronometer
- Een medeleerling

### Aan de slag!

Tel het aantal keer dat je klasgenoot in- en uitademt gedurende één minuut. Tijdens dit experiment is het belangrijk dat de proefpersoon op een natuurlijke manier ademhaalt, die voor hem aangenaam aanvoelt. Het is dus niet de bedoeling om sneller of trager te gaan ademen! Tel het aantal ademhalingen (1 ademhaling = 1 keer inademen + 1 keer uitademen), terwijl je de klok in de gaten houdt. Noteer de uitslag van deze ademtest na 1 minuut.

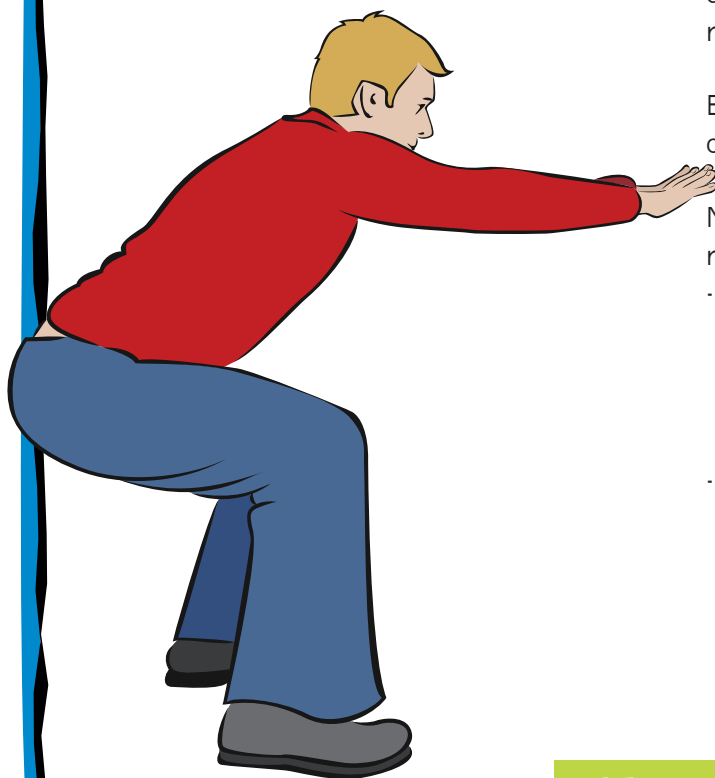
Laat de proefpersoon nu rechtstaan en 30 diepe kniebuigingen maken. Tel meteen daarna weer zijn ademhalingsritme gedurende 1 minuut.

En nu worden de rollen omgekeerd!

Noteer zorgvuldig jouw resultaten:

- Aantal ademhalingen per minuut in rust: .....

- Aantal ademhalingen per minuut na inspanning: .....



## Een woordje uitleg...

### Hoe snel ademt een mens gemiddeld?

Per minuut ademt een mens 12 tot 15 keer in en uit. Voor een tiener ligt dat aantal iets hoger: **18 ademhalingen per minuut** is normaal. Na de dertig kniebuigingen gaat je ademhaling een pak sneller, misschien wel dubbel zo snel! Dat is normaal: je spieren moeten harder werken, waardoor je hart het bloed sneller moet rondpompen en de longen sneller vers zuurstof moeten aanleveren. Als je ademhalingsritme na deze inspanning meer dan 40 keer per minuut bedraagt, wordt het hoog tijd om aan je conditie te werken!

### Is ademen een automatisch proces?

In tegenstelling tot je hartslag, kan je je ademhalingsritme wel bewust versnellen of vertragen. Dat merkte je misschien tijdens dit experiment. Toch zorgt je lichaam ervoor dat je op tijd en stond, zelfs tijdens je slaap, een nieuwe ademteug neemt. Je lichaam is geprogrammeerd om steeds voldoende zuurstof op te nemen. **De concentratie aan afvalstoffen (CO<sub>2</sub>) in je bloed veroorzaakt een signaal in je hersenen, dat je lichaam verplicht om opnieuw in te ademen.** Je kan dus nooit vergeten te ademen!

# Experiment :

## CO<sub>2</sub> klein (on)gevaarlijk afval

Tijdens het ademen krijgen we lucht in onze longen. Daaruit haalt ons lichaam het broodnodige zuurstof. In ons lichaam wordt die zuurstof verbruikt, waarbij de afvalstof koolstofdioxide of CO<sub>2</sub> ontstaat. Dat CO<sub>2</sub> wordt via onze longen weer in de omgevingslucht geloosd. CO<sub>2</sub> of koolzuurgas maakt water zuur. Dat kan je aantonen met een zuurbase-indicator zoals fenolftaleïne. In een zure oplossing heeft fenolftaleïne geen kleur. In een niet-zure (basische) oplossing kleurt fenolftaleïne roze.



### Wat heb je nodig?

- Twee glazen met een bodempje roze vloeistof (hierin zit water, enkele druppels ammoniak en fenolftaleïne)
- Een wit blad papier
- Twee rietjes
- Een medeleerling
- Een horloge met secondewijzer of een chronometer

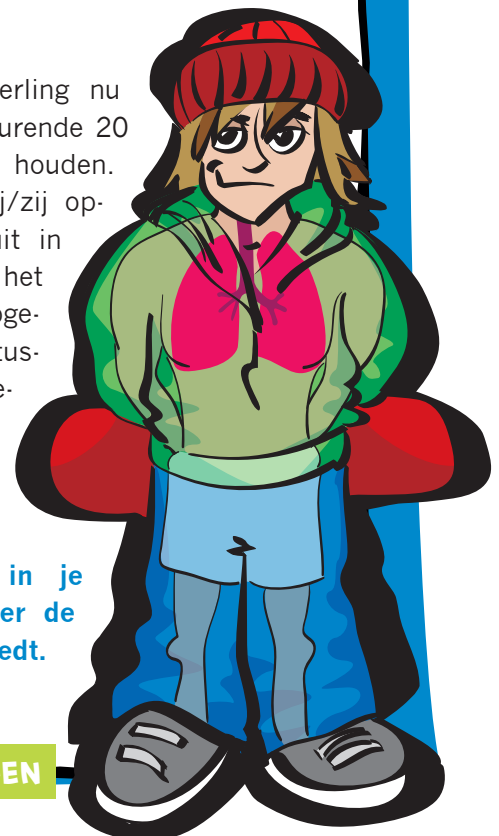
### Aan de slag!

Zet een rietje in elk glas en zet de glazen op het witte blad papier.

Vraag nu een medeleerling om een diepe ademteug te nemen en zachtjes uit te blazen in een van de rietjes. Hou de vloeistof én de klok in de gaten. Na hoeveel seconden is de roze kleur volledig verdwenen?

Vraag je medeleerling nu om de adem gedurende 20 seconden in te houden. Daarna blaast hij/zij opnieuw zachtjes uit in het rietje van het tweede glas. Opgelet: adem ondertussen niet in! Hoe lang duurt het nu vooraleer de roze kleur verdwijnt?

**Hoe meer CO<sub>2</sub> in je adem, hoe sneller de verkleuring optreedt.**



DOE-KAART LEERLINGEN

En nu worden de rollen omgekeerd!

Noteer zorgvuldig jouw resultaten:

- Zonder je adem vooraf in te houden duurt het .....s vooraleer de roze kleur verdwijnt
- Na 20 seconden je adem in te houden duurt het .....s vooraleer de roze kleur verdwijnt

## Een woordje uitleg...

### Wat is CO<sub>2</sub>?

CO<sub>2</sub>, koolzuurgas of koolstofdioxide is vrij ongevaarlijk voor ons. Het zit in de lucht die je inademt. En in de bubbels van frisdrank of mineraalwater. Maar wanneer er teveel CO<sub>2</sub> in je bloed zit, slaat je lichaam alarm. **Want te veel CO<sub>2</sub> in je bloed, betekent dat je dringend nood hebt aan extra zuurstof.** Je lichaam MOET dan inademen.

Hoe meer CO<sub>2</sub> je door de rietjes blaast, hoe sneller de vloeistof haar kleur verliest. **Als je je adem gedurende 20 s inhoudt, krijgt je lichaam meer tijd om zuurstof om te zetten in koolstofdioxide.** Daarom verdwijnt de roze kleur sneller tijdens het tweede deel van de proef.

CO<sub>2</sub> mag dan een relatief onschuldig gas zijn, het kan flink wat kwaad aanrichten. Bij de verbranding van fossiele brandstoffen (aardgas, aardolie, steenkool) komt CO<sub>2</sub> in de lucht terecht. Daar doet het dienst als **broeikasgas**: het zorgt ervoor dat er op aarde een aangename temperatuur heerst. Maar te veel CO<sub>2</sub> warmt de aarde te veel op. Omdat we de laatste decennia te veel fossiele brandstoffen verbranden, zit er op dit moment te veel CO<sub>2</sub> in de lucht. En wordt de aarde warmer. Dat kan zware gevolgen hebben: ijskappen die smelten, een stijgende zeespiegel, verzuring van de oceanen, meer stormen, verschuivingen in de biodiversiteit...

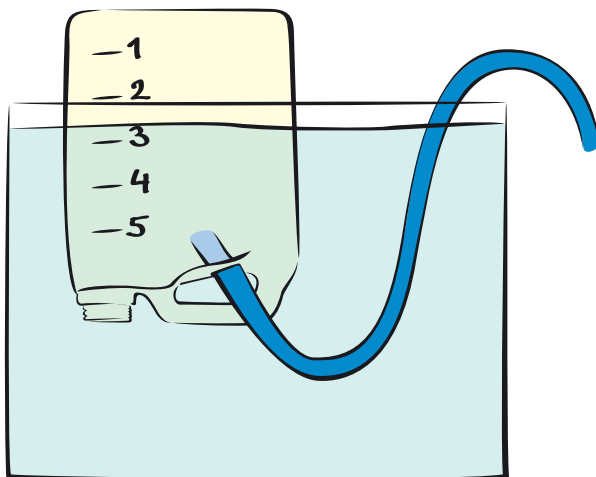
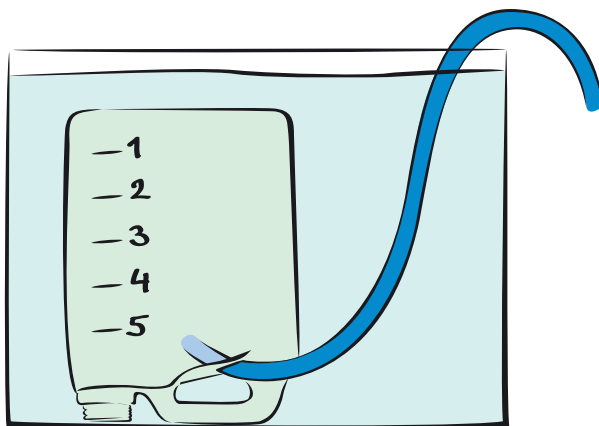
# Experiment :

## Hoeveel lucht kan er in je longen?

Je longen zijn groter dan je denkt! Klaar om een 'adem-test' te doen?

### Wat heb je nodig?

- Een 5l jerrycan
- Een flexibele slang
- Plasticine
- Een alcoholstift
- Plakband
- Water
- Een aquarium (of doorzichtige plastic bak)
- Medeleerlingen

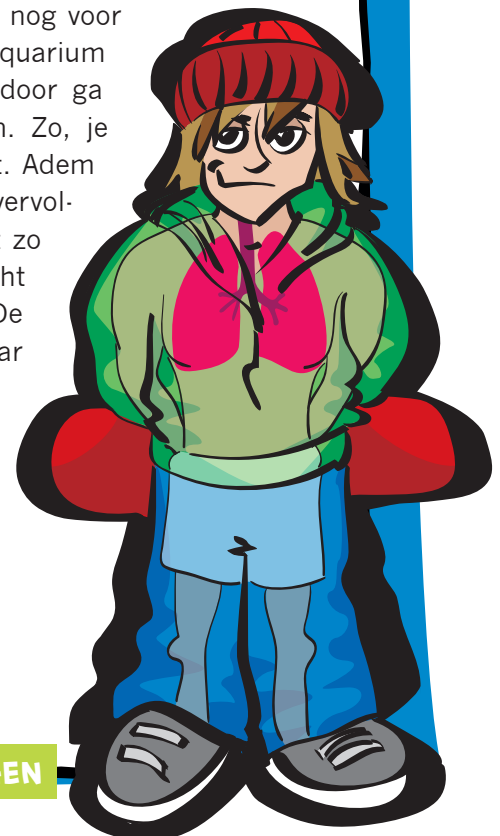


### Aan de slag!

Vooraleer je je longinhoud kunt bepalen, heb je eerst wat voorbereidingswerk nodig. Doe een liter water in de jerrycan en markeer met je stift tot waar het water komt. Je schrijft erbij dat dit 1 l is. Doe er nog een liter bij. Markeer opnieuw met je stift: 2 l. Doe er nog een liter water bij, markeer: 3 l, enz.

Knip bovenaan de jerrycan een klein gaatje, waar je de flexibele darm kan doorsteken. Zorg dat dit niet te groot is. Bevestig de slang aan de opening van de jerrycan en maak alles waterdicht, bijvoorbeeld met plasticine. Zorg dat de jerrycan helemaal gevuld is met water, zodat er zeker geen lucht meer in zit.

Vul het aquarium helemaal met water. Zet je jerrycan er omgekeerd in. Zorg dat je darm nog voor een deel uit het aquarium steekt, want hierdoor ga je moeten blazen. Zo, je meter is gemaakt. Adem diep in en adem vervolgens in één stoot zo veel mogelijk lucht uit in de slang. De jerrycan komt naar omhoog en geeft aan hoeveel liter lucht je uitgeademd hebt.



Noteer jouw resultaat in onderstaande tabel. Vul ook enkele gegevens in, die meer vertellen over jezelf.

Naam	
Geslacht	<input type="checkbox"/> Meisje <input type="checkbox"/> Jongen
Lengte (in cm)	
Hoeveel uur per week doe je aan sport?	
Bespeel je een blaas-instrument?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nee

## Een woordje uitleg...

### Hoeveel lucht kan er in je longen?

De hoeveelheid lucht die je tijdens dit experiment gemeten hebt, moet je met een korreltje zout nemen. Het toestel dat je zelf gemaakt hebt, is immers geen echte spirometer. Artsen gebruiken een **spirometer** om de longfunctie van patiënten te meten.

Er bestaan verschillende methodes om je longinhoud te berekenen. Je kunt het longvolume berekenen van iemand die rustig, zonder kracht, ademt. Dat wordt het **statistisch longvolume** genoemd. Je kunt ook een **dynamisch longvolume** bepalen. Dan moet je snel en geforceerd ademhalen en wordt de snelheid van in- en uitademen gemeten.

Gemiddeld kan er 6 liter lucht in de longen van een volwassen persoon. Dat noemt men de **totale longcapaciteit**. Maar daar gebruiken we slechts een klein deel van. Het **ademvolume**, de hoeveelheid lucht die je in- en uitademt in rust, is slechts een halve liter. En als je zoveel lucht uit je longen perst als je maar kan, blijft er nog altijd een beetje restlucht achter. Dat is het **restvolume**.

**Een mens gebruikt slechts 14% van de door hem ingeademde lucht.** Zeezoogdieren, zoals walvissen, zeekoeien en dolfijnen, benutten 80 tot 90% van de ingeademde lucht. Daarom moeten ze minder vaak in- en uitademen.

# Klasonderzoek :

## Grote of kleine longen?

Niet iedereen heeft dezelfde longinhoud. Misschien vind je wel een verband tussen alledaagse eigenschappen van je medeleerlingen en hun longcapaciteit!

### Wat heb je nodig?

- De resultaten uit het voorgaande experiment (van de hele klas)
- Een schoolbord en krijt
- Een vrijwilliger om de tabel in te vullen (bijvoorbeeld je leerkracht)

### Aan de slag!

De vrijwilliger kopieert de onderzoekstabel (zie volgende pagina) op het bord. Hij/zij noteert systematisch de gegevens van alle klasgenoten in de tabel. Neem de gegevens zorgvuldig over, zodat je zelf ook over alle resultaten van het onderzoek beschikt.

Bereken nu de gemiddeldes van elke kolom.

Als je de gemiddelde longinhoud van de hele klas wilt kennen, tel dan alle longinhouden bij elkaar op en deel de uitkomst door het aantal leerlingen in de klas.

Ben je op zoek naar de gemiddelde longinhoud van alle jongens, dan tel je de longinhouden van de jongens bij elkaar op en deel je de uitkomst door het aantal jongens in de klas (het aantal kruisjes in die kolom).

Onderzoek nu of je verschillen kan ontdekken. Is de longinhoud van jongens groter of kleiner dan die van meisjes? Hoe zit het met kleine ten opzichte van grote leerlingen? En hebben je sportprestaties of je muzikaliteit een invloed op je longinhoud? Noteer hier je bevindingen.

.....

.....

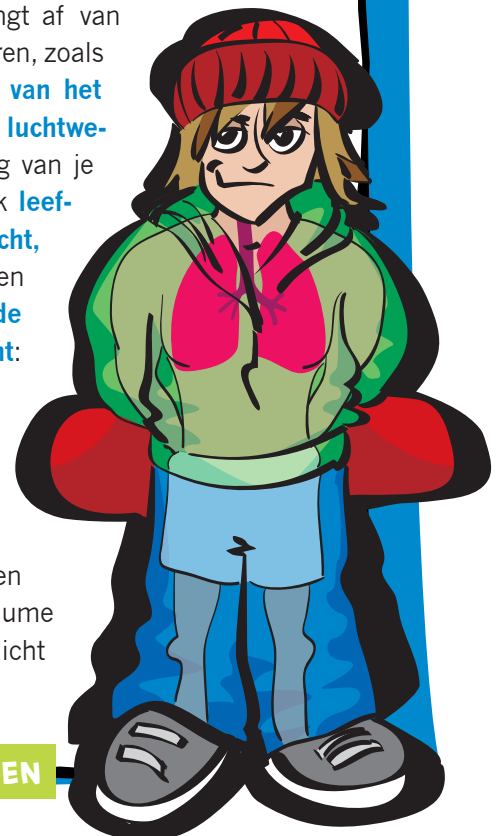
.....

.....

### Een woordje uitleg...

#### Welke factoren hebben een invloed op je longinhoud?

De longinhoud hangt af van verschillende factoren, zoals **de eigenschappen van het longweefsel en de luchtwegen**, en de omvang van je borstkas. Maar ook **leeftijd, lengte, geslacht, gewicht**, enz. spelen een rol. En zelfs **de plek waar je woont**: mensen die op grote hoogtes leven, waar de lucht ijler is en dus minder zuurstof bevat, hebben een groter longvolume dan mensen die dicht bij zee wonen.







# Demo :

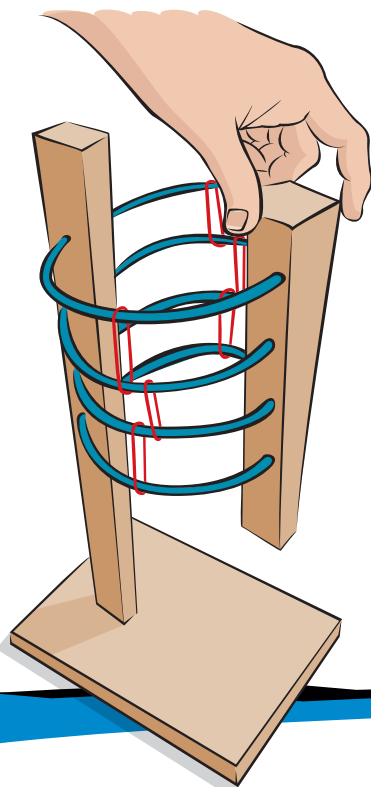
## Ademen doe je zo!

Ademen kost ons eigenlijk geen moeite. Je kunt op twee manieren ademen: buik- en borstademhaling. Tijdens de gewone ademhaling doen we beide tegelijk. Wat gebeurt er met je borstkas en je buik terwijl je ademt?

Schrap wat niet past in onderstaande tabel.

	Inademen	Uitademen
Borstkas	Wordt groter/ kleiner	Wordt groter/ kleiner
Buik	Wordt dikker/ dunner	Wordt dikker/ dunner

Bekijk, samen met je leerkracht, onderstaande modellen en ontdek hoe de verschillende manieren van ademen werken.



## Borstademhaling

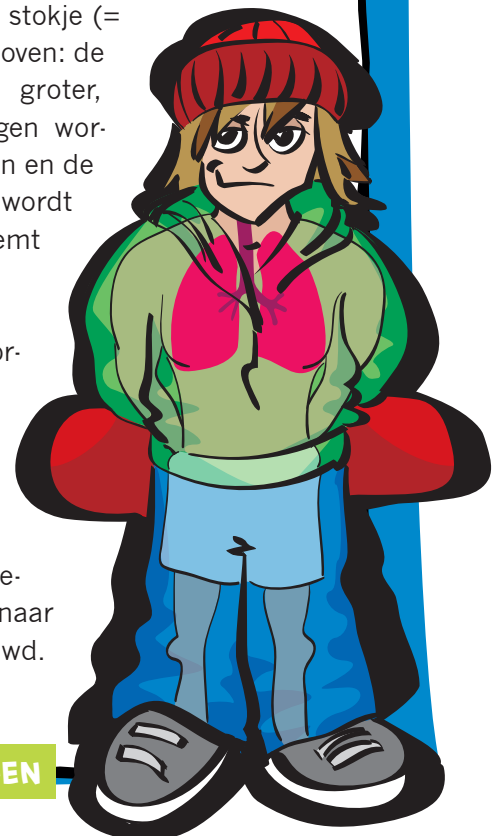
### Waaruit bestaat het model?

- 2 latjes (deze stellen je wervelkolom en je borstbeen voor)
- IJzerdraad (doet dienst als ribben)
- Elastiekjes (dat zijn de tussenribspieren)
- Plankje (om alles op zijn plaats te houden)

### Aan de slag!

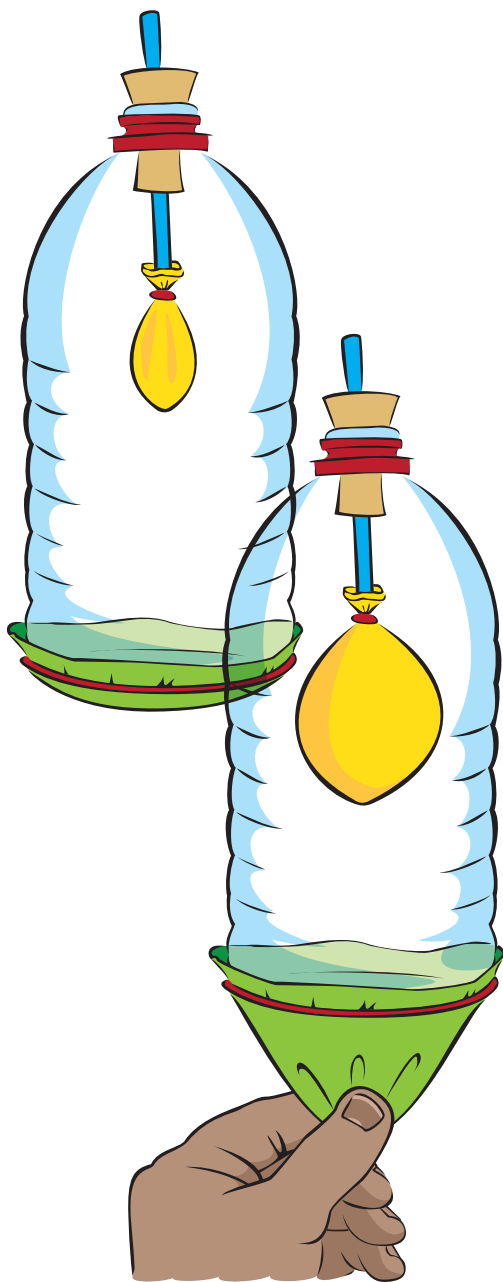
Beweeg het korte stokje (= borstbeen) naar boven: de borstholte wordt groter, waardoor de longen worden opengetrokken en de lucht naar binnen wordt gezogen. Je ademt in.

Beweeg het korte stokje naar beneden: de borstholte vernauwt, waardoor de longen worden samenge-drukt en de lucht naar buiten wordt geduwd. Je ademt uit.



## Een woordje uitleg...

Tussen je ribben zitten er spieren. Als deze samentrekken worden je ribben omhoog en opzij getrokken. Daardoor wordt je borstholte groter. De druk in je longen is dan lager dan de luchtdruk, waardoor er lucht naar binnen wordt gezogen. Als je tussenribspieren ontspannen, wordt je borstholte weer kleiner, waardoor de lucht in je longen naar buiten geperst wordt. Dit soort ademhaling noemen we borstademhaling.



# Buikademhaling

## Waaruit bestaat het model?

- Stolp of fles zonder bodem en met opening bovenaan (stelt je borstkas voor)
- Badmuts (dat is je middenrif)
- Glazen buisje met ballonnetje (luchtpijp, luchtpijptakken en longen)
- Stevige elastiek (om de badmuts aan de fles bevestigen)
- Rubberen of kurken stop (om het geheel luchtdicht af te sluiten)

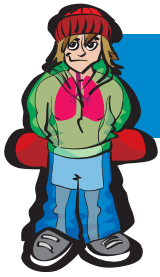
## Aan de slag!

Trek de badmuts (het middenrif) naar beneden: de spier spant op en de borstkas verruimt. Daardoor worden de longen opengetrokken en wordt lucht naar binnen gezogen. Je ademt in.

Laat de badmuts los: de spier ontspannt en de borstholte vernauwt. Daardoor worden de longen samengedrukt en wordt de lucht naar buiten geduwd. Je ademt uit.

## Een woordje uitleg...

Je middenrif is de scheiding tussen de borst- en buikholte. Dat middenrif is een spier die in rust een beetje bol staat. Als ze samentrekt wordt ze platter, waardoor je borstholte groter wordt en je dus gaat inademen. Je darmen drukken dan je buikwand naar voren en daarom spreken we hier van buikademhaling.



# ADEM EENS DIEP IN EN UIT

VOOR DE LEERKRACHT

## Lesverloop

Tijdens de les 'Adem eens diep in en uit' maken de leerlingen kennis met het ademhalingsstelsel. De werking van de longen wordt nader bekeken. De volledige les neemt ongeveer anderhalf lesuur in beslag. Als de leerlingen het toestel om de longinhoud te meten niet zelf aanmaken, duurt de les korter. Het is niet nodig alle proeven te doorlopen, je kan als leerkracht zelf kiezen welke opdrachten je wel of niet uitdeelt.

De leerlingen beginnen met het experiment 'Hoe vaak adem je in en uit?', dat ze in groepjes van twee uitvoeren. Op die manier krijgen ze een idee van hun ademhalingsfrequentie (in rust en na inspanning) én van het feit dat de ademhaling een onbewust proces is, dat wel bewust versneld of vertraagd kan worden. (15 min)

Vervolgens ontdekken de leerlingen dat lucht een andere samenstelling krijgt wanneer het in en uit de longen reist. Ze leren hoe je CO<sub>2</sub> kan aantonen in de uitgeademde lucht en ze ontdekken dat de hoeveelheid CO<sub>2</sub> in uitgeademde lucht stijgt, naargelang je je adem langer inhoudt. Dat komt omdat je lichaam zuurstof uit de lucht opneemt en CO<sub>2</sub> weer afgeeft. CO<sub>2</sub> is dus een afvalproduct.

Dit experiment vergt enige voorbereiding van de leerkracht: maak vooraf een mengsel klaar van 2 liter water en 20 druppels ammoniak (30%). Kleur het water met fenolftaleïne (te verkrijgen bij een verkoper van leermiddelen en didactisch materiaal), tot het roze kleurt. Opgelet: het water moet een duidelijk roze kleur hebben, maar niet té intens. Probeer het experiment vooraf even uit. Maak meer van de vloeistof aan voor grotere klassen. Geef elke leerling twee glazen met 1 tot 2 cm roze vloeistof. Het experiment 'CO<sub>2</sub>, klein (on)gevaarlijk afval' wordt per twee leerlingen uitgevoerd. Het is belangrijk dat alle leerlingen dezelfde vloeistofsamenstelling voorgeschoteld krijgen, zodat ze kunnen vergelijken

met hun collega's. Opgelet: de verkleuring zal slechts na een tijdje plaatsvinden, aangezien er eerst lucht wordt uitgeademd die uit de bovenste luchtwegen komt, waar geen gasuitwisseling plaatsvindt. Pas wanneer lucht afkomstig uit de longblaasjes doorheen het water wordt geblazen, begint de CO<sub>2</sub> zijn werk te doen. (15 min)

Dan meten de leerlingen hun longinhoud tijdens het experiment 'Hoeveel lucht kan er in je longen?', met een zelfgemaakt toestel. De resultaten die de leerlingen bekomen zijn niet 100% betrouwbaar, maar kunnen wel met elkaar vergeleken worden. De leerlingen kunnen deze proef individueel uitvoeren, maar het kan handig zijn om slechts enkele toestellen aan te maken. Voor de hygiëne is het dan aan te raden om verwisselbare mondstukken te gebruiken. (20 min indien de leerlingen het toestel zelf maken)

Aansluitend op het voorgaande experiment, verzamelen de leerlingen de resultaten van de hele klas tijdens het klasonderzoek 'Grote of kleine longen?'. Naast informatie over de longinhoud,

## “ Toon CO<sub>2</sub> aan met fenolftaleïne ”

krijgen ze ook gegevens over de lengte, het geslacht, de mate van sportiviteit en het bespelen

van een blaasinstrument van hun medeleerlingen. De leerlingen berekenen nu gemiddeldes en proberen te ontdekken of er verschillen in longinhoud bestaan tussen verschillende groepen mensen (meisjes/jongens, grote/kleine mensen, sportieve/niet sportieve mensen, mensen die wel/niet een blaasinstrument bespelen). Het onderzoek kan klassikaal uitgevoerd worden, met één leerling (of de leerkracht) die de tabel op het schoolbord invult. De leerkracht duidt aan welke leerlingen welke gemiddeldes uitrekenen. De conclusies worden door elke leerling apart opgeschreven en nadien besproken tijdens een klasdiscussie. (15 min)

Om de les te beëindigen, kan je de demonstratie 'Ademen doe je zó' geven over de verschillende manieren van ademen. **Maak de modellen voor borstademhaling en buikademhaling vooraf** en toon de leerlingen hoe beide technieken werken. Zorg dat de leerlingen begrijpen dat beide ademhalingen meestal tegelijk gebeuren, maar dat je voor grote inspanningen (sport, zingen, ...) nood hebt aan een goede buikademhaling. (10 min)

## Didactische tips en extraatjes

Trek de aandacht op de variatie die er in de metingen zit: ieder persoon is anders en iedere situatie is anders. De leerlingen moeten zich ervan bewust zijn dat op de meeste cijfers in de biologie – en niet alleen daar – een flinke marge zit. De gemiddelde levensverwachting van een mens zegt weinig over hoe oud je zelf zult worden, en de topsnelheid van een tijger of een valk verschikt naargelang het boek dat je raadpleegt. Zo zullen de resultaten van het onderzoek 'CO<sub>2</sub>, klein (on)gevaarlijk afval' verschillen van leerling tot leerling, omdat ieder individu op een andere manier door het rietje blaast. Toch blijft het mogelijk om de resultaten van één individu met elkaar te vergelijken.

Indien er tijd over is, laat de leerlingen dan berekenen hoeveel keer ze in- en uitademen per dag, per jaar, gedurende hun hele leven. Als ze 80 jaar zijn – de gemiddelde levensduur in België – dan hebben ze gemiddeld 15 ademhalingen/minuut x 60 min/u x 24u/dag x 365 dagen/jaar x 80 jaar = 630 720 000 of ruwweg 631 miljoen keer in- en uitgeademd.

Laat de leerlingen borst-en buikademhaling zelf eens ondervinden. Laat ze plat op een tafel liggen en rustig in- en uitademen. Als ze een hand

op borst- en buik leggen, kunnen ze deze ademhaling voelen. Als je niet veel plaats hebt, kan je één leerling naar voren roepen en een telefoonboek op de buik leggen. Buikademhaling is de beste ademhaling, omdat dit een diepere ademhaling is. De longblaasjes onderin de longen worden dan 'schoongespoeld' door verse lucht, in plaats van ongebruikt te blijven en vol afvalgassen te blijven staan.

In een slachthuis kun je misschien aan varkenslongen geraken. Ze lijken voldoende op mensenlongen om de leerlingen een idee te geven van wat longen 'echt' zijn. Je kunt de luchtpijp en haar vertakkingen laten zien door de long te dissecter. Laat een leerling met een rietje in een luchtpijptak blazen. Zo hebben de leerlingen een idee hoe ver longen kunnen uitzetten. Je

kan ook water met een kleurstof in de luchtpijptakken spuiten, zodat zichtbaar wordt welke weg lucht doorheen de long volgt. Neem daarvoor een grote spuit met naald, steek die in de lucht-

pijp of een luchtpijptak en sluit de luchtweg af met een (orgaan-)klem. Je ziet dan hoe de long zich langzaam met vloeistof vult.

Misschien is het ook leuk de leerlingen enkele EHBO-tips mee te geven: in- en uitademen in een papieren zak bij hyperventilatie, wat te doen bij een bloedneus, verslikken, mond-op-mond-beademing. Vele tips kun je krijgen bij het Rode Kruis in je buurt.

Je kunt ook eens stilstaan bij de pathologie en hygiëne van het ademhalingsstelsel. Hoe kan je ziektes voorkomen of hoe verzorg je ze? Voorbeelden zijn: allergie en astma, verkoudheid, tuberculose (tbc), de hik, bronchitis, longontsteking, klaplong, hyperventilatie, ... . Laat de leerlingen vertellen over hun ervaringen met deze aandoeningen. Of bespreek de gevolgen van roken voor het lichaam.

# Achtergrondinformatie

## Wat is lucht?

De lucht die wij inademen bestaat grotendeels (78%) uit stikstof. Zuurstof maakt voor 'slechts' 21% deel uit van de lucht om ons heen. Het resterende procent bestaat uit een heleboel edelgassen (helium, neon, argon, krypton, xenon) en chemische verbindingen (koolstofmonoxide, koolstofdioxide, methaan, diwaterstof, stikstofoxide, stikstofdioxide, dijood, ammonia en ozon). Er zit dus maar heel weinig koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>) in de lucht die in onze longen terecht komt: slechts 0,04 procent.

Je inhaleert lucht via je mond en neus. Je neus is verbonden met je mond door een gat in de mondholte. Via je strottenhoofd of larynx, passeert deze lucht door je luchtpijp of trachea. Op een bepaalde afstand splitst de luchtpijp zich in twee luchtpijptakken of bronchi. Elk van deze splitsen zich op in zeer veel kleinere vertakkingen, die de bronchiolen worden genoemd. De bronchiolen monden uit in longblaasjes of alveoli, die er als minuscule druiventrosjes uitzien.

Aan de zeer dunne oppervlaktelaag van deze longblaasjes gebeurt de eigenlijke uitwisseling van zuurstof en koolstofdioxide met de haarvaatjes van het capillaire netwerk van de longen. In totaal bevatten onze longen ongeveer 1 800 000 000 longblaasjes en bestrijken ze een oppervlakte van 85 m<sup>2</sup>.

In de lucht die we uitademen zit dus minder zuurstof en meer CO<sub>2</sub>. En het verschil is groot: gemiddeld bestaat uitgeademde lucht uit 79% stikstof, 17% zuurstof en 4 procent CO<sub>2</sub>. Circa 4% zuurstof wordt dus ingewisseld voor CO<sub>2</sub> ter hoogte van de longblaasjes. Wat erop neer komt dat er in uitgeademde lucht maar liefst 100 keer meer CO<sub>2</sub> zit dan in ingeademde lucht! Toch zit er nog genoeg zuurstof in de uitgeademde lucht om aan mond-op-mondbeademing te kunnen doen. Het is immers niet de hoeveelheid CO<sub>2</sub> in de longen die ons het signaal geeft om uit te ademen, maar de hoeveelheid CO<sub>2</sub> in het bloed.

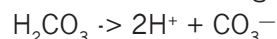
## Waarom maakt CO<sub>2</sub> water zuur?

Een typische eigenschap van een zuur, is dat het waterstofionen kan afstaan. Maar koolstofdioxide bevat helemaal geen waterstof. Toch noemt men het gas in de volksmond koolzuurgas. Dat komt door het effect dat CO<sub>2</sub> heeft op water, wanneer je het erin oplost. Frisdranken krijgen hun bubbels doordat er koolstofdioxide aan toegevoegd wordt. Frisdranken zijn dan ook erg zuur, al wordt de zure smaak handig gemaskeerd door een heleboel suiker.

Als CO<sub>2</sub> oplost in water, ontstaat er een zuur. Er stelt zich het volgende evenwicht in:



Het H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> is het echte 'koolzuur', met de wetenschappelijke naam diwaterstofcarbonaat. Dit zwakke zuur splitst in water als volgt:

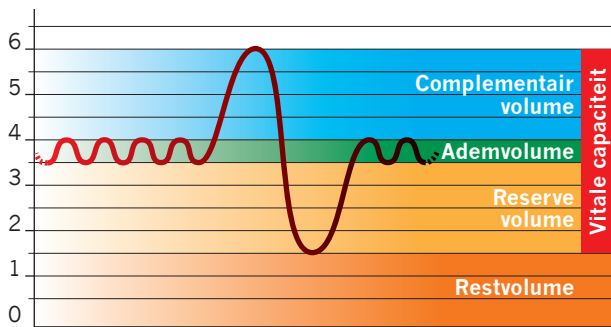


Het zijn net die H<sup>+</sup>-ionen die voor de verzuring van water zorgen (hoe meer H<sup>+</sup>-ionen in water, hoe zuurder een oplossing). Het zijn dus de H<sup>+</sup>-ionen die zorgen voor de verkleuring van een zuur-base-indicator en voor de zure smaak van koolzuurhoudende dranken.

## Longcapaciteit

Bij een rustige ademhaling wordt ongeveer een halve liter lucht in- en uitgeademd, dat is het ademvolume. Het is mogelijk om nog zowat 2 liter méér op te nemen, het complementair volume; terwijl door extra diep uit te ademen je nog ongeveer 2 liter extra kan uitademen, het reservevolume. Het totale volume dat actief in beweging kan worden gebracht bedraagt dus ongeveer 4,5 liter. Dat is de vitale capaciteit. Maar zelfs bij maximaal uitademen blijft er nog zowat 1,5 liter lucht in de longen zitten, het restvolume (ook wel residuaal volume). Om toch verse lucht in je longen te krijgen is er een vorm van ventilatie, die ervoor zorgt dat er niet teveel koolstofdioxide in je luchtwegen en longen blijft en je voldoende zuurstof opneemt. Deze longventilatie wordt verhoogd door lopen, hoesten,

hijgen, huilen, zingen, ... . In totaal kan er dus 6 liter lucht in je longen. Dat noemt men de totale longcapaciteit.



## Roken, een schadelijke gewoonte?

Tabaksrook bestaat o.a. uit koolstofmonoxide. Dat is een kleurloos, geurloos, smaakloos en giftig gas dat ontstaat na verbranding met onvoldoende zuurstof. Denk maar aan de waarschuwing die er soms in het weerbericht worden gegeven voor slecht trekkende kachels. De koolstofmonoxide verbindt zich gemakkelijker met je rode bloedlichaampjes dan de zuurstof. De rode bloedlichaampjes zijn dus niet meer beschikbaar om de zuurstof naar de organen te brengen, waardoor bijvoorbeeld je spierkracht vermindert.

Een andere schadelijke stof bij roken is teer. Teer is een vieze bruine brij die tijdens het roken niet alleen in de filter van een sigaret blijft, maar ook aan je vingers, tanden en de slijmvliezen van je luchtwegen blijft kleven. Het laat een gele kleur achter. Aan de binnenwand van de luchtwegen bevinden zich trilhaartjes. Zij voorkomen het binnendringen van stofdeeltjes in de longen. Als je rookt zullen deze haartjes samenkoeken door het teer, waardoor er stofdeeltjes in de luchtpijptakken en -vertakkingen geraken. Hierdoor wordt er te veel slijm in de longen aangemaakt en minder goed afgevoerd. Alle luchtwegen raken verstopt, waardoor er minder zuurstof kan worden opgenomen. Iemand die rookt merkt dat hij sneller moe wordt bij het sporten. Als je denkt dat een verkoudheid niet het ergste is dat je kan overkomen ... . Bij rokers kan een eenvoudige

verkoudheid lang aanslepen en overgaan tot zware bronchitis. Als dit je een paar keer per jaar overvalt, worden je luchtpijptakken blijvend vervormd. Zo krijgen je longen te weinig lucht en zal je meer en sneller moeten ademen. Rokers hebben dan ook meer last van een droge keel, een verstopte neus en kortademigheid.

Nicotine is een giftige stof die in sigarettenrook voorkomt. Iemand die zijn eerste sigaret opsteekt, voelt zich even later misselijk en duizelig. Na verloop van tijd verdwijnen deze verschijnselen. Dat is omdat de roker aan het gif gewend geraakt. De sigaret heeft voor de roker dan alleen nog maar prettige ervaringen: een fijne smaak en een opwekkende werking. Toch merkt ook de meest verstokte roker nog elke dag de gevolgen van zijn vergiftiging; hoofdpijn, een verminderde eetlust, hoestbuien,...

**“ Nicotine is giftig en verslavend ”**

Nicotine heeft een korte, opwekkende werking op het zenuwstelsel: de vermoeidheid verdwijnt even. Na een tijdje is het effect van de nicotine echter uitgewerkt en de behoefte aan een nieuwe sigaret

dringt zich op. Nicotine heeft met andere woorden een verslavend effect. Hoewel het giftig is, wil je lichaam het altijd opnieuw hebben. In tegenstelling tot voedingsstoffen, neemt nicotine de vermoeidheidsverschijnselen maar even weg. Op lange termijn speelt dit ten nadele van je eigen gezondheid.

De nicotine en de koolstofmonoxide bevorderen de afzetting van vet op de aderwand, wat vernauwing en verharding van de bloedvaten te weeg brengt. De bloedcirculatie vertraagt en de bloeddorstrooming verloopt veel moeilijker. Rokers hebben zo bijvoorbeeld veel sneller last van koude handen en voeten. Als je kransslagaders ernstig vernauwen, kan het zijn dat een gedeelte van je hart geen bloed meer krijgt, met als gevolg dat er een deel van je hart afsterft. Men noemt dit een hartinfarct. Een ernstige vernauwing in je hersenen kan tot een beroerte leiden. Tabak heeft nog een hele reeks andere slechte effecten, van vertraging van de groei van een ongeboren baby tot kanker.

# EEN LANGE REIS DOOR

# DE VERMAAH

Om je lichaam draaiende de houden, heb je dagelijks heel wat voedingsstoffen nodig: eiwitten, vetten, koolhydraten, vitamines, mineralen, en sporenelementen. Die worden door je spijsverteringsstelsel (of maag-darmstelsel) uit je voedsel gehaald. Tijdens de reis doorheen dat stelsel, passeert voedsel doorheen je mond, je slokdarm, je maag, je dunne en je dikke darm en tenslotte je anus. Het spijsverteringsstelsel wordt ook wel het maag-darmstelsel genoemd. Elke schakel in dat systeem heeft zijn eigen, specifieke functie.

## Experiment :

### Speeksel maakt

### je leven zoet

Als allereerste komt voedsel je mond binnen. Daar wordt het vermengd met speeksel. Dat zorgt ervoor dat het voedsel makkelijker je slokdarm in glijdt. Maar het doet ook nog wat anders...



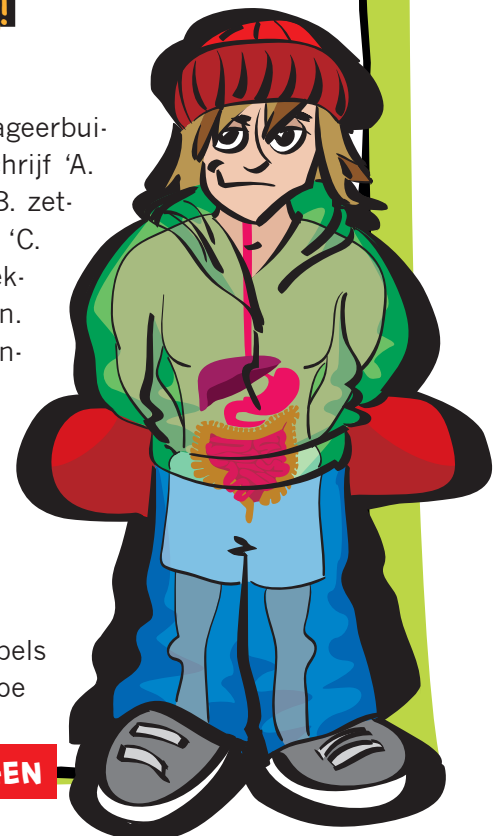
### Wat heb je nodig?

- vier reageerbuizen in een rekje
- een trechter
- een oplossing van 5% zetmeel in water (zetmeel lost moeilijk op, maak de oplossing daarom vooraf klaar)
- water
- jodiumtinctuur
- etiketten en een stift

### Aan de slag!

Kleef op drie reageerbuizen een etiket. Schrijf 'A. water + water', 'B. zetmeel + water' en 'C. zetmeel + speeksel' op de etiketten. Doe een paar centimeter water in reageerbuis A. Doe evenveel zetmeeloplossing in proefbuisen B en C.

Voeg nu 5 druppels jodiumtinctuur toe



DOE-KAART LEERLINGEN

aan iedere reageerbuis. Noteer de kleur van de resulterende oplossingen:

Reageerbuis A met alleen water kleurt:

.....

Reageerbuis B met zetmeeloplossing

kleurt: .....

Reageerbuis C met zetmeeloplossing

kleurt: .....

Wat is je besluit?

.....  
.....  
.....  
.....

Neem de vierde reageerbuis en vul die voor de helft met water. Neem het water in je mond en spoel gedurende één minuut (of langer) je mond ermee. Het water wordt nu vermengd met je speeksel.

Voeg dit mengsel toe aan reageerbuis C, met behulp van een trechter. Leng nu reageerbuisen A en B aan met water, tot ze evenveel vloeistof bevatten als reageerbuis C. Zorg dat de inhoud van de reageerbuisen goed mengt en wacht vijf minuten.

Noteer de kleur van de resulterende oplossingen:

Reageerbuis A met alleen water kleurt:

.....

Reageerbuis B met zetmeeloplossing en

water kleurt: .....

Reageerbuis C met zetmeeloplossing en

speeksel kleurt: .....

Wat is je besluit?

.....  
.....  
.....  
.....

## Een woordje uitleg...

### Wat is speeksel en waarvoor dient het?

In je mond zitten speekselklieren. Veel kleintjes, en ook een paar grote. Je maakt ongeveer een liter speeksel per dag. **Speeksel bestaat voor 99% uit water**, maar dat ene procent maakt alle verschil. Daarin zitten enzymen (speciale eiwitten) die je helpen bij het verteren.

Speeksel doet dienst als smeermiddel bij het slikken, als weekmaker van je voedsel, als buffer tussen je tanden en zuur voedsel, als bestrijdingsmiddel tegen bacteriën, als aanvoer van mineralen om je tandglazuur op peil te houden. **Maar het dient vooral om reeds een deel van je voedsel af te breken tot kleinere stoffen, die in je bloed opgenomen kunnen worden.** Zo kunnen die naar overal in je lichaam getransporteerd worden waar ze nodig zijn.

### Wat is zetmeel?

Zetmeel is afkomstig van zaden, knollen en wortels van planten. Ook sommige vruchten zoals bananen en noten zijn rijk aan zetmeel. Het meeste zetmeel halen wij uit graan- en aardappelproducten, het vormt een belangrijk onderdeel van je voeding. En we gebruiken het als bindmiddel in sauzen en soepen. Zetmeel levert je energie.

**Zetmeelmoleculen zijn lange ketens van aaneengeregen suikermoleculen.** Omdat je bloed wel suikers kan rondvoeren, maar geen zetmeel, moet het zetmeel afgebroken worden tot suikers waar de cellen weg mee kunnen. Dat gebeurt in je mond door het speeksel. En daarom smaakt voedsel waarop je lang kauwt zoeter!

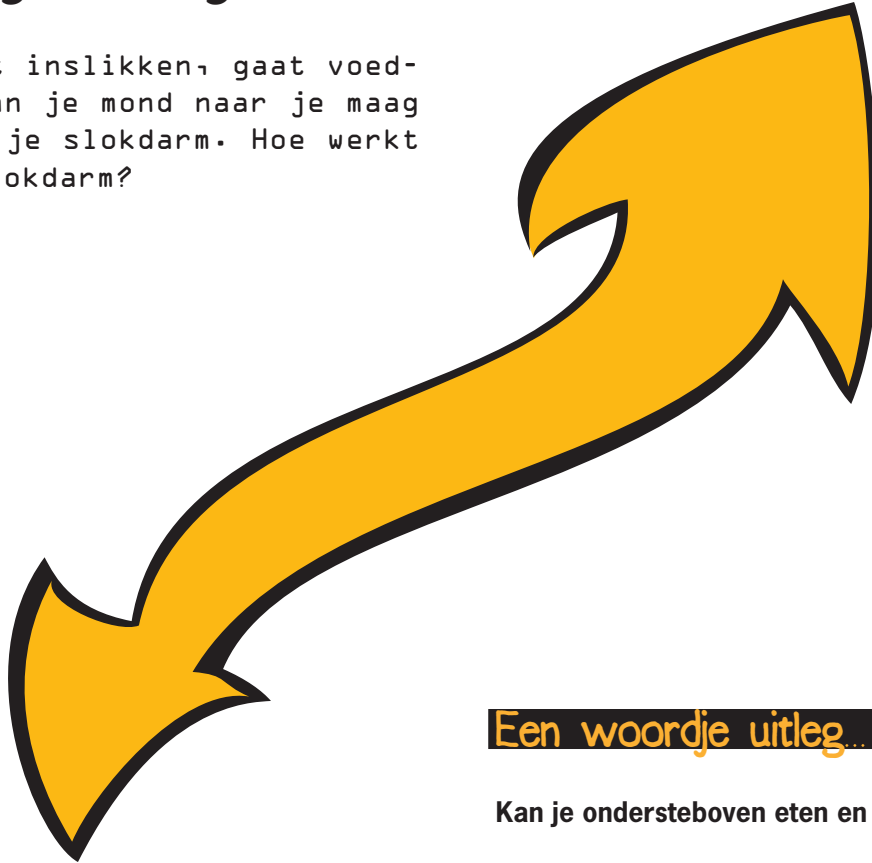
Zetmeel kun je aantonen door er een beetje jodiumoplossing aan toe te voegen. Het zetmeel wordt dan paars/zwart.



# Demo :

## Omlaag of omhoog?

Na het inslikken, gaat voedsel van je mond naar je maag door... je slokdarm. Hoe werkt die slokdarm?



### Wat heb je nodig?

- Een kussen of een valmat
- Een glas water met een rietje
- Een vrijwilliger

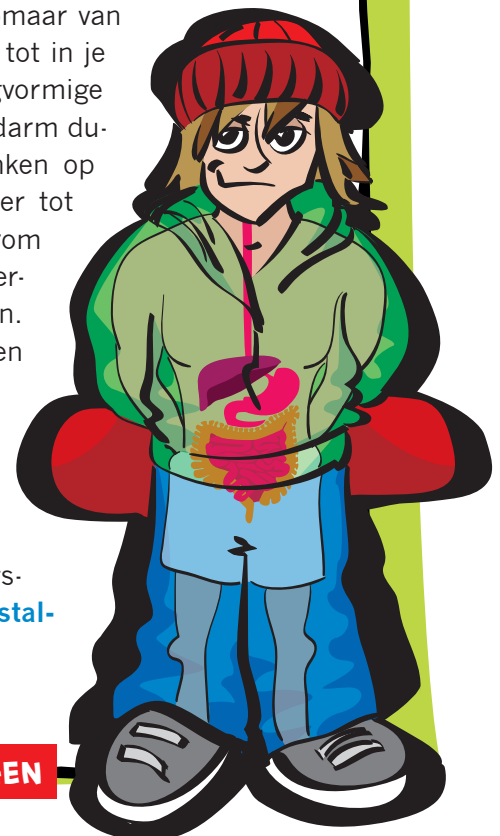
### Aan de slag!

Plaats het kussen of de valmat tegen een muur. De vrijwilliger gaat tegen de muur op zijn hoofd staan, eventueel met de hulp van een medeleerling. De leerkracht brengt het rietje aan de mond van de vrijwilliger. De leerling – die op zijn hoofd staat – probeert nu te drinken door aan het rietje te zuigen.

### Een woordje uitleg...

#### Kan je ondersteboven eten en drinken?

Wanneer je eet of drinkt, valt je voedsel niet zomaar van door je slokdarm tot in je maag. De kringvormige spieren in je slokdarm duwen eten en drinken op een actieve manier tot in je maag. Daarom kun je ook ondersteboven drinken. Zelfs je darmen werken in omgekeerde positie. Dat proces van spiersamentrekkingen in het spijsverteringskanaal heet **peristaltiek**.



# Experiment :

## Over zuren en gassen

In je maag ondergaat voedsel een heuse zuuraanval. Waar is dat goed voor?

### Wat heb je nodig?

- Een grote ballon
- Bakpoeder
- Een glazen fles
- Azijn
- Een trechter

### Aan de slag!

Stop de trechter in de opening van de ballon en giet een zakje bakpoeder in de ballon. Doe nu een bodempje azijn in de fles. Trek het tuitje van de ballon over de hals van de fles. Hou de ballon nu rechtop zodat het bakpoeder in de fles valt. Er ontstaat een gas en de ballon blaast zichzelf op. De fles stelt je maag voor met azijn als maagzuur. Het bakpoeder doet dienst als voedsel. Als er voedsel in je maag terechtkomt, begint je maag maagzuur te maken. Dat reageert met het inkomende voedsel en daarbij ontstaat CO<sub>2</sub>-gas, net zoals in het experiment met azijn en bakpoeder.

### Een woordje uitleg...

#### Waar komen 'boeren' vandaan?

Wanneer eten en drinken in je maag terechtkomen, is het de bedoeling dat ze daar blijven of hun reis doorheen het spijsverteringskanaal verder zetten. De **kringspier** op het einde van de slokdarm (aan de ingang van je maag) zorgt ervoor dat niets terug

naar boven borrelt. Tenzij de gasdruk in je maag te hoog oploopt. Dat kan de sluitspier niet houden, waardoor ze soms wat 'gas aflaat'. Dat gas komt dan uit je mond als een boer. De gassen die op die manier uit je maag ontsnappen zijn **(1) ingeslikte lucht, (2) koolzuurgas (CO<sub>2</sub>) uit frisdrank en spuitwater en (3) CO<sub>2</sub> dat ontstaat tijdens de vertering (zie experiment).**

#### Waarvoor dient maagzuur?

Je maag dient om je voedsel te verteren. Je hebt het voedsel al fijngekauwd met je tanden en je speeksel heeft de suiker erin al gedeeltelijk vrijgemaakt. In je maag wordt het voedsel enkele uren gekneet en gemengd met **maagzuur** (waarin waterstofchloride, HCl of zoutzuur zit) en verteringsenzymen zoals **pepsine en lipase**. Die stoffen beginnen samen aan de chemische afbraak van voedsel.

Het maagzuur breekt voedsel af tot kleinere deeltjes. Bovendien zorgt het voor een eerste vertering van eiwitten en nucleïne-zuren (erfelijk materiaal). **Maagzuur is een erg sterk zuur**, zo sterk dat het scheermesjes kan verteren! Maagzuur verteert zelfs magen, en daarom moet de maag zichzelf beschermen door voortdurend een dikke slijmlaag te produceren, en door de maagcellen extra snel te vernieuwen. Ook bacteriën kunnen niet tegen dat sterke zuur, waardoor de maag een belangrijke rol speelt in het voorkomen van voedselvergiftigingen.

#### Wat is brandend maagzuur?

Bij mensen met een slechte spijsvertering (aangeboren of incidenteel na een te zware maaltijd), of een afwijking aan de maag-ingang, komt er wel eens maagzuur in de slokdarm terecht. Dat voel je bijten. De rauwe keel als je overgeeft, komt eveneens van het maagzuur dat mee omhoog kwam.

# Thuisopdracht :

## Onaangeroerd

Onappetijtelijk? Maar niet-temin erg interessant! Je stoelgang onderzoeken is immers zeer wetenschappelijk verantwoord. En zo kom je te weten hoe lang je spijsvertering duurt!



### Wat heb je nodig?

- Een blikje maïs
- Een kalender en uurwerk

### Aan de slag!

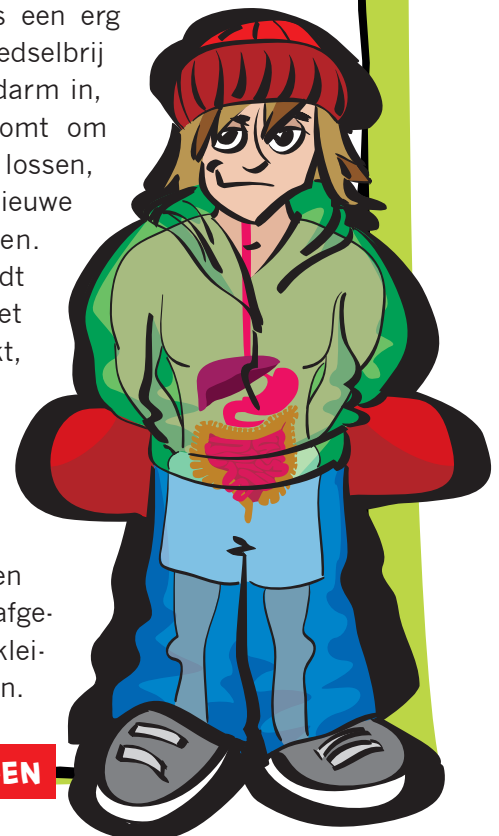
Eet een half blikje maïs. Slik ook enkele korrels door zonder te kauwen. Noteer in je agenda wanneer je de maïs gegeten hebt: de datum en het uur. Noteer ook wat je bij de maïs gegeten hebt.

Bekijk vanaf nu elke keer je stoelgang. Wanneer zie je de maïs in het toilet verschijnen? Noteer de datum en het uur waarop de maïs je lichaam weer verlaat. Hoelang duurde de reis doorheen je spijsverteringsstelsel?

### Een woordje uitleg...

#### Wat gebeurt er in je lichaam, nadat voedsel je maag verlaat?

Half verteerd voedsel dat uit je maag komt, is een erg zure brij. De voedselbrij schuift je dunne darm in, waar er gal bijkomt om de vetten op te lossen, plus een reeks nieuwe verteringsenzymen. De zure brij wordt nu **basisch** (= niet zuur) gemaakt, zodat de chemische afbraak via andere reacties verder kan gaan. Vetten, eiwitten en zetmeel worden afgebroken tot hun kleinere bouwstenen.



### Een onmisbaar deel van het afbraakwerk wordt door darmbacteriën gedaan.

Moleculen die voldoende ver zijn afgebroken, gaan door de darmwand het bloed in. Het onverteerbare spul schuift verder naar de dikke darm, waar het eveneens verschillende uren blijft. **In de dikke darm tenslotte wordt er vooral water uit gehaald.** Na ongeveer een dag verlaten de restanten je lichaam. Hoelang je spijsverteringsstelsel er precies over doet, hangt af van wat je gegeten hebt.

Zowat de helft van je uitwerpselen bestaat uit dode darmbacteriën. En **de bruine kleur komt van versleten rode bloedlichaampjes.** Je vervangt dagelijks zoveel rode bloedlichaampjes (een paar miljard per uur) dat die kleur alles overstemt.

### Waarom worden maïskorrels niet verteerd?

Het menselijk spijsverteringsstelsel kan niet alle plantendelen even goedverteren. Heel lang geleden, toen onze voorouders vooral rauwe planten aten, was dat anders. Toen hadden mensachtigen een veel langer spijsverteringskanaal en een blindedarm die hielp bij hetverteren van plantaardig materiaal. Bovendien hadden we stevige maaltanden, die planten bij het binnenkomen al sterk vermaalden.

Maar tijdens de evolutie begon de mens steeds meer vlees en gekookt voedsel te eten. **Geleidelijk aan paste zijn lichaam zich aan aan die nieuwe eetgewoonten.** De tanden kregen een kleiner maaloppervlak en de kaken werden minder groot en stevig (bij sommige mensen passen de wijsheidstanden zelfs niet meer in het rijtje tanden). Het spijsverteringskanaal werd korter en de blindedarm of appendix verschrompelde tot een klein aanhangsel dat alleen van zich laat horen wanneer het ontstoken raakt.

Het is vooral het koolhydraat **cellulose** in de celwanden van planten dat wij niet kunnenverteren. Andere koolhydraten (bijvoorbeeld zetmeel) worden wel afgebroken in ons lichaam. Ook het maagzuur slaagt er niet in cellulose klein te krijgen, want in de maag worden vooral eiwitten aangepakt. Daarom komen maïs, de schil van paprika's en gras (moest je dat opeten) onaangeroerd in je stoelgang terecht.



# EEN LANGE REIS DOOR JE LICHAAM

VOOR DE LEERKRACHT

## Lesverloop

Tijdens de les 'Een lange reis door je lichaam' maken de leerlingen kennis met de verschillende onderdelen van het spijsverteringsstelsel. Ze leren hoe de spijsverteringsorganen werken en hoe de voedselafbraak beïnvloed kan worden. De volledige les neemt ongeveer één lesuur in beslag.

De leerlingen beginnen met het experiment 'Speeksel maakt je leven zoet', dat ze individueel of in groepjes van twee of drie kunnen uitvoeren. Ze ontdekken dat de vertering van voedsel reeds in je mond begint en dat speeksel meer is dan een weekmaker van voedsel. Jodiumtinctuur kan

## “ Je kan ook ondersteboven drinken ”

je krijgen bij de apotheker (vertel er best bij dat je het nodig hebt om zetmeel aan te

tonen). Zetmeel vind je in verschillende vormen, zoals tarwezetmeel, maïszetmeel (maïzena), aardappelzetmeel, ... Je vindt deze zetmeelsoorten in de supermarkt of in de natuurvoedingswinkel. (20 min)

Vervolgens ontdekken de leerlingen tijdens de demo 'Omlaag of omhoog' dat voedsel niet passief naar omlaag reist, maar actief door hun lichaam getransporteerd wordt. Je kan dus ook ondersteboven eten of drinken. Gelukkig maar, anders zouden astronauten (die in een omgeving zonder zwaartekracht verblijven) niet in staat zijn om te eten en te drinken! (10 min)

Dan zijn we bij de maag beland. Door een proefje (*Over zuren en gassen*) dat gasvorming illustreert, wordt de link gelegd met gasvorming en gasopstapeling in de maag (met boeren als gevolg). De leerlingen voeren (individueel of in groepjes van twee) een eenvoudig chemisch experiment uit waarbij een zuur reageert met een

carbonaat, waarbij CO<sub>2</sub> gevormd wordt. Ze leren meer over de functie en de eigenschappen van maagzuur en over de manier waarop de maag helpt bij de spijsvertering. (10 min)

Tenslotte is er de thuisopdracht 'Onaangeroerd', die op het eerste gezicht misschien wat onappetijtelijk lijkt. Door de opdracht klassikaal te laten uitvoeren, wordt het onderwerp echter op een luchtige manier bespreekbaar gemaakt. De leerlingen ontdekken hoe lang voedsel doorheen je lichaam reist. Misschien vinden ze verschillen tussen de spijsverteringstijd van leerlingen, familieleden, mensen die een bepaald dieet volgen (vegetariërs, vetvrije voeding, mensen met een gluten-allergie...). De tijd die maïs in het lichaam doorbrengt hangt ook af van de maaltijd waarbij de maïs gegeten werd. Rauwe groenten verblijven bijvoorbeeld langer in het spijsverteringskanaal dan vlees. (10 min voor de nabespreking)

## Didactische tips en extraatjes

Laat de leerlingen een stuk wit brood of een beschuit in hun mond nemen, zonder te kauwen. Laat ze het verschillende minuten in hun mond houden, zodat het speeksel zijn werk kan doen. Als alles goed papperig geworden is, mogen ze het met hun tong in hun mond rondrukken. Nu smaakt het zoet! Zo ondervinden de leerlingen aan den lijve dat zetmeel door het speeksel afgebroken wordt tot (zoete) suikers. Omdat de leerlingen niet op het voedsel kauwden, weten ze zeker dat het het speeksel was dat het zetmeel afbrak (en niet de kauwbeweging van de tanden, zoals wel eens verkeerdelijk aangenomen wordt).

## “ Speeksel zet zetmeel om in suikers ”

Je kan ook enkele vrijwillige leerlingen blinddoe-

ken en hen laten ruiken aan een busje citroensap. Het water komt hen in de mond: ze produceren een overmaat aan speeksel. Je mond maakt je het eten gemakkelijker door meteen speeksel te gaan maken zodra je in contact komt met eten - of zelfs maar met de geur van eten. Je speekselvloed komt niet enkel op gang door de geur van lekker eten. Ook bij minder lekker spul maak je speeksel, om de schok te verzachten van wat dadelijk naar binnen komt. Daarom zullen de leerlingen waarschijnlijk meer speeksel produceren bij het ruiken aan (zuur) citroensap dan aan water, melk, ijsthee...

De leerlingen ontdekten dat speeksel helpt bij de afbraak van zetmeel, maar misschien zijn ze nog niet overtuigd van het nut van 'goed kauwen'. Door het voedsel zoveel mogelijk tot kleine stukjes te herleiden, wordt het contactoppervlak tussen voedsel en speeksel immers groter. Laat de leerlingen eens uitrekenen wat het verschil in contactoppervlak is tussen een kubus van 4 bij 4 cm tegenover 8 kubussen van 2 bij 2 cm. Het volume blijft hetzelfde maar het contactoppervlak verdubbelt!

Je kan het begrip 'peristaltiek' aanschouwelijker maken door een tennisbal doorheen een nylonkous te laten bewegen. De tennisbal geraakt niet passief naar beneden (hij valt niet doorheen de kous). Door met je hand de kous boven de tennisbal bijeen te knijpen, en je hand gradueel naar beneden te bewegen, geraakt de tennisbal wel actief naar beneden. In je slokdarm gebeurt hetzelfde: kringspieren snoeren je slokdarm samen en duwen zo voedsel en drank doorheen je slokdarm. Trouwens, ook je darmen gebruiken 'peristaltiek' om verteerd voedsel (uitwerpselen) richting toilet te vervoeren.

Je kan de proef met bakpoeder en azijn linken aan middeltjes tegen brandend maagzuur. Tabletten of poeders tegen maagzuur bevatten nogal eens natriumbicarbonaat - of met de

juiste chemische naam: natriumwaterstofcarbonaat, ook wel bekend als maagzout. Samen met het waterstofchloride in je maag reageert dat tot natriumchloride (keukenzout) en waterstofcarbonaat. Dat laatste valt vervolgens uiteen in water en  $\text{CO}_2$ . Deze middelen neutraliseren je maagzuur en doen je tegelijk boeren, wat ook nog eens een opgelucht gevoel geeft.

Dat natriumbicarbonaat (maag)zuur neutraliseert, kan je aantonen met behulp van zuurbasis-indicatoren. Dat zijn stoffen die van kleur veranderen bij een welbepaalde zuurgraad (pH). Er zijn er een hele reeks, met allerlei kleuren en omslagpunten. Eentje daarvan zit in rodekool. Het is een anthocyanine, een lid van een groep nauw verwante kleurstoffen die in allerlei bloemen en planten voorkomen.

In een basische omgeving (zeepsop, ammoniak, natriumhydroxide) is deze indicator groen, in neutraal milieu (water) blauwpaars en in een zure omgeving rood (koks doen een tikje citroensap bij rodekool om die een smakelijk rode kleur te geven). Je

kunt met zo'n rodekoolindicator aantonen dat het wit van een ei basisch is (en meteen een groen spiegeleitje bakken). En dat maagtabletten maagzuur neutraliseren.

Opgelet: de urinewegen behoren niet tot het spijsverteringsstelsel, maar tot het uitscheidingsstelsel. Het spijsverteringsstelsel is een lange, holle buis van opeenvolgende organen. In principe is de binnenkant van het spijsverteringskanaal de buitenkant van je lichaam! Voedsel reist doorheen die holle buis en onderweg neemt je lichaam nutriënten op uit de buitenwereld. Wat niet door je lichaam kan opgenomen worden (bijvoorbeeld cellulose), verlaat het lichaam via het uiteinde van de holle buis. Het uitscheidingsstelsel zorgt voor de afvoer van afvalstoffen uit het lichaam. Daarvoor wordt het bloed gefilterd door de nieren, waarna de afvalstoffen met de urine via de blaas en de urineleider het lichaam verlaten.

**“ De binnenkant van je spijsverteringskanaal is de buitenkant van je lichaam ”**

# Achtergrondinformatie

## De mond

Het hele spijsverteringsproces begint als het voedsel onze mond binnenkomt. Met onze tanden herleiden we het tot hapklare brokken. De snijtanden snijden, de hoektanden scheuren en de maaltanden malen. Die brokken moeten verder verkleind worden, en de ingewikkelde scheikundige stoffen waaruit ze bestaan, moeten afgebroken worden tot eenvoudiger moleculen, zoals vetzuren, suikers en aminozuren. Dat zijn de bouwstenen waarmee wij de ingewikkelde stoffen kunnen maken die samen ons lichaam vormen. Een deel van de stoffen die onze vertering oplevert gebruiken we echt als bouwsteen, een ander deel verbranden we. Met de energie die dat oplevert, drijven we de bouwprocessen aan.

In onze mond beginnen we al met het verkleinen van het voedsel, door erop te kauwen. Tegelijk beginnen we ook al met de chemische afbraak. Ons speeksel bevat stoffen, amylasen, die het zetmeel uit ons voedsel afbreken tot suikers. Per dag produceren we ongeveer een liter speeksel. En nu slikken maar.

## De slokdarm

Achteraan in onze mond gaat een klepje, de huid, automatisch dicht om te verhinderen dat het voedsel de verkeerde weg neemt en in onze luchtpijp terecht komt. Het voedsel gaat onze slokdarm in. De slokdarm transporteert ons voedsel. Zolang we rechtop staan, zou het ook wel vanzelf naar beneden zakken, maar het moet ook vervoerd kunnen worden als we in bed liggen. Daarom zorgt de slokdarm met een soort knijpbeweging voor actief transport. De spieren rond de slokdarm knijpen samen, en de vernauwing schuift langs de slokdarm op, richting maag. We hoeven ons daar niet bewust mee bezig te houden, de slokdarm start vanzelf een knijpgolf zodra er voedsel binnenkomt. Net zoals we automatisch een slikbeweging starten als iets tegen de achterkant van onze mond drukt. Aan het eind van de slokdarm zit een kringspier die

de slokdarm dichthoudt, om te verhinderen dat er bijtend maagsap in de slokdarm terecht kan komen. Als dat toch eens gebeurt, omdat de spier niet goed meer werkt of omdat uw maag te vol is, voel je het maagzuur branden in je slokdarm.

## De maag

In de maag gebeurt het zware werk. Een bol binnenkomen voedsel blijft er tot zo'n vier uur, om gekneet te worden en doordrenkt te worden met maagsap. Maagsap bevat afbrekende enzymen zoals pepsine en lipase, voor welbepaalde chemische demontage-operaties, maar vooral sterk zoutzuur (waterstofchloride). Bijtend spul, dat zowat alles kapot maakt, inclusief onze maag zelf. Daarom beschermen de cellen van onze maagwand zich met een dikke laag slijm, en vernieuwen ze zich regelmatig. We maken zo'n drie liter maagzuur per dag.

**“ Maagzuur is bijtend spul ”**

Onze maag is een J-vormige zak, die er een beetje uitziet als die Spaanse wijnzakken. (Eigenlijk is het net andersom, de originele wijnzakken waren dierenmagen.) Eromheen liggen drie lagen spieren, in verschillende richtingen, die ervoor zorgen dat op allerlei manieren in ons voedsel geknepen kan worden. In lege toestand is onze maag gerimpeld. Die rimpels leggen zich vlak naarmate meer voedsel binnenkomt en onze maag uitrekt. De maag is het meest elastische deel van ons lichaam. Ze kan uitrekken tot twee liter.

Aan het onderste eind van de J zit een sluitspier, die af en toe een beetje voedselpap naar de dunne darm doorlaat.

## De dunne darm

Van de maag gaat het halfverteerde voedsel de darmen in. Het grootste deel daarvan, zo'n zes en een halve meter, noemen we 'dunne darm'. De voedselpakketjes die uit de maag komen, worden met een knijpbeweging doorheen de darmen opgeschoven.

---

Aan de ingang van onze dunne darm spuiten onze alvleesklier en onze galblaas weer nieuwe verteringszappen bij het voedsel. Die zorgen voor verdere afbraak tot de elementaire bouwstenen die klein genoeg zijn om doorheen de darmwand tot in ons bloed te geraken. Het bloed transporteert ze verder naar de lever en naar andere plaatsen waar ze nodig zijn.

Waar de dunne in de dikke darm overgaat, hangt nog een los eindje, de blinde darm. Een doodlopend stukje, waar voedsel wel eens lang achterblijft. Dat kan tot een ontsteking leiden, en dan moet de dokter de blinde darm eruit halen.

## De dikke darm

De laatste anderhalve meter van ons spijsverteringskanaal heet de 'dikke darm'. Het is dan ook een stuk groter van diameter dan de dunne darm. In de dikke darm worden vooral water en zouten uit de brij gehaald. Die gaan het bloed in, waarna ze er door de nieren weer uitgefilterd worden en doorgestuurd naar de blaas.

Hoewel we een honderdtal verschillende enzymen in de strijd gooien, zijn wij niet in staat om alle nuttige stoffen uit ons voedsel af te breken. Cellulose uit planten kunnen we bijvoorbeeld niet aan. Bacteriën hebben daar wel de geschikte enzymen voor. Onze darmen worden bewoond door een paar honderd gram bacteriën, van wel vierhonderd verschillende soorten. Die 'darmflora' helpt ons niet alleen een flink stuk bij het verteringswerk, hij produceert ook vitamine K. En hij verhindert schadelijke bacteriën om zich te nestelen. Door el-lebogenwerk (als alle plaats al door nuttige bacteriën bezet is, krijgen de andere geen kans om zich te installeren), maar ook door ons afweersysteem voortdurend te kietelen en het zo alert te houden. De bacteriën in onze darmen vormen met zijn allen een levend schild, dat de 'slechte' bacteriën verhindert om doorheen de darmwand te breken.

**“ Onze darmen  
zitten vol  
bacteriën ”**

## De lever

Rechts van onze maag, boven onze darmen, ligt onze lever. Dat is de chemische fabriek van ons lichaam. Chemische stoffen die klein genoeg zijn om doorheen onze darmwand in ons bloed te raken, worden via de poortader naar onze lever gevoerd. De lever doet er allerhande gespecialiseerde chemische bewerkingen op, meer dan vijfhonderd verschillende. Hij maakt talloze gifstoffen onschadelijk, slaat vitamines op, houdt onze voorraad ijzer en koper bij, maakt bloedeiwitten, haalt suiker uit omloop of brengt extra suiker in omloop, verwerkt onze cholesterol, controleert de aanmaak en afbraak van bloedlichaampjes. Per dag moeten 200.000 gestorven rode bloedlichaampjes opgeruimd worden. De lever maakt ook gal. De gal wordt opgeslagen in de galblaas en gaat vandaar de darm in, om de vetten in emulsie te brengen, zodat ze gemakkelijker bereikbaar zijn voor de enzymen die ze afbreken.

Al die chemische reacties produceren flink wat warmte. De lever warmt daarmee het langsstromend bloed op, dat de warmte verder transporteert naar de rest van ons lichaam.

## De alvleesklier

De alvleesklier of pancreas draait een dubbele job. Aan de ene kant produceert zij enzymen die de darm ingaan: trypsine, pepsidase, lipase, amylase. Die breken eiwitten, vetten en zetmeel af.

In de alvleesklier zitten ook 'eilandjes van Langerhans'. De cellen in die eilandjes produceren een hormoon, insuline, dat in het bloed uitgescheiden wordt. Het regelt de hoeveelheid suiker in ons bloed. Die hoeveelheid moet zeer constant blijven, want in te grote concentratie is suiker giftig, in te kleine concentratie krijgen onze cellen niet genoeg brandstof. Als we tijdelijk te veel suiker in ons bloed hebben, slaat de lever dat op.



# EINDTERMEN

Dit educatief pakket sluit nauw aan bij volgende eindtermen natuurwetenschappen:

## A-stroom

### Systemen

- 1 De leerlingen kunnen illustreren dat er in een organisme een samenhang is tussen verschillende organisatieniveaus (cel, weefsel, orgaan, stelsel, organismen);
- 2 De leerlingen kunnen bij de mens de bouw, de werking en de onderlinge samenhang van het spijsverteringsstelsel, het ademhalingsstelsel, het bloed, de bloedsomloop en het uitscheidingsstelsel beschrijven;
- 6 De leerlingen kunnen met concrete voorbeelden aangeven dat organismen op verschillende manieren aangepast zijn aan hun omgeving;

### Wetenschappelijke vaardigheden

- 20 De leerlingen kunnen onder begeleiding, een natuurwetenschappelijk probleem herleiden tot een onderzoeksvraag, en een hypothese of verwachting over deze vraag formuleren;
- 21 De leerlingen kunnen onder begeleiding, bij een onderzoeksvraag gegevens verzamelen en volgens een voorgeschreven werkwijze een experiment, een meting of een terreinwaarneming uitvoeren;
- 23 De leerlingen kunnen onder begeleiding, verzamelde en beschikbare data hanteren, om te classificeren of om te determineren of om een besluit te formuleren;
- 24 De leerlingen kunnen onder begeleiding resultaten uit een experiment, een meting of een terreinstudie weer-geven. Dit kan gebeuren in woorden, in tabel of grafiek, door aan te duiden op een figuur of door te schetsen. De leerlingen gebruiken daarbij de correcte namen en symbolen.

## B-stroom

### Algemeen

- 1 De leerlingen kunnen gericht waarnemen met al hun zintuigen en de waarnemingen weergeven;
- 2 De leerlingen kunnen in betekenisvolle situaties, metingen uitvoeren en daarvoor geschikte instrumenten kiezen;
- 3 De leerlingen kunnen onder begeleiding een natuurlijk en waarneembaar verschijnsel via een eenvoudig onderzoekje toetsen aan een veronderstelling;

### Levende natuur

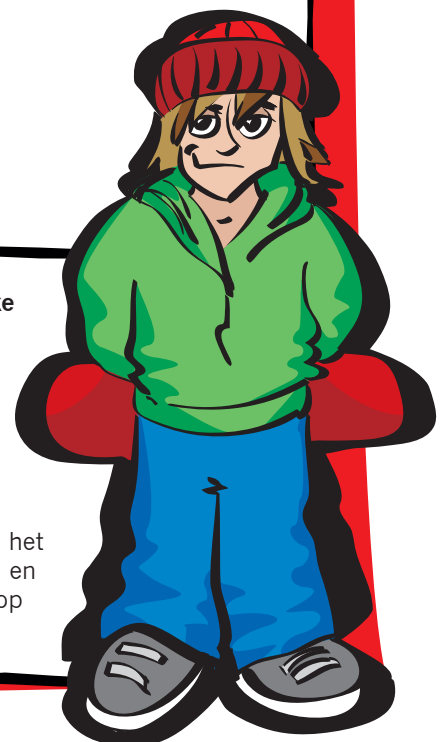
- 9 De leerlingen kunnen belangrijke organen die betrokken zijn bij ademhaling, spijsvertering, voortplanting, transport en uitscheiding in het menselijk lichaam, lokaliseren;
- 10 De leerlingen kunnen de functie van de belangrijke organen die betrokken zijn bij ademhaling, spijsvertering, voortplanting, transport en uitscheiding in het menselijk lichaam op eenvoudige wijze weergeven.

## Vakoverschrijdend

Deze les sluit nauw aan bij volgende vakoverschrijdende eindtermen/ontwikkelingsdoelen voor het secundair onderwijs:

### Context 1: Lichamelijke gezondheid en veiligheid

- 1 De leerlingen verzorgen en gedragen zich hygiënisch;
- 2 De leerlingen leren het eigen lichaam kennen en reageren adequaat op lichaamssignalen.



# TECHNOPOLIS. WAAR

# EXPERIMENTEEREN IS!



Al je haren recht!

Fietsen op een kabel op 5 meter hoogte? Zelf een vliegtuig aan de grond zetten? In een superzeepbel staan? Een dutje doen op een spijkerbed? Een wandeling maken op de Maan? Je kunt het zo gek niet bedenken of je beleeft het in Technopolis®, het Vlaamse doe-centrum voor wetenschap en technologie.



Maak een ballenfountain

zoek aan Technopolis® extra leuk. Edutainers, Technopolis® medewerkers, laten je tijdens zo'n show of demo op een leuke manier kennismaken met wetenschap. Zo kun je bijvoorbeeld je haren rechtop laten zetten aan de Van de Graaff-generator. Niet met gel of haarlak maar ... met elektriciteit! Regelmatig staan er nieuwe shows en demo's op het programma.



Slapen op een spijkerbed?



Spannend, verrassend en leerrijk

Technopolis® is geen gewoon museum, maar een doe-centrum, waar je je uitleeft in meer dan 300 experimenten. Kinderen tussen 4 en 8 jaar kunnen zich uitleven in het Kinder-doe-centrum, waar 90 bijkomende interactieve opstellingen werden aangebracht op kindermaat en aangepast aan hun leefwereld. En in de Doe-tuin kun je zelfs in openlucht experimenteren.



MysteriX®

Technopolis® trekt er ook regelmatig op uit! Kinderhappenings, beurzen, evenementen voor het grote publiek ... Afhankelijk van het soort evenement, zijn we aanwezig met een stand, een wetenschappelijke doe-hoek, opstellingen met experimenten, de TechnoVelo® of de wetenschapstruck MysteriX®.



Verwonderde blikken

Je mag hier overal je neus insteken: je voelt, probeert en experimenteert zelf. Zo begrijp je de dingen beter en sneller en leer je op een toffe en spannende manier iets bij over wetenschap en technologie. Je zult merken dat wetenschap allesbehalve saai is!

Voor scholen heeft Technopolis® een uitgebreid educatief aanbod. Educatieve pakketten en werkboekjes, educatieve parcours, wetenschapstheater, een wetenschapstruck, sessies gegeven door edutainers in de school zelf, ... Leerkrachten uit zowel het basis- als het secundair onderwijs gebruiken het educatief materiaal van Technopolis® om de wetenschappelijke of technologische lessen aantrekkelijker te maken.

Spannende shows en toffe demo's maken je be-

Wil je nog meer experimenteren?

Neem dan een kijkje op [www.experimenteer.be](http://www.experimenteer.be)

Je vindt er heel wat leuke proefjes die je thuis of in de klas zelf kunt doen.

OP [www.technopolis.be](http://www.technopolis.be) vind je gratis downloadbaar educatief materiaal en meer informatie over het educatieve aanbod van Technopolis®.

