

Techniek voor de basisschool

Een domeinbeschrijving als resultaat van een cultuurpedagogische discussie

Door:

J.H. Schimmel
J.M.W. Thijssen
H.B. Wagenaar

**Aan de discussie
namen deel:**

J.D. Imelman (voorzitter)
G.A.M. Boeijen
J.E. Frederik
W.A.J. Meijer
H.W. Notté
N. Osinga
J.P.M. Wijsman

Colofon

Kerngroep

Prof. dr. J.D. Imelman, hoogleraar grondslagen en geschiedenis van de pedagogiek aan de Universiteit Utrecht, oud-hoogleraar algemene pedagogiek, in het bijzonder de wijsgerige en historische pedagogiek aan de Rijksuniversiteit Groningen, emeritus hoogleraar sinds november 1998.

Dr. W.A.J. Meijer, universitair hoofddocent algemene pedagogiek aan de Rijksuniversiteit Groningen.

Drs. H.W. Notté, geograaf, wetenschappelijk medewerker wereldoriëntatie bij de Citogroep.

Drs. N. Osinga, ontwikkelingspsycholoog, waarnemend directeur van het Gemeenschappelijk Centrum voor Onderwijsbegeleiding in Friesland (GCO Fryslân).

Drs. H.B. Wagenaar, algemeen pedagoog, wetenschappelijk medewerker wereldoriëntatie bij de Citogroep.

Vakinhoudelijke advisering

Ir. G.A.M. Boeijen, wetenschappelijk medewerker natuur- en scheikunde, natuuronderwijs en natuurkunde bij de Citogroep.

Drs. J. E. Frederik, docent natuurkunde didactiek, lerarenopleider TULO aan de Technische Universiteit Delft.

Ir. J.H. Schimmel, wetenschappelijk medewerker natuurkunde en techniek bij de Citogroep, docent natuurkunde en techniek bij de lerarenopleiding Efa in Amsterdam.

Drs. J. M. W. Thijssen, bioloog, wetenschappelijk medewerker wereldoriëntatie bij de Citogroep.

Drs. J.P.M. Wijsman, bioloog, inspecteur van het onderwijs.

Lay-out:

Marja van den Heuvel

Fotografie:

Foto's Citogroep

De domeinbeschrijving techniek kwam tot stand onder auspiciën van het landelijk programma: Verbreding Techniek Basisonderwijs (VTB). Het VTB-programma heeft tot doel de positie van techniek in het basisonderwijs te versterken. VTB is een initiatief van vijf bedrijfstakken, het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen en de stichting AXIS – Nationaal Platform voor Natuur en Techniek in Onderwijs en Arbeidsmarkt. Het programma management ligt in handen van Hobéon Management Consult. Zie voor meer informatie: www.techniekbasonderwijs.nl.

Inhoud

A	Inleiding	5
B	Verantwoording	7
1	Competenties	7
2	Kennisinhouden als aspect van competenties	8
3	Samenvatting domeinopbouw techniek voor de basisschool	9
4	Techniek in relatie tot de leef- en belevingswereld van kinderen	11
5	Praktische uitvoerbaarheid op een doorsnee school	12
C	Domeinbeschrijving techniek	13
1	Werkingsprincipes	13
1.1	Constructies	13
1.2	Overbrengingen	14
1.3	Besturingen	16
1.4	Energieomzettingen	16
D	Literatuur	18
E	Bijlagen	19
1	Gereedschappen	19
2	Classificatieschema's	20
3	Classificatieschema's, toepassing (Skeelers en rollerskates)	22

A Inleiding

Sinds in 1998 de tweede versie van de kerndoelen van kracht werd, is techniek officieel één van de leer- en vormingsgebieden in het basisonderwijs. Gemiddeld is er op de basisscholen in de hoogste drie leerjaren naar schatting zo'n half uur per week voor beschikbaar. Hoe kan deze tijd zo zinvol mogelijk besteed worden? Allerlei instanties organiseren tegenwoordig activiteiten en onderwijsleermiddelen gericht op het bevorderen van techniek in het onderwijs. In het talrijke didactisch materiaal voor de basisschool wordt de slogan: 'techniek is overal om je heen' op vaak zeer inventieve wijze tot leven gewekt. Honderden leuke lesideeën en opdrachten dienen zich aan. Wie slechts een klein deel hiervan uit wil voeren, heeft al een veelvoud van de voor techniek beschikbare tijd nodig. Tot nu toe heeft het grote aantal publicaties over techniek nauwelijks geleid tot structurele invoering van techniekonderwijs in de basisscholen. Veel scholen doen er zelfs zo goed als niets aan. Komt dit misschien doordat men door zo'n veelheid van bomen het bos niet meer ziet? Lijkt uit zo'n woud van lesideeën niet elk onderwerp misbaar? En als elk onderwerp in principe misbaar is, is dan niet het hele onderwijs in techniek overbodig? Ergo: "Is techniek op de basisschool wel nodig?"

In deze publicatie kiezen we daarom niet de weg om een aantal lesideeën toe te voegen aan de toch al lange lijst. We stellen hier de vraag of er binnen de veelheid aan lessen en opdrachten in techniek een zekere ordening is aan te brengen tussen meer en minder zinvolle. Het gaat ons om de vraag: "Wat is in het kader van techniek vooral de moeite waard om te leren; welke inhouden c.q. competenties zijn wezenlijk?" Vanuit deze vraag proberen we te komen tot specifiekere criteria en vandaar tot een minimale lijst van inzichten c.q. competenties, die samen de kern uitmaken van techniek.

De vraag wat in het kader van techniek de moeite waard is om te leren, kan alleen beantwoord worden aan de hand van criteria, zodat uit de overstelpende veelheid aan lesideeën en opdrachten een verantwoorde keuze gemaakt kan worden. Natuurlijk gelden hier criteria die altijd gelden voor goed onderwijs aan kinderen.

Zo moet onderwijs voor kinderen uitdagend zijn en moet het aansluiten bij hun belevingswereld. Ook behoort leerstof steeds in dienst te staan van het wekken van belangstelling, het vergroten van nieuwsgierigheid, van kennis en van de vaardigheid om met die kennis iets te doen: verantwoorde beslissingen te nemen, dingen te maken. Populair gezegd moet leerstof niet alleen het hoofd, maar ook hart en handen aanspreken. We willen dan ook van harte onderstrepen dat er voor techniekonderwijs opdrachten nodig zijn die kennis, creativiteit en vermogen tot samenwerking en enthousiasme van kinderen bevorderen.

Naast deze criteria die te maken hebben met de aard van kinderen, zijn er ook criteria die te maken hebben met de cultuur. De slogan 'techniek is overal' is maar al te waar. Het is echter de kunst om dit zichtbaar, toegankelijk en overzichtelijk te

maken. Het gaat hier om het zoeken naar ordeningskaders, naar een samenhang, waarbinnen de veelheid van technische zaken die in onze cultuur zijn aan te treffen, gepresenteerd kan worden.

Tenslotte moet techniekonderwijs goed geïntegreerd kunnen worden in de schoolorganisatie. Het gaat hier om de randvoorwaarden waarbinnen het onderwijs gegeven wordt. We denken hier aan kennis en ervaring van leraren; op scholen beschikbare en geschikte gereedschappen, materialen en ruimtes. De leerstof en de opdrachten moeten bovendien in te passen zijn in het vigerende curriculum en zonder al te veel organisatorische problemen uitvoerbaar zijn in de beperkte tijd.

Kort gezegd: voor de beantwoording van de vraag welke leerstof voor techniek voor kinderen van de basisschool essentieel is, moeten kennis over techniek en kennis over het basisschoolkind op elkaar betrokken worden. Dit gebeurt in **deel B Verantwoording**. In onze speurtocht naar essentiële leerstof voor techniek gaan we eerst na welke competenties en welke inhouden zoal onderscheiden worden. We sluiten hier zoveel mogelijk aan bij algemeen geaccepteerde uitgangspunten (kerndoelen 1998; Tuleproject 2001) en stellen vast dat het bij techniek draait om de competentie tot ontwerpen, maken, gebruiken, analyseren en beoordelen van producten. We bekijken hoe deze verschillende aspecten van technische competentie zich tot elkaar verhouden. De resultaten van deze beschouwing worden gepresenteerd in een schema (zie figuur 1, blz. 7). Daarna bekijken we welke kennisinhouden van belang zijn om technische competentie te bevorderen. We komen tot de conclusie dat de kernleerstof voor techniek gevormd wordt door een aantal natuurkundige en technische principes. Daarnaast is ook kennis van materialen, gereedschappen en hulpmiddelen van belang. We constateren dat techniek steeds raakvlakken heeft met niet-technische aspecten van mens en samenleving. Competenties die te maken hebben met het kunnen beoordelen van implicaties van het technisch handelen voor mens en samenleving zijn mede afhankelijk van inzicht in andere kennisgebieden. Het resultaat van onze overwegingen is samengevat in een schematisch overzicht van de verhoudingen tussen competenties en kennisinhouden (figuur 2, blz. 12).

Aan het eind van deel B gaan we in op de praktijk. We geven suggesties voor thema's die aansluiten bij de leef- en belevingswereld van kinderen en daardoor geschikt zijn als context voor techniekopdrachten. Ook gaan we in op de praktische uitvoerbaarheid van techniekonderwijs op een doorsnee school.

Deel C Domeinbeschrijving vormt de kern van dit document. Hierin wordt een beschrijving gegeven van die kennisinhouden die van wezenlijk belang zijn voor het vergroten van competenties in techniek. Deze kennis bestaat uit een aantal technische begrippen, regels, procedures en principes die leerlingen moeten toepassen bij het analyseren, ontwerpen en maken van producten. Deze kennis is opgesomd in de vorm van een aantal basisinzichten, die alle zijn uitgewerkt en zijn voorzien van voorbeelden.

Aan het einde van dit document zijn drie bijlagen opgenomen.

Bijlage 1 Lijst van gereedschappen.

De keuze en het gebruik van materialen en gereedschappen is onlosmakelijk verbonden met het onderwijs in techniek, maar behoort niet zelf tot de technische principes die de kern uitmaken van het onderwijs in techniek. Gereedschap is altijd een bijverschijnsel in het oplossen van problemen. De kennis van gereedschap en de vaardigheid om er op de juiste wijze mee om te gaan, moet echter worden beschouwd als afgeleide kennis, die men al doende en passant leert. Omdat kennis van materialen en gereedschappen toch van groot belang is voor het succesvol maken van producten, vinden we het wenselijk om een lijst op te nemen van gereedschappen die leerlingen op de basisschool bij een gevarieerd aanbod aan techniekopdrachten zeer waarschijnlijk nodig zullen hebben.

Bijlage 2 Classificatieschema's

Deze bijlage bevat een aantal schema's dat leerkrachten en methodeontwikkelaars in staat stelt om uit de grote verzameling van mogelijke activiteiten en opdrachten er een beperkt aantal te kiezen, die tezamen alle doelen voor techniek omvatten. Ook kunnen scholen en uitgevers de schema's als hulpmiddel gebruiken om te bepalen wat voor soort opdrachten geïntegreerd kunnen worden in het lesprogramma van de school en welke van de gekozen opdrachten het beste gegeven kunnen worden in het kader van aardrijkskunde, geschiedenis, natuuronderwijs, handvaardigheid of rekenen.

Bijlage 3 Classificatieschema's, toepassing (Skeelers en rollerskates)

In deze bijlage zijn de classificatieschema's voor de opdracht 'Skeelers en rollerskates' ingevuld. De gedachten die daarbij een rol speelden, worden toegelicht. De opdracht is aan het eind van het document toegevoegd.

B Verantwoording

1 Competenties

Mensen hebben het vermogen om verschil te zien tussen een situatie waarin ze zich bevinden (feitelijke situatie) en een situatie waarin zij zich liever zouden bevinden (wenselijke situatie). Zij zijn daarom al zolang de mensheid bestaat, bezig om de omgeving naar hun hand te zetten. Eens leidde deze verbeeldingskracht tot de uitvinding van speren en valstrikken om de voedselvoorziening te verbeteren, later tot de uitvinding van ruimteschepen.

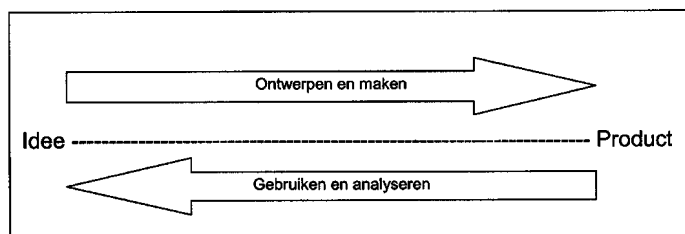
Het technisch denken en handelen beweegt zich nu eens in de richting van idee naar product, dan weer in de richting van product naar idee. Beide bewegingen komen voort uit de ervaring. De ervaring van een tekort of gemis leidt tot ideeën om producten te ontwerpen en te maken. Een idee krijgt gestalte in een ontwerp en vanuit het ontwerp wordt het product gemaakt. De weg van product naar idee verloopt via gebruiken en analyseren. Door het gebruik van een product ervaart men hoe het werkt en analyseert men wat het product doet. Zodra een product, of een deel daarvan, ontworpen en gemaakt is, is er aanleiding tot beproeving en tot analyse van de bevindingen. Dit leidt vaak weer tot verbetering van het product, waardoor we ons weer richten op het ontwerpen en maken. Het aangrijpingspunt bij techniek ligt dan ook in de twee elkaar steeds afwisselende bezigheden van enerzijds ontwerpen en maken en anderzijds van gebruiken (beproeven, testen), analyseren, beoordelen en zonodig verbeteren.

In onze wereld, waar technische producten overal om ons heen zijn, begint onze kennismaking met techniek meestal niet met het logische begin: ontwerpen, maar met het gebruiken en analyseren van producten. Vragen als: waar dient dit product voor, hoe moet het gebruikt worden, hoe zit het in elkaar en waarom is het zo gemaakt, zijn elementaire technische vragen. Het op deze wijze bevragen en analyseren van een voorwerp is op twee manieren nuttig. Ten eerste gunt het analyseren van een voorwerp ons een blik op het vernuft van de ontwerper en op de feitelijke constructie. Dit kan een bron zijn van kennis.

Ten tweede levert het gebruik en de analyse van een product kennis op over de sterke en zwakke punten, waardoor ideeën kunnen ontstaan om het product te verbeteren. Op dit punt gekomen gaat het weer in de richting van ontwerpen en maken.

De bezigheden: **ontwerpen en maken** en **gebruiken en analyseren** en de kennis die daarbij betrokken is, vormen de kern van techniek in het onderwijs c.q. het basisonderwijs. Schematisch laten de kerncompetenties voor techniek zich als volgt weergeven:

Figuur 1 Competenties Techniek



Deze competenties voor techniek maken deel uit van de algemene competenties die de mens worden toegedicht. Volgens de Duitse socioloog en filosoof Helmuth Plessner (1892-1985) ontstaan menselijke competenties vanuit de excentrische positionaliteit van de mens. Dat wil zeggen dat de mens niet alleen lichaam, geest en deel van een samenleving is, maar dat hij zich tegelijkertijd ook van deze positie bewust is en dus in staat is als het ware van buitenaf tegen zichzelf (en de wereld) aan te kijken. Dit reflectieve vermogen stelt hem in staat om zijn doen en laten en zijn omgeving te leren kennen, onder kritiek te stellen en te veranderen. Deze excentrische positionaliteit is als het ware de motor van het menselijke bestaan: dat wil zeggen dat de mens kennend, handelend en reflecterend zijn wereld vorm geeft.

Deze visie van Plessner stelt ons in staat om techniek als een proces van ontwerpen, maken, gebruiken en analyseren te zien als een aspect van het menselijk handelen in algemene zin. Kennis en creativiteit (scheppend vermogen) worden vooral ingezet bij het ontwerpen van een product. Handelend maken mensen producten en reflectie treedt steeds daar op waar mensen even afstand nemen van hun werk en het proces van ontwerpen en maken van een product of een halfproduct analyseren en beoordelen. Reflectie kan betrekking hebben op het technische product zelf, zoals op de gebruikte materialen en gereedschappen, werkwijzen en toegepaste technische principes, maar ook op de gebruikerscontext en in ruimere zin de maatschappelijke context waarbinnen de producten en werkwijzen functioneren. Vaak zijn hier waarden in het geding die tegenstrijdig zijn. Zo kan bijvoorbeeld het gebruik van bepaalde materialen en werkwijzen economisch wenselijk zijn, omdat dit efficiënt en effectief is, maar dit kan tegelijkertijd vanuit het oogpunt van duurzame ontwikkeling en milieu onwenselijk zijn. Denk aan de discussies over het gebruik van tropisch hardhout, freongas in koelkasten of aan het gebruik van kernenergie. Soms zijn productiewijzen of technische projecten discutabel, omdat ze de ongelijkheid tussen mensen bevorderen. Zo ontstaan bijvoorbeeld discussies over kinderarbeid, of over het bouwen van een stuwdam waardoor het ene volk zijn waterprobleem oplost ten koste van het andere. Techniek is zo beschouwd verweven met bijna alle aspecten van de samenleving.

Reflectie over techniek en technische producten kan dus pas zinvol en verantwoord plaatsvinden als men naast kennis over techniek, ook kennis heeft over de samenleving.

Hoewel de specifiek technische vragen rond het ontwerpen, maken, gebruiken en analyseren dus niet strikt te scheiden zijn van vragen die te maken hebben met techniek en samenleving in een ruimer verband, is het in het bestek van deze

domeinbeschrijving wel praktisch om onderscheid te maken tussen specifiek technische vragen en andere vragen, zoals historische (wanneer en waarom toen), geografische (waar en waarom daar), economische (hoe efficiënt, effectief en voordelig) en sociologische (voor welke doelgroepen). Inhouden die van belang zijn bij deze laatste vragen, die steeds raakvlakken hebben met technische aspecten in de samenleving, worden uitvoerig beschreven in de domeinbeschrijvingen 'Wereldoriëntatie voor de basisschool'.

Op grond van bovenstaande beschouwing onderscheiden we twee soorten competenties voor techniek in het basisonderwijs: competenties gericht op producten en werkwijzen op zichzelf beschouwd en techniek gericht op product en werkwijzen in relatie tot de samenleving. Alleen kennisinhouden die de eerstgenoemde competentie ondersteunen nemen we op in deze domeinbeschrijving Techniek. Inhouden die de tweede competentie bevorderen staan opgesomd in de bovengenoemde domeinbeschrijvingen Wereldoriëntatie. De competente leerling is in staat inhouden uit beide domeinbeschrijvingen in te zetten bij het beantwoorden van zijn vragen.

Bij het **ontwerpen en maken** op zich gaat het om het kiezen van geschikte materialen, hulpmiddelen, natuurkundige en technische principes en het adequaat toepassen hiervan. Bij het ontwerpen en maken van producten in relatie tot samenlevingsaspecten komen randvoorwaarden aan de orde, zoals de functionaliteit voor de doelgroep, de prijs-kwaliteitverhouding veiligheid en duurzaamheid, waarmee in het ontwerp rekening gehouden moet worden.

Belangrijke vragen zijn hier:

- Hoe moet ik mijn werkplek inrichten;
- Welke technische principes moet ik toepassen;
- Welke gereedschappen en hulpmiddelen heb ik nodig;
- Welke materialen moet ik kiezen;
- Welke werkwijze moet ik volgen;
- Welk ontwerp is het meest doelmatig;
- Welke eisen stelt de omgeving en hoe realiseer ik die in mijn ontwerp?

Bij gebruiken en analyseren wordt steeds een voorliggend resultaat onderzocht door het kritisch te bevragen. Dit resultaat kan een ontwerp zijn, een halfproduct, een eindproduct of een gebruikservaring met een product. Analyse kan zowel plaatsvinden in een tussenstadium als in een eindfase. Op elk moment van het traject 'ontwerpen en maken' kan overgestapt worden op 'gebruiken en analyseren' en omgekeerd. Bij het bevragen van een voorliggend resultaat gaat het enerzijds dus om technische vragen: hoe zit het in elkaar, welke materialen zijn gebruikt, welke technische principes? Anderzijds gaat het om vragen over de maatschappelijke implicaties van het product waarbij (vaak tegenstrijdige) politieke, economische en milieuwaarden in het geding zijn.

Belangrijke vragen zijn hier:

- Waarvoor wordt dit voorwerp gebruikt;
- Hoe moet ik het gebruiken;
- Uit welke onderdelen bestaat het;

- Van welke materialen zijn die onderdelen gemaakt;
- Hoe zijn die onderdelen met elkaar verbonden;
- Hoe kan het worden gerepareerd als het stuk is;
- Is de vormgeving afgestemd op het gebruik;
- Is het gebruiksgemak optimaal;
- Is het product veilig;
- Is het product milieuvriendelijk;
- Hoe werkt het: welke natuurkundige principes zijn hierin het geding?

2 Kennisinhouden als aspect van competenties

Techniekonderwijs moet ook aan kennisinhoudelijke kwaliteiten voldoen. Of activiteiten in het kader van techniek zinvol zijn, hangt mede af van de inhouden die in het geding zijn. Aan de inhouden mogen we de eis stellen dat ze moeten leiden tot het vergroten van de technische competenties.

Kennis is een hulpmiddel tot het beter leren 'analyseren, ontwerpen, maken, en gebruiken'. Met andere woorden: de onderscheiden technische competenties worden bevorderd door gerichte technische kennis,

Om na te gaan welke kennis in dit kader belangrijk is gaan we eerst te rade bij enkele gezaghebbende auteurs.

Waar het gaat over kennisgebieden spreken Todd e.a. over Elements of technology.

Zij onderscheiden:

- 1 tools: kennis van gereedschappen en machines;
- 2 materials: kennis van materialen;
- 3 processes: kennis van productieprocessen;
- 4 energy: kennis van energiebronnen en -omzettingen;
- 5 humans: kennis over techniek in relatie tot mens en samenleving.

Kenniselementen worden toegepast in 'Activities of technology: constructing, transporting, communicating en producing'.

Todd e.a. geven per thema de kenniselementen. Het onderdeel constructing levert hierbij nog een aantal constructieprincipes op die als zodanig nog niet in de bovengenoemde vijf punten zijn opgesomd.

Bij Bouwmeester e.a. vinden we de 'Elements of technology' terug in deel 3 'De vier technische systemen'. Met enige variatie op Todd onderscheiden zij bij constructie-systemen de volgende kenniselementen: constructies, materialen, verbindingen en overbrengingen, waaronder naast mechanische ook hydraulische en pneumatische overbrengingen behandeld worden. Bij transportsystemen komen ook energiebronnen, energievormen en energieomzettingen ter sprake. Bij communicatiesystemen wordt elektriciteit toegevoegd. Ook komen de computer en eenvoudige informatiesystemen ter sprake. Bij productiesystemen komt kennis ter sprake uit het gebied 'Techniek, mens en samenleving', zoals economische principes, veiligheids-principes en principes in verband met gezondheid en milieu.

In het Tuleproject van de SLO worden kerndoelen uitgewerkt in tussendoelen en leerlijnen. In de eerste plaats wordt een

aantal concrete voorwerpen genoemd uit de leefwereld van kinderen die als object dienen voor gebruik of vorm- c.q. functieanalyse. Daarnaast wordt het nuttig geacht dat kinderen leren werken met een aantal met name genoemde materialen en gereedschappen. Onder het kopje 'Technische inzichten' wordt aangegeven dat het van belang is kennis te hebben van:

- constructieprincipes (stevigheid en stabiliteit),
- verbindingen (kliksystemen, lijm, nietjes, bouten/moeren, schroeven, spijkers, draad, knijpers, scharnieren, punaises, ritsen);
- bewegings- en overbrengingsprincipes (scharnieren en draaipunten; ketting/snaar, (tand-) wielen, pneumatiek, hydraulica);
- energiebronnen.

In principe zouden al deze voorstellen voor inhouden kunnen worden overgenomen, ware het niet dat de tijd die op de basisscholen voor techniek beschikbaar is, dat doorgaans niet toelaat. Om scholen wat meer houvast te geven over datgene wat in de beperkte leertijd voor techniek als de meest relevante leerstof beschouwd kan worden, zullen we uit dit aanbod een beredeneerde keuze moeten maken. Daarom zijn bovenstaande voorstellen aan een nadere beschouwing onderworpen in een zogenaamde cultuurpedagogische discussie. Het doel van deze cultuurpedagogische discussie is om te komen tot onderwerpen:

- die passen bij de leefwereld van kinderen;
- die voor de doorsnee school organisatorisch relatief eenvoudig zijn in te passen in het vigerende curriculum;
- waarin kennisinhouden zijn opgenomen die elementair zijn voor het vergroten van competenties met betrekking tot techniek;
- die passen bij het leer- en ontwikkelingsniveau van basisschoolkinderen.

Uit de cultuurpedagogische discussie kwamen de volgende voorstellen tot inperkingen naar voren:

- Kennis van gereedschappen en materialen behoort op zich niet tot de kern van het onderwijs in techniek. Het zijn middelen waarmee men ontwerpen en producten probeert te realiseren. De vaardigheid om op de juiste wijze met gereedschap en materialen om te gaan, wordt daarom beschouwd als afgeleide kennis die men al doende leert. Omdat het succes van het maken van producten in grote mate afhangt van het goed kunnen gebruiken van gereedschap hebben we als bijlage een lijst van bij het basisonderwijs passende gereedschappen opgenomen (bijlage 1). Het is dus niet de bedoeling dat leerlingen al deze gereedschappen leren gebruiken, maar alleen voor zover deze gereedschappen toevallig in een gekozen techniekopdracht nodig zijn bij het maken van een product.
- Bij overbrengingen laten we pneumatiek en hydraulica achterwege om de praktische reden dat hiervoor op de doorsnee basisschool geen materialen aanwezig zijn.
- Energiebronnen als zodanig horen meer bij natuurkunde en natuurkundige aardrijkskunde. Bij techniek gaat het vooral om energieomzettingen. We beperken de inhoud

hier daarom tot energieomzettingen en verwijzen voor energiebronnen naar 'Wereldoriëntatie voor de basisschool'.

- Kennis over de relatie tussen techniek en samenleving is geïntegreerd in de vakken aardrijkskunde, geschiedenis en natuuronderwijs (zie 'Wereldoriëntatie voor de basisschool'). Aparte aandacht daarvoor binnen een domeinbeschrijving techniek is niet nodig. Wel kan vanuit opdrachten techniek gerefereerd worden aan bepaalde wereldoriëntatieleerstof, waaruit blijkt welke maatschappelijke implicaties bepaalde technische ontwikkelingen hebben, of hebben gehad. Zo kan men bijvoorbeeld bij een opdracht om met behulp van lampjes en batterijen verlichting aan te brengen in een poppenhuis aanleiding vinden om in te gaan op de geschiedenis van de invoering van elektriciteit in de samenleving van de 19e eeuw; of kan het timmeren van een nestkastje aanleiding zijn om in te gaan op bouw en gedrag van vogels.

Wegend en concluderend komen we tot de volgende kennisinhouden die competentiebevorderend zijn voor techniek:

- Hulpmiddelen, zoals gereedschappen en computer (opgenomen in bijlage 1);
- Materialen en materiaaleigenschappen;
- Natuurkundige en technische principes
 - constructies
 - overbrengingen
 - besturingen
 - energieomzettingen
- Randvoorwaarden (in domeinbeschrijvingen 'Wereldoriëntatie voor de basisschool')

3 Samenvatting domeinopbouw techniek voor de basisschool

We hebben eerst vastgesteld dat het bij techniek draait om de competenties ontwerpen, maken, gebruiken, analyseren en beoordelen (of evalueren). Vervolgens zijn door middel van een cultuurpedagogische discussie de inhouden voor techniek op de basisschool afgebakend. Tenslotte hebben we vastgesteld wat de verhouding is tussen de competenties en de inhouden die noodzakelijk zijn om deze competenties te verbeteren.

We geven de resultaten van onze beschouwing weer in schema 2 (zie volgende bladzijde).

Figuur 2 Domeinopbouw Techniek

competenties → inhouden ↓		<i>kennis + creativiteit: ontwerpen van het product</i>	<i>toepassen: maken van het product</i>	<i>reflectie: analyseren en evalueren van het product</i>
		de leerling kan:	de leerling kan:	de leerling kan:
<i>hulpmiddelen (gereedschappen, computer)</i>		een ontwerp maken, eventueel m.b.v een computer; bij een ontwerp aangeven welke hulpmiddelen nodig zijn	uit een aantal hulpmiddelen de meest geschikte kiezen en veilig gebruiken	vaststellen welke hulpmiddelen bij het maken van het product gebruikt zijn; beoordelen of de gekozen hulpmiddelen adequaat zijn in het licht van de gestelde doelen
<i>materialen en materiaaleigenschappen</i>		bij een ontwerp aangeven welke materialen het meest geschikt zijn	uit een aantal materialen de meest geschikte kiezen en bewerken	vaststellen van welke materialen het product gemaakt is; beoordelen of de gekozen materialen adequaat zijn in het licht van de gestelde doelen
<i>natuur- kundige en technische principes</i>	<i>constructies</i>	constructieprincipes in een ontwerp opnemen	constructieprincipes toepassen	toegepaste constructieprincipes herkennen; beoordelen of de gekozen constructieprincipes adequaat zijn in het licht van de gestelde doelen
	<i>overbrengingen</i>	overbrengingen in een ontwerp opnemen	overbrengingen toepassen	toegepaste overbrengingen herkennen; beoordelen of de gekozen overbrengingen adequaat zijn in het licht van de gestelde doelen
	<i>besturingen</i>	een besturingssysteem in een ontwerp opnemen	een besturingssysteem toepassen	vaststellen of er sprake is van een besturingssysteem; de functionaliteit van het besturingssysteem beoordelen
	<i>energie (-omzettingen)</i>	in een ontwerp aangeven welke energievormen gebruikt worden en van welke energieomzetting sprake is	een energievorm omzetten in een andere energievorm	vaststellen welke energievorm voor het maken en eventueel voor de werking van een product van belang is en of energievormen in elkaar omgezet worden; beoordelen of de gekozen energievorm adequaat is in het licht van de gestelde doelen
<i>randvoorwaarden:</i> - <i>functionaliteit</i> - <i>prijs/kwaliteit</i> - <i>veiligheid</i> - <i>duurzaamheid</i>		bij het ontwerpen rekening houden met de genoemde randvoorwaarden	bij het maken rekening houden met de genoemde randvoorwaarden	het product beoordelen op de maatschappelijke implicatie waarbij (vaak tegenstrijdige) economische, politieke en milieuaspecten betrokken worden

4 Techniek in relatie tot de leef- en belevingswereld van kinderen

Kinderen kiezen voor hun spontane technische verkenningen alles wat zich in hun leefwereld als aantrekkelijk aandient. Zelf ontwerpen en maken van producten is een natuurlijke bezigheid van kinderen. Het is voor hun gevoel van eigenwaarde belangrijk dat ze zelf iets kunnen maken. Ook dingen onderzoeken door ze uit elkaar te halen en zo mogelijk weer in elkaar te zetten doen ze spontaan. Wie kinderen in hun doen en laten observeert, merkt al snel dat ze een voorkeur hebben voor voorwerpen, waarmee ze kunnen spelen en experimenteren. Bootjes, voertuigen, hutten en vliegtuigen bijvoorbeeld lenen zich hiertoe uitstekend. Ze experimenteren met de zwaartekracht, ze zoeken uit hoe dingen zich gedragen in water, lucht en op de grond, hoe dingen in elkaar zitten, of ze uit elkaar te halen zijn, enzovoort. Ook onderzoeken kinderen hoe dingen aanvoelen, of hoe het is om in een hut of tent te kruipen. Ze willen dingen ervaren en er mee experimenteren, ze verfraaien, verbeteren en uitbreiden. Dat kan met zelfgemaakte dingen vaak ook beter dan met kant en klaar gekochte.

Het onderwijs kan goed aansluiten bij het spontane kindergedrag door onderwerpen te kiezen die raakvlakken hebben met de kinderwereld, maar die tevens geschikt zijn om de belangrijke technische competenties te oefenen.

De school kan echter niet altijd wachten op wat zich spontaan aandient. Van de school wordt verwacht dat ze kinderen uitdaagt door hen aantrekkelijke onderwerpen aan te bieden.

Daarom moet de school nadenken over onderwerpen die geschikt zijn voor haar leerlingen.

Waaruit kan de school putten?

Techniek vindt plaats op tal van gebieden in de samenleving. Vanuit de wereld van volwassenen geredeneerd laten deze gebieden zich op verschillende manieren ordenen in sectoren. Het technisch onderwijs (bijvoorbeeld VMBO en MBO) is verdeeld in een aantal beroepssectoren, zoals houtbewerking, metaalbewerking, elektrotechniek en autotechniek.

Deze weg is voor het kiezen van onderwerpen voor basisschoolkinderen minder geschikt, want bij techniek in het basisonderwijs gaat het niet om een voorbereidende beroepsopleiding, maar om algemene vorming. Todd e.a. en Bouwmeester e.a. kiezen daarom een andere weg en willen uitgaan van de leef- en belevingswereld van kinderen. Todd e.a. onderscheiden: constructie, transport, communicatie en productie als voor kinderen geschikte thema's. Bouwmeester e.a. onderscheiden dezelfde indeling onder: constructiesystemen, transportsystemen, communicatiesystemen en productiesystemen. Elders worden ook besturingssystemen genoemd als zinvol thema. Een aantal onderwerpen ligt voor de hand, maar anderzijds behoort lang niet alles wat zich in de wereld rondom hen afspeelt tot de leef- en belevingswereld van kinderen.² Gebruik makend van de thema's van Todd en Bouwmeester, geven we een aantal ideeën over mogelijke onderwerpen die kinderen aanspreken.

Bouwen en wonen

Kinderen zien volwassenen bouwen en ze spelen zelf over bouwen en wonen. Ze bouwen hutten en tenten, waar ze in passen en bouwen met speelgoed en knutselmateriaal poppenhuizen en andere bouwwerken. Kinderen wonen en gebruiken in huis allerlei gebruiksvoorwerpen en voorzieningen. Bouwen en wonen is voor kinderen daarom een rijke leeromgeving.

Transport

Kinderen hebben vanaf de kinderwagen te maken met transport. Hun lust tot bewegen leidt tot stappen, fietsen, skelteren en varen in (rubber)bootjes. Alle kinderen imiteren en experimenteren in hun spel de wereld van volwassenen: met voertuigen, (race)auto's, vrachtauto's, bussen, bootjes, vliegtuigen, ruimtevaartuigen enzovoort). Kinderen beproeven mogelijkheden en ontdekken grenzen: hoe snel kan het, hoe sterk is het enz. Transport is daardoor voor de basisschoolkinderen een uitstekende leeromgeving.

Communicatie

Kinderen communiceren vanaf hun geboorte met hun omgeving. Technische hulpmiddelen zijn hierbij vooral telefoon, radio, televisie, computer, tape- en cassette recorder, foto-, film-, of videoapparatuur. Deze hulpmiddelen leren kinderen kennen door ze te gebruiken. Ze leren knoppen benoemen en bedienen. Aardige technische aspecten bij communicatie zijn ook elementaire non-verbale toepassingen. Hoorbare of zichtbare signalen, zoals verkeerslichten, alarmsystemen, klokken, claxons, verkeersborden en plaatjes, geven informatie door. Ook muziek is een non-verbaal communicatiemiddel. Het maken van eenvoudige muziekinstrumenten en het analyseren en of vervaardigen van een elektrisch alarmsysteem past met enige goede wil binnen dit thema.

Productie

Productie heeft te maken met het produceren van goederen in industrie en nijverheid. Er worden apparaten gebruikt om van grondstoffen kant-en-klaar producten te maken. Voor de werking van deze apparaten is energie nodig. Veelal zetten de apparaten energie om in beweging.

Over de logistieke en sociale kanten van productie worden basisschoolkinderen uitvoerig ingelicht bij het vak aardrijkskunde, opdat ze begrijpen hoe de producten uit hun leefwereld vervaardigd worden. Hoe moderne krachtbronnen en productiemachines technisch werken, is voor basisschoolkinderen vaak ingewikkeld, maar soms wel zichtbaar te maken door een excursie naar een productiehof. In het ontwerpen en maken van de kinderwereld past ook ambachtelijke productie en nijverheid. Wat dit laatste betreft is het voor kinderen interessant om te zien hoe met behulp van molens, water- en windkracht werden omgezet in beweging om allerlei productieprocessen te vergemakkelijken. Ook kunnen kinderen eventueel met een speelgoedstoommachine en een elektromotor-

² De leefwereld is beperkt tot de omgeving waarin kinderen leven. De belevingswereld is hoe zij de leefwereld ervaren, maar ook de omgeving waarvan ze via boeken, televisie, internet etc. een voorstelling hebben en waar ze affiniteit mee hebben. Door hun voorstellingsvermogen krijgen kinderen toegang tot spannende belevingswerelden van prehistorie tot ruimtevaart.

tje experimenteren, maar in de sfeer van analyseren, ontwerpen en maken wordt het voor basisschoolleerlingen al snel te ingewikkeld. Ditzelfde geldt voor productiemachines: bijvoorbeeld het analyseren van productiemachines in de huishouding, zoals een koffiezetapparaat, een elektrische mixer, een boormachine.

zijn als dit aspect helemaal buiten beschouwing blijft, omdat kinderen in hun leefwereld omringd zijn met besturings-systemen: bijvoorbeeld bij automaten, verkeerslichten, detectorpoortjes in winkels, enzovoort.

5 Praktische uitvoerbaarheid op een doorsnee school

Integratie door inpassing in het huidige curriculum

De eenvoudigste manier om te starten met techniekonderwijs in de school is het laten uitwerken van wat praktische opdrachten bij vakken waar dit het meest voor de hand ligt. Handvaardigheid en textiele werkvormen staan altijd in het teken van ontwerpen en maken. Ook bij natuuronderwijs (met name bij natuurkunde) ligt het voor de hand om met techniek aan de slag te gaan. Het lesprogramma voor techniek hoeft niet omvangrijk te zijn om voldoende aandacht te kunnen besteden aan de kennisinhouden en competenties. Er zijn voldoende mogelijkheden om de integratie van techniek in het meer traditionele lesprogramma van de school goed te laten verlopen.

Voor de maatschappelijke implicaties van techniek verwijzen we zoals gezegd onder meer naar de vakken aardrijkskunde en geschiedenis. Bij geschiedenis wordt vooral de ontwikkeling van techniek zichtbaar en bij aardrijkskunde de functie. Op de technische vaardigheid als zodanig wordt bij deze vakken echter zelden of nooit ingegaan. Er zijn tal van mogelijkheden om opdrachten voor techniek bij de wereldoriënterende vakken aan te knopen. Bijvoorbeeld de uitvinding van het wiel en het bouwen van hutten en boerenhuizen van leem, watermolens enzovoort bij geschiedenis; het bouwen van een model van een brug of een haven bij aardrijkskunde. Verder geven ook natuurkunde en biologie vaak aanleiding tot een opdracht voor techniek.

Integratie van techniek in de werkomgeving

De meeste scholen hebben weinig middelen. Dat is niet erg omdat techniekonderwijs al goede kans van slagen heeft als uitgegaan wordt van eenvoudige gereedschappen en hulpmiddelen, niet te dure materialen, eenvoudige werkplekken en als een efficiënte manier voor het opbergen van materialen en producten gerealiseerd kan worden. De analyse van sommige huishoudelijke apparaten kan op zich heel zinvol zijn, maar dergelijke apparaten zijn op de doorsnee school meestal niet voorhanden. De meeste opdrachten vereisen van de leerkrachten geen ingewikkelde technische kennis. Als leerkrachten bijvoorbeeld weinig weten van besturings-systemen, opdrachten waarbij gebruik gemaakt wordt van sensoren, is voor dit probleem misschien een oplossing te vinden door te rade te gaan bij Lego en K'NEX, die tegenwoordig elementjes leveren waarin chips met besturings-systeempjes zijn vevat. Deze elementjes zijn voor kinderen weliswaar een black box, maar ze kunnen in een door kinderen gemaakt technisch product wel gebruikt worden. Bovendien worden bij dit speelgoed duidelijke handleidingen geleverd.

Het onderdeel besturingen kan ook later eens opgepakt worden. Het hoeft niet allemaal meteen. Het zou echter jammer

C Domeinbeschrijving techniek

1 Werkingsprincipes

1.1 Constructies

Basisinzichten

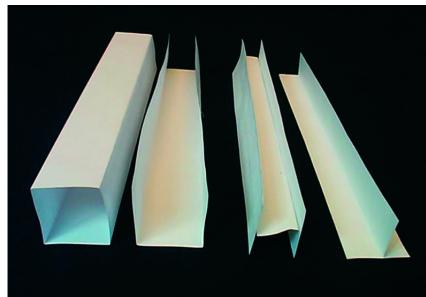
- Met profielen kunnen sterke en toch lichte constructies gemaakt worden.
- Constructies worden steviger met driehoeken, bogen, door in verband te bouwen en door de basis breder te maken dan de top.
- Door verbindingen worden onderdelen aan elkaar bevestigd tot een groter geheel. Er zijn verbindingen waarbij de onderdelen weer gemakkelijk ontkoppeld kunnen worden en andere die permanent zijn.

Uitwerking

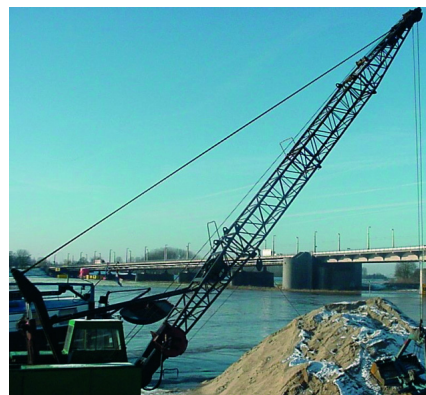
- Constructies moeten sterk, stijf en toch licht zijn. Daarvoor maakt men gebruik van profielen. Profielen zijn gemaakt van repen metaal, papier of kunststof. Ze hebben een H-, L-, T-, U-, V-, of buisvorm of ze zijn geribbeld.
- Constructies worden steviger door het gebruik van driehoeken of bogen. De driehoek is in tegenstelling tot de vierhoek een stijve, niet te vervormen, constructie.
- Een boogvorm kan meer druk opvangen dan een rechte vorm en maakt daardoor een constructie steviger.
- Bouwwerken worden steviger door de bouwstenen in verband te plaatsen.
- Constructies staan steviger als ze een brede, zware basis hebben en een smalle, lichte top. Met kabels worden constructies op hun plaats gehouden.
- Bij constructies zijn verbindingen belangrijk. Er zijn verbindingen waarbij de onderdelen weer gemakkelijk ontkoppeld kunnen worden. Zulke verbindingen komen tot stand doordat de vorm van twee onderdelen op of in elkaar passen of door de onderdelen met schroeven, bouten en moeren, of splitpennen aan elkaar vast te maken. Verbindingen die bedoeld zijn om onderdelen permanent te verbinden en die niet of slechts met moeite weer ongedaan gemaakt kunnen worden, zijn verbindingen van lijm, specie, soldeertin, naaigaren en spijkers. Vaak is het belangrijk dat een verbinding beweging tussen de onderdelen mogelijk maakt. Bij zulke verbindingen worden veelal scharnieren gebruikt.

Voorbeelden

- 1 Constructies van papier kunnen steviger worden gemaakt door stroken papier te vouwen tot profielen.



- 2 Een kraan is een voorbeeld van een constructie waarbij driehoekige elementen worden gebruikt voor de stevigheid.



- 3 Constructie die door een boogvorm stevig is: brug.



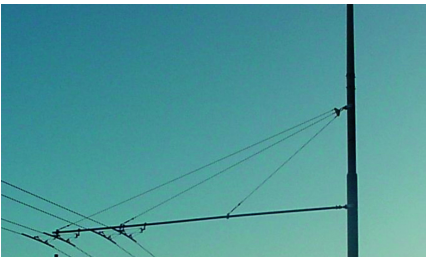
- 4 Metselwerk gaat altijd in verband. Een muur van blokken staat steviger als de blokken in verband gestapeld zijn.



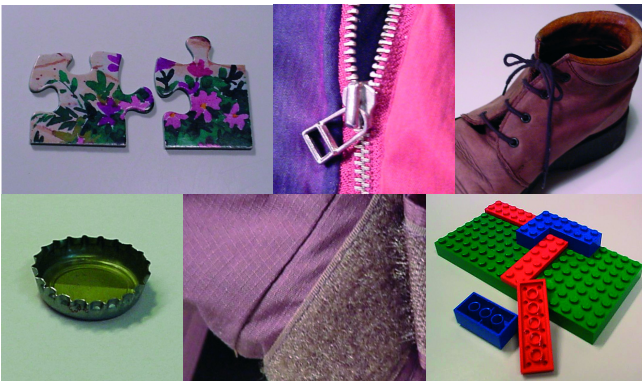
- 5 De poten van een bureaustoel zorgen ervoor dat de stoel stevig op de grond staat.



- 6 Steunkabels houden de bovenleiding van de tram op zijn plaats.



- 7 Vormverbindingen zijn: legpuzzel, rits, schoenveter, kroonkurk, klittenband en Legostenen.



- 8 Een scharnier (zie foto) maakt beweging tussen onderdelen mogelijk. Dit geldt ook voor rails en runners om gordijnen open en dicht te maken en voor kogellagers om wielen om een as te laten draaien.



1.2 Overbrengingen

Basisinzichten

- (Tand)wielen en hefbomen zorgen voor de overbrenging van een beweging of een kracht van het ene onderdeel van een apparaat of een machine op het andere.
- Een overbrenging kan een kracht vergroten, verkleinen of van richting veranderen, of een beweging versnellen, vertragen of van richting veranderen.

Uitwerking

- Een kracht zet iets in beweging, remt iets af of houdt iets op zijn plaats. Krachten worden opgewekt door gebruik te maken van spieren, een veer, de aantrekking van de aarde, wrijving en magneten. In veel apparaten is een (elektro-) motor de krachtbron.³

In de techniek is het dikwijls nodig om een beweging van het ene onderdeel in een apparaat (of machine) over te brengen op een ander. Constructies waarmee men dit doet, heten overbrengingen.

Er zijn overbrengingen van een ronddraaiend voorwerp naar een ander ronddraaiend voorwerp. Bij deze overbrengingen wordt gebruik gemaakt van wielen die op assen gemonteerd zijn en in elkaar grijpen. Tandwielen grijpen direct in elkaar.⁹ Wielen kunnen ook verbonden worden met een stang, een ketting, een riem of snaar.¹⁰

Er zijn ook overbrengingen waardoor een ronddraaiende beweging overgaat in een rechtlijnige beweging en overbrengingen die het omgekeerde bewerkstelligen. In beide gevallen wordt bij de overbrenging gebruik gemaakt van een stang of as.¹¹

Tenslotte zijn er overbrengingen waarbij een rechtlijnige beweging wordt omgezet in een andere rechtlijnige beweging. Bij dit type overbrenging wordt gebruik gemaakt van een hefboom of van een touw met katrollen. Met behulp hiervan kan een neergaande beweging worden omgezet in een opgaande en omgekeerd.¹²

- Hefbomen maken een kracht groter of kleiner en/of veranderen de richting van een kracht. Het veranderen van de grootte van een kracht gebeurt met hefbomen met ongelijke armen. Een kleine kracht uitgeoefend op de lange arm van de hefboom resulteert in een relatief grote kracht op de korte arm. Een hefboom brengt dus met weinig kracht op de lange arm veel kracht op de korte arm over.¹³ Hefbomen veranderen in het algemeen de richting van een kracht. Om onderdelen van een voorwerp met een hefboom ten opzichte van elkaar te laten bewegen, gebruikt men scharnieren of draaipunten.¹⁴ Tandwielen veranderen een draaiende beweging van snelheid en/of van richting. Bij snelheidsverandering wordt gebruik gemaakt van tandwielen van verschillende grootte. Als een tandwiel met weinig tanden een tandwiel met veel tanden aandrijft, treedt een vertraging op. Omgekeerd krijg je een versnelling van de beweging.¹⁵ Het veranderen van de richting van een (draaiende) beweging gebeurt met speciale tandwielen.¹⁶

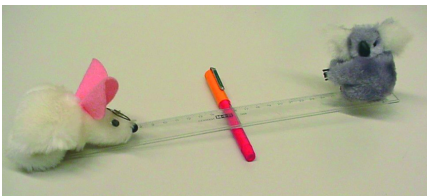
³ Zie ook paragraaf 5.1 van 'Natuuronderwijs voor de basisschool'.

Voorbeelden

- 9 Bij een lier grijpen de tanden van het kleine wiel en die van het grote wiel in elkaar. In elkaar grijpende tandwielen zijn ook te zien in de wekker van voorbeeld 15.



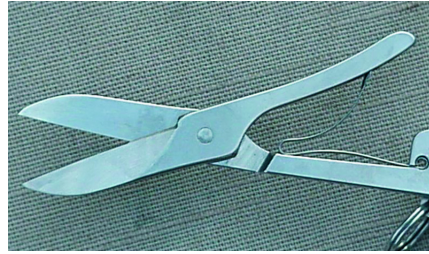
- 10 Het voorste en het achterste tandwiel van een fiets zijn door middel van een ketting met elkaar verbonden.
- 11 Een zuiger in een motor gaat op en neer en drijft een krukas aan. De krukas is verbonden met de wielen die draaien. Een rechtlijnige beweging wordt hier omgezet in een rond-draaiende. Bij een plakstift (of lippenstift) wordt een rond-draaiende beweging omgezet in een rechtlijnige.
- 12 Hefboom: bij een wip wordt een neergaande beweging aan de ene kant van de wip omgezet in een opgaande aan de andere kant.



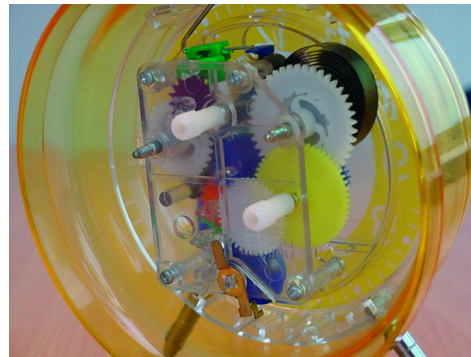
- 13 Met een notenkraker kan men een kracht vergroten.



- 14 Bij een schaar kunnen onderdelen ten opzichte van elkaar bewegen. Door een draaipunt wordt de kracht in een tegengestelde beweging overgebracht.



- 15 In een klok zorgt een tandwieloverbrenging ervoor dat de secondewijzer 3600 x sneller loopt dan de kleine wijzer. Bij de lier van voorbeeld 9 wordt de beweging van het kleine tandwiel vertraagd overgebracht op het grote tandwiel.



- 16 In een slagroomklopper zit een haakse tandwieloverbrenging. Als je aan de hendel draait, draait het tandwiel mee. Het tandwiel brengt de beweging over op de kloppers die in een andere richting draaien dan het tandwiel.



⁴ Er bestaan twee soorten besturingssystemen: stuursystemen en regelsystemen.

Stuursystemen zorgen voor uitvoer zonder terugkoppeling, dat wil zeggen dat het resultaat van de uitvoer achteraf niet wordt gemeten.

Bijvoorbeeld: een chocoladereepautomaat en een detectorpoortje. Ook een straatlamp die aangaat als een lichtsensor constateert dat een lichtwaarde onder een bepaald niveau komt, terwijl de lamp niet minder gaat branden als het een beetje lichter wordt, is een voorbeeld van een stuursysteem.

Een regelsysteem heeft tot doel een grootheid op een bepaalde waarde te houden door de uitvoer van het systeem voortdurend te vergelijken met een ingestelde waarde. Bijvoorbeeld: verlichtingssystemen die voortdurend de lichtwaarde in de omgeving meten en op basis van gemeten waarden beurtelings aan- en uitgaan.

Andere regelsystemen zijn:

- de regeling van verkeerslichten bij een voetgangersoversteekplaats;
- een alarminstallatie die waarschuwt als er een raam openstaat;
- de temperatuurregeling (thermostaat) van de verwarming.

1.3 Besturingen

Basisinzichten

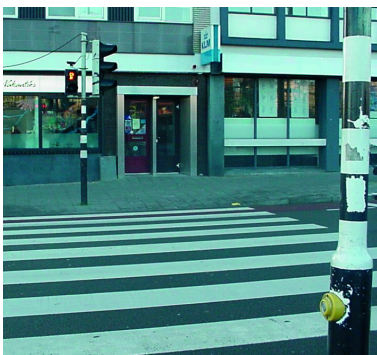
- Een besturingssysteem maakt het mogelijk een apparaat of machine te laten werken zonder tussenkomst van mensen.

Uitwerking

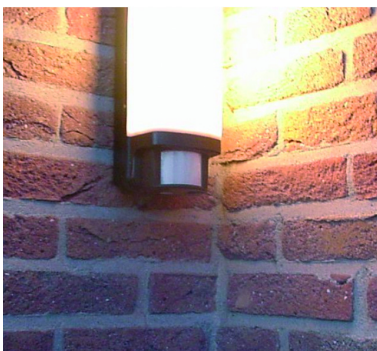
- In een besturingssysteem worden gegevens ingevoerd, die ervoor zorgen dat een machine bepaalde handelingen verricht zonder tussenkomst van mensen⁴. De machine reageert op bepaalde signalen uit de omgeving¹⁷. Voor de invoer van gegevens uit de omgeving kan gebruik gemaakt worden van verschillende sensoren ('voelers'), zoals een lichtsensor¹⁸, een temperatuursensor, een magneetveldsensor ¹⁹ of een druksensor. Een tijdschakelaar kan ook een signaal afgeven waarop een machine of een apparaat reageert. Besturingen worden gerealiseerd al dan niet met behulp van computertechniek.

Voorbeelden

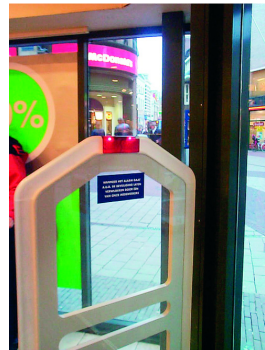
- 17 Een voetgangerslicht treedt in werking als iemand op de knop drukt.



- 18 Een waaklicht gaat automatisch aan door een lichtsensor.



- 19 Een detectiepoort in bijvoorbeeld een kledingwinkel is voorzien van een magneetveldsensor. De kledingstukken zijn voorzien van een magnetische strip die door de sensor gesignaleerd wordt. Er treedt dan een alarm in werking.



1.4 Energieomzettingen

Basisinzichten

- Brandstoffen, stromend water, wind en zon zijn energiebronnen. De mens gebruikt deze energiebronnen voor het opwekken van verschillende vormen van energie: beweging, licht, warmte en elektrische energie. Deze energievormen kunnen in elkaar omgezet worden.
- Elektrische energie wordt opgewekt in elektriciteitscentrales. Accu's en batterijen leveren ook elektrische energie.
- Als een spanningsbron wordt aangesloten op een geleidende kring gaat er een elektrische stroom lopen. Hoe groter de spanning, des te groter de elektrische stroom in de kring.

Uitwerking

- Eeuwenlang was de mens voor beweging en transport op spierkracht⁵ aangewezen. De energie voor de werking van spieren wordt geleverd door brandstoffen in voedsel⁶. Al vroeg in de geschiedenis wist de mens wind en stromend water als energiebron te gebruiken². Door de beheersing van het vuur gebruikte men op den duur ook brandstoffen als hout en mest voor het opwekken van energie. In de twintigste eeuw ontwikkelde men zonnecollectoren, waarbij de zon als energiebron gebruikt wordt. Met energiebronnen kan de mens verschillende vormen van energie opwekken: beweging, licht, warmte en elektrische energie⁷. Met apparaten kan men deze energievormen in elkaar omzetten. Voor het omzetten van warmte in beweging gebruikte men eerst de stoommachine en later de verbrandingsmotor³. Een dynamo zet beweging om

⁴ Zie pagina 15.

⁵ Zie ook 'Geschiedenis voor de basisschool'.

⁶ De energie die opgeslagen zit in brandstoffen wordt vaak met de soortnaam chemische energie aangegeven. Uiteindelijk is al deze energie natuurlijk een omzetting van zonne-energie (zie hoofdstuk 3 van 'Natuuronderwijs voor de basisschool'). In het classificatieschema 'Energieomzettingen' (figuur 7) wordt de energie-vorm aangeduid met: energie in brandstof.

⁷ Hier kan vanwege de herkenbaarheid voor kinderen gekozen worden voor dagelijks, maar minder nauwkeurig taalgebruik: voor 'elektriciteit' in plaats van 'elektrische energie'. Zie ook de paragrafen 5.1 en 5.3 van 'Natuuronderwijs voor de basisschool'.

⁸ Deze opsomming van energieomzettingen is niet uitputtend.

in elektrische energie^{>4} en een elektromotor doet het omgekeerde. Een zonnecel zet licht om in elektrische energie en in een lamp wordt elektrische energie weer omgezet in licht⁸.

- Elektrische energie wordt met behulp van een dynamo in een elektriciteitscentrale opgewekt^{>5}. Elektrische energie kan ook geleverd worden door een accu of een batterij. Elektrische energie kan door kabels naar elke wenselijke plek vervoerd worden^{>6} en omgezet worden in licht, warmte en met behulp van een elektromotor in beweging⁹. Veel apparaten zijn met een elektromotor uitgerust^{>7}.
- Als men een spanningsbron aansluit op een geleidende kring gaat er een elektrische stroom lopen. De spanningsbron samen met de gesloten geleidende kring heet stroomkring. Met een schakelaar kan men de elektrische stroom in de stroomkring in- en uitschakelen: bij het inschakelen sluit de stroomkring en kan de lamp branden of het elektrische apparaat werken. Bij het uitschakelen wordt de stroomkring onderbroken en gaat de lamp uit of valt het apparaat stil.

Door meerdere batterijen op de juiste wijze in serie te schakelen, krijgt de spanningsbron een grotere spanning¹⁰. Wanneer de spanning van een spanningsbron toeneemt, zal de stroom die in de stroomkring loopt¹¹ ook toenemen en zullen lampjes in de stroomkring feller gaan branden of de motor van een apparaat sneller draaien^{>8}.

Voorbeelden

- 1 Het land werd eeuwenlang bewerkt door handarbeid van boeren, daarbij geholpen door ossen en paarden die de ploeg trokken. Voertuigen werden geduwd door mensen of getrokken door dieren.
- 2 Met behulp van wind- en watermolens werd energie uit wind en stromend water omgezet in beweging, zoals malen, zagen en roeren. In de motor van een auto wordt benzine verbrand. De energie die vrijkomt zet een aandrijf-as in beweging.



- 3 In de motor van een auto wordt benzine verbrand. De energie die vrijkomt zet een aandrijf-as in beweging.

- 4 Een (kleine) dynamo zit ook op de fiets. Een fietsdynamo zet de energie die de fietser levert om in elektrische energie, waardoor het fietslicht brandt.



- 5 In Nederlandse elektriciteitscentrales wordt elektriciteit vooral geproduceerd uit steenkool en aardgas. Er zijn ook windmolenparken en in het buitenland ook waterkrachtcentrales.
- 6 Via hoogspanningsmasten, ondergrondse kabels en snoeren wordt elektriciteit vervoerd.



- 7 Mixers (zie foto), stofzuigers, (af)wasmachines en boormachines zijn uitgerust met een elektromotor.



- 8 Met een transformator regel je de spanning en daarmee de snelheid waarmee een speelgoedtreintje rijdt.

⁹ Zie ook paragraaf 1.2 van dit hoofdstuk.

¹⁰ Men kan deze spanning berekenen door de spanning van de afzonderlijke batterijen bij elkaar op te tellen.

¹¹ De netspanning is veel hoger (230 V) dan die van een batterij (1,5 V of 4,5 V) en levensgevaarlijk om proeven mee te doen. Wanneer door aanraking van stroomdraden de stroomkring gesloten wordt, kan netspanning een gevaarlijke 'elektrische schok' veroorzaken.

D Literatuur

Bouwmeester T., G. Doornekamp & R. Kleingeld (2001)

Techniek & didactiek, Ontwerpen en maken.

Enschede, Instituut voor leerplanontwikkeling;

Groningen, Wolters Noordhoff

Ministerie van Onderwijs Cultuur en Wetenschappen (1998)

Kerdoelen basisonderwijs 1998.

Den Haag, SDU-servicecentrum

Todd R., D. McCrory & K. Todd (1986)

Understanding and using technology.

Worcester, Massachusetts: Davis publications Inc.

Tule-project leergebied techniek kerndoel nummer 19

Technische producten maken (versie 18 mei 2001).

Enschede, Instituut voor Leerplanontwikkeling

Tule-project leergebied techniek kerndoel nummer 20

Technische producten onderzoeken (versie 18 mei 2001).

Enschede, Instituut voor Leerplanontwikkeling

Wereldoriëntatie voor de basisschool.

Arnhem, Citogroep 2002, bestaande uit de delen:

- Aardrijkskunde voor de basisschool
- Geschiedenis voor de basisschool
- Natuuronderwijs voor de basisschool

E Bijlagen

Bijlage 1 Gereedschappen

RUBRIEK	SOORT/ACTIVITEIT	EXEMPLAAR
Klemmen	werkbanken	bankschroef
	klemgereedschap	lijmtang
	tangen	combinatietang
Meten	meetlatten	liniaal, rolmaat
	schrijfhaken	verstekhaak, tekenhaak
	passers	steekpasser
	hulpgereedschappen	verstekbak
Verspanen	zagen met de hand	handzaag, figuurzaag ijzerzaag
	snijden	breekmes
	boren met de hand	handboor
	vijlen en raspen	vijl
	schuren	schuurpapier
	knippen draad	zijknijptang (of nijptang)
	knippen papier	papierschaar
	nagelen	hamer, nietmachine
	schroeven	schroevendraaier kruiskopschroevendraaier priem, steeksleutel
	solderen	soldeerbout
Vervormen	draad buigen	combinatietang, rondbektang
Veiligheid	kleding	schort, bril, handschoenen
	omgeving	onderlegger

Bijlage 2

Classificatieschema's

De domeinbeschrijving stelt de lezer in staat om orde te scheppen in de veelheid van opdrachten en activiteiten die in het kader van techniek door de diverse ontwikkelaars van lesprogramma's worden voorgesteld. Daartoe zijn een aantal beoordelingsmodellen ontworpen, die ten doel hebben om aspecten van een opdracht te beoordelen. Samen geven ze een beeld van de geschiktheid van een opdracht voor een bepaalde school en voor een bepaald lesprogramma.

Hieronder geven we een toelichting op de schema's.

Figuur 3 is bedoeld om primaire gegevens zoals de titel, de herkomst en de doelgroep in te vullen.

Figuur 4 biedt de mogelijkheid om systematisch na te gaan in hoeverre een opdracht past binnen de context van een bepaalde school. Het is evident dat de beoordeling van een opdracht per school op punten kan verschillen, omdat iedere school uiteraard eigen omstandigheden kent.

Figuur 5 is het schema 'domeinopbouw techniek'. Dit schema kan gebruikt worden om na te gaan welke kennisinhouden in een opdracht aan bod komen en op welke competenties de leerlingen aangesproken worden. Uiteraard is binnen één opdracht slechts een beperkt scala van inhouden en competenties aan de orde. Het gaat er echter om om door een verantwoorde keuze van opdrachten de leerlingen binnen het geheel van techniek in het onderwijs een evenwichtig aanbod te geven, zodat ze met zoveel mogelijk inhouden en competenties met betrekking tot techniek in aanraking komen.

Figuur 3 Primaire gegevens

OPDRACHT	Titel:	Herkomst:	Doelgroep:
	_____	_____	_____
	_____	_____	_____

Figuur 4 Classificatie van de organisatorische uitvoerbaarheid

ORGANISATORISCHE UITVOERBAARHEID	
Aansprekend voor kinderen	
past bij leefwereld	
past bij leer- en ontwikkelingsniveau	
Inpasbaarheid in onderwijsprogramma	
bij vakgebied	
qua tijdsbeslag	
organisatorisch	
werkplek realiseerbaar	
materialen en gereedschappen aanwezig	

Figuur 5 Classificatie van inhoud en competenties

competenties → inhouden ↓		<i>kennis + creativiteit: ontwerpen van het product</i>	<i>toepassen: maken van het product</i>	<i>reflectie: analyseren en evalueren van het product</i>
		de leerling kan:	de leerling kan:	de leerling kan:
<i>hulpmiddelen (gereedschappen, computer)</i>		een ontwerp maken, eventueel m.b.v. een computer; bij een ontwerp aangeven welke hulpmiddelen nodig zijn	uit een aantal hulpmiddelen de meest geschikte kiezen en veilig gebruiken	vaststellen welke hulpmiddelen bij het maken van het product gebruikt zijn; beoordelen of de gekozen hulpmiddelen adequaat zijn in het licht van de gestelde doelen
<i>materialen en materiaaleigenschappen</i>		bij een ontwerp aangeven welke materialen het meest geschikt zijn	uit een aantal materialen de meest geschikte kiezen en veilig gebruiken	vaststellen van welke materialen het product gemaakt is; beoordelen of de gekozen materialen adequaat zijn in het licht van de gestelde doelen
<i>natuur- kundige en technische principes</i>	<i>constructies</i>	constructieprincipes in een ontwerp opnemen	constructieprincipes toepassen	toegepaste constructieprincipes herkennen; beoordelen of de gekozen constructieprincipes adequaat zijn in het licht van de gestelde doelen
	<i>overbrengingen</i>	overbrengingen in een ontwerp opnemen	overbrengingen toepassen	toegepaste overbrengingen herkennen; beoordelen of de gekozen overbrengingen adequaat zijn in het licht van de gestelde doelen
	<i>besturingen</i>	een besturingssysteem in het ontwerp opnemen	een besturingssysteem toepassen	vaststellen of er sprake is van een besturingssysteem; de functionaliteit van het besturingssysteem beoordelen
	<i>energie (-omzettingen)</i>	in een ontwerp aangeven welke energievormen gebruikt worden en van welke energieomzetting sprake is	een energievorm omzetten in een andere energievorm	vaststellen welke energievorm voor het maken en eventueel voor de werking van een product van belang is en of energievormen in elkaar omgezet worden; beoordelen of de gekozen energievorm adequaat is in het licht van de gestelde doelen
<i>randvoorwaarden:</i> - <i>functionaliteit</i> - <i>prijs/kwaliteit</i> - <i>veiligheid</i> - <i>duurzaamheid</i>		bij het ontwerpen rekening houden met de genoemde randvoorwaarden	bij het maken rekening houden met de genoemde randvoorwaarden	het product beoordelen op de maatschappelijke implicatie waarbij (vaak tegenstrijdige) economische, politieke en milieuaspecten betrokken worden

Bijlage 3

Classificatieschema's, toepassing (Skeelers en Rollerskates)

De opdracht 'Skeelers en rollerskates' komt uit: Maak 't maar!,
bronnenboek techniek voor het primair onderwijs, Tjitse
Bouwmeester e.a. (SLO), Meulenhoff Educatief bv, Amsterdam.
De opdracht is aan het eind van deze bijlage toegevoegd.

De cijfers die in de tabellen tussen haakjes staan, worden na
figuur 9 toegelicht.

Figuur 6 Primaire gegevens

OPDRACHT	Titel:	Herkomst:	Doelgroep:
	Skeelers en Rollerskates	SLO-map Maak 't maar	Bovenbouw

Figuur 7 Classificatie van de organisatorische uitvoerbaarheid

ORGANISATORISCHE UITVOERBAARHEID	
Aansprekend voor kinderen	
past bij leefwereld	+
past bij leer- en ontwikkelingsniveau	+/- (1)
Inpasbaarheid in onderwijsprogramma	
bij vakgebied	biologie, aardrijkskunde (2)
qua tijdsbeslag	ca. 1,5 uur (3)
organisatorisch	+
werkplek realiseerbaar	+
materialen en gereedschappen aanwezig	leerlingen brengen skeelers / skates mee

Figuur 8 Classificatie van inhouden en competenties (4)

competenties → inhouden ↓		reflectie: analyseren en evalueren van het product	product: skeelers, rollerskates
		de leerling kan:	de leerling kan:
hulpmiddelen (gereedschappen, computer)		vaststellen welke hulpmiddelen bij het maken van het product gebruikt zijn; beoordelen of de gekozen hulpmiddelen adequaat zijn in het licht van de gestelde doelen	-- (5) -- (5)
materialen en materiaaleigenschappen		vaststellen van welke materialen het product gemaakt is; beoordelen of de gekozen materialen adequaat zijn in het licht van de gestelde doelen	X aangeven dat de wielen van kunststof zijn, de schoen van kunststof en/of leer en het onderstel van metaal is; aangeven dat metaal sterk en niet makkelijk te vervormen is en dat kunststof en leer soepel zijn.
natuur- kundige en technische principes	constructies	toegepaste constructieprincipes herkennen; beoordelen of de gekozen constructieprincipes adequaat zijn in het licht van de gestelde doelen	X verschillende verbindingstypen herkennen en beoordelen: losneembaar (schroef, veter, klittenband), vast (lijm) en beweegbaar (kogellager)
	overbrengingen	toegepaste overbrengingen herkennen; beoordelen of de gekozen overbrengingen adequaat zijn in het licht van de gestelde doelen	X rechtlijnig > draaiend (6) draaiend > rechtlijnig (7)
	besturingen	vaststellen of er sprake is van een besturingssysteem; de functionaliteit van het besturingssysteem beoordelen	-- (5)
	energie (-omzettingen)	vaststellen welke energievorm voor het maken en eventueel voor de werking van een product van belang is en of energievormen in elkaar omgezet worden; beoordelen of de gekozen energievorm adequaat is in het licht van de gestelde doelen	X aangeven dat voor het maken van de skeelers elektrische energie wordt omgezet in beweging en warmte (8); en dat bij gebruik van de skeelers energie in brandstof (voedsel) wordt omgezet in beweging en warmte.
randvoorwaarden: - functionaliteit - prijs/kwaliteit - veiligheid - duurzaamheid		beoordelen of het product voldoet aan het doel waarvoor het gemaakt is; het product beoordelen op de maatschappelijke implicatie waarbij (vaak tegenstrijdige) economische, politieke en milieuaspecten betrokken worden	X eisen formuleren waaraan een skeeler moet voldoen en nagaan of aan die eisen voldaan is; na vergelijking van de duurste en de goedkoopste skeelers een oordeel geven over de prijs/kwaliteit verhouding; aangeven hoe skeelers veilig te gebruiken zijn (9); aangeven wat het maken en vernietigen van skeelers betekent voor het milieu en aangeven of er materialen te hergebruiken zijn.

Figuur 9 Verdeling van opdrachten en competenties (10)

competenties → inhouden ↓		kennis + creativiteit: ontwerpen van het product	toepassen: maken van het product	reflectie: analyseren en evalueren van het product
		de leerling kan:	de leerling kan:	de leerling kan:
hulpmiddelen (gereedschappen, computer)				
materialen en materiaaleigenschappen				skeelers
natuur- kundige en technische principes	constructies			skeelers
	overbrengingen			skeelers
	besturingen			
	energie (-omzettingen)			skeelers
randvoorwaarden: - functionaliteit - prijs/kwaliteit - veiligheid - duurzaamheid				skeelers

Toelichting bij de (cijfers)

- 1 Sommige vragen van de 'vragenlijst bij het onderzoek van een technisch product' (SLO) zijn door leerlingen goed te beantwoorden; bijvoorbeeld vragen als: Uit welke onderdelen bestaat het product? Welke verbindingen zijn gebruikt? Andere vragen zijn (te?) moeilijk. Bijvoorbeeld: Welke bewerkingen van de materialen zijn uitgevoerd?
- 2 Relatie met het vak biologie: om te skeeleren gebruik je energie. Die energie maak je in je lichaam met brandstof en zuurstof. Brandstoffen zitten in je voedsel; zuurstof zit in de lucht die je inademt. Relatie met het vak aardrijkskunde: skeelers worden gemaakt in een fabriek, met machines. Industrie is een hoofdstuk in 'Aardrijkskunde voor de basisschool'.
- 3 De aangegeven tijd is een schatting, die gebaseerd is op 0,5 uur voorbespreken, 0,5 uur voor het uitvoeren van de opdracht, 0,5 uur nabespreken.
- 4 De SLO geeft bij de opdrachten uit de map 'Maak 't maar' al aan of het een analyseopdracht (B) of een maakopdracht (A) betreft. Hier betreft het een analyseopdracht, die gekoppeld is aan een vergelijkend warenonderzoek. In figuur 8 gaat het daarom alleen om de kolom 'reflectie' van het schema 'domeinopbouw'. In de figuur wordt aangegeven hoe bepaalde inhouden en competenties aan bod komen.
- 5 Het industriële productieproces van skeelers is voor kinderen een black box. Ze kunnen dus geen uitspraak doen over de gebruikte hulpmiddelen en toegepaste besturings-systemen tijdens het productieproces.
- 6 Door de kracht van de beenspieren gaan de wielen draaien, dus rechtlijnig>draaiend.
- 7 Door het draaien van de wielen ga je recht vooruit of achteruit, dus draaiend>rechtlijnig.
- 8 De energieomzetting die plaatsvindt bij het maken van de skeelers is voor vrijwel alle industriële producten hetzelfde: er wordt elektrische energie gebruikt om apparaten te laten werken, dus elektrische energie>beweging, warmte. Bij opdrachten waarbij leerlingen zelf een product maken, vinden ook energieomzettingen plaats (soms meerdere typen). Gaan leerlingen het zelf gemaakte product ook gebruiken, dan kan er nogmaals sprake zijn van energieomzettingen.
- 9 Je kunt hierbij denken aan het gebruik van pols-, elleboog-, en kniebeschermers tijdens het skeeleren.
- 10 Andere opdrachten kunnen op een vergelijkbare manier als de opdracht 'Skeelers en rollerskates' beoordeeld worden op inhouden en competenties. Zo kan een evenwichtige set van opdrachten verzameld worden die samen alle inhouden en competenties van techniek dekken. Deze opdrachten vullen samen figuur 9.

8 Skeelers en rollerskates

Bovenbouw
Constructie
B



Doelen

- Formuleren van eisen waaraan een rollerskate of een skeeler moet voldoen.
- Onderzoeken hoe die eisen vertaald zijn in constructie- en bewegingsprincipes.

Eindproduct

Een 'rapport' van een vergelijkend warenonderzoek over rollerskates en skeelers van alle klasgenootjes, waarbij vooral gelet is op technische eigenschappen.

Materialen

Voor de leerkracht:

- skeelers en rollerskates van de leerlingen
- een paar consumentengidsen
- kaartjes met nummers
- plakband

- Een rollerskate waarvan je vriendje zegt dat hij het perfect doet, koop je niet als de kleur je niet aanstaat. Of wel? Wat vind jij het belangrijkste, als je je spaargeld gaat uitgeven aan een paar nieuwe skeelers en rollerskates?

Besteed expliciet aandacht aan de technische eisen:

- Functionaliteit: snel, soepel. De wielen en kogellagers zijn daarbij van groot belang. Bekijk met de leerlingen het wielmechanisme.
- Materiaalkenmerken: Welke materialen zijn gebruikt? Zijn het goede, duurzame materialen?
- Verindingen: Hoe zit de schoen aan de schaats? Hoe zijn de stukken van de schoen verbonden? Hoe zijn de wielen in het metalen onderstel vastgezet?

Gebruik bij de technische bespreking werkblad 1. Bespreek vervolgens met de leerlingen de functie van consumentengidsen. Hierin staan tests waarin verschillende merken van dezelfde producten worden vergeleken. In tabellen wordt weergegeven in welke mate de producten voldoen aan de eisen die eraan gesteld worden.

Lesactiviteiten

In kleine groepjes gaan de leerlingen nu de rollerskates en de skeelers onderzoeken. Op werkblad 2 worden vragen gesteld die voor ieder paar rollerskates of skeelers moeten worden ingevuld. De leerlingen moeten hiervoor de rollerskate of skeeler goed bekijken, hem zelf testen en de mening van de eigenaar vragen.

Laat de leerlingen iedere 8 minuten hun paar aan het volgende groepje doorgeven. Tenslotte kunnen ze hun oordeel invullen in de tabel.

Afhankelijk van de hoeveelheid meegebrachte skeelers onderzoekt ieder groepje alle paren of niet. Op werkblad 2 is ruimte voor onderzoek van zes paar. Laat in ieder geval elk paar door meer dan één groepje bekijken.

Evaluatie

Vergelijk de verschillende resultaten van de leerlingen. Ongetwijfeld zijn de oordelen niet bij ieder groepje gelijk. Wat zijn de oorzaken van de verschillen? Probeer vervolgens tot een algemeen groepsoordeel te komen over de 'beste koop'.

Vooraf

Vraag de leerlingen van thuis hun rollerskates of skeelers mee te nemen.

Probeer in een sportzaak aan een reclamefolder te komen van een erg duur merk rollerskates en/of skeelers.

Lesverloop

Introductie

Zet de door de leerlingen meegebrachte skeelers en rollerskates op een rij. Plak aan ieder paar een kaartje met een nummer en schrijf er de naam van de eigenaar op. (Ook de reclamefolder krijgt een nummer.)

Aandachtspunten:

- Welke rollerskates of skeelers heb je het liefst en waarom?
- Aan welke eisen moet een rollerskate voldoen? En een skeeler?
- Welke eisen zijn het belangrijkste? (Is dat voor iedere leerling hetzelfde?)

Schrijf de eisen op het bord: snel, stevig, veilig, niet te duur, mooi, comfortabel, ...

- Met een skeeler waar na twee weken skeeleren al een wieltje af is, ga je terug naar de winkel.

**Tips**

- De wielen van skeelers en rollerskates kunnen aanleiding zijn om verder te kijken naar kogellagers. Leg hierbij een relatie met les 10 'De fiets'.
- Ook deze les kan ingepast worden binnen thematisch onderwijs, bijvoorbeeld het thema 'Wielen'.
- Bij het onderzoeken van een technisch product (B-domein) in de bovenbouw is onderstaand gebruikersblad met vragenlijst van belang. U vindt een paginavullende versie als bijlage 8 bij de algemene inleiding. Deze kunt u kopiëren en aan de kinderen geven als gebruiksmateriaal

Bijlage 8: Vragenlijst bij het onderzoek van een technisch product

Gebruikersblad

Vragen bij het onderzoek van een _____ (technisch product)

Vragen over het ontwerp

- Welke functie heeft het voorwerp/product?
- Waarom is het zo gemaakt?
- Welke eisen zijn aan het ontwerp gesteld?
- Welke materialen zijn gebruikt om het te maken?
- Welke constructie- en bewegingsprincipes zijn in dit product gebruikt?
- Welke energiebron is toegepast? Welke energie-omzetting, welk energietransport?

Vragen over het maken

- Hoe is het product gemaakt, uit welke onderdelen bestaat het en welke verbindingen zijn gebruikt?
- Welke bewerkingen van de materialen zijn uitgevoerd en welke gereedschappen en machines zijn daarvoor gebruikt?
- Kun je het product nabouwen zodat je begrijpt hoe het werkt?

Vragen over het gebruik

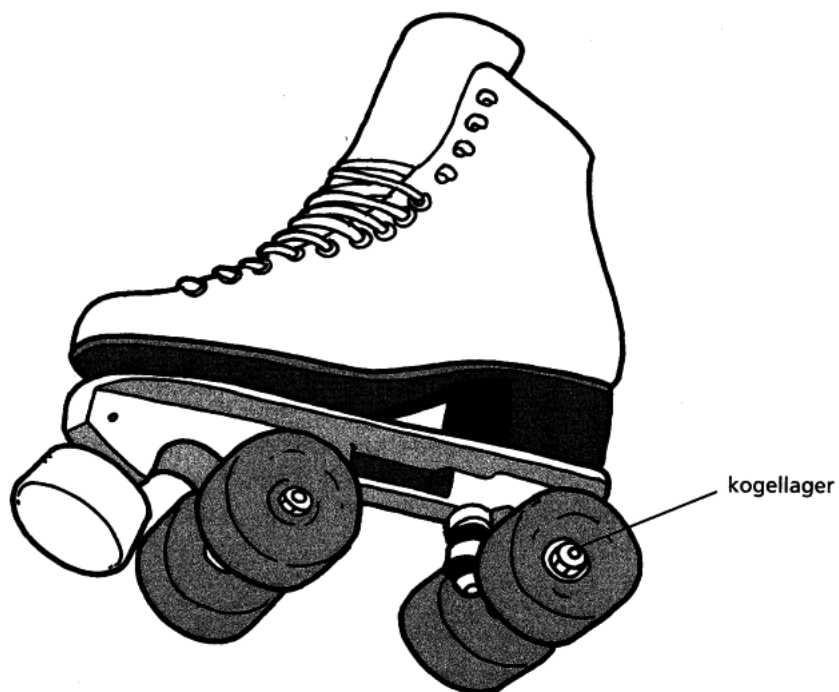
- Kun je eens laten zien hoe je het product gebruikt?
- Is het een nuttig product, voorziet het in een behoefte, zijn er milieubezwaren?
Wat gebruikten de mensen vroeger, wat gebruiken mensen elders?
- Wat is de juiste manier om het product te vernietigen, welke materialen zijn te hergebruiken (recyclen) en wat doe ik met het afval, is dat nog bruikbaar?



Bovenbouw
Constructie
B
Werkblad 1



8 Skeelers en rollerskates





Bovenbouw
Constructie
B
Werkblad 2



8 Skeelers en rollerskates

Bekijk de rollerskate of skeeler goed. Beantwoord de volgende vragen.

	paar 1	paar 2	paar 3	paar 4	paar 5	paar 6
Wat heeft de fabrikant gedaan om het product snel te maken?						
Wat heeft de fabrikant gedaan om het product stevig te maken?						
Wat heeft de fabrikant gedaan om het product veilig te maken?						
Wat heeft de fabrikant gedaan om het product mooi te maken?						
Wat heeft de fabrikant gedaan om het product comfortabel te maken?						
Heb je met je klas nog meer eisen gesteld? (Beantwoord daarover dezelfde vraag als hiervoor steeds geformuleerd is.)						

