

TECHNISCH ONTWERPEN STARTMODULE

NNX01

Deze startmodule is bedoeld voor klas 3 of 4 havo/vwo. Deze module dient vooraf te gaan aan een of meer TO-opdrachten die bij de verschillende sub-domeinen van het examenprogramma horen.

Met deze startmodule kunnen de leerlingen leren ontwerpen. Ontwerpen kenmerkt zich door een systematische aanpak met daarin naast veel doe-activiteiten aandacht voor een creatief denkproces, waarin kennis uit de natuurwetenschappelijke vakken van belang is.

 De systematische aanpak vind je terug in de (landelijk afgesproken) ontwerp-cyclus. (Zie ook de website Techniek12+). Door verschillende ontwerp-oefeningen, zoals cycluszooming, maken de leerlingen kennis met het ontwerp-proces. Ook de overeenkomsten en verschillen tussen onderzoeken en ontwerpen krijgen aandacht in deze module.

De startmodule bevat ten slotte een lijst met begrippen die de leerlingen moeten kunnen hanteren.

 In de kantlijn van de tekst staat af en toe dit pictogram. Dat geeft aan dat je op www.schoolsupport.nl/ninaweblinks een link naar een webpagina of andere informatie kunt vinden. De links op deze NiNaweblinks-pagina worden zoveel mogelijk up to date gehouden.

Colofon

Project	NiNa Technisch ontwerpen
Auteurs	Wim Sonneveld en Nord-Jan Vermeer
M.m.v.	Henry van Bergen, Marcel Dees en Michel Philippens
Versie	april 2012

Copyright

©Stichting natuurkunde.nl, Enschede 2012

Alle rechten op het lesmateriaal dat voor de pilot Nieuwe Natuurkunde ontwikkeld is, zijn voorbehouden aan de Stichting natuurkunde.nl. Geen enkele openbaarmaking of verveelvoudiging is toegestaan, zoals verspreiden, verzenden, opnemen in een ander werk, netwerk of website, tijdelijke of permanente reproductie, vertalen of bewerken of anderszins, voor al of niet commercieel hergebruik.

Als uitzondering hierop is openbaarmaking of verveelvoudiging toegestaan

- voor eigen gebruik of voor gebruik in het eigen onderwijs aan leerlingen of studenten;
- als onderdeel van een ander werk, netwerk of website, tijdelijke of permanente reproductie, vertaald en/of bewerkt en/of verder ontwikkeld, voor al of niet commercieel hergebruik, mits hierbij voldaan is aan de volgende condities:

1. schriftelijke toestemming is verkregen van de Stichting natuurkunde.nl, met als contactadres de Nederlandse Natuurkundige Vereniging: verenigingsmanager@nnv.nl

2. bij hergebruik of verspreiding wordt door de gebruiker de bron correct vermeld, en de licentievoorwaarden van dit werk kenbaar gemaakt.

Voor zover de Stichting natuurkunde.nl gebruik maakt van extern materiaal heeft zij getracht toestemming te verkrijgen van eventuele rechthebbenden. Mocht u desondanks van mening zijn dat u rechten kunt laten gelden op materiaal dat in deze reeks is gebruikt dan wordt u verzocht contact op te nemen met: verenigingsmanager@nnv.nl.

Het lesmateriaal is met zorg samengesteld en getest. De Stichting natuurkunde.nl, resp. de auteurs aanvaarden geen enkele aansprakelijkheid voor onjuistheden en/of onvolledigheden in de modules, noch enige aansprakelijkheid voor enige schade, voortkomend uit het gebruik van deze modules.

INHOUDSOPGAVE

1	Startopdracht	3
2	Wat houdt technisch ontwerpen in?	4
2.1	De ontwerpcyclus	8
2.2	Extra: Een nieuw product	10
	Intermezzo	11
3	Woordweb	12
4	Productanalyse	13
5	Hellingbaan	14
6	Kaasschaaf	18
7	Ontwerpen en onderzoeken	20
8	Begrippenlijst ontwerpen	22

Technisch ontwerpen Startmodule

1 Startopdracht

Bij deze opdracht is het de bedoeling dat je een eenvoudig voorwerp maakt met een aantal eveneens eenvoudige materialen. Je werkt samen in een groepje van 3 mensen.

Je mag gebruik maken van:

- dikke rietjes
- cocktailprikkers
- plasticine of klei
- papier, formaat A6
- paperclips
- plakband
- aluminium bakjes
- touw
- wasknijpers
- pritt-stift
- een schaar



Opdracht Je hebt maximaal 20 minuten om het voorwerp te maken. Als de tijd om is, worden de voorwerpen gepresenteerd. Een presentatie duurt maximaal 2 minuten. Je mag kiezen uit de onderstaande 5 voorwerpen.



sorteermachine

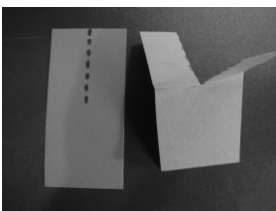
Ontwerp en maak een sorteermachine die stalen balletjes van vier verschillende groottes sorteert en opvangt.

preparaat-transporter

Bij het onderzoek naar verschillende ziektes worden kleine radioactieve preparaten gebruikt. Vaak is het vanwege het besmettingsgevaar niet mogelijk om die met de hand op te pakken. Om zelf op veilige afstand (minimaal 25 cm) van de radioactieve bron te blijven is het handig om een apparaatje te maken waarmee je probeert een preparaat - zonder dit aan te raken - te transporteren door het eerst op te tillen en dan te verplaatsen. Als preparaat neem je bijvoorbeeld een blokje klei of een fotodoosje.

lanceerapparaat

Ontwerp en maak een lanceerinstallatie die een stalen kogel precies 1 m hoog kan krijgen, zonder jouw hulp.



rotokopter

Ontwerp en maak testmodellen van een rotokopter. Kies de rotokopter die het langst in de lucht blijft, losgelaten op 1,5 m hoogte. De uitdaging is 5 sec.

eenhandige spinnenvanger

Ontwerp en maak een 'toestel' waarmee je met 1 hand een spin kunt vangen en weer levend buiten kunt zetten.

Technisch ontwerpen Startmodule

2 Wat houdt technisch ontwerpen in?

Ontwerpers bedenken en ontwikkelen nieuwe producten. Voorbeelden van producten zijn o.a. een walkman, een koffiezetapparaat, een couveuse, een drankje, een verpakking, een fiets, een verfsoort, een kantoorgebouw. Producten worden ontworpen omdat mensen er behoefte aan hebben. Zo is er bijvoorbeeld een vacuümverpakking ontworpen omdat mensen behoefte hebben aan koffie die langer vers blijft.

Paragraafvraag	Wat doet een ontwerper?
----------------	-------------------------

Instap

De start is een probleem

Ontwerpers gaan bij hun ontwerp uit van een probleem. Veel suikerpatiënten bijvoorbeeld mogen geen frisdrank met suiker. Voor dit probleem hebben ontwerpers suikervrije dranken ontwikkeld.



Uit dit en voorgaande voorbeelden kun je afleiden dat ontwerpers in heel verschillende vakgebieden werken. Een nieuwe constructie wordt ontworpen door een bouwkundige, een nieuwe drank door een levensmiddelen-technoloog. Voor de aanpak van een bepaald probleem gebruik je vaak specialistische vakkennis.

Ontwerpers bedenken en ontwikkelen ook plannen voor de fabricage van een ontwerp. Daarom wordt het ontwerp uitgewerkt in technische tekeningen met een overzicht van de gebruikte materialen en bewerkingstechnieken. Ontwerpers fabriceren het uiteindelijke product niet zelf, dat wordt uitbesteed aan de productieafdeling van een bedrijf.

Waarmee moet je als ontwerper rekening houden?

Naast de opdrachtgever heeft de ontwerper te maken met wensen en eisen van een aantal verschillende betrokkenen. Bij ontwerpen moet je rekening houden met veel verschillende aspecten.

De *consument/gebruiker* wil een product dat aansluit bij zijn behoeften, bijvoorbeeld: nuttig, gebruiksvriendelijk, niet te duur

Ook stellen de gebruikers eisen aan de *vormgeving*, bijvoorbeeld een handige en aantrekkelijke vorm van het product. Ook de *duurzaamheid* is van belang, het product moet niet te snel versleten zijn.

De *fabrikant* moet het snel, vaak in grote aantallen en goedkoop kunnen maken.

De *ondernemer* wil met dit product zoveel geld verdienen dat hij de gemaakte productiekosten ruimschoots terugverdiend.

De *overheid* stelt eisen op het gebied van milieu, veiligheid en kwaliteit.

Een ontwerper bedenkt en ontwikkelt producten die zo goed mogelijk voldoen aan de wensen van de probleemhebbers.

Met alleen een ontwerp heb je nog geen nieuw product. Het moet bijvoorbeeld ook geproduceerd en verkocht worden. Bij technisch ontwerpen houden we ons alleen bezig met het ontwerpproces zelf.



Smart begon eind vorige eeuw met een heel nieuw concept voor de productie van auto's.

Het ontwerpen van een product staat niet op zichzelf maar maakt deel uit van het *productontwikkelingsproces*.

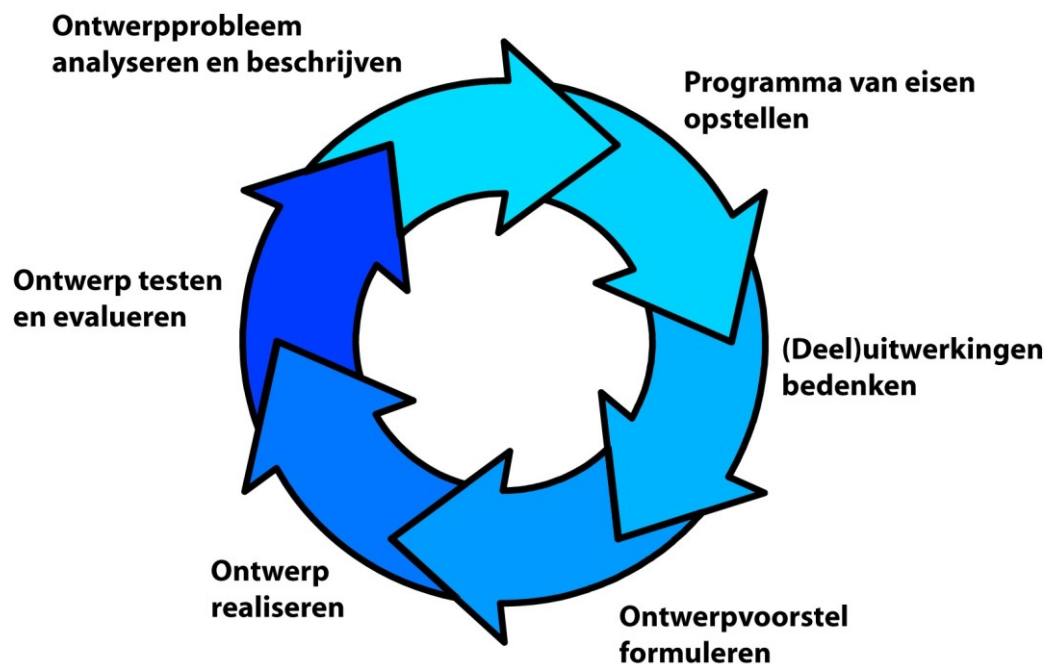
Een onderneming geeft pas opdracht tot een ontwerp als het ontwerpprobleem en de **taken** en **eigenschappen** van het nieuwe product zijn vastgelegd. Ook moet de onderneming eerst bepalen voor welke gebruikers het ontwerp is bedoeld, in welke aantallen het zal worden geproduceerd en op welke kostprijs en verkoopprijs de onderneming mikt.

Een plan voor een nieuwe ondernemingsactiviteit bevat naast het productontwerp o.a. :

- plannen voor het fabricageproces;
- de inrichting van de fabriek;
- de milieueisen;
- de distributie;
- de marktbenadering;
- soms zelfs een geheel nieuwe productie- en verkooporganisatie.

Hoe kun je leren ontwerpen?

Ontwerpen gaat het best als je het systematisch aanpakt. Je leert dit al doende, door de verschillende fasen (stappen) van het ontwerpproces een aantal malen te doorlopen. Daarbij maken we gebruik van de zogenaamde 'ontwerpcyclus'. Deze cyclus bestaat uit 6 fasen.



Fase 1 Het analyseren en beschrijven van het ontwerpprobleem.

Een gebruiker van een product of een opdrachtgever voor iets nieuws komt met een probleem of een opdracht. Als je dat probleem analyseert stel je jezelf vragen om er achter te komen hoe het probleem precies in elkaar zit. Voorbeelden van dergelijke vragen zijn: Wie hebben dit probleem? Waar wordt het door veroorzaakt? Zijn er problemen die hier op lijken? Ken je daar oplossingen van? Door de antwoorden op deze vragen zo nauwkeurig mogelijk op te schrijven, krijg je goed zicht op het ontwerpprobleem. Een geschikte methode om in deze fase te gebruiken is weergegeven in §3.

Fase 2 Het opstellen van een programma van eisen waaraan het ontwerp moet voldoen.

Een programma van eisen (PvE) kun je opvatten als een lijst waarop alle toetsbare voorwaarden staan waaraan het product moet voldoen. Daarbij staan de wensen en eisen van de opdrachtgever natuurlijk voorop.

Fase 3 Het bedenken van deelsluitwerkingen voor de taken en eigenschappen waaraan het ontwerp moet voldoen. Je doet dit met behulp van een ideeëntabel.

Een *deelsluitwerking* is een voorstel om een stuk van het probleem op te lossen. Als in het programma van eisen bijvoorbeeld staat dat het voorwerp licht moet zijn, dan kun je als deelsluitwerking voor deze eis noemen dat het voorwerp van karton gemaakt moet worden, of van een lichte plasticsoort, of dat het materiaal uitgehold moet worden, etc.

Een *taak* is een handeling die het voorwerp moet kunnen uitvoeren. Een taak heeft te maken met de bedoelingen van het product en kan zijn: snijden, optillen, schoonmaken, bewaren, etc.

Een *eigenschap* is iets anders dan een taak. Het is een kenmerk van het product die het gedrag ervan onder verschillende omstandigheden bepaalt. Voorbeelden van eigenschappen zijn de kleur van het voorwerp, de afmetingen van het voorwerp, het gewicht van het voorwerp, de gebruikersvriendelijkheid, etc.

Een *ideeëntabel* is een tabel waarin je voor elke taak en eigenschap minstens drie verschillende ideeën voor (deel)sluitwerkingen kunt noteren. Aan het eind van deze paragraaf staat een voorbeeld van een ideeëntabel.

Fase 4 Het formuleren van een ontwerpvoorstel op grond van de optimale combinatie van deelsluitwerkingen.

Een ontwerpvoorstel formuleren betekent dat je met behulp van tekeningen en tekst laat zien hoe het product er precies uit komt te zien, waar het van gemaakt is, etc.

Om dit te bereiken heb je de optimale (= best haalbare) combinatie van deeloplossingen gekozen uit de ideeëntabel. Let op: dit betekent niet dat *per taak/eigenschap* de beste deeloplossing is gekozen. Het gaat erom dat alle gekozen deeloplossingen het best bij elkaar passen!



Prototype van een robot?

Fase 5 Het realiseren van het ontwerp; het maken van een prototype.

Een *prototype* is een handgemaakte eerste versie van het product, een soort proefproduct. In deze fase wordt het ontwerp dus echt uitgevoerd (gerealiseerd).

Fase 6 Het testen en evalueren van het ontwerp en zo nodig verbetervoorstellen doen.

Als het prototype klaar is, kan het getest worden. Bij het evalueren van de testresultaten wordt bekeken in hoeverre het product voldoet aan de gestelde eisen. Wordt aan sommige eisen onvoldoende voldaan, dan wordt bekeken waar dat aan ligt. Je bent het probleem dan opnieuw aan het analyseren. Om voorstellen voor verbetering te doen moet de ontwerpcyclus (gedeeltelijk) opnieuw doorlopen worden.

Opdrachten

Je hebt de 6 fasen van de ontwerpcyclus nu één keer gezien. Om goed te begrijpen wat de bedoeling is moet je er dieper over nadenken. Daarvoor dienen de volgende opdrachten.

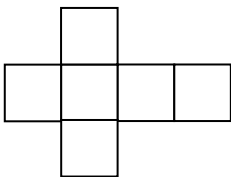
Opdracht 1 hoort bij ontwerpfasen 1, opdracht 2 bij fase 2 enzovoort. *Lees steeds eerst de tekst bij die fase nog een keer* en beantwoord dan de vragen.

“Ik wil mensen graag aan het denken zetten over de ethische gevolgen van een technisch ontwerp. Iedere nieuwe techniek heeft maatschappelijke gevolgen.”

Hoe kan techniek bepalen wat ik kies en waar ik ga of sta?

“Een goed voorbeeld zijn de laag overhangende snelwegen in New York, die begin vorige eeuw werden gebouwd. Nadere studie onthulde dat de architect racistische ideeën had. Die bruggen werden precies gebouwd tussen het stadsdeel met de parken voor blanke rijken en het arme stadsdeel, waar de zwarte bevolking woonde. De bruggen bleken zo laag gebouwd, dat er geen bussen onderdoor konden, het armeluivervoer. Zo kon hij met een ontwerp bewerkstelligen dat er minder zwarten uit het arme gedeelte naar de parken kwamen.”

Bron: Prof. Jeroen van den Hoven in Delta.08 10-03-2005



1 Fase 1

Je wilt een nieuw slot voor je fiets ontwerpen, want afgesloten fietsen worden vaak gestolen. In de tekst over fase 1 staan vier vragen. Beantwoord die voor dit product.

2 Fase 2

Een eis waaraan een goed slot voor je fiets moet voldoen is dat het niet in bijvoorbeeld 15 seconde is door te zagen met een ijzerzaag.

- Verzin nog een eis waaraan een goed fietsslot moet voldoen.

Lees hiernaast het gedeelte uit een interview met professor Van den Hoven, techniekfilosoof en ethicus aan de TU Delft.

- Bedenk zelf ook een voorbeeld waarbij *ethische* eisen van invloed zijn op een ontwerp.

3 Fase 3

Een fiets heeft een duur zadel, met vering, dat bevestigd is op een speciale zadelpen die werkt als een schokbreker. De zwarte bekleding van het zadel is van vochtwerend materiaal gemaakt met een schuimrubber vulling.

- Welk probleem heeft de zadelmaker proberen op te lossen?
- Voor welke *taak* van het zadel zijn hierboven oplossingen genoemd?
- Welke *eigenschap* heeft het zadel hierdoor?
- Welke drie *deeluitwerkingen* zijn hierboven genoemd om deze taak te verrichten?

4 Fase 4

Je hebt de opdracht om een doosje te ontwerpen dat door de klant uit één stuk karton te vouwen is en eenvoudig in elkaar te zetten is *zonder* lijm of ander bevestigingsmateriaal.

Je hebt een ruimtelijke tekening van je ontwerp gemaakt, maar de klant vindt dit niet voldoende.

- Welke andere tekeningen zal de klant nog meer van je willen hebben?
- Welke aanwijzingen wil hij dat je bij je tekeningen opschrijft?

5 Fase 5

Iemand heeft een kubusvormig doosje ontworpen in opdracht van de klant uit opdracht 4. Hiernaast zie je een uitslag van zijn ontwerp.

Waar zal deze ontwerper achter komen als hij zijn prototype gaat bouwen?

6 Fase 6

Test de pen waarmee je schrijft.

- Welke eisen stel jij aan een goede pen? Schrijf er minstens 4 op.
- Voldoet jouw pen aan jouw eisen? Heb je een voorstel om te verbeteren?

2.1 De ontwerpcyclus



Een heel andere cyclus: de ontwikkeling van een vlieg

Technisch ontwerpen is *cyclisch* proces. Je doorloopt de ene fase na de andere tot je de cyclus rond bent. Soms blijkt echter dat je eerdere fasen niet goed genoeg hebt uitgewerkt en moet je enkele fasen terug. Daarna doorloop je een aantal fasen opnieuw, maar dan grondiger en meer volledig.

Bij het uitwerken van je technische ontwerp wil je misschien in grote stappen vooruit of juist terug. Dat komt in de praktijk van ontwerpers ook regelmatig voor. Doe dat gerust: je ontwerp zal er beter van worden. Je doorloopt een ontwerpcyclus dus niet alleen maar voorwaarts, maar soms ook kriskras vooruit en achteruit.

7 De hele cyclus?

- Beschrijf kort elke fase van de ontwerpcyclus die je met het doen van de startopdracht in §1 hebt doorlopen.
- Heb je de cyclus één keer doorlopen? Ben je voor-en achteruit gegaan? Probeer zo volledig mogelijk te antwoorden.

Meer over de ideeëntabel

Bij de stap 'deeluitwerkingen bedenken' werk je met een **ideeëntabel**.

- Eerst geef je zo beknopt mogelijk de *hoofdtak* van het product weer. Anders gezegd: wat het product in de eerste plaats moet kunnen.
- Dan vul je in de linkerkolom de *deeltaken* (afgeleid van de hoofdtak) en *eigenschappen* (die gaan over vormgeving, ergonomie, milieu, manier van produceren enz.) van het ontwerp in. Je kunt deze afleiden uit het programma van eisen.
- Vervolgens ga je per taak/eigenschap drie of vier deeluitwerkingen bedenken. Je kunt je ideeën opschrijven of tekenen.

Hieronder zie je een voorbeeld van een gedeeltelijk ingevulde ideeëntabel voor het ontwerp van een inbraakalarm. Om makkelijker op ideeën te komen zet je een deeltaak/eigenschap om in een "hoe kun je" vraag. Bij dit voorbeeld zoek je uitwerkingen voor de vragen "Hoe kun je deuren en ramen beveiligen?" of "Hoe kun je een inbreker registreren?". Zulke vragen worden door ontwerpers HKJ-vragen genoemd. *HKJ = Hoe kun je?*

Hoofdtak: huis beveiligen tegen inbrekers

deeltaken	uitwerkingen			
	1	2	3	4
1 beveiligen deuren	sloten	klemmen	dievenklauwen	dubbele deuren
2 beveiligen ramen	tralies voor ramen	sloten	klemmen	dievenklauwen
3 registreren inbreker	bewegingsalarm	camera's	alarm op deuren en ramen	geluidsopname
eigenschappen				
4 stevig	staal	titanium	dik hout	hard plastic
5 gebruiksvriendelijk	geen scherpe randen/haken	duidelijke handleiding	soepel te bedienen	gebruik van hefboomen

In de volgende fase zoek je de optimale combinatie van uitwerkingen, hieruit formuleer je het **ontwerpvoorstel**. Daarbij moet je wel steeds terugkijken naar het programma van eisen (PvE).

8 Een ideeëntabel van een broodrooster

Hoe kun je?

deeltaken	uitwerkingen			
	1	2	3	4
1 verwarmen				
2 schakelen				
3 transporteren				

Hierboven zie je een gedeeltelijk ingevulde ideeëntabel voor een ontwerp van een broodrooster, met een extra hulpmiddel: de HKJ-vraag.

- Wat is de hoofdtak?
- Geef minstens 3 uitwerkingen per genoemde deeltaak. Maak gebruik van de HKJ-vraag.

Afsluiting

Zoals je ziet, komt er heel wat kijken bij het maken van een (technisch) ontwerp. De komende paragrafen zul je gaan oefenen met delen van de cyclus. In sommige opdrachten analyseer je het probleem, maak je een programma van eisen en bedenk je de uitwerkingen. In andere opdrachten test en evalueer je bestaande producten en doe je voorstellen ter verbetering. Er zijn ook opdrachten waarin je iets gaat bouwen.

De belangrijkste fasen in het ontwerpproces zijn:

Fase 1: Het analyseren en beschrijven van het ontwerpprobleem.

Fase 2: Het opstellen van een programma van eisen waaraan het ontwerp moet voldoen.

Fase 3: Het bedenken van de uitwerkingen voor de taken en eigenschappen waaraan het ontwerp moet voldoen met behulp van een ideeëntabel.

Fase 4: Het formuleren van een ontwerpvoorstel op basis van de optimale combinatie van de uitwerkingen.

Fase 5: Het realiseren van het ontwerp; het maken van een prototype.

Fase 6: Het testen en evalueren van het ontwerp en zo nodig verbetervoorstellen doen.

2.2 Extra: Een nieuw product

Voor een nieuw product op de markt wordt gebracht, wordt het uitgebreid getest en steeds verbeterd. Zo worden prototypes van nieuwe auto's aan allerlei veiligheidsonderzoeken onderworpen. Voorbeelden daarvan vind je in autobladen en soms ook in het blad van de ANWB, De Kampioen. Maar ook bestaande producten worden voortdurend verbeterd. De ervaringen van de gebruikers zijn daarbij vaak van groot belang.

Nieuwe auto

Autofabrikanten brengen elk jaar nieuwe modellen op de markt. In het ontwerpvoorstel voor een nieuw type staan ook de veiligheidseisen. Bijvoorbeeld eisen aan de stevigheid van de auto, de hoofdsteunen, de autogordels, de kreukelzones, de airbags, de remmen en de banden.

Botsproeven met echte auto's zijn nogal kostbaar. Vaak wordt er al voor het bouwen van het prototype van een nieuw automodel met behulp van de computer een groot aantal virtuele botsproeven gedaan. Als na berekeningen blijkt dat het *computermodel* aan alle veiligheidseisen voldoet, laat de fabrikant een aantal prototypes in het echt bouwen. Deze testmodellen ondergaan een aantal echte botsproeven. Met geavanceerde elektronische meetinstrumenten worden de effecten van de botsingen geregistreerd. De effecten op de passagiers worden bepaald met poppen (dummy's) die ook voorzien zijn van allerlei meetapparatuur.

Alle testgegevens zijn van belang voor de beslissing of het nieuwe model veilig genoeg is om daadwerkelijk in productie te nemen.



Een botsproef

Nieuwe stoel

Tussen het prototype en het uiteindelijke product ligt vaak een lange weg. Neem bijvoorbeeld een gewone stoel voor in de zithoek thuis. In een advertentie staat: 'Getest op *kwaliteit*, 10 jaar garantie.' Om die garantie te kunnen geven gebruikt de fabrikant testen die de gebruiksomstandigheden nabootsen. Je hebt het vast wel eens gezien: een apparaat duwt dag in dag uit op de stoel met een kracht die te vergelijken is met het gewicht van iemand die erop gaat zitten. Vaak wordt het aantal keren ook nog geteld. Door de stoel tienduizenden keren te belasten kun je het effect van het dagelijkse gebruik gedurende langere tijd nabootsen. Een dergelijke test wordt een *duurproef* genoemd.

Bij tegenvallende resultaten past de fabrikant het ontwerp aan en wordt de duurproef herhaald. Daarbij kan weer een ander zwak punt in het ontwerp aan het licht komen. Zo leidt elk testresultaat tot een productverbetering. Zo'n proces van een aantal malen testen en kleine verbeteringen aanbrengen heet *optimalisatie*. Dit wordt veel gebruikt om de kwaliteit van het prototype stapsgewijs te verbeteren. Je ziet ook hier dat de ontwerpcyclus meerdere malen wordt doorlopen. Op het nieuwe of verbeterde product wordt vaak een *octrooi* aangevraagd. Zo worden de rechten beschermd en kan alleen het bedrijf dat het (verbeterde) product heeft ontworpen hiervoor geld krijgen.



Teststoel ?

9 Leerlingenvervoer

Je denkt mee over het ontwerpen van een bus voor leerlingenvervoer.

- Noem minstens 5 onderdelen van de bus die moeten worden getest op veiligheid.
- Wat is het nut van virtuele botsproeven bij dit ontwerp?

10 Autodeur

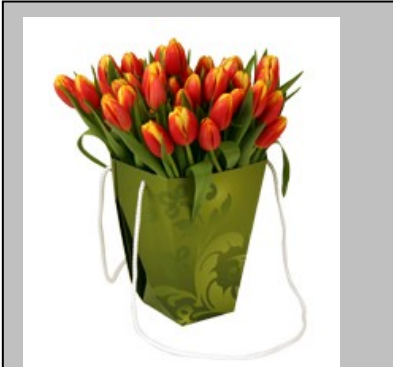
Bij een duurproef gaat een autodeur 30.000 keer open en dicht. Een auto moet minstens tien jaar meegaan. Je mag er van uitgaan dat de autodeur gemiddeld 6 keer per dag open en dicht gaat.

Bereken of 30.000 keer voldoende is om 10 jaar gebruik na te bootsen.

11 Octrooi

Zoek met behulp van een encyclopedie of met Internet antwoord op de volgende vragen.

- Wat is een octrooi en waar is het aan te vragen?
- Waar en hoe lang is een octrooi geldig?
- Wat is het voordeel van een octrooi?
- Waarom vragen fabrikanten of uitvinders octrooi aan voor een product?



Van Idee tot Eindproduct

Janneke Verhagen presenteerde in 2004 haar beste idee:

de **Bloementasvaas**. Toen slechts een goed idee, nu een uniek eindproduct! Een gebruiksvriendelijk product voor zowel de bloemist, de klant als de eindgebruiker.

De Bloementasvaas wordt plat aangeleverd en is hierna in één beweging op te zetten. Water erbij, bloemetje erin en klaar! De klant kan de bloementasvaas met bloemen en water zonder zorgen vervoeren. Zelfs op de fiets of in de auto is geen probleem. Dankzij de handige draagkoorden kan de bloementasvaas namelijk aan het stuur van de fiets of in de auto worden opgehangen.

Op bestemming aangekomen kan de bloementasvaas met bloemen zonder omkijken op tafel worden gezet. Dit noemen wij pas gebruikersgemak; zie [Bloementasvaas](#).

Technisch ontwerpen Startmodule Intermezzo

De volgende paragrafen bevatten oefeningen om het ontwerpen beter onder de knie te krijgen.

In §3 ga je in korte tijd met een *woordweb* de eerste twee fasen van het ontwerpen oefenen. De nadruk ligt op verkenning!

De oefening van §4 is vooral bedoeld om *eigenschappen* en *taken* van een product in kaart te brengen. Deze opdracht past goed bij fase 6. Zo krijg je meer zicht op de bedoeling van een product.

In §5 en §6 staan 2 voorbeelden van oefenen met een deel van de ontwerp-cyclus. Je zoomt telkens in op een ander vaardigheidsaspect van technisch ontwerpen. *Cycluszooming* is kennis maken met verschillende onderdelen van het ontwerpproces. Hiermee oefen je in korte tijd de gehele *ontwerpcyclus*. Gelijktijdig wordt aandacht geschonken aan vakinhoudelijke kennis. De codering A, B en C heeft te maken met de fasen waarop wordt ingezoomd. A (van Analyse) hoort vooral bij de beginfasen, B (van Bouwen) stelt vooral het daadwerkelijk maken van een prototype centraal en in opdrachten met code C (van Consument) gaat het vooral om het testen en verbeteren van producten.



Meer van deze cycluszooming-opdrachten vind je op de site van [Techniek12+](#).

Met een paar van deze opdrachten krijg je de hele ontwerpcyclus onder de knie. Deze ervaring kun je dan gebruiken bij het doen van de TO-modules die horen bij diverse subdomeinen van het examenprogramma en eventueel later in je profielwerkstuk.

In voorgaande jaren heb je bij verschillende vakken geleerd hoe je onderzoek doet. In §7 wordt dieper ingegaan op overeenkomsten en verschillen tussen ontwerpen en onderzoeken.

Deze module eindigt met een begrippenlijst in §8.



Technisch ontwerpen Startmodule

3 Woordweb

Ontwerpen is groepswork. Samen kom je vaak op meer en betere ideeën dan wanneer je alleen werkt. Daarom werk je bij deze les in groepjes.

Samen maak je kennis met de eerste fasen van het ontwerpproces aan de hand van een ontwerpprobleem.

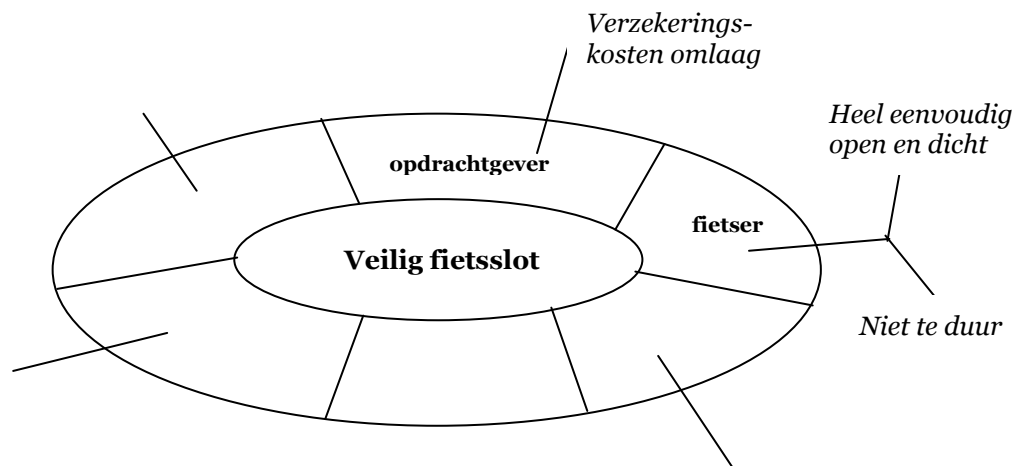
Fasen van de cyclus	Analyseer en beschrijf het ontwerpprobleem; PvE opstellen.
---------------------	--

Een ontwerpprobleem

De laatste jaren worden fietssendieven steeds vindingrijker. Ze kunnen veel fietsslots die nu te koop zijn, toch openbreken. Bovendien blijkt uit statistieken dat de fietsers de slots onvoldoende gebruiken. Het aantal gestolen fietsen neemt dan ook toe. Voor de politie is er daardoor meer werk en de verzekeringsmaatschappijen moeten meer schadeclaims afhandelen.

Elk ontwerp begint met een ontwerpprobleem. De ontwerper krijgt de opdracht om een oplossing voor dat probleem verzinnen. De opdracht komt in dit geval van een verzekeringsmaatschappij: ontwerp een slot dat beter beveiligd dan de gebruikelijke slots en dat fietsers graag willen gebruiken.

Met zo'n opdracht ga je als ontwerper aan het werk. Eerst verken je het ontwerpprobleem. Je opdracht is niet alleen om iets ontwerpen waarmee het bijna niet meer mogelijk is dat een fiets gestolen wordt. Je moet er ook voor zorgen dat de gebruikers het een handig apparaat vinden. Kortom: je moet het ontwerpprobleem goed analyseren en beschrijven. Een hulpmiddel daarbij is het *woordweb*. Je zet midden op je papier het product waar het om gaat. Daaromheen zet je, net als in het voorbeeld hieronder, iedereen die met het probleem iets te maken heeft, de *probleemhebbers*.



Fietsendief?

Bron: Fietzersbond.nl

- 12** Vul het **woordweb** hierboven verder in.

Doe dat door aan elkaar de vraag te stellen:

Wie hebben er nog meer met dit probleem te maken?

Zet die 'probleemhebbers' ook in de eerste ring rond het centrale probleem.

- 13** Een eerste **programma van eisen** krijg je door vragen als:

Wat wil de opdrachtgever? Wat wil de fietser? Wat wil de winkelier? Hoe denkt de dief?

Zet de antwoorden in de volgende ring van het woordweb. Het ene idee roept vaak het andere op.



Technisch ontwerpen Startmodule

4 Productanalyse

Als je iets gaat ontwerpen is het erg belangrijk dat je de eigenschappen en taken van het nieuwe product op een rijtje zet. Zo krijg je in beeld wat de probleemhebber wil met het product.

Paragraafvraag	Hoe kun je eigenschappen en taken van een product in kaart brengen?
-----------------------	--

Neem bijvoorbeeld de kurkentrekker. Een van de eigenschappen is, dat hij een scherpe punt heeft. Wat is de taak van de scherpe punt? Waarom heeft de kurkentrekker deze eigenschap? Om gemakkelijk in de kurk te prikken. Een ontwerper heeft een goed overzicht van de eigenschappen en taken van een nieuw product nodig. Dat helpt om voor al die eigenschappen en taken slimme en creatieve uitwerkingen te bedenken.

Inleiding Je probeert aan de hand van bestaande (meestal onbekende) producten te achterhalen wat de eigenschappen en taken van dat product zijn. Je geeft het product een naam en bedenkt een korte tekst om het aan de man/vrouw te brengen.

Opdracht Je krijgt met je groep een aantal genummerde producten. Sommige producten zijn kwetsbaar, ga er voorzichtig mee om! Van elk product breng je de eigenschappen en taken in kaart. Vervolgens bepaal je de hoofdtak. Ieder gebruikt een eigen *werkblad* (vraag je docent!). Er is ook een *groeps-werkblad*.

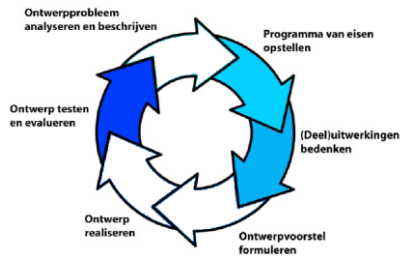


Individueel

- Bekijk het product goed en ga voor jezelf na welke eigenschappen kenmerkend zijn voor dat product. Schrijf in de tabel op je eigen *werkblad* minstens 5 eigenschappen van het product. Leid daaruit af welke taak bij elke eigenschap zou kunnen horen. Noteer ze ook op jouw *werkblad*.

Groep

- Vergelijk in je groep jullie lijstjes met eigenschappen en taken en stel een gezamenlijke lijst op. (*groeps-werkblad*)
- Wat is volgens jullie de hoofdtak van het product? Noteer dat op het *groeps-werkblad*. Heeft het product een naam? Gebruik anders je fantasie om uit de hoofdtak een passende naam af te leiden.
- Bedenk samen een korte tekst voor een radiospotje, Tv-commercial of Tell-Sell-presentatie over het product. Kort en krachtig, maximaal vijf regels. Noteer de tekst op jullie *groeps-werkblad*.
- Neem een volgend product, een nieuw *werkblad* en begin opnieuw met opdracht a hierboven.



Technisch ontwerpen Startmodule

5 Hellingbaan

Inleiding

Bij de ingang van een gebouw wordt vaak een hellingbaan aangelegd voor mensen in een rolstoel, mensen met een rollator of voor mensen met bijvoorbeeld een kinderwagen. Een helling mag niet te steil zijn, anders kun je niet boven komen. Maar de helling mag ook niet te lang zijn, want iemand die zijn rolstoel zelf voortbeweegt kan ook niet te lang tegen een helling oprijden. Veel mensen met een rollator kunnen bovendien niet te lang achter elkaar lopen, om de paar meter moeten ze even kunnen uitrusten.

Fasen van de cyclus	Programma van eisen opstellen; (deel)uitwerkingen bedenken; ontwerp evalueren
----------------------------	--

Opdracht *Individueel*



Zo moet het dus niet!

- Lees de probleembeschrijving in de bovenstaande inleiding aandachtig en ook de randvoorwaarden (onderaan) en het *informatieblad*.

- Bedenk aan welke andere eisen de hellingbaan moet voldoen.
Gebruik het werkblad.

Tip: Bedenk goed met welke gebruikers je te maken hebt.

Groep

- Bekijk alle bijdragen en stel samen een definitief PvE vast. (*werkblad*)
- Bereken de maximale hellingshoek en de minimale lengte van de helling. Gebruik de gegevens van het informatieblad. (*werkblad*)
- Brainstorm samen over oplossingen voor het probleem en teken een oplossing in op de plattegrond. (*figuur 1, 2^e deel werkblad*)
- Toets jullie oplossing aan het programma van eisen. (*werkblad*)

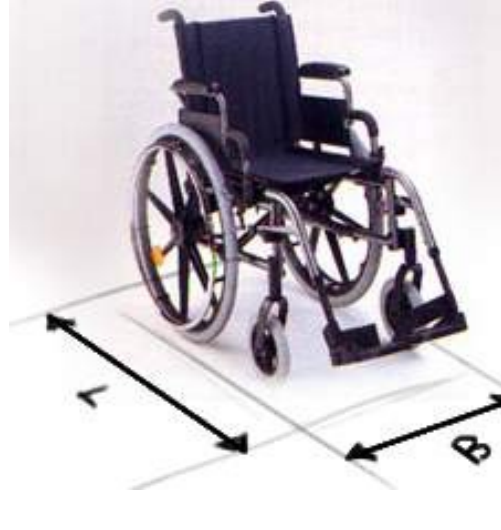
Randvoorwaarden

- De hellingbaan moet een hoogteverschil van 1 meter overbruggen.
- De hellingbaan moet in zijn geheel op het eigen terrein liggen (*zie plattegrond, figuur 1, 2^e deel werkblad*).
- De hellingbaan mag niet door obstakels heen gelegd worden (*zie plattegrond, figuur 1, 2^e deel werkblad*).
- De hellingbaan mag het pad niet snijden (*zie plattegrond, figuur 1, 2^e deel werkblad*).

Technisch ontwerpen Startmodule

Hellingbaan Informatieblad

De luchtweerstand kan bij deze lage snelheden verwaarloosd worden.

Elektrische rolstoel		
Lengte:	960 – 1250 mm	
Breedte:	640 – 680 mm	
Draaicirkel:	1800 – 2060 mm	
Massa rolstoel:	100 – 150 kg	
Massa gebruiker:	max. 100 kg	
Motorvermogen:	2 x 250 W	
Rendement:	60 %	
Snelheid vlak:	10 km/h	
Snelheid heuvel op:	5 km/h	
Rolwrijvingscoëfficiënt:	0,035	
Handbewogen rolstoel		
Lengte:	800 – 1200 mm	
Breedte:	580 – 800 mm	
Massa rolstoel:	10 – 20 kg	
Massa gebruiker:	max. 100 kg	
Mechanisch vermogen dat enige tijd vol te houden is:	75 W	
Snelheid vlak:	5 km/h	
Snelheid heuvel op:	2,5 km/h	
Rolwrijvingscoëfficiënt:	0,035	

Technisch ontwerpen Startmodule

Hellingbaan Werkblad

Naam:

Klas:

Programma van eisen

1

2

3

4

5

6

Berekening



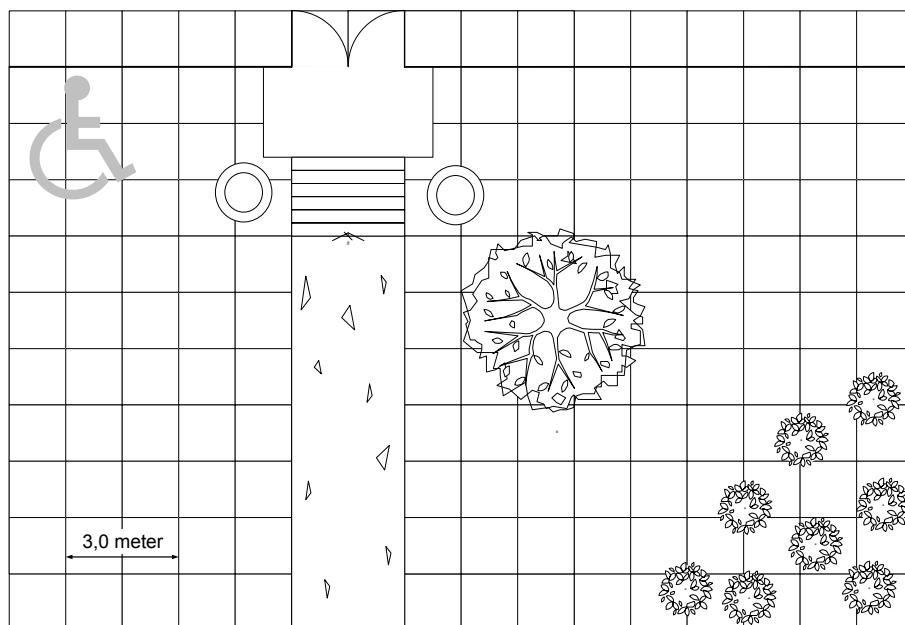
Technisch ontwerpen Startmodule

Hellingbaan

Werkblad 2^e deel

Naam:

Klas:



Figuur 1: Bovenaanzicht van pad naar trap, bordes en deur.

Toetsing aan het PvE

Eis 1

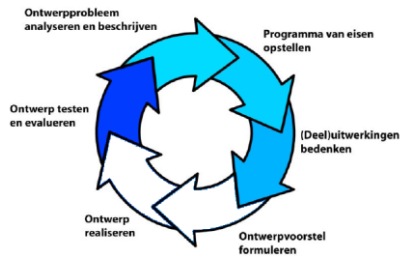
Eis 2

Eis 3

Eis 4

Eis 5

Eis 6



Technisch ontwerpen Startmodule

6 Kaasschaaf

Inleiding

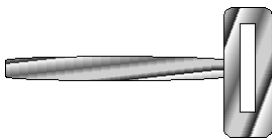
Eén van Neerlands bekendste uitvoerproducten is kaas. Over de hele wereld wordt de Goudse kaas verkocht! Zoals bekend zijn er vele soorten kaas, die op verschillende manieren gegeten worden. In Nederland wordt kaas vaak in plakjes geschaafd en op een boterham gelegd. In het schaven van de kaas zit het probleem.

- Bij jonge kaas zijn de gebruikelijke kaasschaven niet bruikbaar. Deze schaven maken de zachte, jonge kaas kapot. Er is al een speciale kaasschaaf voor jonge kaas (zie figuur links), maar helaas is succesvol schaven nog niet verzekerd!
- Bij oude kaas zijn de gebruikelijke kaasschaven (zie de tweede figuur) ook niet altijd bruikbaar. De plakjes brokkelen af en de kaas breekt.

Het zoeken is naar een kaasschaaf, die bruikbaar is voor verschillende soorten Nederlandse kaas! Ook notenkaas, komijnekaas, gatenkaas en Leidse kaas moeten gesneden kunnen worden.

Fasen van de cyclus	Ontwerp testen en evalueren; probleem beschrijven; programma van eisen opstellen; (deel)uitwerkingen bedenken
----------------------------	--

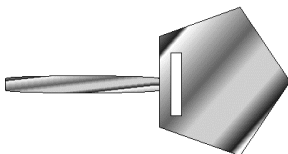
Opdracht Bekijk twee verschillende uitvoeringsvormen van de bekende kaasschaaf.



Individueel

- Evalueer de ontwerpen; *gebruik het werkblad*. Gebruik functionele criteria en vergelijk op basis daarvan de gegeven kaasschaven. Een paar tests doen is zinvol!

Tip: Werk als in een consumentenbondtest met ++, +, □, - en --.



Groep

- Beschrijf het probleem: kaasschaaf. Gebruik daarvoor jullie evaluaties. *Gebruik het werkblad*.

Individueel

- Formuleer een programma van eisen (PvE) voor de nieuw te ontwerpen kaasschaaf.

Groep

- Vergelijk jullie eisen. Kies in goed overleg het definitieve PvE. *Gebruik het werkblad*.
- De hoofdtaak staat al boven de ideeëntabel op het *werkblad*. Bedenk deeltaken en zet ze als 'werkwoorden' in de linker kolom.
- Vergelijk jullie deeltaken en kom tot een definitief lijstje.

(Facultatief)

- Brainstormen*: Bedenk hoe die deeltaken uitgewerkt kunnen worden. Zet die in trefwoorden onder 'uitwerkingen'.

Technisch ontwerpen Startmodule

Kaasschaaf Werkblad

Naam:

Klas:

Evaluatie

Probleembeschrijving

Programma van eisen

Het ontwerp moet aan de volgende eisen voldoen:

1

2

3

4

5

6

Ideeëntabel

Het ontwerp heeft als hoofdtaak: het snijden van nette plakken kaas voor op de boterham

deeltaken	uitwerkingen			
	1	2	3	4
1 Vasthouden				
2 Snijden	mes	staaldraad	guillotine	figuurzaag
3				
4				
5				

Technisch ontwerpen Startmodule

7 Ontwerpen en onderzoeken

Bij ontwerpen gaat het altijd over dingen die gemaakt worden of gemaakt kunnen worden. Bij technisch ontwerpen, in tegenstelling tot kunstzinnig ontwerpen, heeft dit altijd tot doel om een oplossing te geven voor een probleem of om te voorzien in een behoefte. Bij technisch ontwerpen is deze oplossing meestal een product, een apparaat of voorwerp.

Paragraafvraag

Wat zijn de overeenkomsten en de verschillen tussen ontwerpen en onderzoeken?

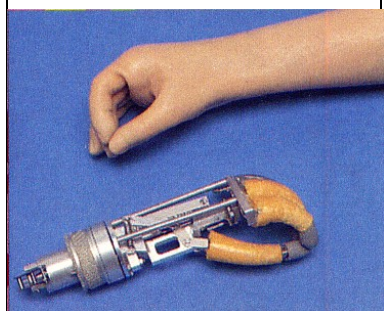
Student Werktuigbouwkunde:

“Ik wilde iets leren over hoe dingen werken en hoe je ze beter kunt ontwerpen.”

Wat vind je het leukst / meest interessant aan je studie?

“Ik vind het veelzijdige karakter van de studie het interessants. Werktuigbouwkunde is bijna overal toepasbaar, omdat er overal apparaten nodig zijn om dingen te ontwerpen en maken. Plus dat wij de kennis hebben om de maatschappij soms echt vooruit te helpen met de apparaten die wij ontwerpen of verbeteren.”

Bron: naar TUDelft website

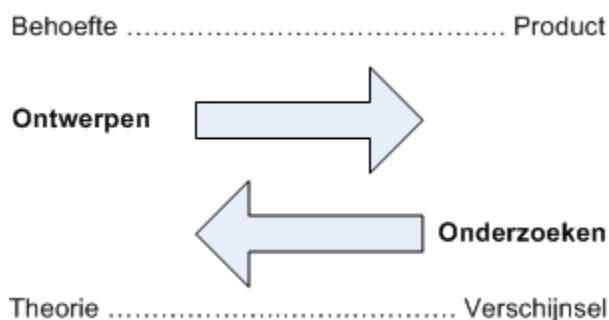


Bij zowel technische als sociale wetenschappen vindt veel onderzoek plaats. Dit gebeurt meestal als er over een bepaald onderwerp geen, weinig of onvoldoende kennis is. Door het doen van onderzoek wil men beter begrijpen hoe het onderwerp ‘werkt’. Onderzoek komt vaak voort uit nieuwsgierigheid en het resultaat van onderzoek is kennis.

Ontwerpen en onderzoeken lijken in sommige opzichten veel op elkaar, maar er zijn ook belangrijke verschillen. Ontwerpen kun je in feite niet of nauwelijks zonder dat je kennis hebt van onderzoeksresultaten. Je zult ook vaak onderzoek moeten doen om een ontwerp te kunnen beoordelen. Onderzoek kan vaak wel zonder ontwerpen, maar onderzoekers zullen soms een instrument moeten (laten) ontwerpen om goed onderzoek te kunnen doen.

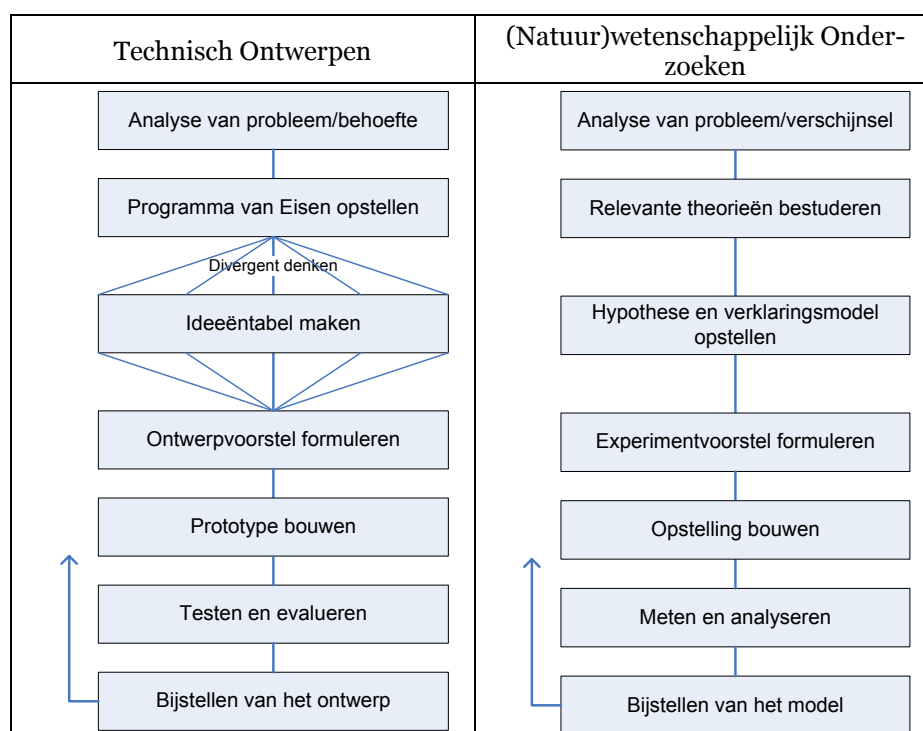
Overigens vindt *toegepast* onderzoek ook plaats vanuit een technische probleemstelling waarvoor een oplossing gezocht moet worden.

Nog een belangrijk verschil: Ontwerpen leidt tot materiële dingen, die gewenste eigenschappen hebben en daardoor praktische problemen kunnen oplossen. Onderzoek probeert algemeen geldende uitspraken (wetten en theorieën) te bedenken om verschijnselen beter te verklaren (en te voorspellen).



Bij de exacte vakken wordt veel aandacht besteed aan onderzoeken en de manier om problemen aan te pakken. Bij ontwerpen kun je echter niet dezelfde werkwijze volgen, maar het kan wel met behulp van een bepaalde systematiek, zoals eerder besproken, de zgn. ontwerpcyclus.

Laten we eens kijken naar de manier waarop ontwerpen en onderzoek worden aangepakt. Om de overeenkomst en verschillen duidelijk te maken staan in het onderstaande schema beide processen naast elkaar. Dit is alleen gedaan om de belangrijkste verschillen te bespreken, want zoals we al gezien hebben is het werkelijke proces meestal cyclisch.



Een student Technische Natuurkunde die de opdracht kreeg een ontwerp te maken voor een autofocusysteem (automatisch scherpstellen) voor een beamer:

“Voordat ik bij Philips begon bestond dit project al op de afdeling, maar men had bedacht dat het mooi uitgewerkt kon worden door een afstudeerder. Dit soort projectors kun je nu ook wel scherpstellen, maar dat moet nu nog met de hand. De doelstelling van mijn afstudeeropdracht was een automatisch focussysteem te ontwikkelen, dat zo’n scherp beeld oplevert dat bijregelen met de hand niet meer nodig is. En dat uiteraard binnen een bepaalde tijd en binnen een bepaald kostenplaatje.”

Bron: Saxion Hogeschool Enschede



Zoals te zien is in de bovenstaande tabel, is het grootste en belangrijkste verschil dat er bij een technische ontwerpprobleem meerdere aanvaardbare oplossingen zijn en bij natuurwetenschappelijk onderzoek wordt ervan uitgegaan dat er maar één juiste oplossing is.

Nadat voor het technisch ontwerp het programma van eisen is opgesteld, wordt er geprobeerd een groot aantal mogelijkheden te bedenken, in plaats van te streven naar één oplossing. Dit wordt ook wel divergent denken genoemd en leidt tot de ideeëntabel. Vanuit al deze mogelijkheden wordt de meest geschikte combinatie gekozen, wat het ontwerpvoorstel oplevert.

Belangrijke verschilpunten tussen technisch ontwerpen en wetenschappelijk onderzoek zijn:

- ontwerpen is gericht op verandering van de wereld, onderzoek op kennis van de wereld
- bij ontwerpen speelt techniek de hoofdrol, bij onderzoek is dat experiment en theoretisch model
- de ontwerpcyclus richt zich op een mogelijke wereld, onderzoek op de bestaande wereld
- ontwerpen richt zich op de totaliteit, onderzoek op details
- bij ontwerpen is de evaluatie gericht op de tevredenheid van de probleemhebber, bij onderzoek is de evaluatie gericht op de mate waarin het verschijnsel verklaard wordt.

Met daarbij de opmerking: Bij *toegepast* onderzoek is de evaluatie gericht op de evaluatie van nieuwe methoden of principes.

Bron: Cor de Beurs en Ton Ellermeijer: “*Technology Enhanced Physics Education*”, AMSTEL Institute, Universiteit van Amsterdam.



Technisch ontwerpen Startmodule

8 Begrippenlijst ontwerpen

Ontwerpen

Het uitdenken van technische oplossingen voor een gegeven probleem.

Ontwerpcyclus

Structuurmodel van het ontwerpproces waarbij meerdere fasen worden onderscheiden. Deze fasering is cyclisch van aard omdat het proces of delen daarvan in de praktijk meerdere keren doorlopen wordt.

Probleemanalyse

Definiëren van het ontwerpprobleem en onderzoek naar criteria waaraan mogelijke uitwerkingen moeten voldoen.

Programma van eisen.

Toetsbare criteria waaraan het ontwerp moet voldoen.

Ideeëntabel

Hulpmiddel bij het in kaart brengen van alternatieve uitwerkingen voor een ontwerpprobleem.

In de tabel wordt per **taak** of **eigenschap** van een te ontwerpen product een aantal verschillende uitwerkingen beschreven.

Taken

De functies die een te ontwerpen product moet vervullen. Taken worden bij voorkeur beschreven in werkwoorden, bijvoorbeeld verwarmen, snijden, ondersteunen, bewaren.

We onderscheiden hoofdfunctie(s) en daarvan afgeleide deelfuncties.

Eigenschappen van een product

Kenmerken van het product die het gedrag ervan onder verschillende omstandigheden bepalen, bijv. sterk, buigbaar, licht, herkenbaar, ..

Functies van een product

De bedoelingen van een product (deze kunnen technisch, maar bijvoorbeeld ook bedrijfseconomisch van aard zijn).

Divergeren/Divergent denken

Het creatieve denkproces waarin alternatieve uitwerkingen voor een probleem worden bedacht.

Convergeren/Convergent Denken

Het denkproces waarin het meest kansrijke ontwerpvoorstel wordt gecreëerd, door het samenstellen van een afgewogen keuze uit een scala van oplossingen.

Testen

Onderzoeken of het ontwerp voldoet aan de gestelde eisen.

Evalueren

Toetsen van het ontwerp aan het programma van eisen en voorstellen doen voor verbetering.

