

Professionalisering
Wetenschap & Techniek
in het basisonderwijs

TalentenKracht-Module draaien, duwen en trekken





TalentenKracht Module draaien, duwen en trekken

Colofon

Auteurs: Janneke Corvers, Els Feijs,
Fokke Munk, Willem Uittenbogaard
(Fisme, Universiteit Utrecht)

Redactie: Jacqueline Kuijpers, MareCom, Breda

Coördinatie: Anneleen Post, Platform Bèta Techniek

Vormgeving: PlanB Amsterdam, Bert van Zutphen

Foto's: Team TalentenKracht satelliet Utrecht

Druk: Kaldenbach Producties

© Platform Bèta Techniek,

Den Haag, 2010





Voorwoord

Kinderen gaan van nature op onderzoek uit, om te ontdekken hoe hun wereld in elkaar zit en hoe zij deze vorm kunnen geven. Het is belangrijk dat zij hiervoor de ruimte krijgen van ouders en leraren. Op de basisschool geven leraren vorm aan deze nieuwsgierigheid, aan het onderzoeken, uitproberen en ontdekken binnen het domein wetenschap en techniek. Aandacht voor wetenschap en techniek op de basisschool betekent niet alleen een verrijking van de leeromgeving, maar ook het leggen van verbindingen tussen vakken als taal en rekenen en de wereld om ons heen.

Wetenschap en techniek zijn ook van belang voor de toekomstige plaats van kinderen in de samenleving. Daarom stimuleert het programma VTB-Pro dat leraren zich hierin verder verdiepen door zelf te onderzoeken, te ontwerpen en te ontwikkelen. Want enthousiaste leraren brengen een positieve houding ten aanzien van wetenschap en techniek op hun leerlingen over. Om dit tot stand te brengen, ontwikkelen Kenniscentra Wetenschap en Techniek binnen VTB-Pro scholingsarrangementen voor leraren en pabostudenten. Professionalisering is een van de activiteiten van VTB-Pro om de kwaliteit van het onderwijs in wetenschap en techniek op zowel de basisschool als op de pabo te verhogen. Daarnaast vindt in het kader van VTB-Pro wetenschappelijk onderzoek plaats naar de meest effectieve aanpak voor leraren. Voor het eerst ontstaat zo een kennisbasis wetenschap en techniek, gebouwd op ervaringen uit de praktijk én uit onderzoek. Vele ontwikkelaars en wetenschappers uit diverse disciplines zien het belang hiervan in en werken eraan mee om dit op een vernieuwende en inspirerende manier vorm te geven.

Voor u ligt een van de modules voor groep 1 tot en met 8, ontwikkeld door het Expertisecentrum TalentenKracht Groningen/Utrecht. TalentenKracht is een onderzoeksprogramma gericht op de natuurlijke nieuwsgierigheid, het 'bètalent' en de onderzoekende en ontdekkende houding van jonge kinderen. Het programma wil deze talenten in kaart brengen (zie www.talentenkracht.nl). In deze modules is veel aandacht voor de analyse van videobeelden en voor het 'kijken met andere ogen' naar de talenten van kinderen. Naast kennis over wetenschap en techniek, komen ook pedagogische vaardigheden aan bod.

Wij zijn heel trots op de totstandkoming van deze modules, als resultaat van de samenwerking tussen wetenschappelijk onderzoek en de onderwijspraktijk. Wij hopen dat deze module van TalentenKracht u nieuwe inzichten geeft en u enthousiasmeert om met andere ogen te kijken naar wetenschap en techniek, zodat u én uw leerlingen hiervan kunnen profiteren. Veel plezier en inspiratie gewenst!

Sylvia Peters, procesmanager VTB-Pro,

Den Haag, maart 2010

Inhoudsopgave

Achtergrond en verantwoording	9
Wat is TalentenKracht?	9
TalentenKracht en VTB-Pro	10
TalentenKracht modules	11
Verantwoording	12
Ten slotte	13
Draaien, duwen en trekken in Framework VTB-Pro	14
Draaien, duwen en trekken - een inleiding	16
Bijeenkomst 1 : Draaien	18
1 - Opdrachten op eigen niveau	18
2 - Kijken naar kinderen	20
3 - Didactische implicaties	23
4 - Suggesties voor de praktijk	24
5 - Inhoudelijke verdieping	25
Bijeenkomst 2 : Duwen en trekken	27
1 - Reflectie	28
2 - Opdrachten op eigen niveau	28
3 - Kijken naar kinderen	29
4 - Didactische implicaties	32
5 - Inhoudelijke verdieping	33
Literatuur en bronnen	35
Materialen	36

Achtergrond en verantwoording

Deze module is het resultaat van de samenwerking tussen twee projecten: VTB-Pro en TalentenKracht. Beide projecten zijn ondergebracht bij het Platform Bèta Techniek, en meer in het bijzonder bij de afdeling VTB. VTB staat voor Verbreding van Techniek in het Basisonderwijs. In de loop der tijd is dit verbreed tot Wetenschap en Techniek in het Basisonderwijs. Deze verbreding vormt de aanleiding tot deze module. Waar het immers om draait is kinderen een onderzoekende en ontdekkende houding mee te geven. Maar hoe pak je dat in de klas aan? De ervaringen opgedaan bij het onderzoeksprogramma TalentenKracht kunnen hiervoor als wegwijzer en inspiratiebron dienen. Hieronder schetsen wij kort de inhoud van het programma TalentenKracht en de relevantie hiervan voor u in uw lespraktijk.

Wat is TalentenKracht?

TalentenKracht is een onderzoeks- en ontwikkelprogramma dat probeert een beeld te krijgen van de vele talenten van jonge kinderen van 3 tot en met 5 jaar op het gebied van wiskunde, science en techniek. Daarbij staan wetenschappelijk denken, probleemoplossen en redeneren binnen het brede domein van wetenschap en techniek centraal.

TalentenKracht heeft drie doelstellingen:

- 1) het in kaart brengen van talenten van jonge kinderen;
- 2) inzicht krijgen in de wijze waarop deze talenten verder ontwikkeld kunnen worden;
- 3) leraren, pedagogisch medewerkers en ouders 'ogen' geven om deze talenten beter te herkennen en de ontwikkeling ervan te stimuleren.

Uniek aan het programma TalentenKracht is dat het wordt uitgevoerd door een brede groep wetenschappers met zeer verschillende achtergronden. Wiskundigen en ontwikkelingspsychologen, hersenwetenschappers en natuurkundigen, taalkundigen en (neuro)pedagogen: zes groepen bij zes universiteiten (Amsterdam, Groningen, Leiden, Maastricht, Nijmegen en Utrecht) voeren het onderzoek uit, ieder vanuit hun eigen ervaring maar in nauwe samenwerking met elkaar.

Wat is talent?

Talent is een vermogen van een kind tot hoge ontwikkeling op een specifiek gebied met als kenmerken:

1. een hoog leerpotentieel op het betreffende gebied,
samenhangend met:
2. het vermogen aan de sociale en materiële omgeving een hoge kwaliteit van ondersteuning en hulp te ontlokken,
3. een grote diepte-van-verwerking,
4. originaliteit,

5. een hoge waargenomen (leer)competentie bij het kind (de overtuiging in staat te zijn ook moeilijke talentspecifieke vaardigheden te kunnen leren),
 6. een sterke drijfveer en positieve waardering voor het talentgebied (zich onder andere uitend in nieuwsgierigheid, doorzettingsvermogen, en plezier).
- (Van Geert en Steenbeek, 2007)

Talent komt tot uitdrukking in een bepaalde manier van waarnemen, handelen en redeneren in concrete taaksituaties. Talent duidt op een proces dat te zien is in de concrete interactie tussen het kind, de taakobjecten en de volwassene (en eventueel ook een ander kind). Voorwaarde voor het optreden van dit proces zijn de volgende kenmerken van de situatie en taak: voldoende talentontlokkend, open en tegelijk ondersteunend. Talent is ook een kenmerk van een persoon. Dus er moet sprake zijn van een proces op de korte termijn van een concrete taaksituatie, maar ook op de lange termijn van het behoud en de verdere ontwikkeling van deze vorm van probleemoplossend gedrag (talent is dus geen eenmalig 'succes', niet eenmalig de talentkenmerken laten zien in een taakje).

TalenteKracht en VTB-Pro

TalenteKracht laat zien dat jonge kinderen van nature een diepe interesse hebben in Wetenschap en Techniek: ze borrelen over van nieuwsgierigheid naar de wereld rondom hen. Ofwel: ze sprankelen. Eenmaal op school verdwijnt die sprankeling. Daarmee gaat veel talent verloren. Inmiddels beseffen overheid en onderwijs dat dit anders kan en anders moet. Een belangrijke stap hierin is de bijscholing van (aspirant)leraren basisonderwijs in VTB-Pro. Dit landelijke scholingstraject streeft ernaar de kennis van leraren op het gebied van Wetenschap en Techniek te vergroten en hun attitude op dit vlak te verbeteren. Zodat zij in de klas de ruimte (durven) geven aan de natuurwetenschappelijke interesse van hun leerlingen en hun onderzoekende en ontdekkende houding kunnen stimuleren.

In deze modules van TalenteKracht kunt u inspiratie opdoen voor onderwijs dat een onderzoekende en ontdekkende houding stimuleert: u leert kijken naar kinderen die actief - fysiek en mentaal - bezig zijn met uiteenlopende wetenschappelijke activiteiten. De videoclips met de 'academische' gesprekken tussen onderzoeker en kind vormen de basis van de modules. U krijgt inzicht in hoe kinderen redeneren en hoe de onderzoekers daar bij aansluiten om de kinderen nét even een stapje verder te helpen. U verkrijgt inzicht in welke materialen kinderen aanzetten tot creatief denken. Het gaat er dus niet om getalenteerde kinderen te leren spotten, maar de talenten bij alle kinderen in uw klas te stimuleren door hen 'talentontlokkend' materiaal te bieden en de juiste vragen te stellen.

TalenteKracht modules

Achtergrond

De TalenteKracht modules zijn ontwikkeld door de onderzoeksgroep Utrecht, of specifieker, onderzoekers verbonden aan het Freudenthal Instituut voor Didactiek van Wiskunde en Natuurwetenschappen. Zij zijn sinds januari 2006 bezig met het in kaart brengen van de talenten van jonge kinderen. Voor deze zoektocht hebben de onderzoekers spelactiviteiten ontwikkeld die zij jonge kinderen laten uitvoeren. Zij gebruiken daarvoor materiaal (speelgoed) waarvan verwacht mag worden dat het 'talentontlokkend' is. In de ontmoeting tussen onderzoeker en kind staat het handelen en redeneren van de kinderen centraal. De onderzoekers fungeren als coach; zij voeren gesprekken met de kinderen om inzicht te krijgen in hun redeneerwijze en proberen door middel van interventies meer van het aanwezige talent te ontlokken. Al deze gesprekken zijn vastgelegd op video. Samen met de vakgroep ontwikkelingspsychologie van de Rijksuniversiteit Groningen worden de video's geanalyseerd, zowel op gedrags- als op inhoudelijke aspecten. De gevonden talenten moeten uiteindelijk op een samenhangende manier gepresenteerd worden. Dit zou moeten resulteren in een 'TalenteKaart', die ouders en leerkrachten c.q. begeleiders inzicht geeft in de wetenschappelijke talenten die jonge kinderen kunnen laten zien en de wijze waarop deze gestimuleerd kunnen worden.

Plaats

Het actief bezig zijn met het onderzoeksproces van het kind, met de interventies door de volwassene en met de rol van het materiaal vormen het hart van iedere module. VTB-Pro heeft nadrukkelijk aangegeven dat de 'nieuwsgierigheid', als kenmerk van echte wetenschappers en jonge kinderen, als attitude gestimuleerd moet worden. Daarnaast spelen kennisontwikkeling en het verkennen van de mogelijkheden voor een ver-taalslag naar de praktijk een belangrijke rol. Samen vormen dit de drie pijlers van het scholingsarrangement VTB-Pro (zie de VTB-brochure *Wetenschap & techniek: een ontdekkingsreis naar kennis*):

Pijler 1: Kennis en vaardigheden met betrekking tot wetenschap en techniek

Pijler 2: Attitude ten opzichte van wetenschap en techniek

Pijler 3: Pedagogisch-didactische vaardigheden, met name op het gebied van onderzoekend en ontwerpend leren

De kapstok waaraan de modules zijn opgehangen is het Framework ontwikkeld door VTB-Pro (zie pagina 14 en 15). Iedere module sluit aan bij één van de vijf systemen waarin het domein Wetenschap en Techniek is onderverdeeld.

Opzet

Iedere module bestaat uit een aantal bijeenkomsten met (huiswerk)opdrachten. We starten met opdrachten op eigen niveau met betrekking tot het onderwerp van de module, bekijken en analyseren vervolgens gesprekken met kinderen in videoclips en werken zo toe naar ideeën voor implementatie binnen de eigen groep.

In de modules wordt u om te beginnen steeds in de rol van onderzoeker geplaatst. U start met problemen en opdrachten op uw eigen niveau,

om lol te krijgen in het zelf uitzoeken, het gevoel van nieuwsgierigheid beleven, maar ook om te oefenen met de systematiek van onderzoeken en de activering van het denken. Als begeleider van de jonge onderzoeker in de klas heeft u immers zelf ook een wetenschappelijke houding nodig, een gezonde honger naar 'willen weten hoe het zit'. Kenmerken van een wetenschappelijke houding zijn cognitief/kritisch zijn, nieuwsgierig zijn, onderzoekend of vragend zijn, niet snel tevreden zijn met een antwoord. Dit ontwikkelen is een belangrijk doel van deze modules; een doel dat boven de inhoud uitstijgt.

Het gekozen onderwerp van iedere module is slechts exemplarisch voor een van de domeinen van wetenschap en techniek. De informatie over het onderwerp is bedoeld als basis voor verdere verkenning. Belangrijker is de zoektocht naar hoe belangstelling gewekt wordt en hoe nieuwsgierigheid te voeden is door vragen te stellen, met behulp van voorbeelden van kinderen in proefsituaties. Het doel is om te zien en te ervaren dat vragen naar de bekende weg tot het bezoeken van onbekende gebieden kan leiden.

Dat vragen belangrijker zijn dan antwoorden is een uitgangspunt dat in de wetenschappelijke wereld tot vele nieuwe ontdekkingen heeft geleid. De geschiedenis van de zwaartekracht is hier een mooi voorbeeld van: van de verwondering over het feit dat een appel uit de boom rechtstreeks naar de aarde valt, naar de verklaring van de baan van een gegooid voorwerp, naar de worsteling met vragen over de plaats van de aarde en andere planeten in het zonnestelsel. Steeds opnieuw bleek het nodig om theorieën te herzien, steeds kwamen er barsten in een bestaand wereldbeeld.

De zoektocht van de mens begint met vragen en blijft vragen opleveren. De nieuwe generatie zal weer met nieuwe vragen worstelen. Om zo ver te komen, geven de 'oude' vragen de richting aan van het onderzoek en krijgt het kind de kans zich via experiment en met sturing van de volwassene een plaats als onderzoeker te verwerven.

Verantwoording

Bij deze keuze om vanuit het TalentenKracht-onderzoek modules te ontwikkelen die passen of aansluiten bij de domeinbeschrijving in vijf systemen kunnen kanttekeningen geplaatst worden. In de eerste plaats is de domeinbeschrijving een voorlopige. In de tweede plaats is het heel lastig, en wellicht hier en daar geforceerd, om de concepten waarvan de leerling aangeeft begrip te hebben, op verantwoorde wijze toe te delen aan een specifiek systeem.

In de modules wordt de 'vaktaal' vaak niet (correct) gebruikt. Net als in de gesprekken met de kinderen ligt de focus op het achterhalen van (pre-)concepten die aanwezig lijken te zijn zonder daarbij nadruk te leggen op de vaktaal. De kinderen spreken hun kindertaal. Volwassenen moeten niet te snel de vaktaal als enig communicatie-instrument willen zien: het gaat er in de scholing primair om de gedachten, de redenering achter bepaalde verschijnselen te achterhalen en ter discussie te stellen. Daarom vermijden we vaktaal waar mogelijk.

Het gebruik van de TalentenKracht videoclips is een centraal punt. Belangrijk is dat de gesprekken tussen kinderen en onderzoeker gericht zijn op het laten zien van talenten en dat het geen onderwijsleergesprekken zijn. In het lesmateriaal worden observatievragen gesteld om de deelnemers gericht te laten kijken naar de videoclips.

De nascholing richt zich op het hele team van de basisschool. Dit betekent dat er niet alleen gesprekken met jonge kinderen uit de doelgroep van het onderzoek van TalentenKracht zijn gevoerd maar ook met oudere leerlingen van de basisschool. Ook daarvan zijn videoclips in de modules opgenomen.

Ten slotte

De modules zijn in zoverre open van karakter dat de trainer zelf ook andere keuzen kan maken in de opdrachten. Ook de organisatievorm van de bijeenkomsten kan volgens eigen inzichten worden ingevuld.

De gesprekken met de kinderen laten vooral onderzoeksactiviteiten zien en nauwelijks ontwerpactiviteiten. In wetenschap en techniek is onderzoeken en ontwerpen meestal een cyclisch proces. Onderzoek leidt tot een nieuw ontwerp dat weer leidt tot onderzoek, et cetera. In de vertaalslag van de activiteiten naar het niveau van de klas zal nadrukkelijk aandacht gegeven moeten worden aan het ontwerpen als volgende fase.

De natuurlijke sprankeling die van de kinderen afstraalt in de vele gesprekken die door het Utrechtse onderzoeksteam van TalentenKracht zijn gevoerd, krijgt hopelijk via deze modules een vervolg. Als de (aspirant)leraar gaat sprankelen dan kunnen de kinderen nog veel beleven!

Janneke Corvers

Els Feijs

Fokke Munk

Willem Uittenbogaard

'Draaien, duwen en trekken' in Framework VTB-Pro

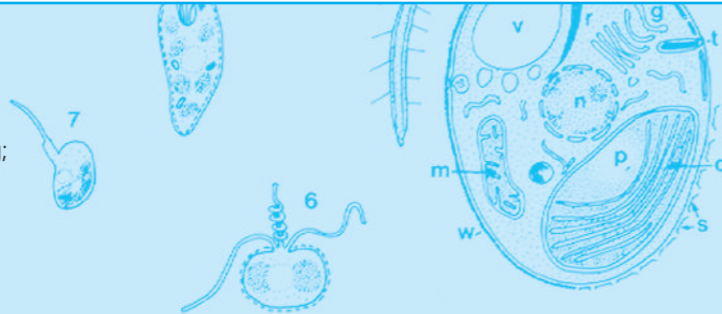
Natuurkundige systemen

- (a) eigenschappen en kenmerken van objecten (hetzij natuurlijke, dan wel geconstrueerde);
- (b) plaats en beweging van een object in ruimte en tijd;
- (c) kracht en beweging;
- (d) energie: het vermogen om verandering te veroorzaken;
- (e) omzetting van energie: zwaartekracht veroorzaakt bewegingsenergie, warmte beïnvloedt aggregatietoestand;
- (f) straling: licht, warmte, geluid, radiostraling, röntgenstraling;
- (g) elektriciteit en magnetisme.



Levende systemen

- (a) cel, orgaan en organisme;
- (b) mens, plant en dier;
- (c) ademhaling, bloedsomloop en spijsvertering;
- (d) levenscyclus en voortplanting;
- (e) populatie: soorten, diversiteit en uitsterven;
- (f) ecosysteem, voedselketen, landbouw;
- (g) biosfeer: duurzame ontwikkeling.



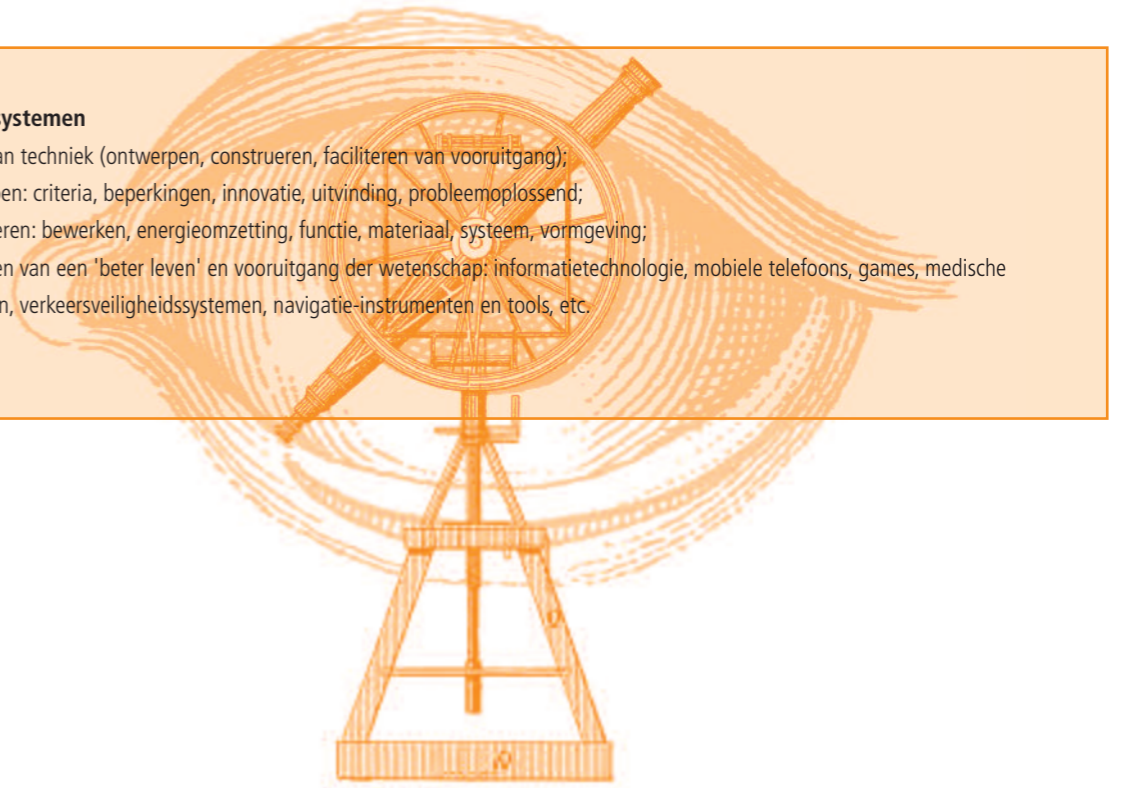
Aarde en ruimte systemen

- (a) de structuur van lithosfeer (gesteenten, zand en modder), hydrosfeer (water) en atmosfeer (lucht, dampkring);
- (b) gesteenten: bodem, gebergten, gelaagdheid, verandering (verwerking) en tektoniek;
- (c) water: oceaan, zee, meren, rivieren, kanalen, getijde;
- (d) lucht: atmosfeer, stratosfeer;
- (e) klimaat en weer: ook als interactie tussen gesteenten, water en atmosfeer;
- (f) geschiedenis: fossielen;
- (g) aarde *in* de ruimte: structuur ruimte, met name aarde, maan, zon, sterren;
- (h) zwaartekracht.



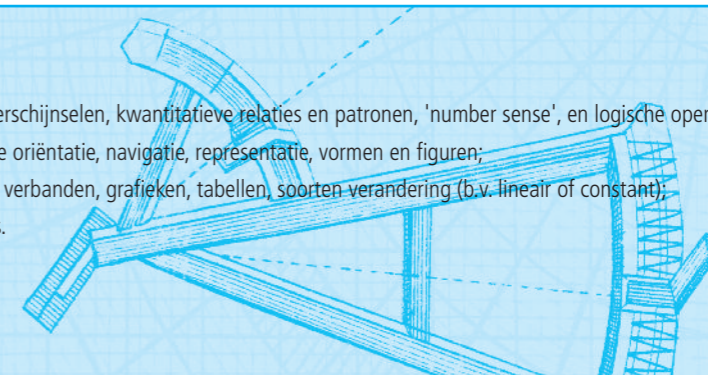
Techniek systemen

- (a) de rol van techniek (ontwerpen, construeren, faciliteren van vooruitgang);
- (b) ontwerpen: criteria, beperkingen, innovatie, uitvinding, probleemoplossend;
- (c) construeren: bewerken, energieomzetting, functie, materiaal, systeem, vormgeving;
- (d) faciliteren van een 'beter leven' en vooruitgang der wetenschap: informatietechnologie, mobiele telefoons, games, medische systemen, verkeersveiligheidssystemen, navigatie-instrumenten en tools, etc.



Mathematische systemen

- (a) hoeveelheid: numerieke verschijnselen, kwantitatieve relaties en patronen, 'number sense', en logische operaties;
- (b) vorm en ruimte: ruimtelijke oriëntatie, navigatie, representatie, vormen en figuren;
- (c) veranderingen en relaties: verbanden, grafieken, tabellen, soorten verandering (b.v. lineair of constant);
- (d) onzekerheid: data en kans.



Draaien, duwen en trekken - een inleiding

Techniek in ontwikkeling

Wie kent het niet? De stralende blik van een kind als hij of zij voor het eerst zónder zijwieltjes fietst? Het bijzondere gevoel jezelf op twee dunne banden in evenwicht te houden en al trappend snel-snel-snelst weg te fietsen? Die verwondering voelt ieder kind dat leert fietsen. Later volgt die andere verwondering: hoe werkt dat nou?

Die laatste vraag staat centraal in deze module. We gaan het hebben over techniek en in het bijzonder over technieken die zijn ontworpen om bewegingen over te brengen. Technieken dus die ten grondslag liggen aan veel van de werktuigen die mensen ontwikkeld hebben om het dagelijkse leven makkelijker te maken en om de wereld om hen heen te beheersen. Voorbeelden zijn er te over: huishoudelijke apparaten als mixer en magnetron, landbouwwerktuigen als tractor en melkmachine, vervoersmiddelen als auto en vliegtuig, et cetera. Techniek is daarmee een belangrijk kenmerk van de mens: dankzij de combinatie van inventiviteit, slim gebruik maken van natuurkrachten én de ontwikkeling van nieuwe materialen, is technologische ontwikkeling een constante in onze samenleving.

Er zijn werktuigen die de loop van de geschiedenis bepaald hebben. Denk aan de stoommachine die de industrialisatie inluide en de windmolens waarmee we polders hebben drooggemalen. Deze context maakt het, ook voor kinderen, interessant om te begrijpen hoe dingen werken. En dat kan. Want het aardige is dat de werking van veel werktuigen terug te voeren is op relatief eenvoudige principes. Principes voor het omzetten van energie in beweging, voor het omzetten van beweging in warmte, en voor het omzetten van beweging in beweging. We spreken van relatief eenvoudige principes omdat de geschiedenis ons leert dat de concrete omzetting van deze principes naar werktuigen soms lang geduurd heeft. In techniemusea kunt u hierover van alles terugvinden.

In de laatste eeuw heeft de technologische ontwikkeling een enorme vlucht genomen. Dankzij nieuwe materialen (kunststoffen) met nieuwe eigenschappen en toepassingen, en voortschrijdende kennis van natuurwetten en technische inventiviteit, zijn en worden bestaande werktuigen verbeterd en nieuwe werktuigen ontwikkeld. De fiets is daar een prachtvoorbeeld van. Het principe van het omzetten van spierkracht via een systeem van trappers, trapas, tandwielen en ketting naar een ronddraaiende beweging van het wiel, is steeds verder verfijnd. Volgens de laatste ontwikkelingen vervangt elektrische kracht de spierkracht, zijn stalen buizen vervangen door veel lichtere kunststof buizen en drijft een riem het wiel aan in plaats van de traditionele ketting.

Opvallend is dat de verdergaande technologische ontwikkeling, de techniek in werktuigen uit het dagelijks leven steeds meer onzichtbaar maakt. De geavanceerde elektronica die in allerlei apparaten verborgen zit, maakt het veelal onmogelijk zelf reparaties uit te voeren. Zelfs bij speelgoed is dit zichtbaar. Aan speelgoed met één of andere vorm van aandrijving valt tijdens het spelen weinig meer te ontdekken. Daarmee is de lol er snel af, want kinderen willen graag zelf de baas zijn over de werktuigen die ze gebruiken. Zelf een werktuig maken en onderdelen laten bewegen, is veel interessanter en uitdagender dan een ding dat een batterij gebruikt.

Techniek in deze module

In deze module maakt u kennis met een aantal eenvoudige principes voor het overbrengen van beweging. In de eerste bijeenkomst staat het tandwiel centraal: het overbrengen van beweging door middel van draaiing. In de tweede bijeenkomst kijken we naar beweging die wordt veroorzaakt door druk.

Het uitgangspunt is steeds de drieslag: onderzoeken – ontwerpen – maken. Een drieslag die kenmerkend is voor techniek en die als cyclus gelezen kan worden. Waar deze begint is niet zo belangrijk. Onderzoek van een bestaand werktuig is een mooi beginpunt, startend met vragen als: 'Wat zou er gebeuren als je hieraan draait?' en 'Wat zou er gebeuren als je dit indrukt?', naar de meer verklarende vragen als: 'Hoe kan het?' en eindigend met vragen over het ontwerp zelf: 'Wat heb je nodig om dit zelf te kunnen maken?'

Door de werking van werktuigen te onderzoeken, leren we meer over de principes van waaruit het werktuig is ontworpen. Die kennis geeft ons vervolgens de mogelijkheid om eigen ontwerpen te maken voor nieuwe toepassingen.



Bijeenkomst 1: Draaien

Het belangrijkste technische principe van werktuigen die worden aangedreven door draaiing, is het gebruik van tandwielen. In deze bijeenkomst gaan we de werking daarvan onderzoeken. Ons startpunt is een werktuig uit de directe belevingswereld van kinderen: de fiets. In de inhoudelijke verdieping breiden we dit uit met de werking van molens.

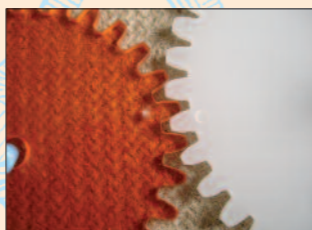
1 – Opdrachten op eigen niveau

Tandwielen

Als onderzoeksobject nemen we de versnelling van de fiets. Daarbij staat de volgende vraag centraal: Hoe kan met gelijke snelheid van trappen een verschillende snelheid van het wiel teweeg gebracht worden? Maar voordat we hier op ingaan, gaat u eerst met tandwielen op het platte vlak aan de gang (opdracht 1). Zowel draairichting als snelheid zijn daarbij variabelen. Om onderzoek te doen naar versnelling als resultaat van de schakeling van tandwielen, maken we met Lego Education een tweetal constructies waarbij de aandrijfsnelheid wordt omgezet in een versnelling van het aangedreven object (opdracht 2). Daarna keren we terug naar de fiets en zoeken we uit welke invloed het gebruik van verschillende tandwielen heeft op de snelheid van het aangedreven achterwiel (opdracht 3).

Opdracht 1

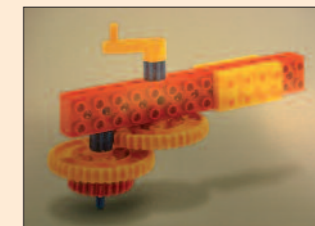
1. **Neem** per tweetal een setje losse tandwielen, pinnen en een bord om de tandwielen op vast te zetten. **Onderzoek** samen de volgende vragen:
 - a. Hoe is de draairichting van twee tandwielen die aan elkaar geschakeld zijn?
 - b. Wat kunt u opmerken over de draaisnelheid van twee tandwielen die aan elkaar geschakeld zijn? (experimenteer met verschillende tandwielen)
 - c. Hoe zit het met de draairichting als u drie tandwielen aan elkaar schakelt?
 - d. Wat kunt u opmerken over de draaisnelheid van drie aan elkaar geschakelde tandwielen? (experimenteer met verschillende tandwielen)
2. **Bespreek** alle bevindingen in de groep **en noteer** uw conclusies over onderstaande kwesties:
 - a. Welke wetmatigheden met betrekking tot de draairichting van aan elkaar geschakelde tandwielen kunt u beschrijven?
 - b. Welke wetmatigheden met betrekking tot de snelheid van aan elkaar geschakelde tandwielen kunt u beschrijven?



- c. Welke inzichten kunt u formuleren als het gaat over het schakelen van meerdere tandwielen?

Opdracht 2

1. **Pak** per tweetal een set Lego uit het pakket Lego Education nummer 9656. **Maak** samen op basis van het bijgeleverde bouwvoorschrift een tol en het bijbehorende draaistation voor de tol.
2. **Onderzoek** het draaistation voor de tol **en bereideneer** de versnelling.
3. **Ontwerp** op basis van de onderzoeksgegevens een ventilator die veel harder draait dan de aandrijver. **Maak** de ventilator per tweetal.
4. **Beantwoord** de volgende vragen:
 - a. In hoeverre heeft u kennis van de werking van tandwielen uit opdracht 1 kunnen gebruiken?
 - b. In hoeverre is uw kennis verder uitgebreid?



Opdracht 3

1. **Neem** per viertal een fiets met derailleur **en beantwoord** de volgende onderzoeksvraag: 'Hoe kun je met gelijke snelheid van trappen een verschillende snelheid van het aangedreven wiel teweeg brengen?' (we spreken hier niet van de kracht die nodig is om de gelijke snelheid te bewerkstelligen) **Gebruik** eventueel de volgende vragen:
 - a. Welke tandwielen of tandwielensets worden gebruikt op een fiets?
 - b. Welke functies hebben de verschillende tandwielen?
 - c. Hoe groot is de afstand die de fiets aflegt na één omwenteling van de trappers vanuit de verschillende standen van de ketting?
 - d. Kunt u uitleggen wat de term 'versnelling' inhoudt?



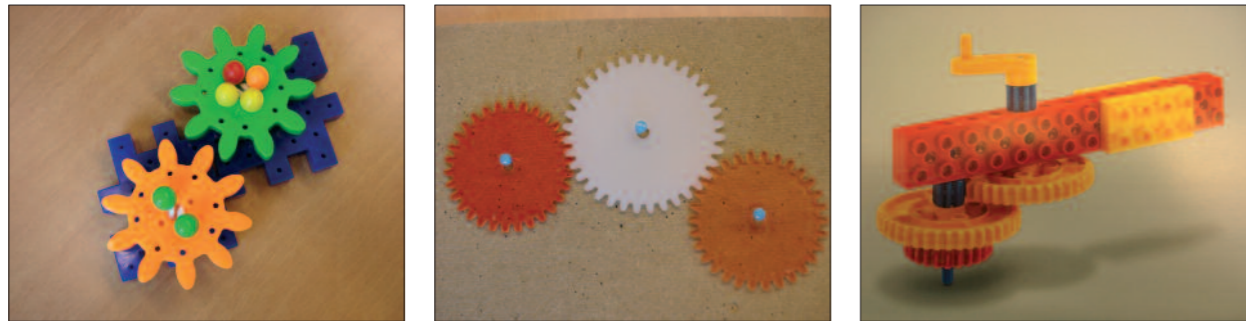
2. Bespreek alle bevindingen in de groep en noteer uw conclusies.

2 – Kijken naar kinderen

Tandwielen

In het onderzoek van TalentenKracht hebben we een aantal activiteiten ontwikkeld rondom de werking van tandwielen. Uit de gesprekken met jonge kinderen hierover blijkt dat velen wel de vorm herkennen – een wiel met tandjes – maar dat zij geen ervaring hebben met de mogelijke werking ervan. Slechts sommige kinderen herkennen het tandwiel als een onderdeel van de fiets of een ander werktuig.

In de videoclips ziet u hoe de werking van tandwielen op elkaar in het platte vlak wordt besproken. Vervolgens wordt met oudere kinderen onderzocht waarvoor je tandwielen kunt gebruiken, waarna ze een ontwerpopdracht krijgen. De onderzoeker tast in het gesprek af welke kennis en ervaringen het kind heeft en kijkt vervolgens of het kind in staat is om deze kennis in nieuwe situaties te gebruiken.

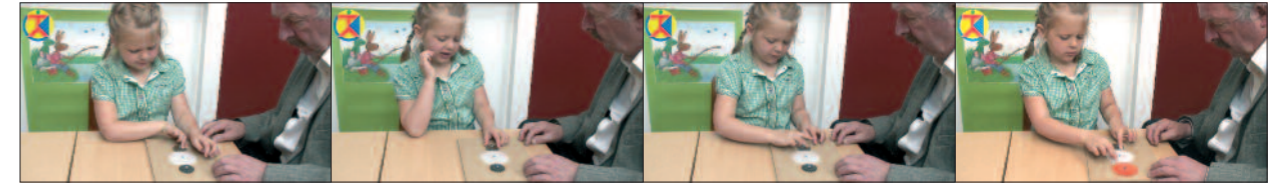


Videoclip: Adam (4;11 jaar) en de draaibloemen



Adam spreekt met de onderzoeker over draaiende wielen die eruit zien als bloemen en die ook nog in elkaar grijpen. Adam legt uit hoe de draairichting van de groene en de oranje bloem is: de richting is hetzelfde. In een volgende situatie is hij van mening dat de draaisnelheid van alle bloemen kleiner is geworden.

Videoclip: Jip (5;11 jaar) en de tandwielen



Jip zegt dat ze niet weet hoe de tandwielen werken, maar ze gaat wel op onderzoek uit. De draairichting van een derde tandwiel bezorgt haar hoofdbrekens. Niet alleen over de vraag welke kant het derde tandwiel op draait, maar ook of de draairichting nu wel of niet met de grootte van het tandwiel te maken heeft.

Videoclip: Annemijn (9;11 jaar) en het Duplotolletje



Annemijn heeft nog nooit een tandwiel gezien. Ze probeert samen met de onderzoeker uit te vinden hoe een en ander werkt. Daarbij laat ze zien dat de transfer van tandwielen op het platte vlak naar een ruimtelijke toepassings situatie niet zo eenvoudig is als de onderzoeker graag zou willen.

Videoclip: Annemijn (9;11 jaar) en de Duploventilator



Annemijn krijgt de uitdaging voorgelegd om een met Duplo geconstrueerde haardroger harder te laten draaien. De onderzoeker hoopt dat ze gebruik gaat maken van de kennis van tandwielen, zoals ze die heeft opgedaan in het voorafgaand gesprek. De onderzoeker test Annemijn aan het einde van het gesprek op de verkregen inzichten.

Opdracht 4

Bekijk iedere videoclip vier keer. Een eerste keer om de situatie in zijn geheel te bekijken, daarna vanuit verschillende perspectieven: eerst vanuit het kind, dan vanuit de onderzoeker en ten slotte gericht op het gebruikte materiaal.

Beantwoord bij iedere videoclip de volgende vragen:

1. Kijken vanuit het kind/de kinderen:

- Hoe ziet u of de vraag duidelijk en betekenisvol is voor de kinderen?
- Welke momenten zou u aanwijzen als onderzoekend? En welke als ontwerpend?
- Welke inzichten van het kind, gerelateerd aan de activiteit, kunt u benoemen?
- Heeft u, gezien het leeftijdsverschil tussen de kinderen in de videoclips, een andere verwachting van de uitvoering van de activiteit?

2. Kijken vanuit de onderzoeker:

- Hoe introduceert de onderzoeker het materiaal en de probleemstelling?
- Hoe kunt u zien of de onderzoeker nagaat of de probleemstelling bij het kind duidelijk wordt?
- Welke rol neemt de onderzoeker tijdens het oplossingsproces?
- Wat zijn vragen die de kinderen aan het denken zetten?
- Welke vragen mist u?
- Welke momenten kunt u aanwijzen als succesvolle interventies? (interventies waarna het kind weer verder kan)
- Wat maakt deze interventies succesvol?
- Welke verschillen ziet u in de aanpak van de gesprekken in de videoclips?

3. Kijken vanuit het materiaal:

- Is het materiaal betekenisvol voor de kinderen? Waar leidt u dat uit af?
- Is het materiaal geschikt voor onderzoekende activiteiten?
- Heeft u suggesties voor verbetering?



3 – Didactische implicaties

Bij techniekactiviteiten gaan onderzoek, ontwerp en maken hand in hand.¹ Fase 1 is onderzoeken: door objecten als een fiets, een wekker, een slot of een fietsbel uit elkaar te halen, ontdekken kinderen de techniek die erin gebruikt wordt. Zij leren daarbij goed kijken (observeren) vanuit vragen als: 'Hoe zou dit werken?', 'Waarom is die vorm of dat materiaal gekozen?', 'Ken je nog meer voorbeelden van voorwerpen die met hetzelfde principe werken?', 'Hoe kun je de kennis die je hebt opgedaan uit dit onderzoek gebruiken?' Door een object na te tekenen, leren kinderen nog beter te kijken. Naarmate de kinderen ouder zijn, kan dit leiden tot een representatie waarin op abstracte wijze de werking geschetst wordt (conceptschets). Ook kan met andere materialen zoals constructiemateriaal een demo gemaakt worden.



Het onderzoeken van een bestaand werktuig heeft vaak als doel om de gebruikte principes te doorgronden, om deze in een nieuw werktuig te kunnen toepassen of om te komen tot een verbetering van het bestaande ontwerp. Dat is fase 2: het ontwerpen. Hier kunnen de kinderen laten zien hoe zij de kennis, verkregen uit het onderzoek, kunnen toepassen in een nieuwe situatie. Tot slot volgt fase 3: het maken. Hierin wordt de haalbaarheid van het ontwerp duidelijk.

In de praktijk verlopen deze drie fasen niet altijd chronologisch. Vaak gaan ontwerpen en maken in het begin samen. Je maakt iets, ziet vervolgens hoe het anders moet, stelt weer bij, et cetera. Zowel in de wetenschap bij onderzoek, als in de techniek bij ontwerpen, kun je dit de rommelfase noemen. Eerst maar eens wat aanrommelen, om dan te komen tot meer planmatig werk.

Ontwerpen en maken in de klas

Op school is een belangrijke plaats ingeruimd voor ontwerpen en maken. In kerndoel 45 staat: 'De kinderen leren oplossingen voor technische problemen te ontwerpen, deze uit te voeren en te evalueren.'

In de basisschool is dit het meest authentiek terug te zien bij jonge kinderen (groep 1 tot en met 3). Zij gaan telkens weer aan de slag met ontwerpen en maken. Niet gehinderd door vragen over echtheid en bruikbaarheid, maken zij in hun spel allerlei bouwwerken en constructies. Voor u als leraar ligt hier de uitdaging om samen met de kinderen te zoeken naar oplossingen van constructieproblemen, en in de materialen die daarbij gemaakt en gebruikt worden. U kunt de kinderen aanzetten tot (verder) denken en redeneren door vragen te stellen, door nieuwe materialen aan te bieden of nieuwe technieken in te brengen. Ook een kapot stuk speelgoed of werktuig is een goed startpunt. Met een vraag als 'hoe zouden we dit kunnen maken?', zet u de kinderen tot nadenken over het hoe en waarom. Bij oudere kinderen op de basisschool zien we een groeiende behoefte om met 'echte' werktuigen bezig te zijn: een fiets, mixer, radio, windmolen, et cetera. De vraag 'hoe werkt het?' is het start-

¹ De termen onderzoek, ontwerp en maken komen uit de literatuur over techniekonderwijs, zie de literatuurlijst.

punt voor onderzoek-, ontwerp- en maakactiviteiten. In VTB-scholen zijn hiervan allerlei voorbeelden beschikbaar.² Ook op websites over techniekonderwijs en websites van speelgoedfabrikanten³ (zoals educatief Lego) zijn veel voorbeelden en voorbeeldmaterialen beschikbaar, vaak in de vorm van werkbladen waarmee kinderen aan de slag kunnen. Analyseer deze werkbladen altijd kritisch voor u ze gaat gebruiken. Stel uzelf de vraag ‘wat leren de kinderen van de activiteit?’ en ‘wie doet het denkwerk?’. Immers: ontwerpen en maken is meer dan alleen iets namaken van een handleiding. Als er geen ontwerp gevraagd wordt, vergt het maken te weinig denkwerk.

Bedenk tot slot dat het eindresultaat van de maakfase sterk afhankelijk is van de handvaardigheid van de kinderen. Want bij het maken komen allerlei andere, meer praktische vaardigheden, aan de orde. Zoals het hanteren van gereedschap, het omgaan met constructiematerialen, het maken van verbindingen, het maken van een ontwerpschetsje, het organiseren van de benodigde materialen en de planning van werkzaamheden. Deze vaardigheden maken vaak het verschil tussen doeners en denkers. Zij hebben elkaar nodig als er dingen gemaakt moeten worden. Maak dit in de opzet van opdrachten en in de bespreking met de kinderen nadrukkelijk tot een onderwerp: samenwerken hoort bij techniek.

4 – Suggesties voor de praktijk

In deze bijeenkomst hebben we gekeken naar de overbrenging van kracht en beweging met behulp van tandwielen. In de volgende opdracht voor de kinderen is dat dan ook de focus. In bijeenkomst twee komen we terug op deze opdracht.

Opdracht 5

1. **Laat de kinderen een werktuig kiezen** (bijvoorbeeld: fietsbel, wekker, slagroomklopper, kurkentrekker, fiets) waarin gebruik wordt gemaakt van tandwielen om bewegingen over te brengen of om vertraging of versnelling in een beweging te krijgen.
2. **Vraag de kinderen te onderzoeken** hoe het werktuig werkt. Voor oudere kinderen is het belangrijk dat zij een representatie van de werking maken. De representatie kan op papier (als schets) of als model.
3. **Laat de kinderen een presentatie houden** over de werking van het onderzochte werktuig.

Een vervolgpdracht voor de kinderen kan zijn het ontwerpen van een werktuig waarin met gebruik van tandwielen een heen en weer gaande beweging wordt omgezet in een draaiende beweging. De toepassing is vrij te kiezen.

² Zie onder andere de WT-wijzer van het Programma VTB: www.wtwijzer.nl

³ Zie literatuurlijst.

5 – Inhoudelijke verdieping

Als inleiding op het bespreken van de werking van tandwielen bij overbrenging, kijken we naar een van de bekendste toepassingen die voor ons land heel kenmerkend is: de Hollandse molen.

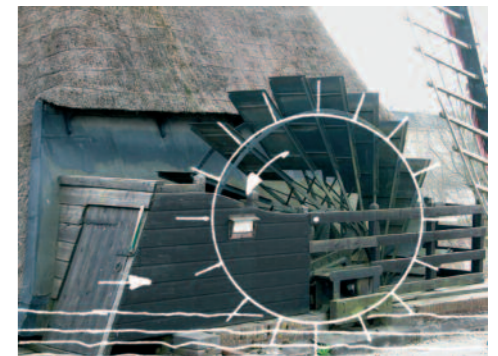
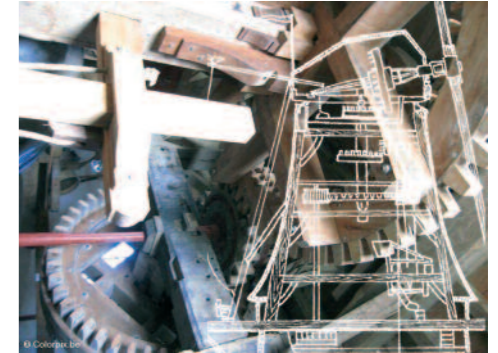
Een voorbeeld: de oude molen

De windmolen was en is een in het oog springend fenomeen in het Hollandse landschap. Vroeger was dit een karakteristiek gebouw met wieken, dat onder andere werd gebruikt voor het malen van graan, het zagen van hout en het overhevelen van water. Tegenwoordig zijn het slanke, gladde witte bouwwerken met grote rotorbladen, die ingezet worden voor het opwekken van schone energie. In de afgelopen eeuw zijn veel traditionele molens vervangen door installaties die gebruik maken van motoren en elektrische stroom.

Molens zijn interessante voorbeelden van de omzetting van kracht – meestal wind of stromend water – in beweging. Aandrijving en omzetting zijn hierbij kernbegrippen. Bij de windmolen brengt de wind de wieken van de molen in beweging. De vier wieken vormen samen het wiekenkruis, dat bevestigd is in een grote gietijzeren as. Op deze as zit een groot wiel, het bovenwiel, dat weer een ander wiel aandrijft. Via allerlei assen en spullen met wielen kunnen er vele werktuigen in de molen worden aangedreven (zie afbeelding). Van oudsher waren dat veelal molenstenen waartussen graan vermalen werd. Maar met behulp van windmolens zijn ook polders droog gemalen, is olie uit zaden te persen of kan hout worden gezaagd.

Een watermolen heeft geen wieken maar een schoepenrad voor de aandrijving (zie afbeelding). Watermolens maken gebruik van stromend water in beken en riviertjes. Het stromende water zet een schoepenrad in beweging dat zich aan de zijkant van het molengebouw bevindt. De beweging van het rad drijft een as aan die eraan bevestigd is. Deze as bevindt zich in de molen en drijft, net als in de windmolen, via verschillende assen en spullen met wielen, werktuigen in de molen aan.⁴

⁴ Meer informatie over molens is te vinden op de website www.moleneducatief.nl



De werking van tandwielen

Een belangrijk principe dat gebruikt wordt in molens is het overbrengen van krachten via tandwiel-constructies. Tandwielen kunnen draaisnelheden vergroten en verkleinen, maar kunnen ook krachten vergroten en verkleinen.

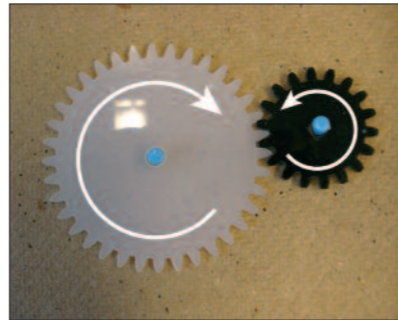
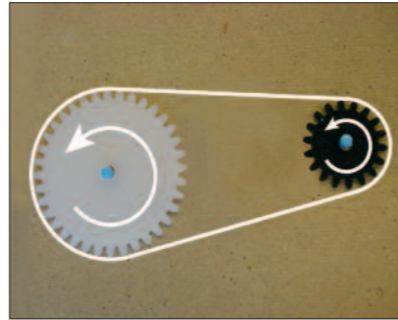
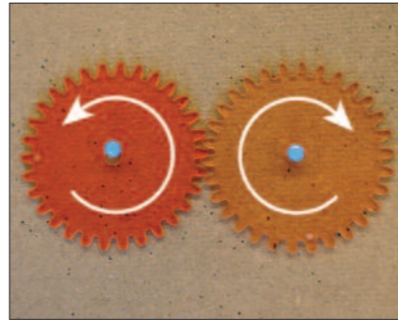
Tandwielen kunnen op twee manieren aan elkaar geschakeld worden: direct aan elkaar of via een verbinding. We spreken van directe overbrenging en indirecte overbrenging.

- **Directe overbrenging:** de tandwielen zijn direct aan elkaar gekoppeld, dus de tanden van de tandwielen grijpen in elkaar. Wanneer het ene wiel draait, draait het andere wiel direct in tegengestelde richting mee.
- **Indirecte overbrenging:** hierbij zijn de tandwielen met elkaar verbonden via een ketting. Wanneer we aan één van de tandwielen draaien, brengt de ketting de draai-richting over naar het andere tandwiel, waardoor dat meedraait in dezelfde richting. Deze indirecte schakeling kennen we van de fiets: de as van de trappers zit vast aan een tandwiel (het voorblad) en als de trappers gaan draaien, draait dit tandwiel mee. De ketting zorgt vervolgens voor overbrenging van deze beweging naar het tweede tandwiel (het achterblad), dat vastzit aan de as van het achterwiel. Door de trappers te draaien komt dus via de ketting het achterwiel in beweging.

Snelheid

Het aantal tanden aan een tandwiel is belangrijk voor de snelheid bij de overbrenging. Twee tandwielen die allebei evenveel tanden hebben, draaien in een geschakelde systeem even snel. Als we draaien aan een tandwiel met veel tanden, dat is geschakeld aan een tandwiel met minder tanden, krijgen we een versnelling van het tandwiel met minder tanden. Andersom treedt er vertraging op.

De verhouding van het aantal tanden zorgt voor de verhouding in snelheid: een tandwiel met twee keer zoveel tanden als het andere tandwiel, veroorzaakt een versnelling die twee keer zo groot is. In termen van omwentelingen betekent dit: één omwenteling van het grote tandwiel veroorzaakt twee omwentelingen bij het tweede (kleinere) tandwiel.



Bijeenkomst 2: Duwen en trekken

Het opblazen van een ballon is voor veel jonge kinderen een boeiende, en soms beangstigende ervaring. Boeiend omdat zo'n klein plat stukje stof gevuld blijkt te kunnen worden met 'niks'. Beangstigend omdat diezelfde ballon zomaar ineens met een enorme knal kan knappen. Hoewel kinderen dat niet direct beseffen, is het opblazen van een ballon een van de eerste ervaringen met het tastbaar en zichtbaar maken van een gas, lucht in dit geval. Door lucht in een lege ballon te blazen, groeit deze. Dat gaat in het begin snel, maar hoe langer je blaast, hoe minder resultaat dat oplevert. Doorblazen betekent uiteindelijk dat de ballon kapot knalt. Er is dus een limiet aan de hoeveelheid lucht die in de ballon kan. Je ziet de lucht niet, maar deze neemt wel ruimte in. Die lucht moet je opsluiten, anders ontsnapt ze direct weer. Naarmate de ballon harder is opgeblazen, is het leeglopen ook heftiger.

Zo gauw de ballon wordt dichtgebonden, is er sprake van een *gesloten systeem*: de lucht kan wel worden verplaatst – als de ballon niet al te hard is opgeblazen – maar alles wat in de ballon zit, blijft erin. Een gesloten systeem kenmerkt zich door het gelijk blijven van de materie in het systeem. In de techniek maakt men vaak gebruik van gesloten systemen. In het geval van lucht wordt gebruik gemaakt van de kracht die samengeperste lucht kan uitoefenen.⁵ Het is het basisprincipe van pneumatische apparatuur. Wordt lucht vervangen door vloeistof (de kracht van een kolom water of olie), dan spreken we van hydraulische apparaten.



Een voorbeeld van een pneumatisch apparaat is de fietspomp. Duwen aan één kant van de pomp, geeft aan de andere kant groei van de fietsband. Lucht in de buis van de pomp wordt met behulp van een zuiger naar een andere ruimte verplaatst. Als een kind zijn fietsbanden oppompt, ervaart het dat dit kracht kost. Die ervaring kan leiden tot de vraag 'waarom kost dit mij kracht?', en: 'hoe kan het dat de lucht er niet direct weer uit komt als ik de pomp omhoog haal, want bij een ballon ontsnapt de lucht wel gelijk als ik stop met blazen?'

⁵ In de pneumatiek wordt nieuwe lucht telkens aangezogen. Er is sprake van een of meerdere ventielen die zorgen voor de aanvoer.

1 - Reflectie

Als suggestie voor de praktijk eindigde de eerste bijeenkomst met opdracht 5, waarin u gevraagd werd om uw leerlingen een onderzoekje te laten doen naar de werking van een apparaat. Onderstaande opdracht stelt u in de gelegenheid om samen met anderen te reflecteren op uw bevindingen.

Opdracht 1

1. **Wissel** met een collega **ervaringen uit**.
 - a. Wat heeft het uitvoeren van de opdracht u opgeleverd?
 - b. Wat zijn de resultaten?
 - c. Welke didactische en organisatorische tips zou u willen delen met uw collega's?
2. **Bekijk en bespreek** de resultaten in de gehele groep.
Welke bevindingen zijn bruikbaar voor uw eigen praktijk?

2 – Opdrachten op eigen niveau

Gesloten systemen

In deze serie opdrachten gaat u op zoek naar de werking van samengeperste lucht en vloeistof in een gesloten systeem. En naar de toepassing ervan. Aan een spuit met een zuiger kunnen door middel van leidingen (slangen) andere spuitjes verbonden worden. Hiermee is het mogelijk om een gesloten systeem te maken. Het systeem kan gebruikt worden om bewegingen over te brengen.

Opdracht 2

Per drietal krijgt u een set spuitjes van verschillend volume en een aantal slangen en kraantjes.

1. **Maak** van twee even grote spuitjes en een slangetje een gesloten systeem. **Experimenteer** met verschillende standen (ingeschoven/uitgeschoven) van de spuitjes ten opzichte van elkaar. **Voorspel** wat er gaat gebeuren **en voer** het experiment vervolgens **uit**.



2. **Vul** een spuit met water **en koppel** deze via de slang aan de andere spuit. Doe hetzelfde als in 1.

Beantwoord: Welke verschillen ziet u?

3. **Maak** een gesloten systeem waarbij een spuit evenveel volume kan spuiten als de drie andere spuitjes samen.

Beantwoord: Waar komen de kraantjes?

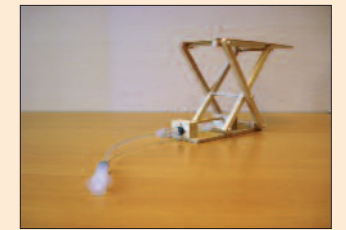
4. **Bespreek** samen welke mogelijkheden u ziet voor toepassing van dit systeem.



Opdracht 3

Elk drietal krijgt een bouwdoos om een platform te maken dat met pneumatische of hydraulische kracht omhoog kan worden gebracht.

1. **Onderzoek** hoe u de spuitjes kunt gebruiken om het platform omhoog te krijgen.
2. **Onderzoek** in deze toepassing de verschillen tussen water in de spuit en lucht in de spuit.
3. **Zet** de belangrijkste conclusies over het gebruik van lucht en water als overbrengers van beweging **op een rijtje**.
4. **Bespreek** in de hele groep de ervaringen en de conclusies.



3 – Kijken naar kinderen

Gesloten systemen

Binnen TalentenKracht hebben we een aantal activiteiten ontwikkeld om met kinderen het basisprincipe van het gebruik van samengeperste lucht of vloeistof bij het overbrengen van bewegingen te bespreken. Op basis van zichtbare en herhaalbare verschijnselen vragen we kinderen naar het hoe en waarom. Hun antwoorden en redeneringen geven ons zicht op de preconcepten die zij hebben (opgebouwde kennis en ideeën). En in hun inzicht in het verschijnsel: zijn ze in staat om oorzaak en gevolg te ontrafelen? Vervolgens gaat het erom of een kind zo'n causaal verband ook kan vertalen naar een andere situatie. In de techniek is dat een belangrijke voorwaarde voor het ontwerpen.

In de videoclips praat de onderzoeker met kinderen over de werking en het gebruik van een luchtspuit. De ervaring leert dat voor sommige kinderen de luchtspuit een soort *black box* is, waarbij een beweging aan de ene kant een beweging aan de andere kant veroorzaakt. Het causaal redeneren over dit fenomeen is dan al een mooie uitkomst van deze activiteit. Kinderen uit de midden- en bovenbouw kunnen meestal al goed uitleggen wat er gebeurt en waarom. Toepassing van deze kennis in een situatie waarin een platform omhoog moet worden getild, is echter een hele klus.

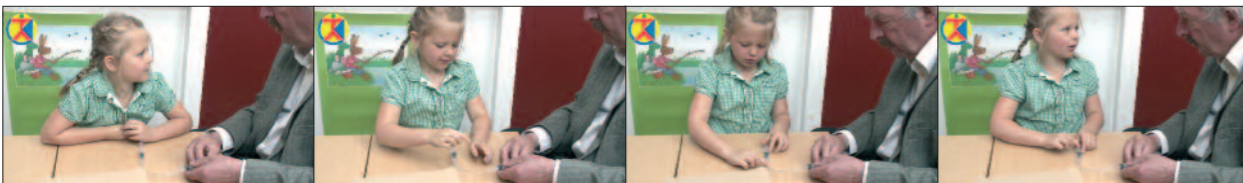


Videoclip: Wesley (5,3 jaar) en de luchtspuit



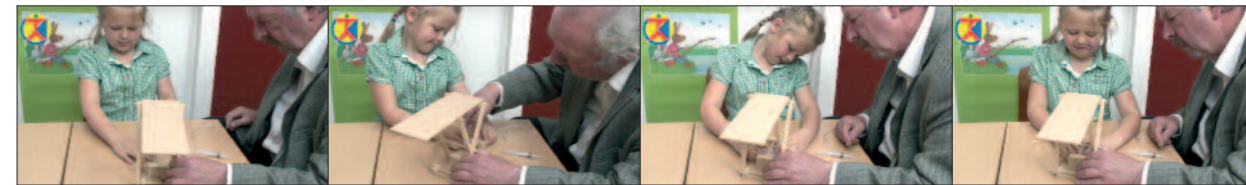
In deze clip bespreekt de onderzoeker de luchtspuit met Wesley. Twee spuiten zijn verbonden door een slangetje. De ene spuit is uitgetrokken, de andere is dichtgeschoven. De onderzoeker vraagt Wesley wat er zal gebeuren als hij de uitgetrokken spuit dicht schuift. Al snel ontdekt Wesley een causaal verband tussen het indrukken van de ene spuit en de verplaatsing van de andere spuit. In Wesley's taal praten de onderzoeker en Wesley over hoe dit nu kan.

Videoclip: Jip (5,11 jaar) en de luchtspuit



In deze clip bespreekt de onderzoeker met Jip hoe een luchtspuit werkt. Jip geeft op bijna alle vragen hetzelfde antwoord: weet ik niet. Maar het einde laat iets anders zien.

Videoclip: Jip (5;11 jaar) en de spuitlift



In deze clip gaat Jip op zoek naar manieren om de luchtspuit te gebruiken om een platform omhoog te brengen. Ze ziet in het platform allerlei voor haar bekende voorwerpen, zoals een strijkplank, duikplank en lift. Jip blijkt al veel inzicht te hebben in de toepassing van verplaatsing van lucht.

Opdracht 4

Bekijk iedere videoclip vier keer. Een eerste keer om de situatie in zijn geheel te bekijken, daarna vanuit verschillende perspectieven: eerst vanuit het kind, dan vanuit de onderzoeker en ten slotte gericht op het gebruikte materiaal.

Beantwoord bij iedere videoclip de volgende vragen:

1. Kijken vanuit het kind/de kinderen:

- Hoe ziet u of de vraag duidelijk en betekenisvol is voor de kinderen?
- Welke momenten zou u aanwijzen als onderzoekend? En welke als ontwerpend?
- Welke inzichten van het kind gerelateerd aan de activiteit kunt u benoemen?
- Heeft u, gezien het leeftijdsverschil tussen de kinderen in de videoclips, een andere verwachting van de uitvoering van de activiteit?

2. Kijken vanuit de onderzoeker:

- Hoe introduceert de onderzoeker het materiaal en de probleemstelling?
- Hoe kunt u zien of de onderzoeker nagaat of de probleemstelling bij het kind duidelijk wordt?
- Welke rol neemt de onderzoeker tijdens het oplossingsproces?
- Wat zijn vragen die de kinderen aan het denken zetten?
- Welke vragen mist u?
- Welke momenten kunt u aanwijzen als succesvolle interventies? (interventies waarna het kind weer verder kan)
- Wat maakt deze interventies succesvol?
- Welke verschillen ziet u in de aanpak van de gesprekken in de videoclips?

3 Kijken vanuit het materiaal:

- Is het materiaal betekenisvol voor de kinderen? Waar leidt u dat uit af?
- Is het materiaal geschikt voor onderzoekende activiteiten?
- Heeft u suggesties voor verbetering?

4 – Didactische implicaties

In de activiteiten die de onderzoekers van TalentenKracht ontwerpen, staat het onderzoeken van een situatie of van een object (speelgoed) centraal. Als het gaat om een object of voorwerp, stelt de onderzoeker de vraag: 'Kun jij bedenken en uitleggen hoe dit werkt?' De onderzoeker neemt het kind mee op onderzoek. Vaak houdt dit alleen maar in 'samen een volgend stapje maken', bijvoorbeeld door de vraag anders te stellen, of door te vragen naar hoe je zou kunnen beginnen. Ook volstaat soms een aanwijzing of een aanmoediging. Kijk voor voorbeelden van zulke gesprekjes (bijvoorbeeld over de trapkogelbaan, de luchtspuiter en de periscoop) de videoclips op de website van TalentenKracht.

Met de juiste vragen steigers bouwen

Ook in het onderwijs is het belangrijk om goed te kijken naar het effect van de vragen die u uw leerlingen stelt. Gaat er wat gebeuren, gaat het kind iets doen of is de vraag voor het kind 'te groot'? Als het kind de vraag niet begrijpt, kan dit voor hem of haar een lastige situatie opleveren.

U, als begeleider, moet in elk geval een inschatting maken hoe het kind verder kan. Een paar scenario's zijn:

- de vraag anders stellen (herformuleren);
- vragen stellen die het kind helpen om te benoemen of uit te leggen waar het over nadent;
- vragen of een ander kind kan helpen;
- samen met het kind een volgend stapje in het onderzoek zetten.

In de literatuur heet dit *scaffolding*. In feite betekent dit: helpen het probleem in de steigers te zetten, om het gemakkelijker te kunnen oplossen. Dit creëert veiligheid voor de leerling, en wijst hem of haar de weg. In de literatuur wordt scaffolding omschreven als een begeleidingsvorm waarin de leerling ondersteuning krijgt door eerst de complexiteit van het probleem kleiner te maken en vervolgens geleidelijk de grenzen van die complexiteit op te schuiven, naarmate de leerling meer kennis, vaardigheid en vertrouwen heeft om het probleem zelf te kunnen oplossen.⁶

Een voorbeeld hiervan is te zien in de videoclip van Annemijn (bijeenkomst 1), waarin de onderzoeker het probleem opwerpt hoe je een ventilator

⁶ Zie onder andere voor de definitie van scaffolding: Young, M.F. (1993). *Instructional design for situated learning*. *Educational Technology Research and Development*, 41(1), pagina 43-58, 1993.

sneller kunt laten draaien. Hij doet dit na een verkenningfase waarin Annemijn de werking van tandwielen heeft onderzocht. In het gesprek probeert de onderzoeker telkens terug te komen op eerder gedane ontdekkingen uit die verkenningfase. Annemijn zou het inzicht dat een groot tandwiel geschakeld op een klein tandwiel een versnelling genereert bij het kleine tandwiel, moeten gebruiken in deze nieuwe situatie. Om de probleemsituatie betekenisvol en uitdagend te maken voor Annemijn, probeert de onderzoeker de vraagstelling in haar leefwereld te vertalen. Het meisje toont zich als onderzoeker niet ondernemend, maar komt dankzij de 'steiger' van de onderzoeker toch elke keer een klein stapje verder. Zij kan op deze manier een positieve ervaring opdoen.

Het voorbeeld laat mooi zien hoe moeilijk het voor een kind soms is om zo'n basisprincipe te vertalen naar een complexe situatie. De opbouw van gemakkelijk naar moeilijk, zoals vaak in leerstof verwerkt is, vraagt van u als leraar dan ook een zorgvuldige afweging van de 'steigers' die het leerproces kunnen ondersteunen.

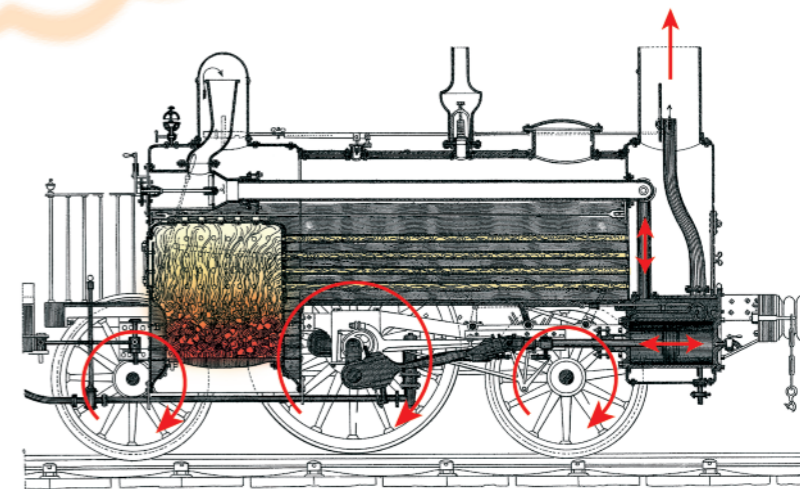
5 – Inhoudelijke verdieping

Een van de vormen van energie is druk. Druk ontstaat als een opgesloten hoeveelheid gas of vloeistof wordt verwarmd of samengeperst.

Druk door warmte

Wanneer we warmte toevoegen aan gas, vloeistof of vaste stof, zet de stof uit, waardoor deze dus een groter volume krijgt.

Een voorbeeld van een machine die hiervan gebruik maakt, is de stoommachine. Deze verwarmt water, dat daardoor wordt omgezet in hete stoom. De hete stoom wordt bijeen gebracht in een afgesloten cilinder. Via een ventiel brengt de samengeperste stoom vervolgens een zuiger in beweging. Op inventieve wijze komt de zuiger in een heen- en weergeande beweging, die door middel van een as wordt omgezet naar andere bewegingen. De stoommachine luidde het begin in van de mechanisering en industrialisering. Een belangrijke toepassing was de stoomlocomotief.



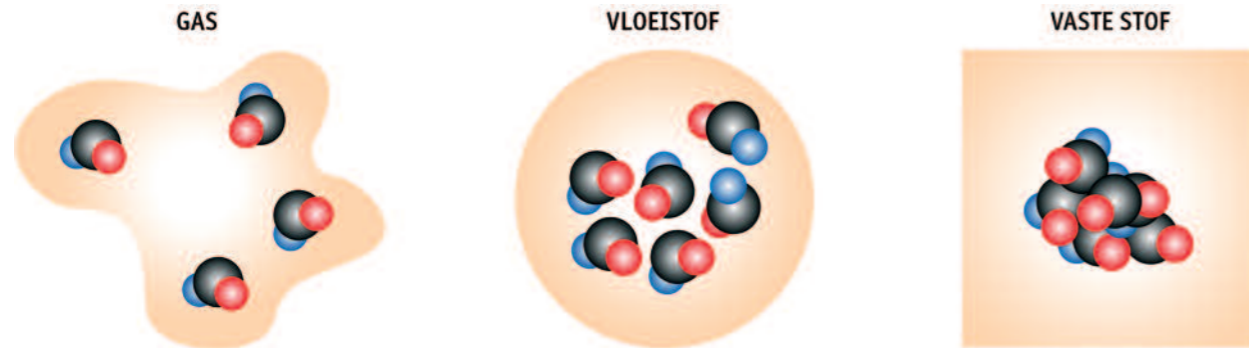
Druk door samenpersing

De kracht van samengeperste lucht wordt gebruikt in pneumatische systemen. De samengeperste lucht wordt door leidingen verplaatst naar een cilinder met een zuiger, die hierdoor omhoog wordt gedrukt. Met deze beweging kunnen andere onderdelen in beweging worden gebracht, zoals tandwielen en stangen.

In een hydraulisch systeem is de lucht vervangen door vloeistof. Meestal is dit olie. Water bevriest immers snel en tast het ijzerwerk van machines aan (roestvorming).

Hoe ontstaat druk?

Voor de verklaring van het ontstaan van druk, kunt u in de basisschool het sterk vereenvoudigd knikkermodel gebruiken. Dit model representeert iedere mogelijke stof als een verzameling hele kleine, lichte knikkers. In een gas is er veel ruimte tussen de knikkers en kunnen de knikkers kras door elkaar bewegen. In een vloeistof is er minder ruimte tussen de knikkers en bewegen ze dus langzamer. In een vaste stof zitten de knikkers min of meer vast in een bepaald raster of in een structuur.



Als we gas samenpersen gebeurt er in het begin niet veel. De knikkers botsen alleen vaker tegen de omringende wanden, waardoor meer druk op de wand ontstaat. Gaandeweg neemt de druk op de wanden toe en zal de wand die kan bewegen (in het geval van een zuiger) opzij worden gedrukt. De druk op de wand aan de andere kant wordt verhoudingsgewijs minder. Er ontstaat een situatie van onderdruk: het gas gaat stromen van boven- naar onderdruk.

Als we vloeistof samenpersen kunnen de knikkers, die al bovenop elkaar zitten, maar één kant op: naar de buitenkant. De druk op de wanden wordt direct voelbaar. De vloeistofkolom gaat zich bijna als een vaste stof gedragen en drukt de beweegbare wand (van een zuiger) opzij. Dit verklaart waarom een hydraulisch systeem in het algemeen krachtiger is dan een pneumatisch systeem. In de opdrachten op eigen niveau heeft u dat zelf kunnen merken. Lucht moet eerst nog verder worden ingedrukt voor het echt druk gaat uitoefenen; vloeistof laat zich niet goed indrukken en zorgt dus directer voor druk.

Literatuur en bronnen

TalenteKracht

1. *TalenteKracht en VTB-Pro: sprankelen in de praktijk* (2008). Den Haag: Programma VTB-Pro.
2. Steenbeek, H., & Uittenbogaard, W. (2008): *TalenteKracht brengt talent voor wetenschap en techniek van jonge kinderen in kaart*. In: H. van Keulen & J. Walma van der Molen (red), *Onderzoek naar wetenschap en techniek in het Nederlandse basisonderwijs*. Den Haag: Programma VTB-Pro.
3. TalenteKracht (2009). *TalenteKracht. Sprankelen tussen wetenschap en de praktijk*. Den Haag: Programma TalenteKracht.

Algemeen: Wetenschap en techniek

1. Kuijpers, J. & Walma van der Molen, J. (2007). *Wetenschap & techniek: Een rijke leeromgeving*. Den Haag: Programma VTB-Pro.
2. Graft, M. van, & Kemmers, P. (2007). *Onderzoekend en Ontwerpend leren bij Natuur en Techniek*. Den Haag: Stichting Platform Bèta Techniek. Basisdocument vanuit het project 'Leren Onderzoekend en Ontwerpend Leren (2007)', ontwikkeld door de SLO, en het AMSTEL Instituut van de Universiteit van Amsterdam. Hierin is voor het schoolvak natuur en techniek lesmateriaal ontwikkeld vanuit een didactiek gericht op het leren onderzoeken en ontwerpen van begrippen en concepten uit natuur en techniek.
3. Dijkgraaf, R. e.a. (red). (2008). *De bètacanon*. Amsterdam: Meulenhoff.
4. Copic, J. (2008). *Techniek in het basisonderwijs, gewoon doen! Apeldoorn: Garant Uitgevers*.
5. Jongh, H. e.a. (2009). *Natuur en techniek geven, praktische vakdidactiek voor het basisonderwijs*. Assen: Koninklijke Van Gorkum BV.
6. Slangen, L.A.M.P. (2009). *Techniek: Leren door doen, Didactiek en bronnen voor de pabo* (3e gewijzigde druk). Baarn: HB Uitgevers.
7. Keulen, H. van (2009). *Drijven en zinken; wetenschap en techniek in het primair onderwijs*. Oratie 26 juni 2009. Eindhoven: Fontys Hogescholen

Internet

1. Over onderwijzen van wetenschap en techniek
<http://www.vtbpro.nl>
<http://www.wtwijzer.nl>
2. Over scaffolding
<http://projects.coe.uga.edu/epltt/index.php?title=Scaffolding>
3. Over tandwielen
<http://www.technopolis.be/nl/watkunjedoen/indekijker/exhibits%20vd%20week/doeschijfdraaien.htm>
<http://www.techniekinjeklas.nl/home/ontdekdozen>, een ontdekdoos met allerlei activiteiten rond tand- en snaarwielen

4. Over druk

www.proefjes.nl, praktische site met veel ideeën voor activiteiten in de klas.

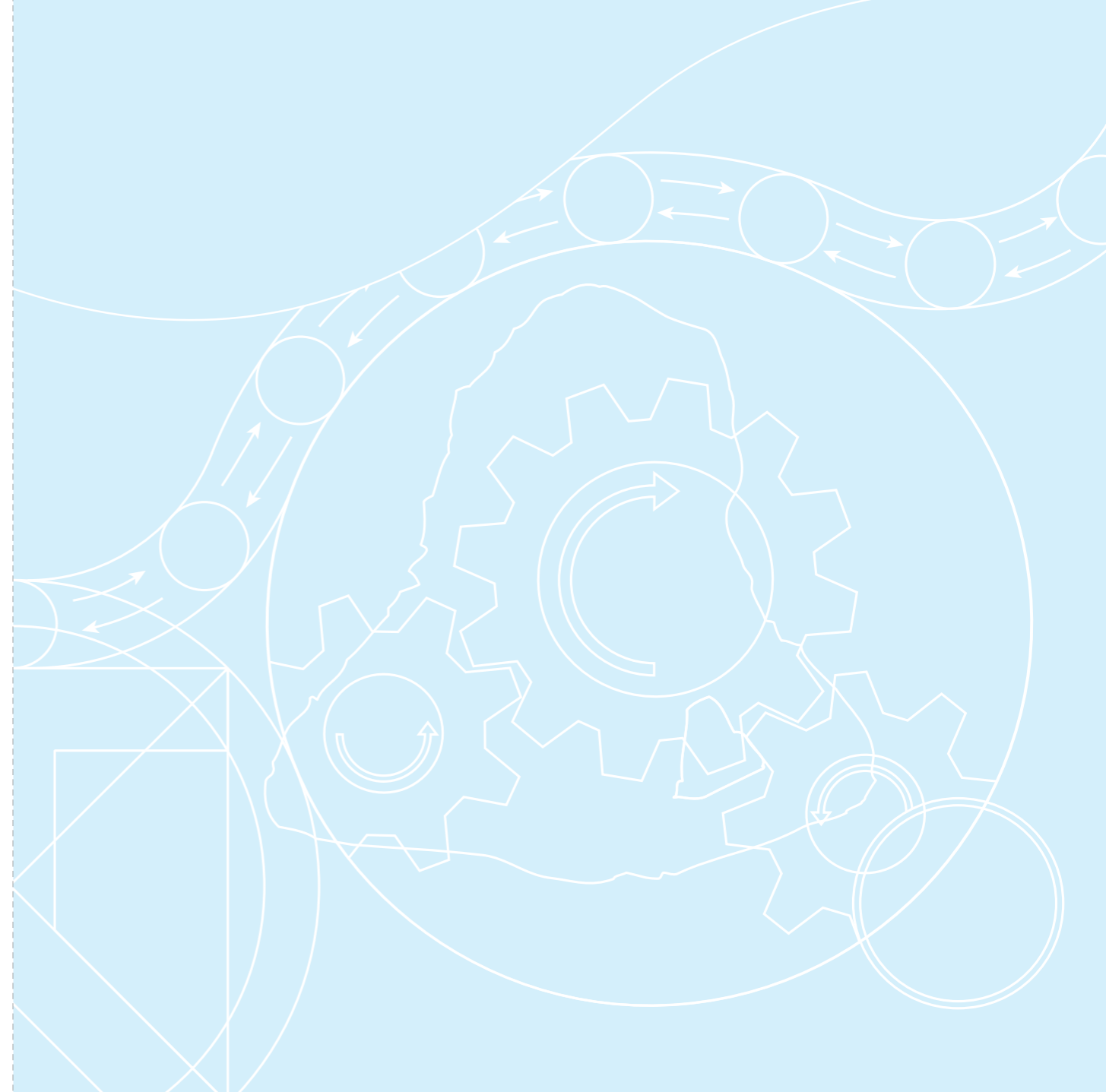
Materialen

Aanschaf van allerlei tandwielensets: bijvoorbeeld www.optitec.nl

Aanschaf van Lego Education: bijvoorbeeld www.heutink.nl

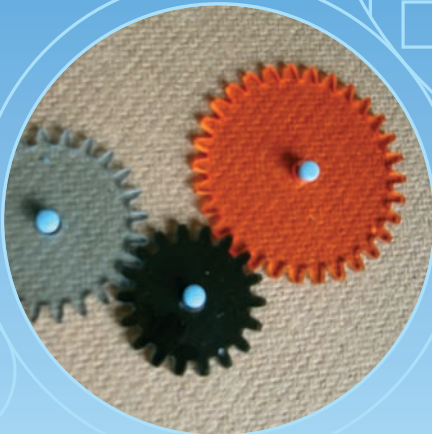
Aanschaf van spuiten, slangetjes en kraantjes: in dierenwinkels met aquariumspullen of bij de apotheek (alleen spuiten)

Aanschaf van hydraulische machines (platform en bouwdozen) en pneumatische machines (Lego): bijvoorbeeld www.heutink.nl
(zoeken bij primair onderwijs > methoden > natuur en techniek > techniek)



VTB-Pro is een programma dat aansluit bij de aandacht voor wetenschap en techniek in het basisonderwijs. Het gaat om een brede kijk op wetenschap en techniek, die erop gericht is scholen handvatten te bieden om wetenschap en techniek in het basisonderwijs in te passen.

TalenteKracht is een onderzoeksprogramma gericht op de natuurlijke nieuwsgierigheid, het 'bètalent' en de onderzoekende en ontdekkende houding van jonge kinderen. Voor VTB-Pro zijn ervaringen uit het onderzoek van TalenteKracht verwerkt in (na)scholingsmodulen om (aspirant-)leerkrachten vanuit bèta-wetenschappelijk perspectief te leren kijken naar hun leerlingen en de eigen lespraktijk. Voor u ligt een van deze modulen.



In de TalenteKracht-modulen is veel aandacht voor het 'kijken met andere ogen' naar kinderen, door bijvoorbeeld analyse van videobeelden. Naast kennis over wetenschap en techniek, krijgt u ook inzicht in materialen die kinderen aanzetten tot creatief denken en passende pedagogische vaardigheden. De modulen bieden hiermee handvatten om de talenten bij alle kinderen in uw klas te ontdekken, te stimuleren en te ontwikkelen.