

Basisboek Ontwerpen

Van 'Methodisch Ontwerpen' tot 'Integraal Ontwerpen'

Wim Zeiler

Eerste druk



Noordhoff Uitgevers



Basisboek Ontwerpen

Van 'Methodisch Ontwerpen'
tot 'Integraal Ontwerpen'

Wim Zeiler

Eerste druk

Noordhoff Uitgevers Groningen | Houten

Ontwerp omslag: Rocket Industries, Groningen

Omslagillustratie: Getty Images

Eventuele op- en aanmerkingen over deze of andere uitgaven kunt u richten aan:
Noordhoff Uitgevers bv, Afdeling Hoger Onderwijs, Antwoordnummer 13,
9700 VB Groningen, e-mail: info@noordhoff.nl

Aan de totstandkoming van deze uitgave is de uiterste zorg besteed. Voor informatie die desondanks onvolledig of onjuist is opgenomen, aanvaarden auteur(s), redactie en uitgever geen aansprakelijkheid. Voor eventuele verbeteringen van de opgenomen gegevens houden zij zich aanbevolen.

Een aantal figuren in dit boek is overgenomen uit *Methodisch ontwerpen* volgens H.H. van den Kroonenberg en F.J. Siers (2004).

Met betrekking tot sommige teksten en/of illustratiemateriaal is het de uitgever, ondanks zorgvuldige inspanningen daartoe, niet gelukt eventuele rechthebbende(n) te achterhalen. Mocht u van mening zijn (auteurs)rechten te kunnen doen gelden op teksten en/of illustratiemateriaal in deze uitgave dan verzoeken wij u contact op te nemen met de uitgever.



0 / 14

© 2014 Noordhoff Uitgevers bv Groningen/Houten, The Netherlands.

Behoudens de in of krachtens de Auteurswet van 1912 gestelde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. Voor zover het maken van reprografische verveelvoudigingen uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16h Auteurswet 1912 dient men de daarvoor verschuldigde vergoedingen te voldoen aan Stichting Reprorecht (postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp, www.reprorecht.nl). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) kan men zich wenden tot Stichting PRO (Stichting Publicatie- en Reproductierechten Organisatie, postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp, www.stichting-pro.nl).

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

ISBN (ebook) 978-90-01-85377-8

ISBN 978-90-01-81864-7

NUR 978

Woord vooraf

'If I have seen further than others, it is because I was standing on the shoulders of giants.'

— Isaac Newton

De doelstelling van het boek *Methodisch ontwerpen* – het aanbieden van een in de praktijk en in het hoger onderwijs algemeen toepasbare methodische aanpak bij het ontwerpen – staat in dit nieuwe *Basisboek Ontwerpen*. Van 'Methodisch ontwerpen' tot 'Integraal ontwerpen' nog altijd overeind. In het technisch onderwijs wordt terecht veel aandacht besteed aan de constructieve uitwerking van een ontwerp, maar het is belangrijker om te weten hoe je een goed ontwerp tot stand brengt en of het werkelijk een optimale oplossing voor de ontwerpopgave biedt. Om deze vragen te kunnen beantwoorden is het gebruik van een ontwerpmethodologie van groot belang.

De in deze nieuwe uitgave beschreven methodische aanpak is volledig gegent op het gedachtegoed van prof.dr.ir. H.H. van den Kroonenberg, die van 1972 tot 1991 hoogleraar Ontwerp- en constructieleer was aan de faculteit der Werktuigbouwkunde van de Universiteit Twente, en op het vele werk van ir. F.J. Siers om het gedachtegoed van Van den Kroonenberg steeds verder te verbeteren.

De doelstelling van *Basisboek Ontwerpen* is om door actualisering en een nieuwe structuur het 'Methodisch Ontwerpen' zodanig te introduceren dat het ook geschikt is voor zelfstudie. De studenten van nu moeten zich immers vaak zelf de kennis eigen maken en deze direct toepassen in hun ontwerpopdrachten. Daarnaast wordt in deze uitgave de verbinding gelegd van 'Methodisch Ontwerpen' (individueel) naar 'Integraal Ontwerpen' (groep). Op de bij het boek horende website www.basisboekontwerpen.noordhoff.nl vindt de student extra oefenmateriaal en enkele aanvullende tabellen. Voor de docent is er ondersteunend materiaal beschikbaar.



Als gebruiker van *Basisboek Ontwerpen* maak je kennis met een methodische ontwerpaanpak. Je kunt vervolgens zelf beoordelen welke bestanddelen van het methodisch-ontwerpproces voor jou bruikbaar zijn en welke minder. 'Methodisch Ontwerpen' laat namelijk ruimte voor de individuele ontwerpaanpak die elke gevorderde ontwerper in de praktijk ontwikkeld heeft. Voor ervaren ontwerpers biedt dit boek een overzicht van methoden en structuur ter ondersteuning van hun vaardigheden.

Het voordeel van de aangeboden ontwerpmethodologie is dat je deze kunt gebruiken zonder dat ze expliciet gedoceerd en aangeleerd wordt. Zo kun je jouw ontwerpopgaven systematisch aanpakken en volbrengen, ook al zijn ze geheel nieuw. Dit maakt het mogelijk dat je jouw eigen aanpak verder ontwikkelt en in staat bent deze in nieuwe situaties doeltreffend toe te passen. Je kunt je kennis verder uitbreiden met behulp van het overzicht van te

bestuderen en te onderzoeken gebieden, dat tijdens het ontwerpproces ontstaat. Op die manier krijg je steeds meer inzicht in de verbanden binnen en de samenhang tussen de verschillende vakgebieden.

‘Methodisch Ontwerpen’ kun je beslist niet zien als een voorschrift of recept dat er altijd voor zorgt dat je tot een goed ontwerp komt. Succes is niet verzekerd en van veel factoren afhankelijk. ‘Methodisch Ontwerpen’ geeft je echter wel de mogelijkheid op een vaste, weldoordachte wijze te werk te gaan en vergroot daarmee de kans dat je daadwerkelijk met een goed ontwerp het ontwerpproces beëindigt.

Graag wil ik hierbij mijn dank uitspreken aan Frits Siers, die mij in de gelegenheid heeft gesteld het ideeëngoed van mijn oude leermeester Harry van den Kroonenberg door te geven aan een nieuwe generatie van ontwerpers. Verder bedank ik de leden van de leescommissie voor hun feedback, bijdragen, voorbeelden en support: Dick Mulder (Saxion University of Applied Sciences, Academie Life Science, Engineering & Design, Werktuigbouwkunde, Enschede), Marten Wiersma (Hanzehogeschool, Groningen), Jan Verdonschot (Fontys Hogeschool Engineering (Wtb), Eindhoven) en Guus Docters van Leeuwen (Haagse Hogeschool Academie TIS, Delft). Ook wil ik graag Dirk-Jan Verheijden en Steve Landuit bedanken voor de toestemming om delen van hun teksten te gebruiken voor onder meer de hoofdstukken over waardeanalyse en *design for X*. Als laatsten wil ik mijn vrouw en kinderen bedanken voor al het geduld dat ze hebben getoond met mijn gedrevenheid om dit boek te schrijven.

Oosterhout, februari 2014

Wim Zeiler

Inhoud

Inleiding 8

1 Ontwerpen: waarom, wat, wanneer en hoe 13

- 1.1 Het economisch belang van ontwerpen 14
 - 1.2 Wat is ontwerpen? 20
 - 1.3 Maatschappelijke relevantie van ontwerpen 23
 - 1.4 Verwerven van kennis door onderzoek 26
- [Samenvatting 32](#)
[Opgaven 33](#)

2 Geschiedenis van het methodisch ontwerpen 35

- 2.1 Van doen naar bedenken 36
 - 2.2 Methodisch ontwerpen 38
 - 2.3 Voordelen van methodisch ontwerpen 46
- [Samenvatting 49](#)
[Opgaven 51](#)

3 Het methodisch ontwerpproces 53

- 3.1 Werken vanuit de ontwerpogave 54
 - 3.2 Opzet van een methodisch-ontwerpproces 54
 - 3.3 Eenvoudig vierfasenmodel methodisch ontwerpen 56
 - 3.4 Divergentie en convergentie 58
 - 3.5 Flexibiliteit: van grof naar fijn 60
 - 3.6 Methodiek-systematiekvlak: uitwerking van de methode 63
- [Samenvatting 70](#)
[Opgaven 71](#)

4 Fase 1: probleemdefinitie 73

- 4.1 Analyse: vooronderzoek, het programma van eisen (stap 1.1) 74
 - 4.2 Synthese: werkwijzen, functies (stap 1.2) 88
 - 4.3 Keuze van een functieblokschema (stap 1.3) 103
 - 4.4 Uitwerken definitief functieblokschema (stap 1.4) 107
- [Samenvatting 109](#)
[Opgaven 110](#)

5 Fase 2: bepalen van de werkwijze 113

- 5.1 Opzet van de morfologische kaart (stap 2.1) 114
 - 5.2 Genereren van werkwijzen (stap 2.2) 116
 - 5.3 Kiezen van combinaties van werkwijzen (stap 2.3) 121
 - 5.4 Vormgeven combinaties van werkwijzen tot structuren (stap 2.4) 124
 - 5.5 Voorbeelden werkwijzebepalende fase 127
- [Samenvatting 136](#)
[Opgaven 137](#)

- 6 Fase 3: bepalen van de keuze 139**
 - 6.1 Analyse van de structuren (stap 3.1) 140
 - 6.2 Genereren van de beoordelingscriteria (stap 3.2) 141
 - 6.3 Evalueren met het S-diagram: de Kesselringmethode (stap 3.3) 149
 - 6.4 Uitwerken van de verbetermogelijkheden (stap 3.4) 153
 - 6.5 Voorbeelden keuzebepalende fase 155
 - Samenvatting 171
 - Opgaven 172

- 7 Fase 4: vormgeving 175**
 - 7.1 Structuur (stap 4.1) 176
 - 7.2 Overzicht systeemelementen en materiaalkeuze (stap 4.2) 177
 - 7.3 Evalueren en bepalen van de vorm (stap 4.3) 178
 - 7.4 Van vorm naar fabricagedetails (stap 4.4) 181
 - Samenvatting 182
 - Opgaven 183

- 8 Voorbeelden 185**
 - 8.1 Automatisch vangrails plaatsen 186
 - 8.2 Ontwerp van een motorheftafel 197
 - 8.3 Ontwerp van een traplift 212
 - 8.4 Ontwerp van een kantenmaaier 220
 - 8.5 Ontwerp van een knoflookverkleiner 226
 - 8.6 Ontwerp van een barbecue 232
 - 8.7 Ontwerp van een offshorehijsinrichting 242
 - 8.8 Integraal ontwerpen van gevel en installatie 248
 - 8.9 Inschietapparaat voor Slimmy's 261

Themahoofdstukken: doelstelling, oplossingen, kiezen, uitwerking 269

- 9 Doelstelling 275**
 - 9.1 Analyse van de behoefte(n) 276
 - 9.2 Technische analyse 279
 - 9.3 Haalbaarheidsstudie 283
 - 9.4 Formuleren van doelstelling(en) 285
 - 9.5 Quality Function Deployment 288
 - 9.6 Andere methoden 295
 - Samenvatting 300
 - Opgaven 301

- 10 Oplossingen 303**
 - 10.1 Conventionele manieren van oplossingen zoeken 304
 - 10.2 Logische methoden om oplossingen te zoeken 309
 - 10.3 Intuïtieve methoden om oplossingen te zoeken 316
 - 10.4 Een combinatie van methoden 331
 - 10.5 TRIZ 331
 - Samenvatting 336
 - Opgaven 337

- 11 Kiezen 339**
 - 11.1 Methoden voor het beoordelen van concepten 340
 - 11.2 Waardeanalyse (WA) 352
 - Samenvatting 362
 - Opgaven 363

- 12 Design for X 365**
 - 12.1 Design for Manufacturability (DfM) 366
 - 12.2 Design for Assembly (DfA) 373
 - 12.3 Design for Maintenance, Service 383
 - 12.4 Design for Disassembly, Dismantlement 384
 - 12.5 Design for Safety (DfS) 385
 - 12.6 Design for Reliability (DfR) 387
 - 12.7 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) 388
 - 12.8 Design for Six Sigma 399
 - 12.9 Design for Use (DfU) 400
 - 12.10 Design for All 403
 - 12.11 Design for Environment (DfE) 404
 - 12.12 Levenscyclusanalyse (LCA) 411
 - 12.13 Cradle to cradle 416
 - 12.14 Milieu- of duurzaamheidsbenaderingen 419
 - Samenvatting 420
 - Opgaven 421

- 13 Integraal ontwerpen 423**
 - 13.1 Van Concurrent Engineering naar een Collaborative Approach 424
 - 13.2 Integraal ontwerpen 428
 - Samenvatting 448
 - Opgaven 449

- 14 Hoe nu verder? 451**
 - 14.1 Van methodisch ontwerpen naar integraal ontwerpen 452
 - 14.2 De toekomst van ontwerpen: C-K-theorie 453
 - 14.3 Epiloog 460
 - Samenvatting 462
 - Opgaven 463

- Begrippenlijst 464**

- Literatuurlijst 471**

- Illustratieverantwoording 481**

- Appendix Tabel met fysische verschijnselen 482**

- Register 491**

- Over de auteur 496**

Inleiding

In de toekomst zullen de nodige problemen op ons afkomen betreffende schaarste aan grondstoffen, eten, water en een gezonde leefomgeving. Met het oog hierop is het belangrijk dat we onze producten op een andere en betere manier gaan ontwerpen. Hopelijk zal de nieuwe generatie ontwerpers beter toegerust zijn om de oplossingen te vinden die nodig zijn in het spanningsveld tussen economie enerzijds en duurzaamheid anderzijds. Dat betekent dat de nieuwe generatie ontwerpers de sleutel heeft naar de toekomst.

‘Sometimes it falls upon a generation to be great, you can be that great generation.’

— Nelson Mandela, 1918-2013

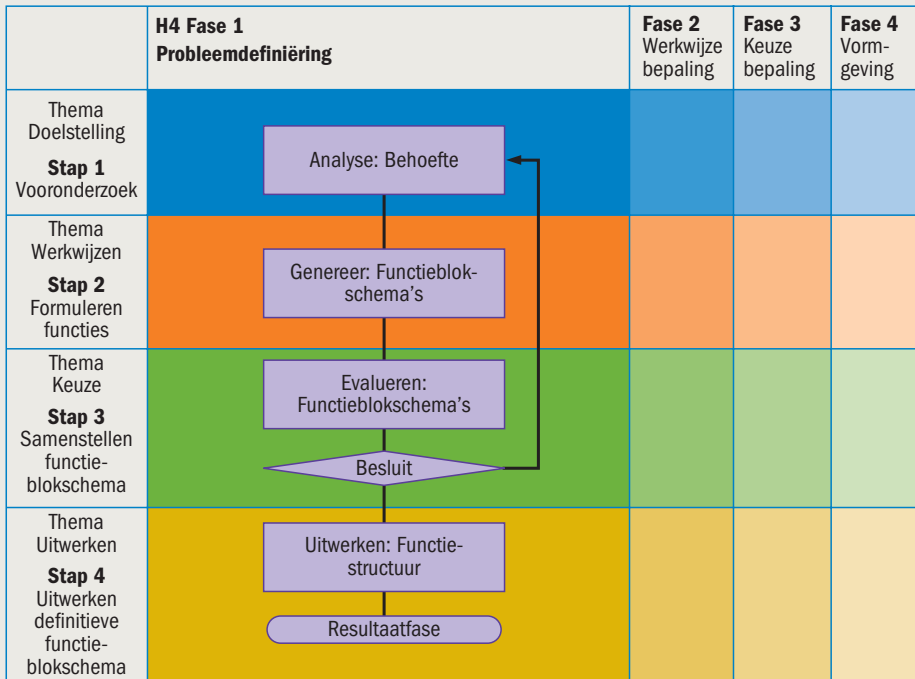
Maak gebruik van onbekende mogelijkheden, zoek nieuwe wegen. Verlaat de platgetreden paden, want daarop zul je alleen maar uitglijden. Ga de uitdaging aan om uit het oneindige aantal mogelijkheden de goede te vinden. Wellicht kan dit boek je daarbij helpen.

Indeling van het boek

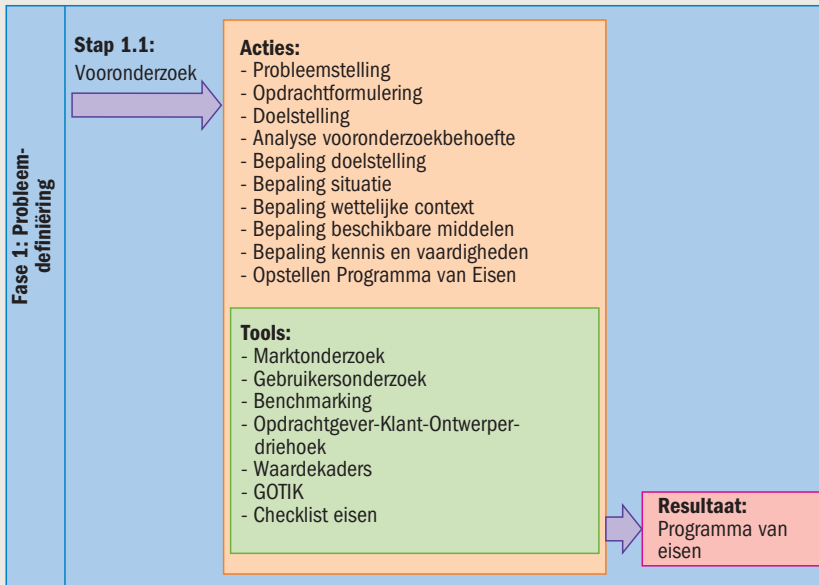
Basisboek Ontwerpen bevat veertien hoofdstukken. Het begint met een hoofdstuk over het waarom, wat, wanneer en hoe van ontwerpen. Vervolgens wordt in hoofdstuk 2 een deel van de geschiedenis van het ontwerpen beschreven, als aanloop naar de beschrijving van het methodischontwerp-proces in hoofdstuk 3. ‘Methodisch Ontwerpen’ bestaat uit vier fasen; deze vier fasen worden uitgediept in de hoofdstukken 4 tot en met 7. Daarna volgt een hoofdstuk met voorbeelden (hoofdstuk 8).

In het begin van de fasehoofdstukken wordt steeds eerst de hoofdstructuur weergegeven, waarna in de paragrafen de verschillende stappen van de betreffende fase worden behandeld. De acties en de tools die daarvoor ingezet kunnen worden, staan telkens per stap in een schema vermeld. Voorbeelden hiervan zie je in de figuren 0.1 (hoofdstructuur) en 0.2 (schema van één stap).

FIGUUR 0.1 Voorbeeld van de hoofdstructuur per hoofdstuk (hoofdstuk 4, Probleemdefinitie)



FIGUUR 0.2 Schema bij stap 1.1 Vooronderzoek



Na de vier fasehoofdstukken en de voorbeelden in hoofdstuk 8 volgen nog vijf themahoofdstukken. Hierin worden extra methoden aangereikt die je kunt benutten binnen het raamwerk van het vierfasenmodel van het 'Methodisch Ontwerpen'. Deze helpen je om van doelstelling, oplossingen, kiezen en uitwerking tot 'Integraal Ontwerpen' te komen. Tot slot wordt in hoofdstuk 14 een methode aangereikt die het ontwerpen op een geheel andere wijze benadert en wellicht een nieuwe richting voor de toekomst van het ontwerpen kan zijn.

Ieder hoofdstuk begint met een opsomming van de paragraaftitels, een lijst met vragen die in het hoofdstuk worden beantwoord en een beknopte introductie van de inhoud. Op de bij het boek behorende website www.basisboekontwerpen.noordhoff.nl vind je extra oefenmateriaal en enkele aanvullende tabellen.



Gebruik van het boek

Je kunt *Basisboek Ontwerpen* op verschillende manieren gebruiken:

- a chronologisch
- b meteen aan de slag
- c beginnen met 'Methodisch Ontwerpen'
- d als naslagwerk

Ad a Chronologisch

Je leest eerst over het ontwerpen en het belang daarvan in de geschiedenis. Vanuit deze context lees je over het 'Methodisch Ontwerpen' en kun je jezelf deze methode eigen maken door het bestuderen van de vier fasehoofdstukken en van de voorbeelden in hoofdstuk 8.

Nadat je je het 'Methodisch Ontwerpen' eigen hebt gemaakt, ontdek je in de themahoofdstukken welke methoden er nog meer zijn. Deze kunnen je in een van de fasen verder helpen.

Ad b Meteen aan de slag

Je gaat meteen aan de slag met ontwerpen en probeert aan de hand van de voorbeelden van hoofdstuk 8 het ontwerpproces op te zetten. Als je ergens vastloopt, zoek je in het betreffende fasehoofdstuk naar meer informatie en achtergrond.

Ad c Beginnen met 'Methodisch Ontwerpen'

Je begint met hoofdstuk 3 en leest daarna de vier fasehoofdstukken en het hoofdstuk met voorbeelden (hoofdstuk 8).

Ad d Gebruik als naslagwerk

Als je je de methode van het 'Methodisch Ontwerpen' eigen hebt gemaakt, bieden met name de themahoofdstukken je een goed overzicht van andere, ondersteunende methoden bij specifieke thema's: het formuleren van een doelstelling, het genereren van oplossingen, de keuze van technieken, de uitwerking en het 'Integraal Ontwerpen'.

'The world is getting only more complex. Entire industries are undergoing seismic transformations wrought by technology, global economic forces, and a host of cultural factors. Designers are becoming central to addressing the large, ambiguous problems of our time. Whether the arena is health care, economic development, learning, or public policy, design methods are helping solve seemingly impossible problems.'

— Patrick Whitney

1

Ontwerpen: waarom, wat, wanneer en hoe

- 1.1 Het economisch belang van ontwerpen
- 1.2 Wat is ontwerpen?
- 1.3 Maatschappelijke relevantie van ontwerpen
- 1.4 Verwerven van kennis door onderzoek

Alles wat je als mens gebruikt of wilt gebruiken en wat niet als zodanig in de natuur voorkomt, is ontworpen. Ontwerpen is heel belangrijk in het ontwikkelingsproces van de mensheid, want hierdoor werd het mogelijk om complexe voorwerpen te bedenken en te maken. In eerste instantie waren bedenken en maken gekoppeld, later werden ontwerp en uitvoering meer en meer van elkaar gescheiden. Het ontwerpen werd een eigen specialisatie bij bedrijven en organisaties. In paragraaf 1.1 lees je waarom ontwerpen steeds belangrijker wordt.

Iedereen begrijpt wat ontwerpen is, maar het blijkt lastig te zijn om dit sluitend te omschrijven. Daarom bestaan er allerlei definities en omschrijvingen van ontwerpen, vaak gericht op specifieke aspecten van het ontwerpproces. In paragraaf 1.2 worden enkele definities gegeven en wordt de ontwikkeling rond de definitie van 'ontwerpen' toegelicht.

In paragraaf 1.3 wordt een verband gelegd tussen ontwerpen en enkele belangrijke maatschappelijke problemen en behoeften. Als ontwerper heb je een belangrijke rol in de ontwikkeling naar een duurzamere samenleving en daarom is het goed om daarbij stil te staan. Paragraaf 1.4 beschrijft kort hoe je de kennis die je nodig hebt voor het ontwerpen kunt vergroten door onderzoek.

1.1 Het economisch belang van ontwerpen

Het is belangrijk om voortdurend te streven naar verbetering: goedkopere, duurzamere en betere producten en diensten. Het ontwerpproces is de kern in het gehele ontwikkeltraject; het verenigt functionaliteit, maakbaarheid en economische haalbaarheid. Om ontwerpprocessen te ondersteunen en mogelijk te verbeteren zijn ontwerpmethodieken ontwikkeld. Belangrijk hierbij zijn:

- verbetering van het productontwerp in termen van gebruiksvaardigheid, functionaliteit en levenscyclus
- verbetering van het realisatieproces in termen van de maakbaarheid van het product
- verbetering van het ontwerpproces: de benodigde middelen en tijd voor het maken van het ontwerp.

Innovatie

Daarnaast worden voortdurend compleet nieuwe zaken ontwikkeld: innovatie blijkt een levensvoorwaarde voor bedrijven en organisaties. Nederlandse bedrijven kunnen niet alleen concurreren op basis van prijs, want de lonen zijn in andere landen veel lager en onze hogere productiviteit is door de anderen ook bijna bereikt. Concurreren op kennis wordt steeds moeilijker omdat kennis door internet voor steeds meer mensen steeds sneller beschikbaar komt. Economische groei dient dus te ontstaan door andere toegevoegde waarde.

Organisaties kunnen zich onderscheiden van hun concurrenten door met inzet van creativiteit te komen met nieuwe producten, diensten of processen die bij voorkeur niet of moeilijk te kopiëren zijn. Nederlandse bedrijven kunnen zich slechts blijvend onderscheiden door blijvend te innoveren. Daarom wordt creativiteit wel gezien als de vijfde productiefactor, naast kennis, grond, arbeid en kapitaal. We staan feitelijk aan het begin van het creatieve tijdperk, een periode van steeds sneller innoveren, en ontwerpen is hiervoor de sleutel, want zonder ontwerpen geen innovatie!

Er bestaan verschillende definities van het begrip 'innovatie'. P. Jes definiëerde innovatie in 1978 als volgt:

Innovatie

Innovatie is het met succes invoeren van iets nieuws.

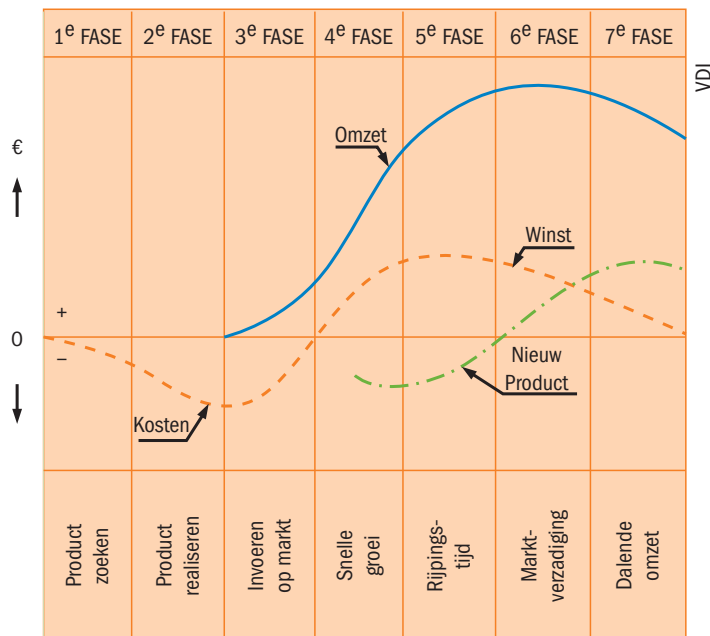
Het lijkt soms of innovatie iets van de laatste jaren is, maar uit deze definitie blijkt dat men zich al langer van dit onderwerp bewust is. Wel is de laatste tijd het belang ervan meer en meer doorgedrongen.

Voor bedrijven en organisaties is het van groot belang om voortdurend te komen met nieuwe producten of processen. Ieder product of proces heeft namelijk een bepaalde levenscyclus. Om te beginnen maak je kosten voor het vooronderzoek, het ontwerpen en het produceren van een nieuw product. Pas na de introductie op de markt van het nieuwe product wordt er langzaam omzet gemaakt en komen er inkomsten (zie figuur 1.1). Als het product succesvol is, wordt er na enige tijd een omzetniveau bereikt waarbij

Levenscyclus

eindelijk winst wordt gemaakt. Als de markt na enige tijd verzadigd raakt van het product, daalt de omzet en loopt de winst terug. Dan is het zaak om weer een nieuw winstgevend product in de markt te kunnen zetten. Het is dus belangrijk om voortdurend bezig te zijn met het ontwerpen van nieuwe producten zodat de winst van het ene product gedeeltelijk gebruikt kan worden voor de investeringen in nieuwe producten. Dit is een voorwaarde voor de onderneming om winstgevend te blijven en het economisch voortbestaan te verzekeren. Uit dit alles blijkt de noodzaak om voortdurend te investeren in de ontwikkeling van nieuwe producten.

FIGUUR 1.1 De verschillende fasen van de levenscyclus van een product



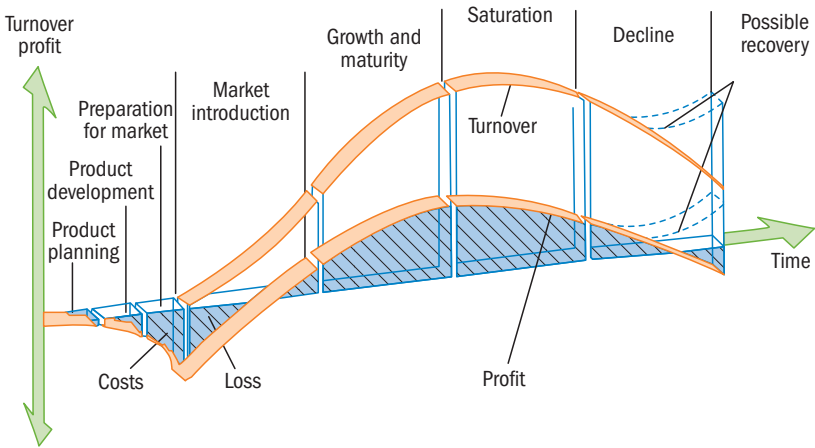
Bron: Buys J.A., During W., Jes P., Kroonenberg H.H. van den, Marinissen A.H., 1982, Syllabus Product-innovatie, WB79/OC8012, Technische Hogeschool Twente

De beginfase van de levenscyclus van een product is verder uitgewerkt door Kramer (1986), zie figuur 1.2. Opvallend is dat hierbij de introductie van een volgend nieuw product is weggelaten, terwijl dit wel een noodzaak is voor het bestaansrecht van een bedrijf.

Verkorting van de levenscyclus

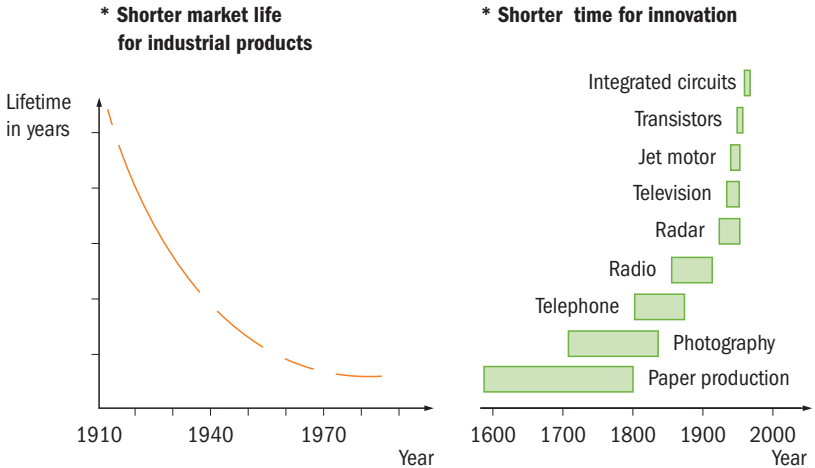
Een van de actuele problemen voor bedrijven is dat de levenscyclus van een product vanaf het initiatief tot het einde van de winstgevendheid steeds korter wordt. Dit komt door de enorme verkorting van de ontwikkeltijd van nieuwe producten, zie figuur 1.3.

FIGUUR 1.2 De financiële resultaten van een product gedurende de levenscyclus gerelateerd aan de omzet



Bron: Kramer F., *Innovative Productpolitik, Strategie - Planung - Entwicklung - Einführung*, Berlin: Springer, 1986 in Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., & Grote, K.H., 2006. *Engineering Design, A Systematic Approach*, third edition, Ken Wallace and Lucienne Blessing translators and editors, Springer

FIGUUR 1.3 Verkorting van de levensduur van een product

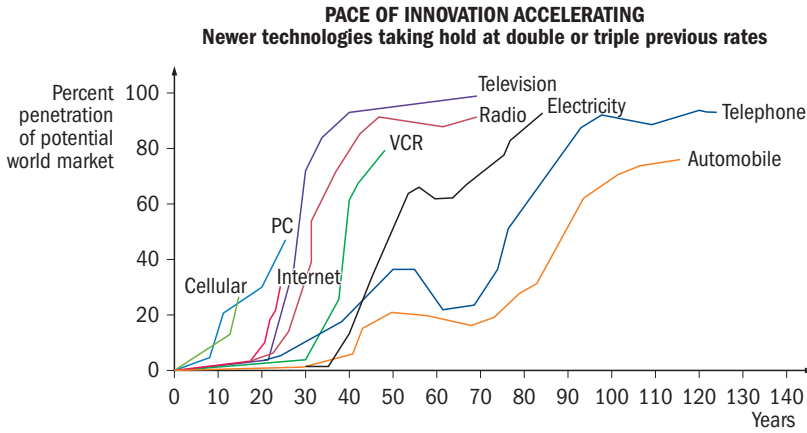


Bron: Andreasen M.M., Hein L., 2000, *Integrated Product Development*, Institute for Product Development, Technical University of Denmark, Copenhagen

Kortere ontwikkeltijd

Door deze kortere ontwikkeltijd worden klanten steeds sneller verleid met nieuwe producten van concurrerende bedrijven. Het is dus noodzaak voor bedrijven voortdurend en steeds sneller en efficiënter nieuwe producten op de markt te brengen, om zo hun concurrenten voor te blijven of op zijn minst bij te houden. De snelheid van innovatie wordt daarom steeds hoger; zie figuur 1.4.

FIGUUR 1.4 De versnelling van innovaties

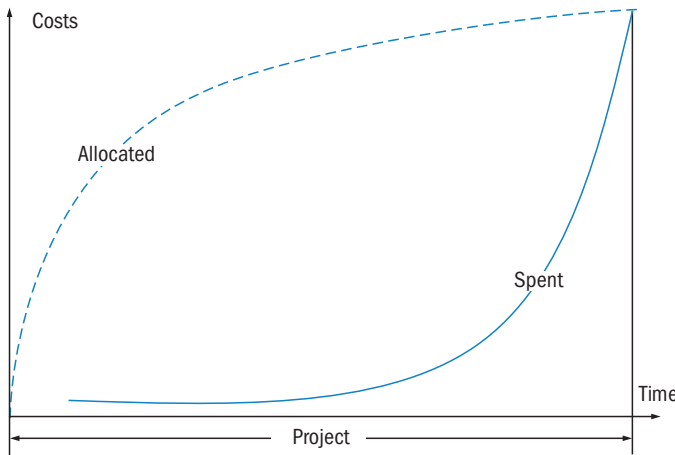


Bron: Joseph Jacobsen, Organizational and Individual Innovation Diffusion, Global Innovation Outlook, 2004, IBM, p.6

Verloop van het ontwerpproces

In het ontwerpproces spelen kennis en informatie een belangrijke rol. Door Ullmann (2003) is dit weergegeven in twee dimensies: de kennis over de ontwerpopgave en de ontwerprijheid van de oplossingsruimte. Dit is weergegeven in figuur 1.5.

FIGUUR 1.5 Kostenverloop in de tijd van een project

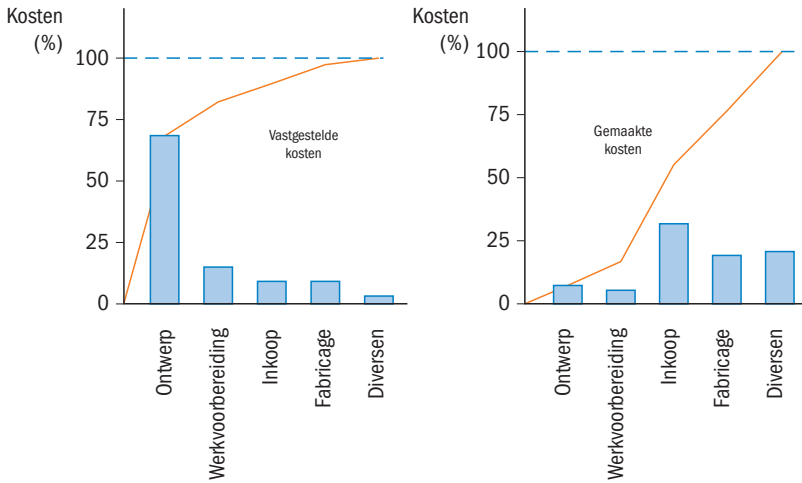


Bron: Andreassen M.M., Hein L., 2000, Integrated Product Development, Institute for Product Development, Technical University of Denmark, Copenhagen

Aan het begin van het ontwerpproces is er weinig informatie, terwijl je dan juist de belangrijkste beslissingen neemt. In het begin worden er weliswaar weinig kosten gemaakt, maar worden wel de beslissingen genomen die de meeste kosten vastleggen. Zie hiervoor figuur 1.6.



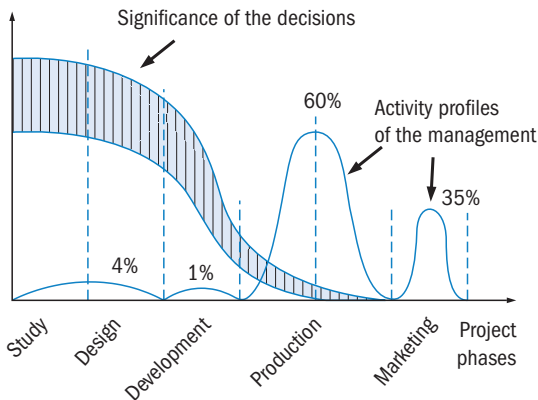
FIGUUR 1.6 Verloop van vastgestelde kosten en gemaakte kosten in de tijd tijdens de levensduur van een product



Bron: Methodisch ontwerpen

Traditioneel is de aandacht van het management van een onderneming minder gericht op het ontwerpen, en veel meer op de productie en de marketing (zie figuur 1.7). Door marketing worden de randvoorwaarden voor het nieuwe product en/of de marktbenadering geformuleerd, en bij productie worden veel zaken direct operationeel bijgestuurd.

FIGUUR 1.7 Belang van de beslissingen per levensduurfase van een product



Bron: Andreasen M.M., Hein L., 2000, *Integrated Product Development*, Institute for Product Development, Technical University of Denmark, Copenhagen

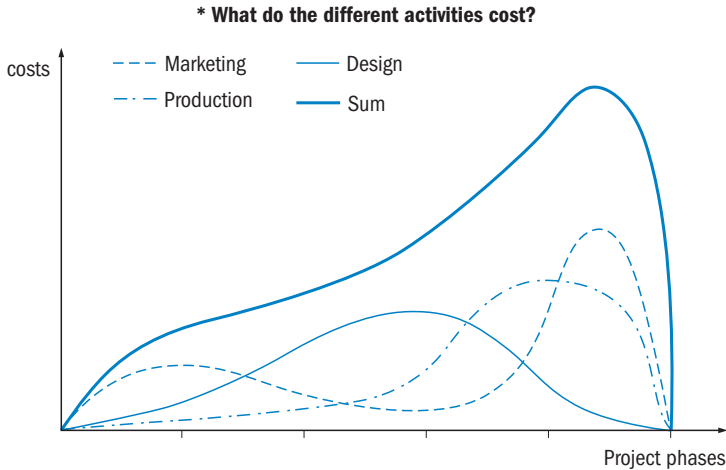
Ontwerpen onderbelicht

Het ontwerpen is relatief onderbelicht omdat bij het management nog niet echt is doorgedrongen dat juist deze fase zo belangrijk is voor de uiteindelijke kostprijs van een product. Managers zijn meestal meer gefocust op actuele, directe kosten en minder op toekomstige kosten, en daarom besteden ze er te weinig aandacht aan. De *directe* kosten van marketing en productie zijn

immers hoger dan die van het ontwerpen (zie figuur 1.8). Uit onderzoek van Arthur D. Little is gebleken dat het management nauwelijks belangstelling toont voor het ontwerpproces tot het moment van het prototype of de nul serie (Buijs en Valkenburg, 1996; Eger et al., 2010). Dit verandert echter meer en meer nu juist het ontwerpen als de sleutel tot succes wordt gezien.



FIGUUR 1.8 De directe kosten van de verschillende activiteiten: marketing, ontwerp en productie

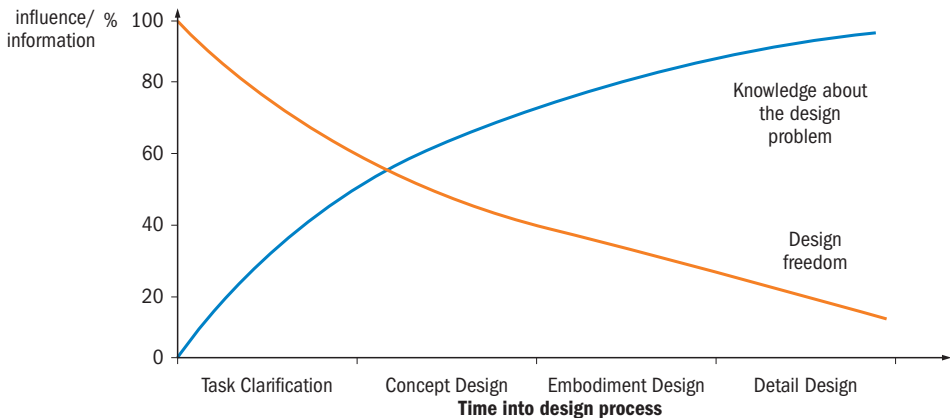


Bron: Andraesen M.M., Hein L., 2000, Integrated Product Development, Institute for Product Development, Technical University of Denmark, Copenhagen

Aan het begin van het ontwerpproces heb je heel weinig informatie en nog veel vrijheid in het nemen van beslissingen. De vrijheid van het nemen van beslissingen wordt kleiner met iedere genomen beslissing. Het effect van een beslissing vroeg in het proces is vaak groot, terwijl je maar weinig informatie hebt om je beslissing op te baseren. Dit wordt de invloed-informatie-tegenstelling genoemd; zie figuur 1.9.

Inloed-informatie-tegenstelling

FIGUUR 1.9 Invloed-informatietegenstelling in de eerste fasen van het ontwerpproces



Bron: Ullman, 1992

De tegenstelling tussen enerzijds weinig informatie om beslissingen te onderbouwen en anderzijds juist het grote belang van die beslissingen, zorgt ervoor dat ontwerpen gepaard gaat met grote risico's. Een foutief besluit aan het begin van een ontwerptraject kan grote financiële gevolgen hebben verderop in het proces. Daarom is het belangrijk om gestructureerd en transparant te ontwerpen, zodat je er gemakkelijker en beter over kunt communiceren. Daardoor kun je meer en betere terugkoppeling krijgen op je ontwerp, en dat leidt tot een betere onderbouwing van je verdere besluiten in het ontwerpproces. Hierdoor worden de risico's verkleind en wordt de kans op een succesvol product vergroot.

1.2 Wat is ontwerpen?

'Ontwerpen' lijkt een vanzelfsprekend woord, maar het is moeilijk om een goede en sluitende omschrijving te vinden. Het *Van Dale Groot woordenboek van de Nederlandse taal* geeft de volgende omschrijving:

ont-wer-pen (werkwoord; ontwierp, heeft ontworpen):
uitdenken en in schets brengen

In deze beschrijving wordt alleen aangegeven wat de ontwerper doet, maar het hoe en waarom ontbreken. Daarom volgen nu de definities van twee belangrijke denkers over ontwerpen: Herbert Simon en Donald Schön.

'Ontwerpen is het plannen van een reeks van acties gericht op het veranderen van bestaande situaties naar gewenste.'

— H.A. Simon, 1966

Deze definitie suggereert dat je moet uitgaan van een bestaande situatie, maar dat hoeft niet altijd het geval te zijn als je iets geheel nieuws ontwerpt. Verder is ontwerpen meer dan alleen het plannen van een aantal acties. Belangrijk is dat het bij ontwerpen vaak gaat om een reeks van acties, en niet om één afzonderlijke actie. Dat laatste wordt in de definitie van Simon wel goed benadrukt.

'Ontwerpen is een reflectieve interactie met de gegevens van een ontwerpsituatie.'

— D. Schön, 1983

In deze definitie wordt benadrukt dat ontwerpen een interactief proces is waarbij ook reflectie over het verloop van het ontwerpproces een grote rol speelt. Maar 'gegevens van een ontwerpsituatie' is helaas wat te vaag

geformuleerd. Daarom volgt nu de definitie waaraan Harry van den Kroonenberg, een van de invloedrijkste Nederlandse wetenschappers op het gebied van ontwerpen, graag refereerde.

‘Ontwerpen is het aangeven van de beste oplossing om aan een behoefte te voldoen, met behulp van beschikbare middelen en met inachtneming van maatstaven van natuurkundige en maatschappelijke aard.’

— H.H. van den Kroonenberg en F.J. Siers, 1992

Deze definitie van ontwerpen heeft Van den Kroonenberg overgenomen van de Universiteit van Californië in Los Angeles (UCLA). De definitie spreekt over ‘de beste oplossing’. Daaruit kun je afleiden dat voor een gesteld ontwerpprobleem meestal verschillende oplossingen mogelijk zijn; er dient dus een keuze gemaakt te worden. De in de definitie genoemde ‘maatstaven van natuurkundige aard’ verwijzen naar de mogelijkheden en beperkingen van de natuur en de fysica. Deze zijn van stoffelijke en technische aard. De genoemde ‘maatstaven van maatschappelijke aard’ hebben betrekking op de begrenzingen die de maatschappij stelt. Die zijn van economische, sociale, juridische of ethische aard.

Nog steeds wordt geprobeerd om een goede, allesomvattende definitie te vinden. Zo wordt binnen de Ontwerpersopleiding ADMS aan de TU Eindhoven de volgende definitie gehanteerd:

‘Ontwerpen kun je zien als een doelgerichte en creatieve activiteit van zowel idee- als besluitvorming. Het is zowel een probleemopsporende als -oplossende activiteit, die onder condities van onzekerheid en risico’s plaatsvindt. Daarbinnen maak je zowel gebruik van praktische ervaring als van technische principes en voor zover mogelijk van wetenschappelijke kennis en inzichten. Maar als kern van de ontwerpactiviteit blijft gelden dat er sprake is van een verbeeldingsrijke sprong van een eenduidige (als gebrekkig ervaren) situatie naar een mogelijke (meer gewenste, idealere) toekomstige situatie.’

— R. Daru, 2002

Deze definitie benadrukt onder meer de onzekerheid over de mogelijke, meer gewenste, ideale toekomstige situatie. Deze onzekerheid zal er bij het ontwerpen altijd zijn. Je kunt immers pas achteraf constateren of het product daadwerkelijk geslaagd is. Het is goed om je dit als ontwerper te realiseren. Je kunt ontwerpen ook breder bezien, zoals blijkt uit de volgende definitie:

‘Ontwerpen is een synthetische activiteit gericht op de totstandkoming van nieuwe of gewijzigde artefacten, processen of systemen, met de bedoeling waarden te creëren conform vooraf gestelde eisen en wensen (bijv. mobiliteit, gezondheid).’

— A.W.M. Meijers, C.W.A.M. van Overveld en J.C. Perrenet, 2005

Deze definitie geeft aan dat ontwerpen niet alleen is gericht op producten, maar ook op processen of systemen die dienen te voldoen aan de gestelde eisen en wensen om in de behoefte te voorzien. De term ‘synthetische activiteit’ is echter enerzijds te complex (‘synthese’ betekent het samenstellen van afzonderlijke elementen tot een nieuw geheel) en anderzijds te beperkt, omdat er bij het ontwerpen niet alleen sprake is van synthese, maar ook van analyse, evaluatie en uitwerken.

Het is ook belangrijk om het besluitvormingsproces tijdens het ontwerpen te benadrukken. Dit gebeurt in de definitie van Von Stamm:

‘Ontwerpen is het bewuste beslissingsproces waarbij informatie (een idee) wordt getransformeerd tot een uitkomst, hetzij iets tastbaars (product) of iets niet tastbaars (dienst).’

— B. Von Stamm, 2008

Deze definitie geeft aan dat je bij ontwerpen niet alleen kunt denken aan een ‘product’ of een apparaat, maar ook aan bijvoorbeeld een film, een reisverzekering, software of een proces. Ontwerpen heeft niet altijd betrekking op het bedenken van iets geheel nieuws, maar kan ook bestaan uit het veranderen en verbeteren van bestaande oplossingen.

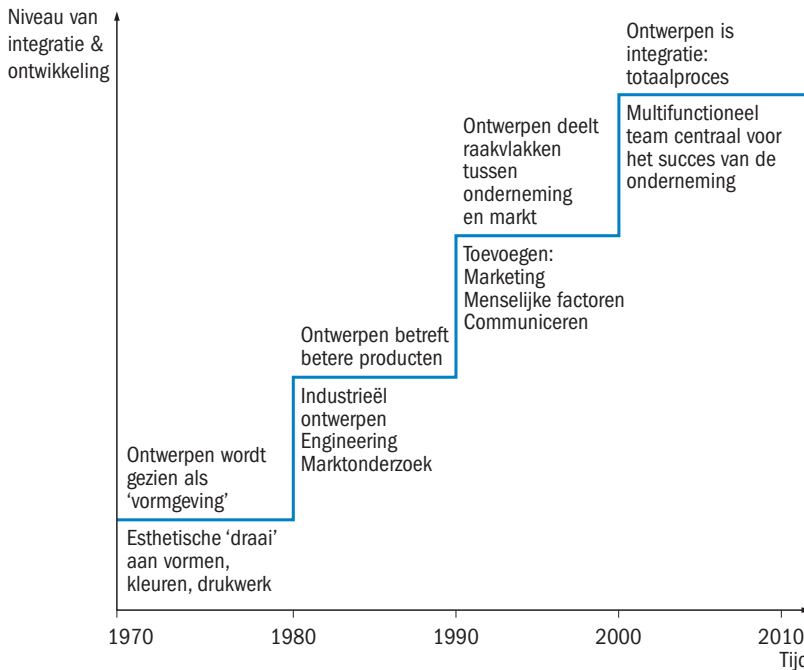
‘Ontwerpen is bestaande ideeën combineren, kneden en omvormen tot nieuwe ideeën. Hoe groter de kennis van bestaande ideeën, hoe groter de kans op een nieuw, innovatief idee.’

— P. Breedveld, 2011

Deze definitie staat stil bij het feit dat je bij het ontwerpen goed gebruik kunt maken van het bestaande, om op die manier tot nieuwe ideeën te komen. Verder is deze definitie echter te beperkt.

In het algemeen kun je stellen dat het begrip en de betekenis van ontwerpen aan het groeien zijn. Dit wordt weergegeven in figuur 1.10.

FIGUUR 1.10 De groei van de betekenis van ontwerpen



Bron: Fairhead, 1988

1.3 Maatschappelijke relevantie van ontwerpen

Er is een toenemende bewustwording van het belang van ontwerpen voor het succes van bedrijven. Dit heeft geleid tot een toenemende vraag naar ontwerpers voor de ontwikkeling van nieuwe producten en diensten. In 2002 was ontwerpen bij 75% van alle kleine (tot 50 werknemers) en middelgrote Engelse ondernemingen (50 tot 249 werknemers) een belangrijk, integraal onderdeel van het productieproces. Dat bleek uit een onderzoek door het Britse Design Council (Slamm, 2008).

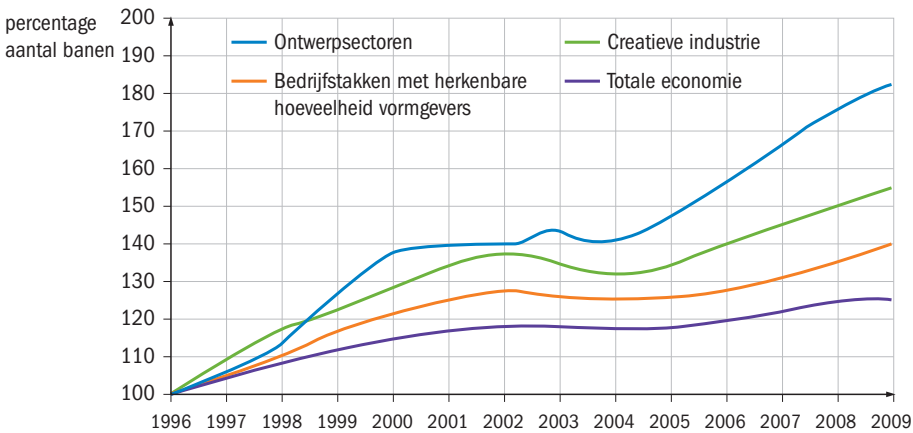
Ook in Nederland is ontwerpen van grote economische betekenis. Een paar jaar geleden had de Nederlandse designsector volgens het Centraal Bureau voor de Statistiek en TNO een geschatte toegevoegde waarde van 2,6 miljard euro (Lanjouw, 2004; Rutten et al., 2005). Deze waarde was gelijk aan die van het Nederlandse vervoer door de lucht en zelfs groter dan de jaarlijkse toegevoegde waarde van de aardolie-industrie (2,1 miljard euro). De designsector is belangrijk voor het vergroten van de innovatiekracht van het Nederlandse bedrijfsleven. Daarom streeft men naar een verdubbeling van de toegevoegde waarde van de ontwerpsector naar 5 miljard euro en meer in de komende jaren. Dat onderschrijft het belang van ontwerpen en de mogelijkheden die je als ontwerper in de toekomst zult

Economische betekenis

hebben. In figuur 1.11 zie je de ontwikkeling van de werkgelegenheid in ontwerpsectoren en in bedrijfstakken met een herkenbare hoeveelheid vormgevers over de periode 1996-2009. In deze figuur zijn de totale economie en de creatieve industrie weergegeven. Je kunt zien dat de bedrijfstakken waar ontwerpers actief zijn, sneller groeien dan gemiddeld. De economische groei is het grootst in die bedrijfstakken waar de innovatie het sterkst is.

FIGUUR 1.11 Ontwikkeling van het aantal banen in ontwerpsectoren in Nederland (1996–2009)

Ontwikkeling van het aantal vormgevers in de ontwerpsectoren, creatieve industrie, en bedrijfstakken met herkenbare hoeveelheid vormgevers ten opzichte van het totaal aantal banen in Nederland (1996 = 100).



Bron: TNO, op basis van LISA. <http://www.items.nl/2011/10/25/tno-rapport/>

Oplossen maatschappelijke problemen

Naast het creëren van directe economische maatschappelijke waarde worden ontwerpers ook steeds meer betrokken bij het oplossen van verschillende grote maatschappelijke problemen:

- grondstoffenschaarste
- energieproblematiek
- milieuproblematiek
- veiligheid
- gezondheid.

De nieuw te ontwerpen producten moeten immers bijdragen aan een duurzamer milieu en een duurzamere samenleving. Hierin kun je als ontwerper een wezenlijke rol spelen.

Ad a Grondstoffenschaarste

De toenemende schaarste aan grondstoffen eist van jou als ontwerper dat je ontwerpt op minimaal materiaalverbruik. Je moet je richten op een optimale levensduur van de technische inrichtingen, en als het onvermijdelijke einde

komt, moet via recycling een groot gedeelte van de gebruikte materialen worden teruggewonnen. Op deze manier draag je bij tot een duurzaam grondstoffengebruik. Dit heeft onvermijdelijk invloed op de eisen die aan moderne technische inrichtingen worden gesteld.

Recycling

Ad b Energieproblematiek

In de westerse samenleving gebruiken mensen steeds meer energie. Hierdoor is het probleem van uitputting van energiebronnen ontstaan en is de noodzaak om nieuwe energiebronnen te vinden toegenomen. Deze nieuwe energiebronnen moeten veilig en niet-milieubelastend zijn. Het energiegebruik zal verder toenemen, vooral in de ontwikkelingslanden, waar naar verwachting een sterke groei van de bevolking gepaard zal gaan met een nog sterker groeiend energiegebruik per persoon.

Het streven is erop gericht om te komen tot een duurzame energievoorziening; de gebouwde omgeving moet bijvoorbeeld in 2050 energieneutraal zijn, terwijl nu 40% van al onze gebruikte energie naar de gebouwde omgeving gaat. Grote veranderingen zijn noodzakelijk, en dus heel veel nieuwe producten. Als ontwerper moet je streven naar oplossingen waarbij zuinig met energie wordt omgesprongen, tijdens de fabricage, bij het gebruik en na het gebruik. De energieproblematiek legt een aparte verantwoordelijkheid op jou als ontwerper.

Duurzame energievoorziening

Ad c Milieuproblematiek

Nauw verbonden met de problemen rond energie- en grondstoffengebruik is de milieuproblematiek. Door gebruik van energie en grondstoffen ontstaan zeer verschillende afvalproducten. Allerlei bijverschijnselen tijdens het maken, gebruiken en afdanken van producten geven ook problemen. Vooral de verzuring van het milieu door droge en natte depositie van zwavel- en stikstofoxiden ('zure regen'), het broeikas effect als gevolg van CO₂-uitstoot en het gat in de ozonlaag als gevolg van het vrijkomen van cfk's zijn hiervan voorbeelden.

Van jou als ontwerper wordt verwacht dat je je bij het ontwerpen bewust bent van alle mogelijke bijverschijnselen die je producten kunnen veroorzaken. Ook moet je rekening houden met de mogelijkheid van verwijdering van technische producten als ze buiten gebruik worden gesteld. Ketenbeheer – de integrale aandacht voor de gehele levenscyclus van een product – is een belangrijk aspect bij het ontwerpen van producten.

Ketenbeheer

Ad d Veiligheid

Toenemend gebruik van geavanceerde technologie leidt tot risico's voor mens en omgeving. Bij de introductie van technologie mag je de veiligheidsaspecten niet vergeten. Je moet zo veilig mogelijk ontwerpen. Natuurlijk kun je als ontwerper je processen of producten niet helemaal zonder gebruiksrisico's maken, maar het is wel mogelijk om de gevolgen van eventuele ongelukken te beperken door een goed ontwerp. Als er iets misgaat, moet de afloop voorspelbaar zijn en moet duidelijk zijn hoe de mens nog kan ingrijpen om erger te voorkomen.

Met name de laatste tijd draagt technologie soms ook sterk bij tot het beperken van risico's zoals terreuraanslagen, bijvoorbeeld door de detectiepoortjes bij de luchthaven. Ook de camera's voor het houden van toezicht op uitgaanslocaties in steden dragen bij tot veiligheid.

Ad e Gezondheid

Met name op het gebied van de ontwikkeling van biomedische producten kan ontwerpen de gezondheid van de mens positief beïnvloeden. Nieuwe medische apparatuur en nieuwe productiefaciliteiten voor medicijnen dragen bij aan de mogelijkheden om ziektes te bestrijden. Technologie kan echter ook een negatieve invloed op de gezondheid van mensen hebben. Dat geldt vooral voor de milieuproblematiek, maar ook voor de arbeidsomstandigheden bij de beroepsuitoefening. Als ontwerper moet je ervoor zorgen dat er werkplekken worden gecreëerd zonder dat ongewenste en nadelige gezondheidseffecten optreden. Ook moet je ervoor zorgen dat de producten die je ontwerpt geen schade toebrengen aan de gezondheid van de gebruiker. Gebruikersvriendelijk ontwerpen door toepassing van ergonomische principes is dan ook een belangrijke taak.

Als technisch ontwerper hoef je voor de behandelde problemen geen totale oplossing te bieden. Van jou wordt alleen verwacht dat je er rekening mee houdt en dat je oplossingen aandraagt voor steeds complexere problemen om in geconstateerde behoeftes te voldoen.

1.4 Verwerven van kennis door onderzoek

Bij het ontwerpen pas je bestaande en zo mogelijk nieuwe kennis toe in de te ontwerpen producten. Deze nieuwe kennis kan voor een belangrijk deel verworven worden door het bestuderen van fysische/natuurlijke processen. Vaak blijkt dan dat er aanvullend onderzoek nodig is. Dat roept de vraag op hoe onderzoek zich verhoudt tot ontwerpen.

Het verschil tussen onderzoek en ontwerpen

Onderzoek richt zich voornamelijk op de analyse van een bestaande structuur, waarvan de functie en het doel moeten worden bepaald om zo nieuwe kennis te verkrijgen. Onderzoek is dus het ontdekken van de samenhang tussen dingen die er al zijn, en is conclusiegericht. Dit conclusiegerichte onderzoek kan leiden tot een *ontdekking*. Dan heeft de onderzoeker een nog onbekend natuurverschijnsel ontdekt van zijn 'bedekking', zodat het aan de wetenschappelijke kennis kan worden toegevoegd.

Ontwerpen is voornamelijk gericht op *synthese*: uitgaande van een doel en functie moet een structuur worden bepaald. Bij ontwerpen ligt de nadruk dus op het verwerven van nieuwe toepassingen van bestaande kennis, ofwel het genereren van iets nieuws uit het bestaande: synthese.

Ontwerpen verschilt dus van onderzoek, maar heeft wel vaak onderzoeksresultaten nodig. De onderzoeksmethodiek kan ook helpen om het ontwerpen als proces te structureren. Ontwerpen en onderzoek zijn dus op verschillende manieren met elkaar verbonden.

Als het onderwerp van onderzoek niet een natuurverschijnsel is, maar een door de mens gemaakt product, kun je op soortgelijke wijze het onderzoeksproces doorlopen. Bij de analyse van zo'n product valt allereerst de materiële opbouw op. Het gaat hierbij vooral om de onderlinge posities van de samenstellende elementen. Uiteindelijk resulteert de analyse in een weergave van de structuur, een schetsmatige, globale aanduiding waaruit blijkt hoe in of met het product de werking tot stand komt.

Om inzicht te krijgen in de werking van een inrichting is het zinvol om na te gaan welke functie elk element heeft en ook volgens welk (logisch) principe het functioneert. De functie van een product geeft aan wat voor eigenschap het product dient te bezitten om het gestelde doel te bereiken. Het doel van een product is bij een analyse vaak niet zo eenduidig vast te stellen. Een beschouwing van het grotere geheel waarvan het product deel uitmaakt geeft meestal wel inzicht in het doel ervan. Ook hier stelt de onderzoeker door te analyseren achtereenvolgens de structuur, de functie en het doel van het onderzochte vast.

Functie

Doel

1

Recente ontwikkelingen

Producten werden door een ontwerper aan de tekentafel of achter het beeldscherm ontworpen. Deze manier van werken stelde hem in principe in staat om een aantal alternatieve mogelijkheden of varianten te genereren. Hieruit kon hij de variant kiezen die gefabriceerd zou gaan worden.

Vroeger werd van deze keuzemogelijkheid niet of nauwelijks gebruikgemaakt. Veelal werd het eerste ontwerp via *trial and error* stap voor stap verbeterd en aangepast, totdat het voldeed. Tegenwoordig is het noodzakelijk om meerdere alternatieven te ontwikkelen en daaruit bewust te kiezen, want door de snelle ontwikkelingen in de technische wetenschappen en in de maatschappij kunnen bedrijven het zich niet permitteren om via vallen en opstaan het juiste product te ontwerpen. Door op basis van meerdere alternatieven de beste oplossing te kiezen, kan het risico van een mislukking of een langer ontwikkeltraject op een goede manier verkleind worden.

Trial and error

De hiermee verband houdende veranderingen in de maatschappij hebben geleid tot een grotere complexiteit van de problemen, met sterk toegenomen kosten en navenante financiële risico's. Kenmerkend voor de huidige fase in de maatschappelijke ontwikkeling is het besef van de noodzaak om:

- spaarzaam om te gaan met grondstoffen en energie
- bij elk technisch handelen de veiligheid voor mensen en goederen te garanderen
- de arbeidsomstandigheden te verbeteren
- het milieu zo weinig mogelijk te belasten.

Kenmerkend voor de huidige industriële praktijk is ook dat er voor de ontwerpers steeds minder tijd beschikbaar is om producten te ontwerpen.

Steeds minder tijd

Nieuwe producten moeten bovendien direct gerealiseerd en zonder meer toegepast kunnen worden. Vaak gaat het daarbij om geheel nieuwe ontwerpen, waarvan nog geen voorbeelden zijn. Als ontwerper kun je in zo'n geval niet terugvallen op ervaringen met soortgelijke ontwerpen. Na het vaststellen van een probleem ga je echter toch vaak uit van jou bekende situaties.

Daardoor staat je meestal snel een oplossing voor ogen, waarmee je onder de tijdsdruk genoegen neemt. Als je hiervan geen afstand kan nemen, is de kans groot dat er producten ontstaan die niet de gewenste veel betere en nieuwe eigenschappen hebben ten opzichte van bestaande producten.

Als je als ontwerper onvoldoende overzicht hebt over de veelheid en de diversiteit van factoren die een rol spelen, neemt de kans toe dat je verkeerde beslissingen neemt. Zo kunnen eindproducten ontstaan die niet aan de gestelde verwachtingen voldoen. Soms kunnen de fouten alsnog hersteld worden door aanzienlijke extra financiële inspanningen, zoals in voorbeeld 1.1.

VOORBEELD 1.1

Het ontwerpen van een schnitzelpletter

Een handelsfirma constateerde dat zijn klanten – slagerijen en grootkeukens – behoefte hadden aan een schnitzelpletter. Een ontwerp- en constructiebureau kreeg de opdracht om zo'n schnitzelpletter te ontwerpen en te fabriceren. De ontwerper bestudeerde eerst wat zo'n apparaat zou moeten doen: diverse soorten vlees pletten naar een gelijkmatige dikte. Door de oppervlaktevergroting en het uniforme uiterlijk zijn de stukken vlees visueel aantrekkelijker. Gelijkmatige diktes geven bovendien een gelijke en kortere gaartijd, waardoor er minder gewichtsverlies optreedt, en de malsheid en sappigheid van de vleesproducten worden door het pletten bevorderd. Het apparaat diende geschikt te zijn voor zowel vers als aangevoren vlees.

De constructeur ontwierp en bouwde een apparaat dat bestond uit een grote, roestvrijstalen kast waarin drie in één rij geplaatste stoters op een transportband passerende stukken vlees pletten. De eindloze transportband, geleid en aangedreven door twee metalen rollen, werd door een plaat ondersteund om de noodzakelijke reactiekracht te kunnen leveren. Bij beproeving bleek het product niet goed te werken, omdat het vlees al aan de eerste stoter bleef hangen. De constructeur had niet opgemerkt dat bij de traditionele bewerking de slager na elke klap zijn mes aan het vlees afstreek. Met het toepassen van een aparte cellofaanafscherming was dit probleem verholpen. Toen begon de constructeur verder na te denken. De slager gebruikt maar één mes, dus waarom waren hier drie stoters toegepast? Hij bouwde een tweede apparaat: opnieuw een roestvrijstalen kast, maar nu met één stoter en een transportband met een cellofaan afdekbanaan. Ook dit apparaat werkte niet goed: het kleefprobleem was opgelost, maar bij elke klap moest de band worden gestopt en daarna weer gestart. Dat was niet echt handig.

De constructeur dacht verder na. De afgesneden stukken vlees werden tussen twee bewegende transportbanden getransporteerd in een klein en handzaam apparaat. De hoek tussen de transportbanden kon zo worden ingesteld dat de gewenste dikte van de schnitzel vanzelf ontstond door het transport.

In samenwerking met een verkoopagent, die de verkoop en distributie van de schnitzelpletter begeleidde, zijn deze machines uitgegroeid tot een succes, maar het ontwerp- en constructiebureau beseftte dat de aanpak door middel van trial and error veel tijd en extra middelen had gekost. De conclusie was dan ook dat ze niet meer op deze manier wilden blijven werken. In de loop der jaren zijn er meerdere uitvoeringen bij gekomen, met verschillende capaciteit, lengte en hoogte. Iedere machine wordt vanuit de standaard gebouwd met klantspecifieke opties; waar nodig wordt de machine compleet klantspecifiek gebouwd. Dat laatste geldt bijvoorbeeld voor een tandemuitvoering die bestemd was voor het buitenland. Deze pletter is volledig naar de wensen van de klant gebouwd en is zo uitgevoerd dat de capaciteit van de machine tweemaal is vergroot. Inmiddels worden deze machines wereldwijd toegepast in achttien landen en in vele vleesverwerkende productielijnen (zie figuur 1.12).

FIGUUR 1.12 Schnitzelpletter



Bron: RVS Montfoort, 2012

In de voedselverwerkende industrie zijn veel machines nodig, die vaak moeten worden ontworpen voor een specifieke context en een specifiek gebruik. Als je op internet kijkt, zul je zien dat meerdere Nederlandse bedrijven soortgelijke machines maken voor toepassing in de voedselverwerkende industrie.

Uit voorbeeld 1.1 blijkt dat het heel belangrijk kan zijn om een systematische en doordachte aanpak te hanteren bij het uitwerken van een ontwerppoging. Het is ook belangrijk om de juiste balans te vinden tussen het toepassen van een systematische methode en het daarmee tegelijkertijd praktisch omgaan. De winst van het systematisch benaderen moet niet veel onnodig werk opleveren; je moet je steeds kritisch blijven afvragen of in jouw situatie alle stappen van een bepaalde methode wel echt nodig zijn. Helaas leer je dit pas in de loop der jaren goed in te schatten.

Het advies is daarom, zeker in het begin, te proberen de systematische aanpak waarvoor je hebt gekozen geheel te volgen. Later kun je op basis van je ervaring inschatten wat je wel en niet allemaal moet doen. Voorop staat dat er een gezonde balans moet zijn tussen eenvoud en compleetheid. Soms gaat dit verkeerd en slaat een ontwerper door naar de ene of de andere kant. In zijn intreedere over het ontwerpen van biomedische producten beschreef professor Verkerke prachtig hoe ontwerpers soms het doel en de eenvoud uit het oog verliezen; zie voorbeeld 1.2 (Verkerke, 2005).

**Balans tussen
eenvoud en
compleetheid**

VOORBEELD 1.2

Een pen voor schrijven bij gewichtloosheid

Toen de Amerikanen en de Russen voor het eerst gezamenlijk de ruimte in gingen, was de sfeer opvallend open. Als vakgenoten hadden ze veel ervaringen uit te wisselen. Zo vertelden de Amerikanen over een van de problemen die ze hadden gehad: het schrijven in de ruimte. Een normale balpen werkt immers alleen als er zwaartekracht is. Gelukkig, zei de Amerikaan met gepaste trots, had het NASA-ingenieursbureau na slechts één jaar een prima alternatief gerealiseerd, de Fisher Space Pen. Bij deze pen stuwt een ingebouwd micropompmechanisme de inkt onder alle omstandigheden naar de punt (figuur 1.13).

De Russen beaamden dat ook zij dit probleem hadden gehad. Hun ingenieursbureau had echter al na één dag de oplossing: een potlood. Je ziet, het ontwerpen van producten is geen eenduidige gebeurtenis. Soms ontwikkel je een prachtige oplossing, maar is dat zeker niet de beste of eenvoudigste. Dit gebeurt zowel in de ruimte als op aarde.

FIGUUR 1.13 Ruimtepen



Bron: Fisher Space Pen

Maar wat blijkt als je verder onderzoekt pleegt? Het verhaal klopt niet. De Amerikanen gebruikten eerst potloden, net als de Russen, maar zijn daarvan afgestapt omdat de afbrekende punten en het vrijkomende grafietstof bij het schrijven in een gewichtloze omgeving een ernstige bedreiging kunnen vormen voor apparatuur en astronauten. Bovendien is de oplossing niet bedacht door de ontwerpers van NASA, maar is gebruikgemaakt van een particuliere onderneming, die geheel zelfstandig een drukpen had ontwikkeld, zonder financiële ondersteuning van de NASA. Deze werd door de NASA voor een klein bedrag gekocht. Later zijn de Russen ook afgestapt van de potloden en kochten zij dezelfde pennen als de Amerikanen.

Kortom, het verhaal is anders, maar de strekking blijft deels dezelfde: onderzoek eerst goed de behoefte en kijk of er niet al een passende oplossing op de markt is die je misschien kunt gebruiken of verbeteren. Pas als dat niet kan, ga je aan de slag met ontwerpen. Ontwerpers hebben de neiging het vooronderzoek beknopt te houden en willen het liefst direct aan de slag met ontwerpen. Hierbij willen ze het liefst direct denken in oplossingen, maar het is belangrijk om eerst goed te kijken of de behoefte aan een nieuw ontwerp geen schijnbehoefte is, en of de eisen die zijn gesteld door de opdrachtgever wel passen bij de geconstateerde behoefte.

Samenvatting

- ▶ Ontwerpen is van oorsprong een individueel proces, gericht op het aan-geven van oplossingen om aan een behoefte te voldoen, met behulp van beschikbare middelen en met inachtneming van maatstaven van na-tuurkundige en maatschappelijke aard.
- ▶ Ontwerpen ontwikkelt zich tot een totaalproces, waarbij het multifunc-tioneel team garant staat voor het succes van een organisatie of onder-neming.
- ▶ Ontwerpen is essentieel voor innovatie en het creëren van economische waarde.
- ▶ De toenemende maatschappelijke problemen, zoals grondstoffen-schaarste, energieproblematiek, milieuproblematiek, veiligheid en gezondheid, leiden tot een grotere complexiteit van de ontwerpogaven.
- ▶ Van ontwerpers wordt verwacht dat zij oplossingen aandragen in het spanningsveld tussen groeiende behoeftes en verlangens enerzijds en een einde aan de groei van de uitputting van de natuurlijke voorraden anderzijds.
- ▶ Door de steeds kortere levensduur van producten/processen wordt ook de tijd voor het ontwerpen steeds verder verkort, waarbij een niet-suc-cesvol ontwerp een steeds groter risico vormt voor het voortbestaan van een organisatie of onderneming.
- ▶ Om de kans op succes te vergroten kan een ontwerper alle hulp gebrui-ken die hij ter beschikking heeft; daarom zijn er ontwerpmethoden ont-wikkeld waarvan gebruikgemaakt kan worden.

Opgaven

-
- 1.1** Zoek in jouw omgeving of in de literatuur naar voorbeelden van innovaties die zijn ontworpen vanuit de zorg voor de gezondheid van de gebruiker.
 - 1.2** Geef een voorbeeld van een productinnovatie die is ontstaan vanuit de zorg voor een beter milieu.
 - 1.3** Geef een paar voorbeelden van innovaties die ontstaan zijn vanuit de noodzaak tot energiebesparing.
 - 1.4** Geef in schetsen de resultaten van de gevolgde aanpak bij het ontwerpproces van de schnitzelpletter (voorbeeld 1.1).
 - 1.5** Geef uit je eigen ervaring een voorbeeld van zo'n manier van werken.
-