



Dát zoeken we op!

Ontwikkeling van webteksten voor basisschoolleerlingen over natuurkundige verschijnselen en technische principes

SLO • nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling

slo



Dát zoeken we op

Ontwikkeling van webteksten voor basisschoolleerlingen over natuurkundige verschijnselen en technische principes

Marja van Graft
Sonja Verheijen

November 2008

slo

nationaal
expertisecentrum
leerplan-
ontwikkeling

Verantwoording

© 2008 Nationaal expertisecentrum Leerplanontwikkeling (SLO), Enschede

Alle rechten voorbehouden. Mits de bron wordt vermeld is het toegestaan om zonder voorafgaande toestemming van de uitgever deze uitgave geheel of gedeeltelijk te kopiëren dan wel op andere wijze te verveelvoudigen.

Auteurs: Sonja Verheijen en Marja van Graft

Eindredactie: Marja van Graft

Vormgeving: Axis Media-ontwerpers, Enschede

Druk: Drukkerij Netzodruk, Enschede

In samenwerking met: Amito Haarhuis (NEMO) en leraren basisscholen

In opdracht: Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen

Met dank aan: Annemiek Franse, Oecumenische BS Kawama Purmerend

Amito Haarhuis, science center NEMO

Frank Hoefnagels, Jenaplan BS De Nieuwe Kring Diemen

Coos Henderiks, BS Klaverblad Amsterdam

Pierre Kemmers, oud-medewerker SLO

Arjen Meijer, BS De Pool Amsterdam

Nynke Ott, Daltonschoon Neptunus Amsterdam

Peter Sargentini, OBS Theo Thijssen Amsterdam

Ineke van Woensel, Jenaplan BS De Nieuwe Kring Diemen

Informatie

SLO, nationaal expertisecentrum voor leerplanontwikkeling

Postbus 2041, 7500 CA Enschede

Secretariaat Primair Onderwijs

Telefoon (053) 4840 664

E-mail: primaironderwijs@slo.nl

Internet: www.slo.nl/po

AN: 1.3806.129

Inhoud

1.	Introductie	5
1.1	Achtergrond	5
1.2	Leeswijzer	5
2.	Criteria voor de teksten	7
3.	Preconcepten over natuurkunde en techniek	9
3.1	Inleiding	9
3.2	Misconcepten, preconcepten of alternatieve denkbeelden	9
3.3	Voorbeelden	10
3.4	Kennis en tijd bij leraren	11
3.5	Aan de slag in de klas	11
4.	Ontwikkeling van de teksten	13
4.1	Selectie van de onderwerpen	13
4.2	Uitwerking	13
5.	Evaluatie van de teksten	15
5.1	Evaluatiemethode	15
5.2	Aandachtspunten bij de teksten	15
	Literatuur	17
	Bijlage 1 Ontwerp mogelijke websitestructuur	19
	Bijlage 2 Docentenhandleiding	21
	Bijlage 3 Vragenlijst	23
	Bijlage 4 Reacties van leraren	25
	Bijlage 5 Ontwikkelde teksten over natuurkunde en techniek	29

1. Introductie

1.1 Achtergrond

Het leergebied 'Oriëntatie op jezelf en de wereld' [Ministerie OCW, 2006] kent een aantal vakgebieden en vakdidactieken. In de onderwijspraktijk is het lezen over een onderwerp of verklaring van een verschijnsel een veelgebruikte manier van werken in dit leergebied. Maar vaak is het lezen over een onderwerp voor kinderen niet voldoende om het onderliggende concept te begrijpen. Daarvoor zijn concrete situaties nodig, bijvoorbeeld het uitvoeren van proefjes.

Het project Science Center op School (SCOS) van NEMO in Amsterdam voorziet hierin. Kinderen voeren een praktische opdracht uit over een natuurkundig fenomeen of technisch principe. Ze bouwen een 'exhibit' (een opstelling in een museum) na en zoeken vervolgens in teksten naar de onderliggende kennis.

Tijdens de evaluatie van het SCOS-programma werd duidelijk dat op internet geen geschikte teksten voor kinderen te vinden zijn over onderwerpen op het gebied van natuurkunde en techniek. Er zijn wel allerlei sites met proefjes, maar daarbij ontbreekt vaak een voor kinderen te begrijpen tekst met uitleg over een natuurkundig verschijnsel of technische principe. Terwijl juist die uitleg over de onderliggende fenomenen de opgedane ervaringen of observaties kunnen verbinden met de eigenlijke conceptuele inhoud van het natuuronderwijs.

Vanuit deze achtergrond heeft SLO in een veldproject teksten ontwikkeld met achtergrondinformatie over natuurkundige verschijnselen en technische principes. Deze teksten zijn bedoeld voor kinderen: ze sluiten aan bij hun leefwereld en zijn aangepast qua inhoud en taalgebruik.

1.2 Leeswijzer

Deze publicatie beschrijft de totstandkoming van in totaal 36 teksten over natuurkunde en techniek. In overleg met NEMO (als initiatiefnemer en mede-uitvoerder van het project) zijn criteria voor de teksten geformuleerd. Deze zijn opgenomen in hoofdstuk 2.

Bij het opstellen van de teksten is waar mogelijk rekening gehouden met onderzoeksgegevens over preconcepten van kinderen over natuurkunde en techniek. In hoofdstuk 3 wordt een aantal mogelijke preconcepten over natuurkunde toegelicht. Hoofdstuk 4 en 5 beschrijven de ontwikkeling en evaluatie van de teksten.

Bijlagen 1 tot en met 5 omvatten respectievelijk een basale mogelijke websitestructuur, beknopte docentenhandleiding, evaluatiemethode, reacties van leraren en uiteraard, de uiteindelijke teksten.

2. Criteria voor de teksten

In overleg met NEMO zijn de volgende criteria opgesteld:

- De teksten worden zo algemeen mogelijk ingestoken, zodat ze breed inzetbaar zijn (ook buiten het SCOS-programma).
- De teksten worden niet ingeleid met proefjes, maar zijn juist verklarend voor de uitkomsten van proefjes. Ze moeten te gebruiken zijn voor verdieping, als bron van achtergrondinformatie.
- De teksten moeten goed leesbaar zijn voor kinderen in diverse groepen. Aangezien niet alle leerlingen op hetzelfde niveau lezen of eenzelfde begrip hebben van een bepaald fenomeen, wordt ieder onderwerp waar mogelijk concentrisch op drie verschillende niveaus uitgewerkt.
- De teksten passen bij het medium internet. Ze kunnen op een scherm gelezen worden en komen snel to-the-point. Ook moeten ze compact zijn en sec uitleg geven. Als richtlijn omvat het eerste niveau daarom zo'n 150 woorden in 3 à 4 alinea's, het tweede niveau ongeveer 200 woorden in 4 à 5 alinea's en het derde zo'n 250 woorden in 5 à 6 alinea's.
- De teksten zijn geschreven voor kinderen. Ze beschrijven vanuit observaties, en veralgemeniseren die. De beschreven fenomenen zijn waarneembaar en/of herkenbaar, niet te abstract. Zonder onnodig vakjargon, zonder dat het nodig is om tussen de regels te lezen en zonder metaforen.
- De teksten spreken kinderen aan door woordkeuze en door het gebruik van zinnen met 'je' erin.
- De teksten moeten visueel aantrekkelijk zijn. Dit geldt voor omvang, verdeling over de pagina en illustraties of eventuele verdere vormgeving. Uitgaande van de gedachte dat de eenvoudigste teksten door leerlingen in de onderbouw gelezen worden, moet het lettertype in die teksten groter zijn dan in de complexere teksten.
- De teksten houden waar mogelijk rekening met mogelijke preconcepten.

3. Preconcepten over natuurkunde en techniek

3.1 Inleiding

Inzicht in begripsontwikkeling kan zowel ontwikkelaars van lesmateriaal als de leraar voor de klas behulpzaam zijn. Een paar jaar geleden is voor de herziening van de kerndoelen een uitgebreide literatuurstudie verricht naar de inhoud van natuuronderwijs en de begripsontwikkeling van kinderen over onderwerpen die binnen natuuronderwijs aan de orde komen [Boersma et al. 2003]. Bij het opstellen van de teksten over natuurkunde en techniek zijn de verzamelde bevindingen uit deze studie meegewogen.

Hieronder worden de belangrijkste adviezen voor leraren en een tweetal voorbeelden van mogelijke alternatieve denkbeelden bij kinderen (en soms ook volwassenen) samengevat.¹

3.2 Misconcepten, preconcepten of alternatieve denkbeelden

Kinderen ontwikkelen terwijl zij opgroeien hun eigen begrippenkader en wereldbeeld, op basis van hun eigen ervaringen, gesteund op hun eigen redeneringen. Ze komen de klas in met allerlei denkbeelden over hoe de wereld om hen heen in elkaar zit.

Met andere woorden: basisschoolleerlingen zijn - ook op het gebied van natuur en techniek - geen leeg blad. Over diverse onderwerpen uit het natuuronderwijs hebben ze vaak al allerlei denkbeelden ontwikkeld. Wel blijken die in de meeste gevallen onvolledig of natuurwetenschappelijk gezien onjuist te zijn.

'Misconcepten' worden ze wel genoemd, maar dat doet niet helemaal recht aan de waarde van deze denkbeelden. 'Preconcepten' (als een punt voor verdere begripsontwikkeling) of 'alternatieve denkbeelden' dekt de lading beter.

Voor kinderen zijn de concepten namelijk vaak wel redelijk bruikbaar in de praktijk. Daarop zijn ze immers ontwikkeld. Doordat kinderen in het dagelijks leven al allerlei fenomenen tegenkomen, die onderzoeken en erover nadenken, zijn ze tot dat denkbeeld gekomen. Bovendien zijn ze niet altijd per definitie helemaal fout; vaak zit er juist een mooi startpunt voor waarneming in.

De focus moet daarom niet liggen op het gegeven dat de alternatieve denkbeelden 'fout' zijn. Beter is in te steken op het bespreken en waar mogelijk uitproberen van de denkbeelden. Zo kunnen de 'misconcepten' een opstap vormen naar correcte, concrete, goed gefundeerde, al met al robuuste concepten.

¹ De tekst in dit hoofdstuk is een bewerking van een eerdere SLO-publicatie, aangevuld met voorbeelden uit datzelfde rapport en aanvullende referenties. Hier en daar zijn zinnen letterlijk overgenomen. De oorspronkelijke publicatie is: Boersma, K.Th., M. van Graft en M.C.P.J. Knippels (2003). *Natuuronderwijs: curricula en concepten van kinderen*. Enschede: SLO.

3.3 Voorbeelden

Ten eerste zijn er concepten die in het geheel niet kloppen. Bijvoorbeeld de aanname dat de zon 's nachts verandert in de maan, en 's ochtends de maan weer in de zon verandert [Pine et al. 2001]. Maar de herkomst van dit denkbeeld is wel te begrijpen: kinderen zien immers overdag de zon en 's nachts de maan. Ze zien deze niet tegelijk, maar ze zien ze wel beide op ongeveer dezelfde plek aan de hemel.

Ten tweede zijn er ook concepten die op zich goede elementen bevatten, maar (nog) niet geheel kloppen. Bijvoorbeeld de aanname dat langere mensen ouder zijn [Pine et al. 2001]. Wie het langst is, is dus het oudst. Ook de herkomst van dit denkbeeld is goed te begrijpen: kinderen groeien nog en krijgen regelmatig te horen "wat ben je al groot geworden". Voor hen wordt de lichaamslengte een maat voor de leeftijd. Maar een langer iemand kan ook jonger zijn dan een ouder iemand.

Andere voorbeelden van alternatieve denkbeelden over lichaamslengte zijn de aannames dat mannen altijd langer zijn dan vrouwen, of dat iemand (alleen) op zijn of haar verjaardag groeit [Pine et al. 2001].

Tenslotte zijn er concepten die niet ontstaan uit dagelijkse ervaringen, maar door verwarrend taalgebruik van volwassenen. Bijvoorbeeld de aanname dat een 'eerlijk' experiment betekent dat iedereen een beurt krijgt, naar analogie van eerlijk spelen. De herkomst van dit denkbeeld is wel te begrijpen: eerlijk betekent voor kinderen dat iedereen aan bod komt, dat hebben ze immers zo geleerd. Maar bij een experiment betekent het onder andere dat alle zaken steeds hetzelfde worden gemeten en naar waarheid worden genoteerd [Pine et al. 2001].

Er is veel wetenschappelijk onderzoek gedaan naar preconcepten, zij het meer voor natuuronderwijs dan voor techniek. Ter illustratie volgen hier twee wat uitgebreider beschreven voorbeelden.

Licht

Bij het begrip licht blijken veel kinderen moeite te hebben met het begrip lichtbron, en hoe het komt dat wij iets kunnen zien. Als ze in een tekening moeten aangeven hoe een kaarsvlammetje te zien is, tekenen ze de lichtstraal niet van de kaarsvlam naar het oog, maar van het oog naar de kaarsvlam. We zien immers met onze ogen.

Moet getekend worden hoe we een indirecte lichtbron kunnen zien, dan wordt het nog lastiger. Wat oudere kinderen geven wel aan dat licht van een kaarsvlam naar het oog gaat. Maar bij een voorwerp waarop licht reflecteert, zoals een boek, tekenen ze vaak de lichtstraal weer van oog naar boek, in plaats van boek naar oog.

Elektriciteit

Bij het begrip elektriciteit doen zich weer hele andere moeilijkheden voor. Veel kinderen blijken niet goed te weten dat elektriciteit opgewekt moet worden met bijvoorbeeld fossiele brandstoffen of waterkracht. Ze wijzen als energiebron het stopcontact, een batterij of elektriciteitsdraden aan.

Het begrijpen van een stroomkring blijkt ook lastig. Veel leerlingen tekenen een verkeerde verbinding tussen een stroombron zoals een batterij en een voorwerp zoals een lampje. Ze tekenen dan bijvoorbeeld de draad alleen van batterij naar lampje, zonder een tweede draad van het lampje terug naar de andere kant van de batterij. Vaak zal voor kinderen dus niet duidelijk zijn dat in het snoer van een apparaat de stroom van het stopcontact naar het apparaat komt, maar óók weer van het apparaat naar het stopcontact gaat.

En als dat wel duidelijk is, dan blijkt vaak het idee te bestaan dat de stroom door de lamp verbruikt is. Dus: dat de stroom na het apparaat minder is geworden. Het is echter niet de stroom (bewegende elektronen) die 'verbruikt' wordt, maar de energie.

3.4 Kennis en tijd bij leraren

Leraren hebben idealiter zelf een goed ontwikkeld begrip van de natuur en techniek die op de basisschool aan de orde kunnen komen. Maar veel leraren hebben in hun vooropleiding deze vakken zelf beperkt gevolgd.

De aandacht voor natuur- en techniekonderwijs op de lerarenopleiding is de afgelopen decennia drastisch veranderd. Waar vroeger modules over elektriciteit, magnetisme, bomen en planten, dieren enzovoort aan bod kwamen, is er nu vaak één module natuuronderwijs, waarin vooral de didactiek centraal staat.

Leraren (in spe) moeten zich dus vaak zelf de benodigde kennis over natuur en techniek eigen maken. Ongeveer de helft van de werkende leraren geeft aan zichzelf onvoldoende deskundig te vinden op het gebied van natuurkundeonderwijs. Ongeveer tweederde van de leraren geeft aan onvoldoende tijd te hebben de lessen voor te bereiden. Voor techniek geeft zelfs driekwart van de leraren aan zichzelf onvoldoende deskundig te vinden en onvoldoende tijd te hebben voor lesvoorbereiding [Thijssen et al. 2004]. Hierbij moet aangetekend worden dat deze gegevens komen uit een peiling in 2002; het is goed mogelijk dat door programma's van VTB² deze aantallen inmiddels anders liggen.

Idealiter krijgen leraren bij het inwerken in de relevante vakinhoud uiteraard eerst zelf de ruimte om hun eigen denkbeelden te vergelijken met eigen waarnemingen. Als ze daarna onderzoeken welke denkbeelden over een bepaald onderwerp bij kinderen leven en daarop een aantal lessen ontwerpen, kunnen ze uit de eerste hand ervaren wat voor alternatieve denkbeelden mogelijk zijn, en hoe ze daarmee zouden kunnen omgaan in de klas [Pringle 2006].

3.5 Aan de slag in de klas

In de dagelijkse praktijk zal het vaak heel lastig zijn om precies te weten welke mogelijke alternatieve denkbeelden er leven in een klas. Als vuistregel geldt daarom dat het belangrijk is om er rekening mee te houden dat ze er zullen zijn en dat gegeven te verwerken in het onderwijsaanbod.

Belangrijk is dan om de begrippen doelgericht aan te leren. Dat lukt niet door de leerlingen eerst te vragen wat voor ideeën ze over een bepaald onderwerp hebben en vervolgens - als dat antwoord fout is - te zeggen dat het niet goed is.

Ook leerlingen onderling eerst denkbeelden laten uitwisselen is veelal niet van belang. De kans is groot dat veel kinderen over het betreffende onderwerp, in de context waarin ernaar gevraagd wordt, nog helemaal geen denkbeelden hebben. En als ze wel eigen opvattingen hebben, bestaat de kans dat een onjuist denkbeeld wordt versterkt door ernaar te vragen.

Beter is het een begrip op te bouwen aan de hand van concrete waarnemingen die de kinderen zelf doen of gedaan hebben. De empirische basis moet onomstreden zijn. Daarna kunnen de kinderen in kleine groepjes of klassikaal hun waarnemingen uitwisselen en kunnen ze met hulp van de leraar in veel gevallen overeenstemming bereiken over een ook wetenschappelijk aanvaardbare betekenis. Leren met en van elkaar, oftewel peer group learning, speelt daarbij een belangrijke rol. De leraar treedt dan op als begeleider, motivator en bewaker.

² Het programma *Verbreiding Techniek Basisonderwijs (VTB)* beoogt het natuur- en techniekonderwijs in het basisonderwijs een impuls te geven.

De praktijk laat overigens zien dat alternatieve denkbeelden niet in 1 keer 'weg te onderwijzen' zijn. Zelfs als er empirisch bewijs ligt dat de eerdere aannames tegensprekt, kan het moeilijk zijn om de eigen ontwikkelde theorieën te verlaten, zo blijkt uit de praktijk [Black 2006; Crockett 2004; Woods 1994]. Begripsontwikkeling is kortom niet iets wat in één les of lessenserie gebeurt, maar een continu proces waar leraren en leerlingen samen aan werken.

4. Ontwikkeling van de teksten

4.1 Selectie van de onderwerpen

De natuurkundige verschijnselen en technische principes waar het om gaat moesten in ieder geval:

- aansluiten bij onderwerpen die in het basisonderwijs behandeld worden (en dus gerelateerd zijn aan de kerndoelen basisonderwijs 2006);
- aansluiten bij onderwerpen die in science centers zoals NEMO de achtergrond vormen voor diverse exhibits.

In overleg met NEMO en na toetsing aan de kerndoelen basisonderwijs 2006 is gekozen voor de volgende zes natuurkundige verschijnselen en zes technische principes:

- licht; geluid; temperatuur; elektriciteit; magnetisme; energie;
- hefbomen; katrollen; tandwielen; stevigheid; sensoren; hydrauliek en pneumatiek.³

4.2 Uitwerking

Voor elk van de onderwerpen is achtergrondinformatie verzameld uit een lesboek voor de PABO en uit methoden op VO-onderbouwniveau⁴. Voor elk onderwerp zijn, als het ware 'terugwerkend', teksten geschreven op drie verschillende niveaus. Een leerling die ze na elkaar leest krijgt zo informatie die steeds dieper op het onderwerp ingaat. Overigens verschillen de onderwerpen onderling in complexiteit en concreetheid. Dat betekent dat ze niet altijd even goed op eenzelfde niveau te brengen zijn.

Bij de teksten is een ontwerp gemaakt voor een basale mogelijke websitestructuur. Deze is opgenomen in bijlage 1. Ook is een beknopte docentenhandleiding opgesteld. Deze is opgenomen als bijlage 2.

Nadat een eerste versie van de teksten gereed was, zijn de teksten vergeleken met wetenschappelijke literatuur over preconcepten bij kinderen, en waar nodig aangepast. Daarna zijn de teksten voorgelegd aan een aantal ervaren leraren van verschillende scholen. Hun reacties zijn verwerkt in een definitieve versie van de teksten.

³ Bij hydrauliek is ook pneumatiek toegevoegd, aangezien het hier om ruwweg hetzelfde technische principe gaat. De voorbeelden van pneumatiek leken bovendien ook aansprekender voor veel kinderen.

⁴ Het gaat om Kersbergen en Haarhuis (2002), Bruins et al. (2006), Cox en Van den Munckhof (1997) en Mes et al. (1996).

5. Evaluatie van de teksten

5.1 Evaluatiemethode

De evaluatie bij leraren bleef door de omvang van het veldproject beperkt. Het doel was dan ook vooral om te bezien of de teksten de eerder gesignaleerde behoefte vervulden, en wat de waarde van de teksten voor leerlingen en leraren in eerste indruk was.

De conceptteksten zijn voorgelegd aan leraren van de basisscholen betrokken bij de veldaanvraag en / of het project Science Center op School. De teksten waren als Word-document beschikbaar, met links naar Teleblik-filmpjes, maar zonder illustraties. De leraren zijn via email en telefonisch benaderd, en gevraagd of zij de teksten wilden lezen en indien mogelijk uitproberen in de klas. Met een vragenlijst werd vervolgens gevraagd naar hun bevindingen. Deze vragenlijst is opgenomen in bijlage 3. De leraren konden hun reactie schriftelijk of telefonisch doorgeven. Hun feedback is opgenomen in bijlage 4.

5.2 Aandachtspunten bij de teksten

Uit de reacties van de leraren kwam een aantal aandachtspunten naar voren. Deze zijn samen te vatten tot de volgende punten.

- Voeg illustraties in, zodat kinderen naast de tekst de principes ook kunnen zien.
- Voeg links in naar werkbladen, proefjes en dergelijke, zodat er ook een actieve component aanhangt voor kinderen die graag zelf aan de slag gaan.
- Voeg 'wist je dat...' toe voor extra losse feitjes en bijzondere dingen.
- Maak gebruik van spannende koppen en van tussenkopjes, zodat kinderen de tekst beter kunnen scannen.
- Verleid tot doorklikken naar filmpje of volgende niveau met een plaatje of spannende vraag.
- Gebruik niet te veel verwijswaarden en wisseling van zinsbouw.
- Voeg links in naar gerelateerde onderwerpen, dus bijvoorbeeld van energie naar elektriciteit en vice versa.
- Hanteer bij zowel natuurkunde als techniek steeds dezelfde opbouw voor de 3 niveaus, van omschrijving via werking naar bredere toepassing.
- Zorg dat de teksten ieder voor zich compleet zijn en toch niet te herhalend worden.

Alle teksten zijn aan de hand van deze aandachtspunten gereviseerd, aangevuld en waar nodig herschreven.

Het toevoegen van illustraties werd door vrijwel alle leraren genoemd als zeer noodzakelijk. Dit was echter niet mogelijk binnen dit veldproject. Zodra de teksten daadwerkelijk online gaan, verdient het sterk aanbeveling illustraties te laten ontwerpen en toe te voegen. Dan kunnen de onderwerpen ook eenvoudig onderling gelinkt worden.

Literatuur

Boersma, K.Th., M. van Graft en M.C.P.J. Knippels (2003). *Natuuronderwijs: curricula en concepten van kinderen*. Enschede: SLO.

Black, S. (2006). Is science education failing students? *American School Board Journal*, November 2006, 48-50.

Crockett, C. (2004). What do kids know and misunderstand about science? *Educational Leadership*, February 2004, 34-37.

Ministerie Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (2006). *Kerdoelen Primair Onderwijs*. Den Haag: Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap.

Pine, K., D. Messer and K. St John (2001). Children's misconceptions in primary science: a survey of teachers' views. *Research in Science & Technology Education* 19(1), 79-96.

Pringle, R.M. (2006). Preservice teachers' exploration of children's alternative conceptions: Cornerstone for planning to teach science. *Journal of Science Teacher Education* 17, 291-307.

Thijssen, J., F. van der Schoot, N. Verhelst en B. Hemker (2004). *Balans van het natuurkunde- en techniekonderwijs aan het einde van de basisschool 3. Uitkomsten van de derde peiling in 2002*. Arnhem: CITO, Instituut voor Toetsontwikkeling.

Woods, R.K. (1994). A close-up look at how children learn science. *Educational Leadership*, February 1994, 33-35.

Boeken gebruikt bij de inhoudelijke ontwikkeling van de teksten:

- Bruins, P. et al (2006). *Pulsar Leerboek NaSk VMBO -KGT 1-2*. Groningen: Wolters Noordhoff.
- Cox, P. en W. van den Munckhof (1997). *Kijk op techniek. Techniek voor de basisvorming VMBO-KGT 1. Deel 1 & 2*. Den Bosch: Malmberg.
- Kersbergen, C. en A. Haarhuis (2002). *Natuuronderwijs inzichtelijk. Een basis voor de vakinhouden van natuur, milieu en techniek*. Bussum: Uitgeverij Coutinho.
- Mes, P., J. Smeets en M. de Vries (1996). *Technologisch. Deel 1 & 2*. Houten: Educaboek.

Bijlage 1 Ontwerp mogelijke websitestructuur

Startpagina

Maak je een werkstuk? Of ga je een spreekbeurt houden? Of misschien bouw je een tentoonstelling op school? Dan wil je vast weten hoe dingen werken. Waarom valt een brug bijvoorbeeld niet zomaar om? En kun je geluid soms ook voelen?

Klik op een onderwerp:

wat is licht?	wat is geluid?	wat is temperatuur?
wat is elektriciteit?	wat is magnetisme?	wat is energie?
hoe werken hefbomen?	hoe werken katrollen?	hoe werken tandwielen?
hoe werkt stevigheid?	hoe werken sensoren?	hoe werken hydrauliek en pneumatiek?

apart blokje voor docenten

Na klikken op een onderwerp komt een nieuw scherm. Vanaf daar is 2x door te klikken voor verdiepende informatie.

Wat is geluid?
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Wist je dat....
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

foto of illustratie over betreffende onderwerp

foto of illustratie over betreffende onderwerp

Zie jij het geluid? Bekijk het filmpje!
(let op: je moet inloggen bij Teleblik)

Hoe zit dat precies met geluid?
Lees verder over xxx!

Terug naar de start

In totaal moeten voor de website 36 pagina's (voor elke ontwikkelde tekst 1), plus 3 extra pagina's (startpagina, docentpagina en disclaimer) gemaakt worden.

Bijlage 2

Docentenhandleiding

Waarom deze teksten?

Vaak is het lastig om kinderen passende informatie te bieden over natuurkundige verschijnselen of technische principes. Daarom zijn speciaal voor basisschoolkinderen teksten ontwikkeld over allerlei onderwerpen.

Mogelijkheden om deze teksten te gebruiken

1. De teksten door kinderen zelf laten opzoeken op internet. Kinderen kunnen zelf een onderwerp kiezen, en steeds doorklikken naar meer uitleg op een dieper niveau.
2. De teksten naar uw eigen inzicht selecteren en gebruiken. De onderwerpen staan in principe los van elkaar. U hoeft ze dus niet allemaal te behandelen, en kunt zelf kiezen welke tekst van welk niveau het meest geschikt is voor de kinderen in uw klas.

Beperkingen van deze teksten

Kinderen hebben vanaf een jaar of 6 al allerlei ideeën over hoe de wereld om hen heen werkt. Door hen eigen waarnemingen te laten doen en hun ideeën te bespreken, kunnen begrippen het best ontwikkeld worden. De rol van de leraren is hierin heel belangrijk.

Deze teksten kunnen daarom lessen en projecten over natuur en techniek wel ondersteunen, maar nooit vervangen.

Hoe zijn deze teksten opgebouwd?

- De onderwerpen sluiten aan bij de kerndoelen voor het basisonderwijs.
- De teksten zijn geschreven op verschillende niveaus. Gaandeweg nemen de complexiteit van de inhoud en de benodigde leesvaardigheid toe:
 - het eerste niveau is het meest eenvoudig. De zaken worden bijna uitsluitend op ervaringsniveau omschreven;
 - het tweede niveau geeft een langere tekst, waarin al wat basale natuurkundige of technische concepten aan de orde komen;
 - het derde niveau tenslotte beschrijft de concepten op het niveau van eind basisschool. Maar zijn ook hier zoveel mogelijk gerelateerd aan het ervaringsniveau;
 - in het derde niveau is ook het taalgebruik ingewikkelder.

Bijlage 3 Vragenlijst

Veldproject SLO i.s.m. science center NEMO:

Pretest teksten over natuurkunde en techniek voor het basisonderwijs

Zou u bij de open vragen in korte zinnen of steekwoorden uw bevindingen willen weergeven? Dankuwel!

1. Aan welke groep(en) geeft u les?

groep(en):.....

2. Heeft u de teksten laten lezen/gebruiken door kinderen uit uw klas?

- ja > wilt u vraag 5 tm 7 beantwoorden met de bevindingen uit uw klas?
- nee> wilt u vraag 5 tm 7 beantwoorden vanuit uw ervaring en expertise als leerkracht?

3. Welke teksten heeft u gebruikt en/of bekeken? Welke niveaus?

4. Hoe snel worden de teksten gelezen door leerlingen? Schat u in dat dit snel genoeg is?

5 Worden de teksten correct begrepen? Waarom wel/niet? Waaruit blijkt dat?

6 Zijn de teksten aantrekkelijk voor leerlingen? Waarom wel/niet? Waaruit blijkt dat?

7. De teksten zijn ontwikkeld nadat in het project Science Center op School van NEMO duidelijk werd dat op internet geen geschikte teksten voor kinderen te vinden waren over natuurkunde en techniek.

Er zijn wel allerlei sites met proefjes, maar daarbij ontbreekt vaak een tekst met uitleg over een natuurkundig verschijnsel of technisch principe. Terwijl juist die uitleg over de achterliggende fenomenen de opgedane ervaringen of observaties kunnen verbinden met de eigenlijke conceptuele inhoud van het natuuronderwijs.

Vormen de ontwikkelde teksten een oplossing voor deze lacune?

Ja/Nee, want

8. Heeft u suggesties voor verbetering van de teksten? Waarom?

Met name opmerkingen over specifieke stukken tekst zijn zeer welkom! U ontvangt van ons per post nog een antwoordvelop. Als u aantekeningen heeft gemaakt bij de teksten, wilt u deze dan naar ons opsturen?

Bijlage 4 Reacties van leraren

Sommige leraren hebben schriftelijk gereageerd, anderen telefonisch. De reacties zijn zoveel mogelijk als citaat weergegeven, zonder naam- of schoolvermelding. Citaten van verschillende personen die over hetzelfde aspect gingen, zijn onder elkaar gezet.

Achtergrond

In totaal hebben zeven leraren de teksten bekeken en/of uitgeprobeerd. Deze leraren hadden de volgende taken:

leerkracht groep 5/6 (2 personen); leerkracht voor zowel groep 5/6 als 7/8 (1 persoon); leerkracht voor groep 6 en bovenbouwmanager (1 persoon); ondersteunende leerkracht voor onder andere groep 8 (1 persoon), Daltoncoördinator (1 persoon); onderbouwmanager (1 persoon).

Bekeken teksten

Drie leraren hebben de teksten uitgeprobeerd met kinderen uit de klas:

“Ik heb de lessen magnetisme samen gedaan met 5 kinderen van groep 7. Eerst heb ik de tekst voorgelezen en daarna hebben we samen de Teleblik-filmpjes bekeken. Het was zeker een succes.”

“Ik heb aan de kinderen van mijn groep 5/6 de teksten licht, geluid, elektriciteit, magnetisme en hefbomen laten lezen. De meeste kinderen hebben het gelezen op niveaus 1 en 2; een enkeling op niveau 3 (dat niveau is voor veel kinderen uit groep 5/6 nog te moeilijk en meer geschikt voor groep 7/8).”

“Ik heb de teksten uitgeprobeerd in 6/7/8.”

De andere leraren hebben de teksten bekeken vanuit hun eigen expertise als leraar:

“Ik heb alle teksten globaal gelezen. Me wat meer verdiept in o.a. hefbomen. De andere onderwerpen zijn wat dat betreft bekender. Hoewel deze teksten mij ook zeer aanspreken. Helder, duidelijk, humor, niet belerend maar wel uitleggend. Ik heb bewondering voor de juiste (kinder)toon.”

Inschatting of de teksten snel genoeg gelezen worden door leerlingen

“De hoeveelheid tekst is goed, niet teveel. Taalgebruik is duidelijk, met korte zinnen, niet te moeilijk. Zeker voor groep 5/6, ook voor 7/8.”

“De teksten op niveaus 1 en 2 worden door de meeste kinderen in 4 a 5 minuten gelezen; een enkeling heeft wat meer tijd nodig, maar dat zijn de kinderen die ook een laag avi-leesnivea hebben. Ik denk zeker dat het snel genoeg is.”

“Ik verwacht snel, ik verwacht ook dat kinderen zelf heel goed de schikking op niveau kunnen maken!”

Inschatting of de teksten correct begrepen worden door leerlingen

“Ik verwacht het wel, als ik het niveau van de kinderen op onze school zie en hoor. Het is tekst die ze zal aanspreken, ook de ondersteuning van het filmpje werkt uitnodigend!”

“De meeste kinderen begrijpen de teksten goed. Zoals al gemeld de niveaus 3 zijn moeilijker te begrijpen. Dat de kinderen de teksten redelijk tot goed begrijpen blijkt uit

de gesprekken die ik gevoerd heb en hun antwoorden op de vragen die ik n.a.v. de teksten heb gesteld.

Nu moet ik er wel bij vermelden dat wij onlangs in onze 5-6 groepen een techniekproject hebben gehad, waarbij een aantal van deze onderwerpen aan de orde zijn geweest. Dat project bestond vooral uit het doen en experimenteren.”

“De plaatjes ontbreken nog, maar het kan eigenlijk niet zonder. Hoe makkelijk de teksten ook zijn, de achterliggende denkstappen moet je zien. De Teleblik-filmpjes zijn niet allemaal net op dat onderwerp, soms meer zijdelings, dus illustraties zijn wel nodig. Met plaatjes kun je bovendien met minder tekst toe. Zo min mogelijk tekst, hoe beter, dat zou eigenlijk het doel moeten zijn. Je kunt ook met pijlen werken, gebruik maken van de toegevoegde waarde van internet.”

“Ik moest de tekst soms 3 keer doorlezen om er bij te blijven. De tekst leest niet lekker. Ik vind de teksten van niveau 3 beter dan niveau 1 en 2. Het is lastig teksten te versimpelen. Het moet duidelijk en overzichtelijk blijven. Niet te veel van het ene onderwerp naar het andere onderwerp stappen. Er worden veel verwijzwoorden gebruikt en het is wat stroef, verschillende zinsbouwen.”

Inschatting of de teksten aantrekkelijk genoeg zijn voor leerlingen

“Ja zeker! De juiste taaltoon voor de kinderen van deze leeftijdsgroep. Ondersteuning van een filmpje. Kort en bondig. Herkenbaar, koppeling met alle daagse ‘zaken’ waar kinderen mee te maken hebben.”

“De teksten zijn héél duidelijk en héél toegankelijk voor ons en voor de kinderen.”

“De teksten zijn aantrekkelijk voor de leerlingen, maar moeten wel aangevuld worden met plaatjes en tekeningetjes. Bij de teksten horen natuurlijk wel de werkbladen met het doen van proefjes en experimenten of het stellen en oplossen van een probleem.”

“De kinderen vonden de informatie trouwens wel helder beschreven en op die manier ook aantrekkelijk.”

“De teksten zijn wel saai voor kinderen. Er staan geen plaatjes bij of links naar kindersites, dus sec is het niet aantrekkelijk.”

“Op dit moment zijn de teksten nog niet aantrekkelijk genoeg. Als je kijkt naar de begrijpend leesstrategieën die tegenwoordig in het ontwikkelingsgericht onderwijs, maar ook in begrijpend leesmethoden wordt gebruikt, is het ook belangrijk om gebruik te maken van titels, tussenkopjes, plaatjes, illustraties. Dit maakt het voor de leerling in eerste instantie meteen duidelijk waar de tekst over zal gaan. Zonder dat hij de tekst heeft gelezen. Dit wordt scannen genoemd. Kijk bijvoorbeeld naar de teksten die wekelijks worden geschreven op www.nieuwsbegrip.nl. Deze teksten zijn op verschillende niveaus geschreven, voorzien van titels, tussenkopjes, relevante illustraties ed.”

Inschatting of de ontwikkelde teksten een oplossing zijn voor de gesignaleerde lacune (het op internet ontbreken van geschikte teksten voor kinderen over natuurkunde en techniek)

“Wij hebben het science center gedaan met groep 7/8. Ook voor lagere groepen zijn deze teksten bruikbaar, maar illustraties zijn noodzakelijk.”

“Wat is het doel van de teksten? Zonder plaatjes of vragen is het niet als les bruikbaar, wel als encyclopedie.”

“Ja, de teksten zijn zeker een aanvulling. Het klopt, zoals u in uw inleiding vermeldt dat bij het doen en experimenteren heel vaak de achtergrondinformatie (dus het wetenschappelijke) ontbreekt. Ook het toepassen van deze wetenschap in dagelijkse

gebruiksvoorwerpen ontbreekt vaak bij het doen van proefjes. Vandaar dat dit een prima aanvulling is.”

“Ja, want in een heldere tekst worden natuurkundige verschijnselen en technische principes toegelicht.”

“Ja, want de manier van vertellen/uitleggen nodigt kinderen uit tot het lezen. Ik denk dat vooral het kort en bondig uitleggen succesvol is. Kinderen zijn minder geneigd om lappen tekst eigen te maken. Ook het vergelijken met bekende situaties waarin kinderen verkeren nodigt zeker uit.”

Suggesties voor verbetering van de teksten

“Er moeten illustraties bij. Plaatjes en het filmpje moeten het uitleggen.”

“Soms zijn de teksten op niveau 1 meer inleidend op niveau 2, dan dat ze ook op zichzelf kunnen staan.”

“Het is wel lastig om in niveau 3 ook niveaus 1 en 2 te zien. Bij de techniek-teksten zou je het beter anders kunnen indelen, bijvoorbeeld steeds op niveau 1 vertellen over wat het is en hoe het gebruikt wordt, op niveau 2 over hoe het werkt en op niveau 3 dat uitbreiden zoals de bredere toepassing. Dus: wat is het, wat is het nut, en hoe werkt het. Bij tandwielen is de fiets dan een goed voorbeeld. De Teleblikfilmpjes die er nu bij staan geven dat ook al aan. Dat zou ook goed passen bij de voorwerprkring op school. Met een digitaal schoolbord tover je dan meteen die teksten er bij.”

“De niveaus zijn niet altijd echt verschillende niveaus. Soms zijn opeenvolgende teksten meer hetzelfde niveau, soms juist moeilijker. Het zou in 1 zin duidelijk moeten zijn wat je wilt vertellen per niveau.”

“De teksten zijn soms herhalend. De concentrische opbouw doet daardoor de voordelen van via internet werken teniet. Juist het doorklikken is handig, daardoor is het ook goed zelfstandig te gebruiken.”

“Je zou het doorklikken naar een ander niveau kunnen doen met een vraag. Bijvoorbeeld kan ijs - 10°C worden, klik naar niveau 3. Je kunt ook met een plaatje lokken, zodat kinderen de niveaus achter elkaar door blijven lezen.”

“Ik zou in de tekst meer uitdagende vragen zetten die de kinderen alvast nieuwsgierig maken om naar het filmpje te gaan (‘wat zal ik daar te zien krijgen, het ik het goed, is er nog meer, hoe werkt dat?’).”

“De teksten zijn ook onderling goed te linken, bijvoorbeeld elektriciteit en energie. Dat zou ook in de marge kunnen, bijvoorbeeld de zon is een warmtebron en dan een link naar energie. Idem voor licht. Eén of twee onderwerpen per thema linken zou moeten kunnen.”

“Er zouden links bij kunnen met proefjes. Bijvoorbeeld zoals bij Nieuws uit de natuur. Daarin heb je professor doctor Testkees voor groep 5/6. Die slaat enorm aan bij kinderen. Dan gaat het bijvoorbeeld over windenergie of spierkracht, en dan staat er een proefje in de begeleidende nieuwsbrief. Met een link naar bijvoorbeeld de doebladen van NEMO, dat zou hier ook goed bij passen.”

“Kinderen houden ook van records of bijzondere dingen. Feitjes, zoals: wist je dat... Bijvoorbeeld hoe warm is het in een vulkaan, hoe warm is het lichaam van een mens of dier, hoe warm is het 10 km in de lucht, hoe warm is het op de maan? Dit soort dingen vind je wel in boeken voor kinderen of guinness book of records.”

“Het is wel een hoog ambitieniveau. Veel werk om de teksten weer aan te passen en het goed te doen. Wel heel nuttig. Misschien moet je je op vier teksten richten en laten zien hoe dat dan precies wordt.”

“Ik hoop dat je de kans krijgt een beperkt aantal onderwerpen te gaan uitdiepen. De aanzet hiervoor is gelegd om nu daaruit een keuze te maken wat mij betreft.”

“Het enige wat misschien nog duidelijker verteld kan worden is: Hoe ontstaat magnetisme? Wat is er gebeurd met het stuk staal, zodat het een magneet is geworden. Waarom is een gewoon stuk staal géén magneet?”

“In de tekst moet je eerst het feit geven, dan de uitleg, anders zijn ze al vergeten waarom het een warmtebron is.”

“Ik zou de tekst in Century Gothic doen, die lijkt het meest op de schrijffletters (bv de a).”

“Ik ben onder de indruk van de teksten, de onderwerpen en de samenstelling. Bij het lezen van de teksten ontstond bij mij een dwang/neiging tot hebzucht om dit materiaal voor onze kinderen op school te hebben. Ik weet zeker dat dit bijdraagt aan hun ontwikkeling.”

“Ik heb geen suggesties voor verbeteringen; ik vind de teksten prima.”

Bijlage 5 Ontwikkelde teksten over natuurkunde en techniek

licht

geluid

temperatuur

elektriciteit

magnetisme

energie

hefbomen

katrollen

tandwielen

stevigheid

sensor

hydrauliek en pneumatiek

licht (tekst niveau 1)

Wat is licht?

Licht zorgt ervoor dat we de dingen om ons heen goed kunnen zien.

Overdag zie je het licht van de zon. Zelfs wolken kunnen het licht van de zon niet tegenhouden. 's Nachts is het donker, dan zie je de zon niet. Daarom gaan de lantaarnpalen op straat aan als het donker wordt. Thuis doe je dan de lampen aan.

Lichtbronnen

De zon, lampen en lantaarnpalen geven licht. Een televisie geeft ook licht, en een vlam van een kaars ook. Dingen die licht geven heten lichtbronnen.

Door het licht van de lichtbronnen kunnen we alle andere dingen zien. Als de zon schijnt, kun je alle bomen buiten goed zien. Als de lantaarnpalen aan zijn, kun je de mensen op straat goed zien. En als de lamp aan is, kun je een boek lezen als je al in bed ligt.



Waarom wordt het donker? Bekijk het

[filmpje!](#)

(let op: je moet inloggen bij Teleblik)



Hoe zit dat met licht? Lees verder over weerkaatsen!



Terug naar de start

licht (tekst niveau 2)

Hoe zit dat met licht?

Zonder licht zie je niks. Pas als er licht in je oog komt, kun je iets zien. Je ogen kunnen licht waarnemen. Maar zelf geven ze geen licht.

Sommige dingen geven zelf licht, zoals de zon of een lamp. Dat zijn lichtbronnen. Overdag geeft de zon voldoende licht. ook als er wolken voor de zon zijn. Als het donker is heb je licht van een lamp nodig.

Wist je dat...

insecten 2 ogen hebben die uit heel veel kleine oogjes bestaan? Dat heet 'facetoog'. Libellen hebben soms wel 30.000 kleine oogjes.

Weerkaatsen

Als het licht van een lichtbron op een boek valt, dan kun je dat boek zien. Dat kan doordat het boek het licht weerkaatst. Vanaf de lichtbron valt licht op je boek, en het boek weerkaatst het naar je oog.

Je kunt soms ook zien dat licht weerkaatst wordt. Bijvoorbeeld als je in de klas zit en het licht valt op je horloge. Je ziet dan een vlekje op het plafond of de muur. Dat vlekje beweegt als jij je horloge beweegt. Met een lepel of een spiegel kun je soms ook licht weerkaatsen, probeer maar.



Wat weerkaatst beter: wit of zwart? Bekijk het [filmpje!](#)

(let op: je moet inloggen bij Teleblik)



Hoe werkt licht in de praktijk?

Lees verder over breking, lenzen en licht!



Terug naar de start

licht (tekst niveau 3)

Hoe werkt licht in de praktijk?

Door een lichtbron kun je allerlei dingen zien. Dat gaat heel snel: als je het licht aandoet, zie je meteen van alles. Een lichtflits gaat wel 300.000 kilometer per seconde. Geluid gaat maar 330 meter per seconde. Daarom zie je bij onweer eerst de bliksemflits, en hoor je pas later de donder.

Breking


Licht kan ook een beetje langzamer gaan dan normaal. Normaal gaat licht door de lucht om ons heen. Maar als je een glas met water neerzet met een rietje erin, zie je iets bijzonders. Vanaf de zijkant lijkt het net alsof het rietje gebroken is en verschuift. Het lijken wel twee losse rietjes. Dat komt doordat het licht dan ook door het glas en het water heen gaat. En daarin gaat het langzamer dan normaal. Het wordt ook een beetje afgebogen. Dat heet 'breking'.


Lens

Breking is heel handig. Je kunt met een doorzichtige lens van glas het licht zo sturen dat je dingen kunt vergroten of verkleinen. Daarom zitten er lenzen in een bril, verrekijker, camera, microscoop, telescoop enzovoort. Met een speciale lens kun je zelfs allerlei kleuren in het licht zien. Zo'n speciale lens heet een prisma.

Kleuren

Wist je al dat zonlicht alle kleuren heeft? Maar omdat ze allemaal bij elkaar zitten, zien we ze niet meteen. In een regenboog zie je ze wel. Het licht moet dan door regendruppels in de lucht heen. De regendruppels werken dan als allemaal kleine lenzen. Door de regendruppels breekt het zonlicht uit elkaar. Je ziet dan de kleuren van het licht. Ze gaan van violet naar rood.

 **Heb jij wel eens een prisma gezien?** Bekijk het [filmpje!](#)
(let op: je moet inloggen bij Teleblik)

 **Zelf doen?**
Link doeblad NEMO film

 [Terug naar de start](#)

geluid (tekst niveau 1)

Wat is geluid?

Dingen die geluid maken zijn geluidsbronnen. Als je praat of zingt, ben je dus zelf een geluidsbron.


Zacht of hard

Er zijn veel verschillende soorten geluid. Geluid kan zacht of hard zijn. Dat verschil is goed te merken. Je kunt zachtjes fluisteren of juist heel hard schreeuwen.


Hoog of laag

Geluid kan ook nog hoog of laag zijn. Ook dat verschil is goed te merken. Je kunt met een heel hoge stem praten of met een lage stem.

Heb je wel eens meegemaakt dat je geluid kunt horen en voelen tegelijk? Je keel trilt als je praat. Voel maar eens aan je keel als je praat.

 **Merk je dat er altijd geluid is?** Bekijk het [filmpje!](#) (let op: je moet inloggen bij Teleblik)

 **Hoe zit dat met geluid?** Lees verder over trillende lucht!

 Terug naar de start

geluid (tekst niveau 2)

Hoe zit dat met geluid?

Geluid is een trilling. Meestal kun je dat alleen voelen en horen. Bij de snaren van een gitaar kun je het ook zien. Je kunt het ook een beetje nadoen met een elastiekje tussen je vingers.

Trilling door lucht

Als je de snaar of het elastiekje uitrekt en loslaat, dan zie je het trillen. De snaar of het elastiekje gaat trillen en de lucht eromheen trilt mee. Die trilling is het geluid. Het geluid trilt alle kanten op, en komt via de lucht ook in je oor. Daardoor kun je het horen.

Wist je dat...

Je oorschelp ervoor zorgt dat je goed hoort? Die vangt het geluid op en stuurt het je gehoorgang in. Honden, katten en paarden kunnen hun oorschelp bewegen, om extra goed het geluid op te vangen.


Trilling door iets anders heen

Maar ook via andere dingen kan de trilling in je oor komen. Leg je oor bijvoorbeeld maar eens op een deur die dicht is. Als er mensen achter de deur zitten te praten, hoor je ze opeens veel beter! Natuurlijk kun je ze nog beter horen als je de deur weer open doet. Dat komt omdat de trilling van het geluid niet goed door de deur heen kan. Het geluid wordt tegengehouden door de deur.

Een trilling blijft dus niet altijd doorgaan. Dat merk je ook als je wegloopt van de televisie naar de keuken: je kunt de tv dan minder goed horen. En als je nog verder loopt, hoor je niks meer.

 **Zie jij de trilling bij de gitaar?** Bekijk het [filmpje!](#)
(let op: je moet inloggen bij Teleblik)

 **Hoe werkt geluid in de praktijk?** Lees verder over Decibel en Hertz!

 Terug naar de start

geluid (tekst niveau 3)

Hoe werkt geluid in de praktijk?

Als iets geluid maakt, dan kun je dat horen. Dat kan omdat dingen die geluid maken de lucht doen trillen. Die trilling gaat alle kanten op, en komt ook in je oren. Dat geluid is ook te meten.

Decibel

Hoe hard of zacht geluid is, is te meten met een apparaat. Dat meet hoe groot de luchtdrukverandering is. Het wordt gemeten in 'Decibel'. Hoe groter de luchtdrukverandering, hoe harder het geluid, en hoe meer Decibel. Wordt het aantal Decibel te hoog, dan kunnen je oren van binnen beschadigen. Je hebt dan 'gehoorschade'.

Hertz

Hoe hoog of laag geluid is, is te meten met een ander apparaat. Dat meet het aantal trillingen. Dat heet 'frequentie'. Het wordt gemeten in 'Hertz'. Hoe vaker iets trilt, hoe hoger het geluid en hoe meer Hertz.


De trillingen gaan trouwens heel snel. Het geluid dat wij mensen kunnen horen trilt tussen de 20 en de 20.000 keer, in één seconde! Geluid van 20 Hertz klinkt voor ons heel laag. Geluid van 20.000 Hertz klinkt voor ons heel hoog. Geluid dat nog hoger is horen wij niet. Wist je dat honden dat wel kunnen horen?

Snelheid van geluid

Geluid kan dus hard of zacht, hoog of laag zijn. En hoeveel precies, dat is te meten. Maar geluid reist in de lucht altijd even snel: ongeveer 330 meter per seconde. De snelheid van geluid verandert niet. Hoog geluid is even snel bij je oor als een laag geluid. Hard geluid is even snel bij je oor als zacht geluid.

 **Wat weet jij over de snelheid van trillingen?** Bekijk het [filmpje!](#)
(let op: je moet inloggen bij Teleblik)

 **Zelf doen?**
Link doeblad NEMO
bekertelefoon

 Terug naar de start

temperatuur (tekst niveau 1)

Wat is temperatuur?

Temperatuur is hoe warm iets is. Of hoe koud iets is. Dat kan de lucht zijn, het water in het zwembad of zelfs je eigen lijf.

Als het koud is, is de temperatuur laag. Als het warm is, is de temperatuur hoog.

Temperatuur kun je meten met een thermometer. Er zijn veel verschillende soorten thermometers. Thuis hangt er vast wel een aan de muur, binnen of buiten.

Warmtebronnen

Maar hoe komt het nou dat iets warm of juist koud is? Dat komt door warmtebronnen. Dat zijn dingen die warmte afgeven. De zon is een warmtebron. Die straalt licht uit, maar ook warmte.

In de winter zien we de zon wel, maar toch is het kouder. Dan heb je andere warmtebronnen nodig om lekker warm te blijven. Thuis doe je dan de verwarming aan. Of misschien wel de open haard. Of je doet een dikke trui aan, zodat je jezelf warm houdt.

 **Weet jij wanneer thermometers nodig zijn?** Bekijk het [filmpje!](#) (let op: je moet inloggen bij Teleblik)

 **Hoe zit dat met temperatuur?** Lees verder over graden Celsius!

 **Terug naar de start**

temperatuur (tekst niveau 2)

Hoe zit dat met temperatuur?

Hoe warmer, hoe hoger de temperatuur. Maar warmte ontstaat niet zomaar. Daarvoor is een warmtebron nodig.

Energie

Een warmtebron gebruikt energie om warmte af te geven zodat de temperatuur hoger wordt. De zon is een hele grote warmtebron. Door de warmte van de zon wordt het land, de lucht en het zeewater warmer. Maar als het donker is, of in de winter, dan heb je vaak nog een warmtebron nodig. In een open haard verbrand je bijvoorbeeld hout. Of je zet de verwarming aan. Die gebruikt in de meeste huizen aardgas.

Metten in graden Celsius

Met een thermometer kun je temperatuur meten. Je kunt de temperatuur aflezen. Hoe hoog of laag de temperatuur is, wordt gemeten in 'graden Celsius'. De graden worden vaak opgeschreven met een bolletje: °C. De C betekent Celsius.

In de zomer is het ongeveer 20 °C. In de herfst en winter wordt het kouder. Bij 0 °C is het vriespunt. Als het kouder wordt dan 0 °C dan vriest het. We zeggen dan dat het bijvoorbeeld 5 °C onder nul is. Wordt het weer warmer, dan komt de temperatuur weer boven nul.


Wist je dat...

het binnenste van de aarde wel 5000 °C kan zijn? Heel heet dus. En wist je dat het op de maan in het donker wel 180 °C onder nul kan worden? Enorm koud!

Zelf ben je ook een warmtebron: als je hard rent, word je warm. Zelfs als je stil zit ben je warm. Jouw temperatuur is zo'n 37°C. Als je koorts hebt, is je lichaam wat warmer, bijvoorbeeld 38 of 39°C. Dat kun je meten met een speciale koortsthermometer.

 **Ook met wrijven kun je iets warm maken.** Bekijk het [filmpje!](#)
(let op: je moet inloggen bij Teleblik)

 **Hoe werkt temperatuur in de praktijk?** Lees verder over bevroren en ontdooien!

 Terug naar de start

temperatuur (tekst niveau 3)

Hoe werkt temperatuur in de praktijk?

Wat gebeurt er eigenlijk als iets warmer of kouder wordt? Je kunt dat het beste bekijken met water. Want van water weet je het eigenlijk al.

Van vloeibaar naar vast (en weer terug)

Water is een 'vloeistof'. Het is vloeibaar. Als je water in de vriezer zet, befrist het en wordt het ijs. Het water is dan niet meer vloeibaar. Het is een 'vaste stof' geworden. Als je het ijs buiten de vriezer zet, dan wordt het warmer en het smelt. Het water is niet meer vast als ijs en wordt weer een vloeistof.

Wist je dat bij andere dingen dan water het geen bevriezen heet? Als je chocola in de zon laat liggen, dan smelt dat. Als je het in de koelkast legt om het weer hard te maken, dan heet dat 'stollen'.

Verdampen

Als je een pannetje water op het fornuis laat koken, dan wordt het water zo warm dat het gaat verdampen. Die waterdamp is bijna even heet als het kokende water en hangt dan vlak boven de pan. Je kunt die waterdamp meestal niet zien. Maar je zou er wel je hand aan kunnen branden.


En weer terug


Als water verdampt, verdwijnt er water uit het pannetje. Het zit dan als waterdamp in de lucht. Als het weer kouder wordt, dan wordt de waterdamp weer vloeibaar. Dat heet 'condenseren'. De stoom die je ziet boven een pannetje kokend water is waterdamp die alweer afkoelt tot kleine druppeltjes.

Als je in de winter op een koud raam ademt, dan zie je ook waterdruppels. Dat komt door de waterdamp in je adem. Die koelt op het raam af en wordt vloeibaar in kleine druppeltjes.

IJken

Met een thermometer kun je meten hoe warm of koud iets is. Zo'n thermometer moet wel goed ingesteld worden. Dat heet 'ijken'. Als water befrist, dan noemen we dat 0 °C. Als water kookt, dan noemen we dat 100 °C. Een thermometer die goed geijkt is kan dat allemaal goed meten.

 **Weet jij hoe de kringloop van water gaat?** Bekijk het [filmpje!](#)
(let op: je moet inloggen bij Teleblik)

 **Zelf doen?**
Link doeblad NEMO
thermometer

 Terug naar de start

elektriciteit (tekst niveau 1)

Wat is elektriciteit?

De tv heeft het nodig. De lampen in huis ook. En de computer ook. Wat is dat? Het antwoord is elektriciteit. De tv, de lampen en de computer werken op elektriciteit. Elektriciteit noemen we ook 'stroom'.

Uit een fabriek

De elektriciteit wordt opgewekt in een fabriek. Die fabriek heet elektriciteitscentrale.

Via dikke kabels

Via draden aan hoge torens en dikke kabels in de grond komt de elektriciteit bij jou thuis. De torens met de draden heten hoogspanningsmasten.

Naar het stopcontact

Elektriciteit gaat door de grote draden heen, tot in het stopcontact. De stekker van een lamp moet in het stopcontact zitten. Dan kan de lamp branden.



Staat bij jou ook zo'n elektriciteitshuisje?

Bekijk het [filmpje!](#)
(let op: je moet inloggen bij Teleblik)



Hoe zit dat met elektriciteit? Lees verder over isolatoren en geleiders!



Terug naar de start

elektriciteit (tekst niveau 2)

Hoe zit dat met elektriciteit?

Elektriciteit wordt ook wel stroom genoemd. Maar het kan niet overal doorheen stromen.

Isolatoren en geleiders

Elektriciteit kan niet goed door lucht of plastic stromen. Dat zijn 'isolatoren'. Het kan wel goed door metaal of water heen. Dat zijn 'geleiders'. Daarom zijn snoeren gemaakt van koperdraad, met plastic eromheen. Door het metaal aan de binnenkant kan de stroom goed stromen. Dankzij het plastic aan de buitenkant kun je het snoer veilig oppakken zonder dat je een schok krijgt.

Statische elektriciteit


Statische elektriciteit ontstaat als elektriciteit niet goed weg kan stromen. Heb je wel eens bliksem gezien? En heb je wel eens in de winter je trui uitgetrokken en gehoord dat het soms knettert? Dan weet je al wat statische elektriciteit is.


Als je je trui uittrekt, dan wrijven je armen in de mouwen tegen de trui. Door wrijving kan een beetje elektriciteit ontstaan. Helemaal niet gevaarlijk. Zo raakt de trui een beetje 'geladen'. Lading wil zeggen dat er wat elektrische spanning op zit. Als je de trui uittrekt, dan is er een ontlading. Je hoort het even knetteren. Soms zie je in het donker zelfs een vonkje.

Bliksem

Als het onweert beweegt de lucht heel sterk en wrijven de wolken tegen elkaar aan. Maar elektriciteit kan niet goed door lucht heen, want dat is een isolator. De wolken worden elektrisch geladen. Die spanning is natuurlijk veel groter (en dus gevaarlijker) dan bij jouw trui. Als de lading te groot wordt, is er een ontlading. De elektriciteit springt dan van de ene naar de andere wolk, of naar de grond.

 **Weet jij waarom vogels op elektriciteitsdraden kunnen zitten?** Bekijk het [filmpje](#)! (let op: je moet inloggen bij Tealeblik)

 **Hoe werkt elektriciteit in de praktijk?** Lees verder over de stroomkring!

 Terug naar de start

elektriciteit (tekst niveau 3)

Hoe werkt elektriciteit in de praktijk?

Elektriciteit heet ook wel 'stroom'. Veel apparaten hebben elektriciteit nodig. Om die apparaten te laten werken, moet de elektriciteit wel goed aangesloten zijn. Dat kun je zien bij een lamp.

Stroomkring

Als je de stekker van de lamp in het stopcontact doet, gaat de elektriciteit door het snoer heen naar de lamp. Als de elektriciteit bij de lamp is, stroomt het door de lamp heen, en daarna weer terug naar het stopcontact. Als de elektriciteit netjes rond kan, dan heet dat een 'stroomkring'.

Stopcontact

Een stopcontact heeft 2 gaatjes. De stroom die rond gaat komt eerst uit het ene gaatje, en gaat terug via het andere gaatje. In een snoer zit daarom ook een elektriciteitsdraad voor de stroom heen, en een draad voor de stroom terug.

Wist je dat...

een schakelaar de stroom even stopzet? Als je de schakelaar indrukt, gaat binnenin het snoer een klein stukje koperdraad omhoog of omlaag. Als je de schakelaar weer indrukt, gaat het stukje draad terug op z'n oude plek.

Spanningsbron

Zo'n stroomkring heeft een spanningsbron nodig. Een spanningsbron levert stroom. Voor een lamp bij jou thuis zorgt het stopcontact dat de stroom gaat lopen. Het stopcontact is dus de spanningsbron.

Voor een zaklamp zorgt een batterij dat de stroom gaat stromen. Dan is de batterij de spanningsbron. Let wel op dat je 'm goed erin doet. Want de stroom gaat pas lopen als plus (+) en min (-) goed zitten.



Wil je zien hoe een schakelaar werkt? Bekijk

het [filmpje!](#)

(let op: je moet inloggen bij Teleblik)



Zelf doen?

Link doeblad NEMO zenuwspiraal



Terug naar de start

magnetisme (tekst niveau 1)

Wat is magnetisme?


Heb je wel eens een magneet gezien? Het lijkt niet zo bijzonder. Gewoon een staafje metaal. Soms is het een rondje of een hoefijzer.


Pas als je twee magneten hebt, dan wordt het leuk. Leg ze naast elkaar en kijk! Ze gaan naar elkaar toe. Of ze gaan juist van elkaar weg. Dat is magnetisme.


Aantrekken en afstoten

Als magneten naar elkaar toegaan, dan trekken ze elkaar aan. En als ze van elkaar weg gaan, dan stoten ze elkaar af. Aantrekken en afstoten, dat is waar magneten goed in zijn.

Magnetten bestaan gewoon in de natuur. Je kunt van een gewoon stuk metaal een magneet maken door er met een andere magneet over te wrijven. Wel steeds in dezelfde richting wrijven, anders lukt het niet.

 **Zie jij hoe de magneten elkaar afstoten?** Bekijk het [filmpje!](#) (let op: je moet inloggen bij Teleblik)

 **Hoe zit dat met magnetisme?** Lees verder over de 2 kanten van de magneet!

 Terug naar de start

magnetisme (tekst niveau 2)

Hoe zit dat met magnetisme?

Magnetisme is het aantrekken en afstoten van magneten. Iedere magneet is van metaal en heeft 2 kanten. De ene kant noemen we noordpool. De andere kant heet zuidpool. Die noordpool en zuidpool trekken elkaar aan.

Als je twee magneten met noordpool en zuidpool tegen elkaar legt, dan trekken ze elkaar aan. Ze plakken bijna tegen elkaar aan.

Draai je nu een van de magneten om, dan duwen ze elkaar weg. Als je ze met dezelfde pool tegen elkaar legt, dan stoten ze elkaar af. Noordpool tegen noordpool plakt niet. Zuidpool tegen zuidpool ook niet.

Een hele grote magneet

De aarde heeft ook een noordpool en een zuidpool. Heeft dat iets te maken met de noordpool van een magneet? Een klein beetje.

De aardbol is namelijk ook een magneet, maar dan een hele grote. De aarde werkt als magneet omdat er binnenin veel metalen zitten, zoals ijzer. Ook in kleine magneten zit vaak ijzer.

Kompas

De aarde trekt niet direct andere magneten naar de grond. Maar je kunt het wel merken als je een kompas hebt. Een kompas is een soort horloge met een wijzer. De wijzer heet kompasnaald. De kompasnaald is ook een magneet. De kompasnaald wordt door de aarde aan één kant afgestoten en aan de andere kant aangetrokken. Het kompas wijst daardoor altijd naar het noorden. Zo kun je zelfs zonder TomTom de weg vinden!



Heb jij wel eens een echte supermagneet gezien?

Bekijk het [filmpje!](#)
(let op: je moet inloggen bij Teleblik)



Hoe werkt magnetisme in de praktijk? Lees verder over elektromagnetten!



Terug naar de start

magnetisme (tekst niveau 3)

Hoe werkt magnetisme in de praktijk?

Magneten trekken elkaar aan met noordpool naar zuidpool. Leg je magneten met noordpool tegen noordpool, dan stoten ze elkaar af. Hetzelfde gebeurt als je magneten met de zuidpolen tegen elkaar legt.

Ferromagneten

Er zijn verschillende soorten magneten. Thuis en op school zie je vast wel memoborden en koelkastmagneetjes. Dat zijn 'ferromagneten', die altijd werken. 'Ferro' betekent ijzer.

Elektromagneten

Er zijn ook 'elektromagneten', die alleen werken op elektriciteit. Die magneten moet je dus aan (of uit) zetten. Die worden gebruikt in de afvalverwerking. Daar haalt een grote magneet blikjes en ander metaal uit het huisvuil, om te recyclen .

Magnetisme door elektriciteit (en andersom)

De elektromagneet werkt omdat je met elektriciteit magnetisme kunt opwekken. Andersom kan ook: met magnetisme kun je elektriciteit opwekken. Daarvoor heb je apparatuur nodig.

Om met elektriciteit magnetisme te maken, heb je een spoel nodig. Een spoel is metaaldraad dat strak om iets anders heen gewonden zit. Als de elektriciteit door de spoel gaat wordt de spoel magnetisch. Andersom kan ook. Als je met magnetisme elektriciteit wilt maken, heb je ook een spoel nodig. Als je een magneet dan snel laat draaien, dan stroomt er elektriciteit door de spoel.

Dynamo op je fiets

Zo werkt het ook in een dynamo. Zo'n dynamo moet je tegen je fietsband aanzetten. Als je fietst, beweegt je fietsband. Via een tandwiel komt die beweging in de dynamo. Met die beweging wordt een magneet rondgedraaid. De ronddraaiende magneet wekt elektriciteit op, waarmee de lamp op je fiets gaat branden.

 Weet jij hoe magneten gemaakt worden? Bekijk het filmpje! (let op: je moet inloggen bij Teleblik)	 Zelf doen? Link Zo maak je een kompas
 Terug naar de start	

energie (tekst niveau 1)

Wat is energie?


Heb je vannacht lekker geslapen? Nee? Dan heb je misschien vandaag niet zoveel energie. Want energie is de fut die je hebt om iets te gaan doen.

Nieuwe energie

Je kunt ook moe zijn als je al veel energie verbruikt hebt. Daarom krijg je na buitenspelen of sporten ook vaak honger. Je voorraad energie is dan bijna op. Door te eten krijg je nieuwe energie.

Apparaten hebben ook steeds nieuwe energie nodig. Een auto moet bijvoorbeeld tanken. Een mobieltje moet regelmatig opgeladen worden. En als jij nou zelf extra energie nodig hebt? Goed eten, en op tijd naar bed...

 **Weet jij waarom planten niet weglopen?** Bekijk het [filmpje!](#) (let op: je moet inloggen bij Teleblik)

 **Hoe zit dat met energie?** Lees verder over soorten energie!

 [Terug naar de start](#)

energie (tekst niveau 2)

Hoe zit dat met energie?

Ieder apparaat heeft energie nodig. Je mobieltje gebruikt energie uit elektriciteit. Maar er zijn nog veel meer energiebronnen. De energiebron voor auto's is benzine of diesel. De energiebron voor zeilboten is de wind. Als er geen wind waait, ligt de boot stil.

Zon en wind

Er zijn allerlei manieren om aan energie te komen. Voor auto's en voor elektriciteit worden vooral brandstoffen gebruikt. Maar het kan ook anders. Met zonnepanelen bijvoorbeeld. Als de zon schijnt, zetten zonnepanelen de energie van de zon om in elektriciteit. Windmolens in het weiland doen net zoiets: ze zetten de energie van de wind om in elektriciteit. Zodat je die energie weer kunt gebruiken om bijvoorbeeld je mobieltje op te laden.

Wist je dat...

energie gemeten kan worden in calorieën of joules (spreek uit: zjoels)? Op veel voedingsmiddelen staat hoeveel calorieën erin zitten. Er staat dus op hoeveel energie erin zit.

Vermogen

Maar wat is energie dan precies? Je kunt de energiebron vaak wel zien of voelen, maar de energie zelf eigenlijk niet. Energie is namelijk alleen het vermogen om iets te gaan doen. Om naar een andere plek te gaan. Of om iets warm te maken. Of om een telefoongesprek op een mobieltje te hebben.



Weet jij hoe windenergie werkt? Bekijk het [filmpje!](#)

(let op: je moet inloggen bij Teleblik)



Hoe werkt energie in de praktijk? Lees verder over de omzetting van energie!



Terug naar de start

energie (tekst niveau 3)

Hoe werkt energie in de praktijk?

Met energie kun je dingen doen. Of apparaten dingen laten doen. Er zijn verschillende soorten energie.

Energie wordt 'omgezet'

Energie wordt altijd omgezet in iets anders. Een auto zet de energie uit de benzine of diesel om in beweging van de wielen. Je mobieltje zet de elektrische energie uit de batterij om in verbinding met een ander telefoonnummer.

En als jij aan het sporten bent, zetten je spieren de energie uit je eten om in beweging. Zelfs als je niet gaat sporten en liever tv kijkt, gebruik je een beetje energie. Om te ademen en je lijf warm te houden. Maar ook om te groeien en te herstellen van een wondje of ziekte.

Als je energie gebruikt, verandert er dus iets. De energie wordt omgezet in een andere soort energie.

Voorbeelden

Met elektriciteit kan bijvoorbeeld een lamp branden. De lamp zet de elektrische energie om in licht. Maar de lamp gebruikt niet alle energie om licht te geven. Een deel van de elektrische energie wordt omgezet in warmte. Daarom wordt een gloeilamp na een poosje warm.

Een auto zet de energie van de brandstof om in beweging van wielen. Dat is beweging. Maar ook auto's gebruiken niet alle energie om te rijden. Een deel van de energie wordt omgezet in warmte. Daarom is de motorkap warm als hij een poosje gereden heeft.

En ook jouw spieren gebruiken niet alle energie voor beweging. Als je een stukje gaat rennen, merk je al snel dat je het warm krijgt. De energie uit je eten is in je spieren omgezet in beweging en warmte.

Warmte blijft vaak over

Er blijft dus altijd wat warmte over. Jammer genoeg kunnen we die energie vaak niet goed meer gebruiken voor iets anders!



Herken jij alle soorten energie? Bekijk het [filmpje!](#)

(let op: je moet inloggen bij Teleblik)



Zelf doen?

Link doeblad NEMO boot



Terug naar de start

hefbomen (tekst niveau 1)

Hoe werken hefbomen?

Wie niet sterk is, moet slim zijn. Je bent slim als je voor zware dingen een hefboom gebruikt. Een hefboom is gereedschap waarmee je iets kunt losmaken of optillen. Er zijn veel soorten hefbomen.

Een flesje open maken

Stel je voor: je wilt met je vingers een flesje chocomel openmaken. Daar zit vaak een metalen dopje met een geribbeld randje op. Zo'n dopje zit heel vast. Je vingers glippen er vanaf.

Hoe kun je het nu toch openmaken? Met een flessenopener! De lange kant is het handvat. Pak dat vast. De korte kant klem je om het dopje. Daarna beweeg je het handvat omhoog of omlaag. Zo trek je het flesje in één keer open.

De flessenopener is een hefboom. Het lijkt wel of je met de flessenopener veel sterker bent. Dat is handig!



Weet jij hoe een hefboom werkt? Bekijk het [filmpje!](#)
(let op: je moet inloggen bij Teleblik)



Wanneer zijn hefbomen handig? Lees verder en ontdek de voorbeelden!



Terug naar de start

hefbomen (tekst niveau 2)

Wanneer zijn hefbomen handig?

Er zijn veel soorten hefbomen. Een flessenopener bijvoorbeeld. Daarmee kun je een flesje snel open maken. Of een kruitwagen, dat is ook een hefboom. Daarmee kun je snel een zware lading verplaatsen.

Weinig kracht nodig

Elke hefboom heeft een lang stuk waarmee je kracht zet. De kracht wordt via een steunpunt of draaipunt doorgegeven naar een korter stuk. Daar komt de kracht in actie. Zo kun je met weinig kracht iets zwaars optillen, of iets losmaken dat heel vast zit.

Wist je dat...

je met een hefboom zelfs een hele auto kunt optillen? Je gebruikt dan een 'krik'.

Voorbeelden

Hefbomen zijn handig als je:

- * iets zwaars wilt optillen. Denk maar aan een kruitwagen.
- * veel kracht nodig hebt. Heb je wel eens een notenkraker gezien? Daarmee krijg je de harde schil van een walnoot snel kapot.

Hefbomen zijn ook handig als je:

- * iets over een grote afstand wilt verplaatsen. Met een hengel kun je bijvoorbeeld een vis gemakkelijk binnenhalen.
- * nauwkeurig wilt werken. Met een pincet trek je een splinter snel en precies uit je vinger.



Waar zie je hefbomen? Bekijk het [filmpje](#)!
(let op: je moet inloggen bij Teleblik)



Hoe werken hefbomen nu precies? Lees verder over de verdeling van kracht!



Terug naar de start

hefbomen (tekst niveau 3)

Hoe werken hefbomen nu precies?

Eerst even een raadsel. Waarom lijken een schaar, een wip en een nijptang op elkaar?

Antwoord: het zijn allemaal hefbomen. En hefbomen zijn heel handig. Je kunt met een hefboom met weinig kracht over een grote afstand iets zwaars optillen. Dat kan door de verdeling van kracht.

Nog even een voorbeeld

Stel dat je een spijker uit de muur wilt krijgen. Daar kun je heel lang aan trekken, zonder dat het je lukt hem los te halen. Met een nijptang gaat het wel. Je kunt de spijker dan preciezer vast pakken.

Maar het komt vooral omdat een nijptang de kracht goed richt. Als je met een nijptang draait en trekt aan de spijker, zet je een beetje kracht op de handvatten van de nijptang. Die kracht gaat via het draaipunt naar de kortere armen. Het draaipunt is bij de nijptang het scharnier.


Dit is de truc

Een kleine kracht op een langer stuk wordt dus een grotere kracht op een korter stuk. De truc is dat het punt waar je kracht zet en het punt waar de kracht wordt gebruikt ver uit elkaar zitten. Hoe verder ze uit elkaar zitten, hoe minder inspanning je hoeft te leveren.

Of anders gezegd: de verhouding tussen het kortere en het langere stuk bepaalt hoeveel kracht je moet leveren om de klus gedaan te krijgen.

 **Zie je dat ook bij de verhuizing van MTV hefbomen gebruikt worden?** Bekijk het [filmpje!](#)
(let op: je moet inloggen bij Teleblik)

 **Zelf doen?**
Link doeblad NEMO brievenweger

 Terug naar de start

tandwielen (tekst niveau 1)

Hoe werken tandwielen?

Lijken een blikopener en een horloge op elkaar? Misschien zeg je wel van niet. Maar ze lijken toch wel een beetje op elkaar. Want ze werken allebei met tandwielen.

Een tandwiel is een wiel, maar dan met tandjes aan de buitenkant.

Bijzonder

Een tandwiel kan ronddraaien, net als alle andere wielen. Toch is het bijzonder. Dat zie je als er twee tandwielen zijn.

Stel je voor dat de tandwielen direct tegen elkaar zitten. De tandjes op de rand grijpen precies in elkaar. Als het ene wiel draait, gaat de andere zo meedraaien. Ze geven de beweging aan elkaar door.



Zie jij de tandwielen draaien? Bekijk het [filmpje!](#) (let op: je moet inloggen bij Teleblik)



Wanneer zijn tandwielen handig? Lees verder over tandwielen op je fiets!



Terug naar de start

tandwielen (tekst niveau 2)

Wanneer zijn tandwielen handig?

Het woord zegt het al: een tandwiel is een wiel met tandjes. Je ziet tandwielen overal. Bijvoorbeeld in je fiets. Er zit een tandwiel bij je trappers en een (of meer) bij je achterwiel.

Van je trapper naar je wiel

In de kettingkast van je fiets zitten de tandwielen en de ketting. Bij een mountainbike kun je ze goed zien. Als je fietst, trappen je voeten de trappers rond.

Het tandwiel bij je trappers begint met draaien, en trekt de ketting aan. De ketting gaat ook draaien, en trekt zo het achterste tandwiel mee. Als dat achterste tandwiel gaat draaien, gaat het achterwiel van je fiets ook meedraaien.

De beweging van je voeten wordt dus steeds doorgegeven. Van je trappers, naar een tandwiel, naar een ketting, naar nog een tandwiel en naar je achterwiel. Gelukkig gaat dat heel snel. Je kunt meteen wegfietsen.

Wist je dat...

tandwielen ook zorgen voor de versnellingen op een fiets? Iedere versnelling heeft bij het achterwiel een ander tandwiel. Als je de versnelling verandert, verschuift de ketting op een ander tandwiel.

Hoe hoger de versnelling, hoe kleiner het tandwiel. Een kleiner tandwiel draait sneller en zo ga je harder vooruit.



Hoe loopt je fietsketting?

Bekijk het [filmpje!](#)

(let op: je moet inloggen bij Teleblik)



Hoe werken tandwielen nu

precies? Lees verder over hoe tandwielen beweging doorgeven!



Terug naar de start

tandwielen (tekst niveau 3)

Hoe werken tandwielen nu precies?

Als tandwielen gaan draaien, kunnen ze met hun tanden andere dingen met zich meetrokken. Uiteindelijk kan zo weer iets anders gaan draaien, zoals het wiel van je fiets of de wijzers in je horloge.

Dit is de truc

Tandwielen geven beweging aan elkaar door. Dat kan op twee manieren:

- * tandwielen direct tegen elkaar aan. Als het ene wiel gaat draaien, draait het andere wiel meteen mee. Zo werken de tandwielletjes in je horloge;
- * tandwielen met een ketting. Als het ene wiel gaat draaien, gaat een ketting rond. Door de ketting draait het andere wiel mee. Zo werken de tandwielen in je fiets.

De andere kant op

Tandwielen kunnen verschillende draairichtingen hebben:

- * als je twee tandwielen tegen elkaar zet, draaien ze tegenovergesteld aan elkaar. Ze draaien bijvoorbeeld allebei naar beneden, maar de een gaat linksom en de ander rechtsom;
- * als de tandwielen een eindje uit elkaar zitten, met een ketting ertussen, dan draaien ze weer wel allebei in dezelfde richting.



Heb jij wel eens de (hele grote) tandwielen in de Deltawerken gezien? Bekijk het [filmpje!](#)
(let op: je moet inloggen bij Teleblik)



Zelf doen?
Ga naar de Techplek op het [Rekenweb](#). Daar kun je bijvoorbeeld uitzoeken hoe snel tandwielen draaien.



Terug naar de start

katrollen (tekst niveau 1)

Hoe werken katrollen?


Een kat die een koprol doet. Is dat een katrol? Het zou kunnen, maar nee. Het is iets heel anders. Je spreekt het uit als "ka-trol".

Een katrol is een wiel met een touw erom. Het wiel is glad en heeft aan de buitenkant een gleuf, waar het touw precies in past.


Met een katrol kun je iets omhoog trekken. Dat doe je door aan het touw te gaan hangen. Dat is makkelijker dan tillen.

Waar zit de katrol?

Je ziet katrollen vaak aan hijskranen op een bouwplaats. Je kunt ze ook zien als je gaat skiën. Want een sleepliftje heeft ze ook. En misschien zit er in jullie speeltuin een kleine kabelbaan. Aan de uiteinden van de kabel zit vast ook een katrol.

 **Weet jij hoe een katrol werkt?** Bekijk het [filmpje!](#)
(let op: je moet inloggen bij Teleblik)

 **Wanneer zijn katrollen handig?** Lees verder over hoe je met een katrol dingen optilt!

 Terug naar de start

katrollen (tekst niveau 2)

Wanneer zijn katrollen handig?

Verhuizers gebruiken nu vooral liften. Vroeger waren er nog geen liften, dus moesten de zware dingen op een andere manier naar boven. Dat ging met katrollen. Bij sommige oude huizen kun je dat nog zien. Die hebben een haak aan de gevel waar de katrol aan hing.

Wist je dat...

je vooral in Amsterdam veel pakhuizen met haken bovenaan de gevel ziet? Die waren nodig om de lading uit de schepen het pakhuis in te tillen.

Optillen

Iets tillen met een katrol is heel makkelijk. Je legt het touw om de katrol heen. Daarna maak je de katrol vast aan een stevige haak. De katrol moet wel zo hangen dat het wiel nog goed kan draaien.

Het ene eind van het touw maak je vast aan wat je wilt optillen. Het andere eind houd je vast. Als je nu aan het touw trekt, gaat de andere kant van het touw omhoog. Het trekt het ding dat je wilt optillen mee.

Je kunt het dan met de katrol ook weer langzaam laten zakken. Dat doe je door het touw stukje voor stukje op te schuiven. Je moet dan wel heel sterk zijn, want je moet het touw goed vasthouden.



Kun je jezelf optillen met een katrol? Bekijk het

[filmpje!](#)

(let op: je moet inloggen bij Teleblik)



Hoe werken katrollen nu precies? Lees verder over takels!



Terug naar de start

katrollen (tekst niveau 3)

Hoe werken katrollen nu precies?

Met een katrol kun je zware spullen verplaatsen door te trekken aan het touw.

Voorbeelden

Katrollen worden veel gebruikt. In kabelbanen bijvoorbeeld, maar ook in hijskranen en op zeilschepen. Een gewone lift in een flatgebouw heeft ook katrollen. Maar die hangen net boven de lift waar jij in staat, dus die zie je niet.

Mensen die bergen beklimmen en in Nederland oefenen op de klimmuur gebruiken ook katrollen.

Dit is de truc

Voor hele zware dingen kun je het beste meerdere katrollen bij elkaar hebben. Dat heet dan een 'takel'. Je ziet ze wel eens op een takelwagen, waarmee auto's worden versleept.

Zo'n takel heeft bijvoorbeeld 2 katrollen. Het touw loopt dan boven eerst langs de ene katrol, en beneden langs een andere katrol.

De katrol zelf kan ook dubbel zijn. Het ziet er dan uit alsof er 2 katrollen tegen elkaar aan zijn geplakt.

Hoe meer katrollen bij elkaar zitten, hoe meer je kunt tillen. Het gewicht wordt via de extra katrollen over meer touw verdeeld. Doordat het gewicht verdeeld wordt, hoef je minder hard te trekken. Je hebt dan wel meer touw nodig.



Hoe wordt gewicht verdeeld over katrollen? Bekijk het

[filmpje!](#)

(let op: je moet inloggen bij Teleblik)



Zelf doen?

Doeblad NEMO hijskraan



Terug naar de start

stevigheid (tekst niveau 1)

Hoe werkt stevigheid?

Kijk eens om je heen. Veel dingen zijn gemaakt door mensen. De stoel waar je op zit. De computer die aanstaat. Je rugzak ook.

Al die dingen hebben hun eigen stevigheid. Een stoel moet stevig genoeg zijn zodat mensen er niet doorheen zakken. Een rugzak moet stevig genoeg zijn om veel boeken te dragen.


Hoe stevig iets is, hangt af van 2 dingen:

1. van welk materiaal is het gemaakt?
2. op welke manier is het gemaakt?

Ontwerpen

Voordat je iets maakt moet je weten wat het moet kunnen. Moet het kunnen bewegen? Moet het goed tegen wind kunnen? Moet het iets zwaars of groots kunnen dragen? En zo maar door. Veel vragen dus voordat je iets kunt maken. Als je weet wat het ding moet kunnen, maak je eerst een ontwerp. Dan kun je beter zien welke materialen je nodig hebt. En hoe je het in elkaar zet.

 **Weet jij hoe een glijbaan gemaakt wordt?** Bekijk het [filmpje](#)! (let op: je moet inloggen bij Teleblik)

 **Wanneer is stevigheid handig?** Lees verder over verbindingen!

 Terug naar de start

stevigheid (tekst niveau 2)

Wanneer is stevigheid handig?

Stevigheid is natuurlijk heel handig. Je kunt iets stevig maken door goed materiaal te kiezen. Een huis van steen is beter dan een huis van plastic. Een jas van stof zit lekkerder dan een jas van hout of een jas van metaal.

En je kunt iets nog steviger maken door het goed vast te maken.

Dit is de truc: 3 soorten verbindingen

1. Je kunt een los materiaal gebruiken, zoals lijm of cement.

Bijvoorbeeld: als je een plaatje in je schrift plakt met lijm, dan blijft het plaatje netjes zitten. Het zit stevig vast en kan niet meer los. Maar je kunt het plaatje niet goed meer uit je schrift halen zonder het te scheuren.

2. Je gebruikt de vorm van het materiaal om de verbinding te maken. Die moeten dan wel precies op elkaar passen. Bijvoorbeeld: als je twee lego-blokjes op elkaar drukt, heb je geen lijm nodig. Ze passen precies goed op elkaar. Het is stevig en gaat niet snel los. Maar het kan wel: je kunt de blokjes lospeuteren en opnieuw gebruiken.

3. Je gebruikt een ander voorwerp om de verbinding te maken. Bijvoorbeeld: als je een spijkerbroek zou maken, heb je naald en draad nodig. Met de draad naai je de stukken aan elkaar. Het kan niet bewegen, maar je kunt het wel goed uit elkaar halen.

Wist je dat...

we nu veel hoger kunnen bouwen dan vroeger? Er zijn nu flats van wel honderden meters hoog. Die heten wolkenkrabbers.



**Wil je zien hoe een bus
gebouwd wordt?** Bekijk het

[filmpje!](#)

(let op: je moet inloggen bij
Teleblik)



**Hoe werkt stevigheid nu
precies?** Lees verder over hoe
belangrijk vorm is!



Terug naar de start

stevigheid (tekst niveau 3)

Hoe werkt stevigheid nu precies?

Hoe stevig iets is, hangt af van het materiaal en van de verbindingen. Maar als het erg belangrijk is dat iets heel stevig is, dan wordt ook de vorm belangrijk.

Dat zie je goed bij grote bouwwerken. Die zijn zo ontworpen dat ze een bepaalde vorm hebben. Die vorm helpt bijvoorbeeld bij het opvangen van zware wind.

Dit is de truc: 3 soorten vormen

1. de driehoek

Die kun je vooral zien in een bouwkraan, of een elektriciteitsmast. Driehoeken zijn heel stevig, omdat die het beste in vorm blijven als er grote druk op komt te staan. De druk duwt een kant van de driehoek naar beneden, maar de andere kanten duwen meteen terug. Een driehoek kun je niet zomaar in elkaar duwen of uit elkaar trekken.

2. de boog

Die kun je vooral zien in oude gebouwen, of bruggen. Ook een tent heeft vaak een boog. Zo'n boog is heel stevig. Dat komt omdat de druk goed verdeeld wordt over de boog heen.

3. de piramide

Natuurlijk staan de echte piramides in Egypte. Maar een piramide-vorm zie je ook wel in veel andere dingen, zoals een elektriciteitsmast of een hele oude toren. Of zelfs een pion op het sportveld. De truc is dat de onderkant breder is dan de bovenkant. Zo heeft het een stevige basis.



Heb jij ook zo'n mooie brug in je buurt? Bekijk het [filmpje!](#)
(let op: je moet inloggen bij Teleblik)



Zelf doen?
Links doeblad NEMO
steiger, vakwerkbrug, boogbrug,
toren



Terug naar de start

sensoren (tekst niveau 1)

Hoe werken sensoren?

In de winter doe je thuis de verwarming aan. Lekker warm! Maar de verwarming blijft aan staan. Het wordt te warm. Je doet de verwarming uit. Maar nu wordt het weer te koud.

Dat is lastig. Iedere keer sta je weer op. De verwarming aan, de verwarming uit. Zo is het in huis steeds net te warm of net te koud. Dat kan beter!


Een klein kastje

Misschien hangt bij jou thuis wel een thermostaat. Bijvoorbeeld in de woonkamer. Dat is een klein kastje. Je kunt ermee instellen hoe warm het moet zijn. Als het te koud wordt, geeft het kastje een signaal naar de verwarming. De verwarming gaat dan aan. Als het te warm wordt, geeft het kastje weer een signaal naar de verwarming. De verwarming gaat dan uit.

In het kastje zit een sensor. Die sensor meet hoe warm of koud het is binnen. Het is een soort thermometer. Maar er zijn ook andere sensoren. Die kunnen andere dingen meten, zoals licht of beweging.

 **Weet jij hoe het vroeger ging?** Bekijk een [filmpje!](#) (let op: je moet inloggen bij Teleblik)

 **Wanneer zijn sensoren handig?** Lees verder over de zintuigen van een apparaat!

 [Terug naar de start](#)

sensoren (tekst niveau 2)

Wanneer zijn sensoren handig?

Een thermostaat meet zelf hoe warm of koud het in je woonkamer is. Er zijn nog meer apparaten die zelf kunnen meten. De wasmachine, de koelkast en ook je fototoestel. Ze hebben allemaal een sensor. Een sensor is een klein onderdeelje in het apparaat, dat één ding kan meten. Dat kan temperatuur zijn, licht, beweging of iets anders.

Sensoren zijn net zintuigen

Met de sensor kan het apparaat dus voelen wat er aan de hand is. Eigenlijk is een sensor dus het zintuig van dat apparaat.

Een sensor werkt soms zelfs beter dan onze eigen zintuigen. Want een apparaat kan er heel precies mee meten.

Heel kleine veranderingen in temperatuur bijvoorbeeld. Al voordat jij merkt dat het kouder wordt, heeft de thermostaat de verwarming weer aangezet. Zo blijft het binnen lekker warm.

En als het te warm wordt, dan meet de sensor in de thermostaat dat ook. En dan zet de thermostaat de verwarming weer uit. Helemaal automatisch.

Wist je dat...

er ook sensoren zijn die meten of je beker melk vol is? Blinde mensen kunnen dat immers niet zien. Daar is dus iets voor bedacht. Een klein apparaatje met 2 metalen pinnetjes. Dat klem je op de beker. Als de beker vol is met melk worden de pinnetjes nat en gaat het apparaatje piepen.



Weet jij nog meer voorbeelden van sensoren?

Bekijk het [filmpje!](#)
(let op: je moet inloggen bij Teleblik)



Hoe werken sensoren nu precies? Lees verder over hoe sensoren iets aan zetten!



Terug naar de start

sensoren (tekst niveau 3)

Hoe werken sensoren nu precies?

Droom jij wel eens over een machine die automatisch je huiswerk doet? Of je bed opmaakt? Of automatisch je veters strikt? Natuurlijk zijn zulke machines er niet (of nòg niet, je weet maar nooit!).

Voorbeelden

Maar er zijn wel veel andere apparaten die dingen automatisch doen.

Je fotocamera 'bekijkt' zelf of er genoeg licht is voor de foto die je wilt nemen. Is er niet genoeg licht, dan gaat de flitser af.

Een thermostaat 'voelt' zelf of het warm genoeg is in huis. Wordt het te koud, dan gaat de verwarming aan.

In een vliegtuig kan de piloot de automatische piloot aanzetten. Het vliegtuig 'bepaalt' dan zelf of het op koers en op hoogte blijft. Is dat niet zo, dan stuurt het automatisch bij.

Dit is de truc

Dat kan allemaal automatisch dankzij sensoren. Iedere sensor meet iets anders: vocht, licht, beweging, noem maar op. Een sensor zet een meting om in een klein elektrisch signaal naar de rest van het apparaat. Het apparaat reageert daarop door iets aan of juist uit te zetten. De verwarming bijvoorbeeld als het te koud wordt. Of de flitser, als het te donker is.

Ijken

Sensoren zijn dus een soort zintuigen voor een apparaat. Ze moeten wel goed ingesteld worden. Dat heet 'ijken'.

Is een sensor goed geïjkt, dan kan hij heel precies, automatisch en lang meten. Daarom is het vaak handig om automatische dingen door apparaten te laten doen. Toch kunnen die niet alles. Een mooie foto maken lukt wel. Maar je bed opmaken, veters strikken of je huiswerk doen?



Weet jij hoe sensoren geïjkt worden? Bekijk het [filmpje!](#)
(let op: je moet inloggen bij Teleblik)



Zelf doen?
Maak zelf een druksensor. Je kunt die druksensor zelfs inbouwen in een robot. Link werkbladen Technika 10 ontdekdoos druksensor en hypnorobot.



Terug naar de start

hydrauliek en pneumatiek (tekst niveau 1)


Hoe werken hydrauliek en pneumatiek?


De kapper heeft een bijzondere stoel. De tandarts ook. En je vader of moeder misschien ook wel. Weet je al wat voor stoel dat is? Een stoel die makkelijk omhoog en omlaag kan. Je kunt er leuk mee spelen. Omhoog, omlaag, weer omhoog. Het is net een lift voor 1 persoon.


Sissend geluid

Je kunt zo'n stoel heel precies op de perfecte hoogte voor jou zetten. Dat stel je in met een hendeltje. Als je die hendel indrukt, hoor je soms een sissend geluid. Ken je dat? Dat sissen doet de lucht. Die ontsnapt uit de poot van de stoel.

Niet alleen stoelen kunnen zo naar boven en naar beneden bewegen. Ook de deuren van de bus en de trein maken wel eens een sissend geluid als ze open en dicht gaan.

 **Heb jij wel eens goed gekeken naar de deuren in een bus?** Bekijk het [filmpje!](#)
(let op: je moet inloggen bij Teleblik)

 **Wanneer zijn hydrauliek en pneumatiek handig?** Lees verder over lucht en olie!

 [Terug naar de start](#)

hydrauliek en pneumatiek (tekst niveau 2)

Meer over hydrauliek en pneumatiek

Ben je wel eens bij de tandarts geweest? De tandarts heeft een stoel die omhoog en omlaag kan bewegen. Als je erop stapt staat de stoel laag. Je gaat liggen en de tandarts zet met een knopje de stoel hoger. Zo kan de tandarts beter in je mond kijken.

Met lucht is het pneumatiek

Zo'n stoel werkt met 'pneumatiek'. Dat heet ook wel een pneumatisch systeem. Als je de stoel omlaag zet, dan hoor je vaak een sissend geluid. Dat sissen doet de lucht, die uit de stoel ontsnapt. Die lucht zat samengeperst in de poot van de stoel. Door de lucht te laten ontsnappen, gaat de stoel omlaag. Door nieuwe lucht erin te laten, gaat de stoel weer omhoog. Vaak moet je even opstaan, als je de stoel omhoog wilt hebben.

Het erin laten van lucht, en het weer laten ontsnappen, gaat met een hendeltje aan de zijkant van de stoel.

Met olie is het hydrauliek

Bij zo'n stoel wordt meestal lucht samengeperst. Maar je zou bijvoorbeeld ook olie kunnen samenpersen. Dat gebeurt bij hijskranen en graafmachines. Die machines werken met 'hydrauliek'. Dat heet ook wel een hydraulisch systeem.



Heb jij wel eens een bureaustoelenrace

gezien? Bekijk het [filmpje!](#)

(let op: je moet inloggen bij Teleblik)



Hoe werken hydrauliek en pneumatiek nu precies? Lees verder over waarom je sterker wordt met samengeperste lucht!



Terug naar de start

hydrauliek en pneumatiek (tekst niveau 3)

Hoe werken hydrauliek en pneumatiek nu precies?

Wat gebeurt er als lucht weinig ruimte krijgt? Dus als de lucht in elkaar geperst wordt?

Dat gebeurt in een pneumatisch systeem. Zo'n apparaat heeft buizen, waar lucht inzit. Die buizen zijn heel stug: de lucht kan de buizen niet opblazen zoals bij een ballon.

De buizen zijn niet even groot: de ene buis is dunner dan de andere buis. Ze hebben allebei een 'zuiger'. Dat is een soort dopje in de buis, dat je kunt verplaatsen met een knopje.

Dit is de truc

Als je nu de ene zuiger verplaatst, wordt de samengeperste lucht in de buizen naar de andere zuiger geduwd. De kracht wordt dus doorgegeven. Die zuiger kan dan iets anders omhoog duwen of omlaag trekken.

Doordat de buizen niet even groot zijn gebeurt er nog iets bijzonders. Als je de zuiger in de dunne buis verplaatst, gaat de zuiger in de brede buis minder ver omhoog, maar wel met meer kracht. Zo hoef je dus minder kracht te zetten om iets zwaars te verplaatsen.

Het kan ook met olie

Pneumatiek betekent dat je samengeperste lucht gebruikt om iets te bewegen. Als je dat doet met vloeistof, dan heet het hydrauliek. Die vloeistof is vaak olie. Met een pomp kan de olie samengeperst worden.

Hydrauliek en pneumatiek lijken dus op elkaar: het is hetzelfde idee, maar dan met iets anders dat samengeperst wordt. In beide gevallen word je heel veel sterker.



Is met hydrauliek een gewone auto om te toveren in een cabrio? Bekijk het [filmpje!](#)
(let op: je moet inloggen bij Teleblik)

 **Zelf doen?**

Link doeblad NEMO hydraulisch systeem.



Terug naar de start

SLO is het nationaal expertisecentrum voor leerplan-ontwikkeling. Al 30 jaar geven wij inhoud aan leren en innovatie in de driehoek tussen overheid, wetenschap en onderwijspraktijk. Onze expertise bevindt zich op het terrein van doelen, inhouden en organisatie van leren. Zowel in Nederland als daarbuiten.

Door die jarenlange expertise weten wij wat er speelt en zijn wij als geen ander in staat trends, ontwikkelingen en maatschappelijke vraagstukken te duiden en in een breder onderwijskader te plaatsen. Dat doen we op een open, innovatieve en professionele wijze samen met beleidsmakers, scholen, universiteiten en vertegenwoordigers uit het bedrijfsleven.

SLO

Piet Heinstraat 12
7511 JE Enschede

Postbus 2041
7500 CA Enschede

T 053 484 08 40

F 053 430 76 92

E info@slo.nl

www.slo.nl

slo