

INNOVATIELAB

DESIGNWEEK

• EXTRUSIEHOPPER

MATERIAAL

Ontwerpen van technische innovaties

door onderzoek, creatief denken
en samenwerken

Inge Oskam, Kevin Cowan,
Lukien Hoiting en Paul Souren

Eerste druk



Noordhoff Uitgevers

Ontwerpen van technische innovaties

door onderzoek, creatief denken en samenwerken

Inge Oskam

Kevin Cowan

Lukien Hoiting

Paul Souren

Eerste druk

Noordhoff Uitgevers Groningen/Houten

Ontwerp omslag: Rocket Industries, Groningen
Omslagillustratie: Studio Frank & Lisa met technische doodles van Rutger de Vries
Cartoon p. 232 Marcel Jurriëns, in opdracht van Haasart Illustraties

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

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.

Deze uitgave is gedrukt op FSC-papier.

0 / 12

© 2012 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, <http://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, photo-
copying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the publisher.*

ISBN (ebook) 978-90-01-84722-7
ISBN 978-90-01-79698-3
NUR 964

Woord vooraf

Dit boek is geschreven naar aanleiding van het InnovatieLab dat door het lectoraat Technisch Innoveren & Ondernemen is opgezet aan de Hogeschool van Amsterdam (HvA), domein Techniek. Sinds 2009 werken in het InnovatieLab jaarlijks ongeveer 150 studenten van verschillende opleidingen, waaronder E-technology en Engineering, Design & Innovation, samen aan technische innovatievraagstukken uit de praktijk. Bij de opzet van het InnovatieLab stuiten we op een methodologisch vraagstuk: welke ontwerp-methode is geschikt voor het doen van onderzoek en het maken van innovatieve ontwerpen in multidisciplinaire teams? Dit leidde tot de ontwikkeling van een speciale aanpak gericht op het onderzoeken en ontwerpen van technische innovaties in een context waarin door het ontwerpteam intensief wordt samengewerkt met de opdrachtgever en eventuele ontwikkelpartners. Het InnovatieLab van de HvA staat echter niet op zich. Ook bij andere hogescholen is veel ervaring met samenwerking op het vlak van innovatie. Bij het schrijven van dit boek is dan ook de latere medewerking van het lectoraat Kennistransfer in Productinnovatie van de Haagse Hogeschool zeer waardevol gebleken.

Het ontwerpproces wordt steeds vaker door bedrijven uitbesteed aan een ontwerp bureau of een kennisinstelling of het ontwerpproces en haalbaarheidsonderzoek wordt neergelegd bij de R&D-afdeling van het eigen bedrijf. Dit is zeker het geval wanneer het een innovatie betreft die de kennis en kunde van de organisatie overstijgt. Ontwerpers zijn hierdoor lang niet altijd betrokken bij het gehele innovatieproces. Vaak is het innovatie-idee door een ander bedacht, door de ondernemer of productmanager bijvoorbeeld, en zal ook de productie-engineering weer uitbesteed worden aan een andere partij. De ontwerper wordt vooral ingeschakeld voor het creëren van een innovatieve oplossing voor een probleem, het maken van een goed ontwerp en het onderzoeken van de technische haalbaarheid. In dit deel van het innovatieproces wordt het product gedefinieerd, het ontwerp bepaald en worden alle kritische problemen en risico's onderzocht en zo innovatief mogelijk opgelost. De opdrachtgever kan op basis hiervan een verantwoorde beslissing nemen over de investering in de realisatie en introductie van de innovatie.

De methode die in dit boek wordt beschreven concentreert zich op het ontwerpproces vanaf de innovatievraag tot en met het ontwikkelen en testen van een effectieve oplossing. Uitgangspunt is dus dat er reeds een innovatie-idee ligt waarvoor (technische) ontwerpers worden ingezet om onder meer de haalbaarheid te onderzoeken. De ontwerpmethodologie onderscheidt zich van andere methoden door de nadruk op vier essentiële ingrediënten van technisch innoveren: samenwerken, onderzoeken, creatief denken en experimenteren. Deze vier thema's worden in de meeste

ontwerp- en innovatiehandboeken slechts in de zijlijnen behandeld. In dit boek krijgen ze volop aandacht en reiken we per thema concrete tools aan die tijdens het ontwerpproces kunnen worden ingezet. Uiteraard is het ook voor ons niet mogelijk om volledig te zijn, maar we hebben gepoogd om juist die tools te selecteren die specifiek geschikt zijn voor innovaties waarin techniek en technologie een belangrijke rol spelen. Het boek is zeer geschikt voor projectonderwijs in het hbo waarbij in toenemende mate wordt gewerkt met multidisciplinaire studententeams die op een interdisciplinaire wijze samenwerken aan innovatievragen van externe opdrachtgevers. Uiteraard kan het boek ook ingezet worden in minoren en honours-trajecten waar onderzoekend ontwerpen deel uitmaakt van het programma.

De beschreven aanpak is allereerst gericht op ingenieurs / ontwerpers die zich als lid van een ontwerpteam bezighouden met het onderzoeken en realiseren van technische innovaties. Deze ontwerpdisciplines zijn bijvoorbeeld werktuigbouw, industrieel ontwerpen, productdesign, elektrotechniek en vliegtuigbouw. Het boek geeft hen een gezamenlijke aanpak en taal om effectief te kunnen samenwerken, maar ook praktische hulpmiddelen die ingezet kunnen worden tijdens projecten. Maar het boek is ook geschikt voor andere disciplines die tijdens hun studie of werk met (technische) ontwerpers samenwerken. Denk aan disciplines als technische bedrijfskunde, bouwkunde, civiele techniek, ergotherapie, human technology, maar bijvoorbeeld ook marketing, communicatie en media design. We gaan ervan uit dat ieder die deel uitmaakt van het projectteam daadwerkelijk betrokken is bij het creëren van de oplossing en dus bij het ontwerpproces. In dit boek spreken we de lezer dan ook aan met ontwerper en doelen daarmee op alle teamleden, inclusief degenen zonder technische of ontwerpachtergrond. En we duiden deze ontwerper en andere personen in het boek aan met hij, maar gaan er natuurlijk van uit dat het net zo goed een zij kan zijn.

Voor het tot stand komen van dit boek danken wij alle mensen die hebben meegedacht over de inhoud. De personen die deel uitmaakten van het reviewteam zijn:

- Koen Peters (student Engineering Design & Innovation, HvA)
- dr. ir. Liek Voorbij (manager Onderzoek, HR)
- ir. Liselotte van Dijk (coördinator InnovatieLab, HvA)
- ir. Renske Schijvens (docent Bedrijfskunde, HvA)
- dr. ir. Rianne Valkenburg (lector Kennistransfer in Productinnovatie, HHS)
- ir. Rik Almekinders (docent Engineering Design & Innovation, HvA)
- ir. Rutger de Vries (docent Engineering Design & Innovation, HvA)

Amsterdam, najaar 2011

Inge Oskam

Kevin Cowan

Lukien Hoiting

Paul Souren

Inhoud

Studiewijzer 9

1 Ontwerpen van technische innovaties 13

- 1.1 Innovatie en innoveren 14
- 1.2 Rol van technologie 18
- 1.3 Rol van de ontwerper 21
- 1.4 Projectaanpak 24
- 1.5 PIT-stop als reviewmoment 29
- 1.6 Thema's en tools 35

[Samenvatting 39](#)

2 Fase I Oriëntatie 41

- 2.1 Voor je begint met de oriëntatiefase 44
- 2.2 Stap 1 Starten met samenwerken 45
- 2.3 Stap 2 Probleem en oplossingsruimte verkennen 50
- 2.4 Stap 3 Klantwensen inventariseren 56
- 2.5 Stap 4 Projectaanpak bepalen 65
- 2.6 PIT-stop oriëntatiefase 69

[Samenvatting 71](#)

[Meer weten? 72](#)

3 Thema Samenwerken 75

- 3.1 Wat is samenwerken? 77
- 3.2 Teamsamenstelling 82
- 3.3 Effectief samenwerken binnen een team 86
- 3.4 Samenwerken met de opdrachtgever 91
- 3.5 Samenwerken met partners 93

[Samenvatting 101](#)

[Meer weten? 102](#)

4 Fase II Analyse 105

- 4.1 Voor je begint met de analysefase 108
- 4.2 Stap 1 Probleem en context analyseren 110
- 4.3 Stap 2 Verkennend ontwerpen en experimenteren 114
- 4.4 Stap 3 Functies analyseren 118
- 4.5 Stap 4 Ontwerpcriteria bepalen 125
- 4.6 PIT-stop analysefase 134

[Samenvatting 136](#)

[Meer weten? 137](#)

5 Thema Onderzoeken 139

- 5.1 Wat is onderzoeken? 141
- 5.2 Onderzoeksmethode 142
- 5.3 Een onderzoek uitvoeren 145
- 5.4 Onderzoekshulpmiddelen 148
- 5.5 Typen onderzoek 156
 - [Samenvatting](#) 167
 - [Meer weten?](#) 168

6 Fase III Ontwerp 171

- 6.1 Voor je begint met de ontwerpfase 174
- 6.2 Stap 1 Ideeën ontwikkelen voor de hoofdfunctie 176
- 6.3 Stap 2 Ideeën ontwikkelen voor deelfuncties 181
- 6.4 Stap 3 Concepten genereren 186
- 6.5 Stap 4 Het beste ontwerp bepalen 194
- 6.6 PIT-stop ontwerpfase 200
 - [Samenvatting](#) 202
 - [Meer weten?](#) 203

7 Thema Creatief denken 205

- 7.1 Wat is creatief denken? 207
- 7.2 Het creatieve denkproces 210
- 7.3 Divergeren: werkvormen en tools voor ideegeneratie 213
- 7.4 Convergeren: creatieve ideeën beoordelen en selecteren 221
- 7.5 Organiseren van een creatieve sessie 227
- 7.6 Wees zelf creatief 231
 - [Samenvatting](#) 236
 - [Meer weten?](#) 237

8 Fase IV Detaillering 239

- 8.1 Voor je begint met de detailleringfase 242
- 8.2 Stap 1 Engineering model maken 243
- 8.3 Stap 2 Ontwerp detailleren 250
- 8.4 Stap 3 Prototype maken, testen en verbeteren 256
- 8.5 Stap 4 Definitief ontwerp documenteren 262
- 8.6 PIT-stop detailleringfase 264
 - [Samenvatting](#) 266
 - [Meer weten?](#) 267

9 Thema Experimenteren 269

- 9.1 Wat is experimenteren? 273
- 9.2 Een experiment opzetten 276
- 9.3 Testresultaten en conclusies trekken 279
- 9.4 Modellen maken 283
- 9.5 Verschillende soorten experimenten 295
 - [Samenvatting](#) 300
 - [Meer weten?](#) 301

10 Fase V Realisatie 303

- 10.1 Voor je begint met de realisatiefase [306](#)
- 10.2 Stap 1 Begeleiden productievoorbereiding [309](#)
- 10.3 Stap 2 Begeleiden marktvoorbereiding [317](#)
- 10.4 Stap 3 Begeleiden introductie en service [323](#)
- 10.5 Stap 4 Optimaliseren ontwerp en vervolg [327](#)
- 10.6 PIT-stop realisatiefase [335](#)
 - [Samenvatting 336](#)
 - [Meer weten? 337](#)

Geraadpleegde literatuur [338](#)

Illustratieverantwoording [341](#)

Lijst van afkortingen [343](#)

Register [345](#)

Over de auteurs [351](#)

Studiewijzer

Dit boek bevat tien hoofdstukken. Het boek start met een hoofdstuk dat de methode met vijf fasen en vier thema's introduceert en de PIT-stop toelicht die als rode draad door de fasen heen loopt. Vervolgens wisselen de vijf fasehoofdstukken en vier themahoofdstukken elkaar af.

De fasen hebben een oplopend Romeins cijfer en zijn herkenbaar aan de grijze tabs.



2 Fase I Oriëntatie

Elk thema heeft een eigen kleur en letter en is herkenbaar aan de gekleurde tabs.



De vragen worden beantwoord in het hoofdstuk.

→ In dit fasehoofdstuk beantwoorden we de volgende vragen:

- Wat is het doel van de oriëntatiefase?
- Hoe start je de samenwerking?
- Hoe voer je een probleemverkenning uit?
- Hoe verken je de oplossingsruimte?
- Wat is een goede probleemstelling?
- Hoe inventariseer je klantwensen?
- Hoe bepaal je een goede projectaanpak?
- Waar moet je op letten bij de PIT-stop van de oriëntatiefase?

Navigatiewoorden: belangrijke begrippen uit het hoofdstuk, met paginanummers

→ Kennismakingsgesprek 47	Doelgroepen 58
Probleemverkenning 50	Kano-model 61
Oplossingsruimte 52	Projectplan 65
Systeemniveau 52	Doelstelling van het project 65
Ontwerpvisie 54	Projectplanning 66
Ecodesignstrategieën 55	Kritieke pad 66
Probleemstelling 55	Projectleider 67
Klantwensen 56	PIT-stop oriëntatiefase 69
Gebruikersgroepen 57	

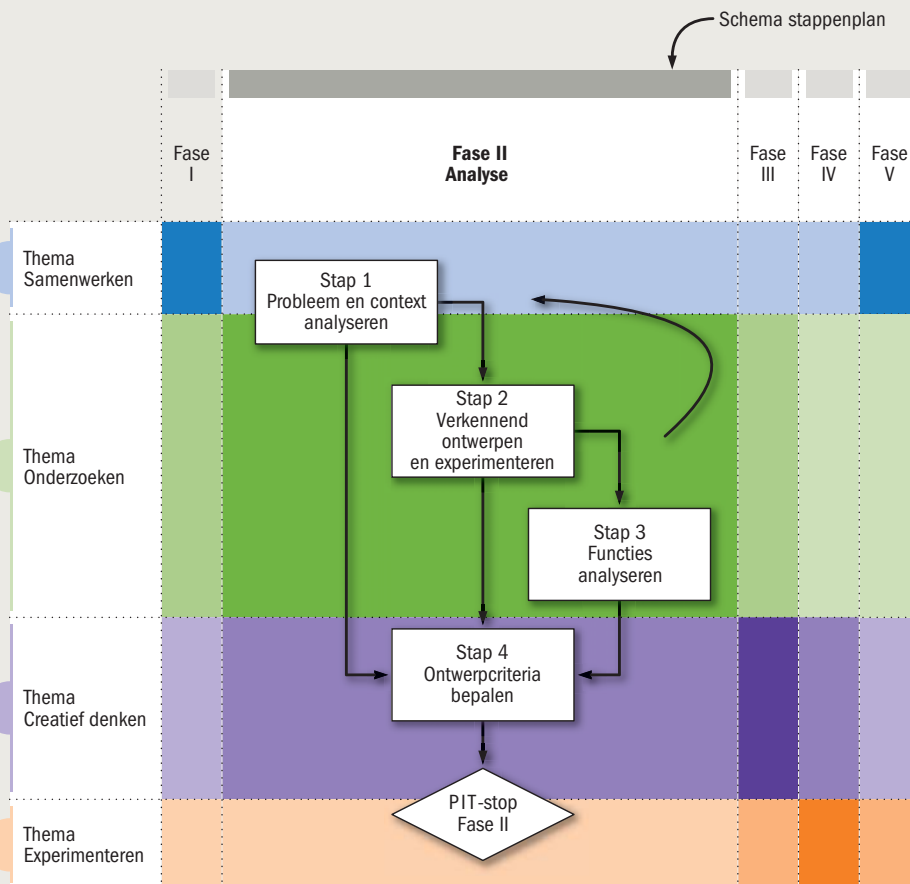
Gebruik van het boek

Je kunt dit boek op de volgende manieren gebruiken:

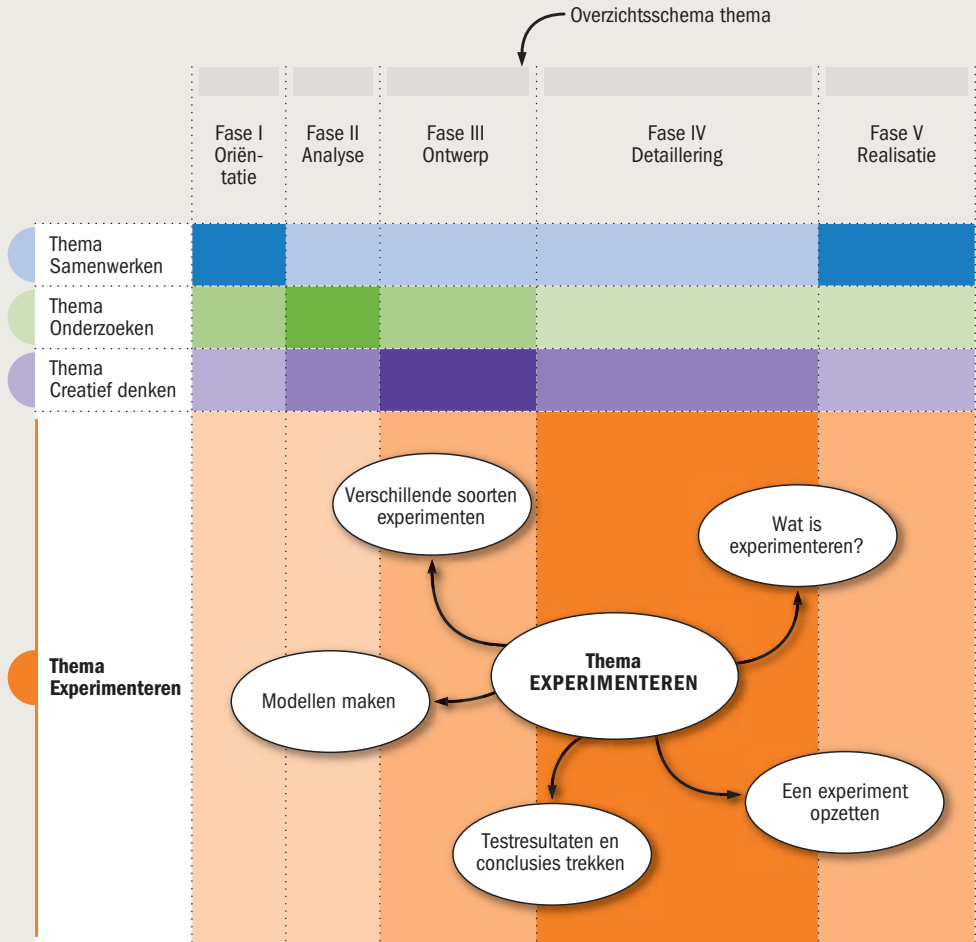
- *Chronologisch verkennen*: je leest eerst over de methode in hoofdlijnen. Vervolgens lees je in meer detail een fase en dan over het thema dat het meest van belang is voor die fase.
- *Meteen aan het werk*: je gaat direct aan de slag met je innovatieproject met behulp van de fasehoofdstukken. Bij de beschrijving van de stappen wordt verwezen naar tools die je hierbij kunt inzetten.
- *Starten met in de thema's*: je verdiept je eerst in de thema's zodat je goed weet wat bij een innovatieproces van belang is. Je kunt je alvast verdiepen in de tools en ze uitproberen. Op de website vind je nog meer tools en tips. Daarna ga je aan de slag met de fasehoofdstukken.
- *Gebruiken als naslagwerk*: als je de methode eenmaal eigen hebt gemaakt is dit boek een handig naslagwerk. De opening van ieder hoofdstuk, het overzicht met tools en het register achter in het boek helpen je om snel een activiteit, thema of tool op te zoeken. Op de website www.ontwerpentechnischeinnovaties.noordhoff.nl vind je nog meer tools en tips, een begrippenlijst en templates die je kunt downloaden.



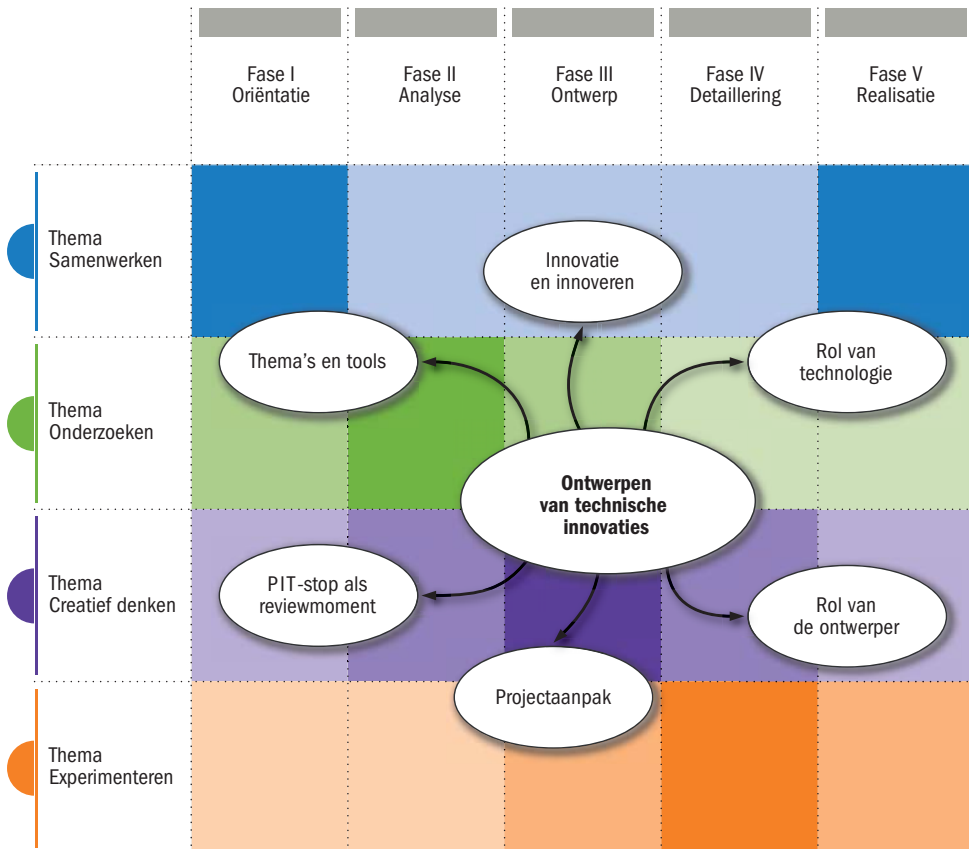
Elk fasehoofdstuk opent met een schema van het stappenplan van die fase. De stappen zijn tevens de paragrafen van dit hoofdstuk. Het schema laat ook zien welke thema's van belang zijn voor deze fase. Elk fasehoofdstuk begint met een bedrijfs-case die deze fase introduceert.



Elk themahoofdstuk opent met een overzichtsschema waarin de onderwerpen van dat thema zijn weergegeven. Dit zijn tevens de paragrafen van dit hoofdstuk. Dit schema laat ook zien hoe het thema samenhangt met de vijf fasen. Elk themahoofdstuk wordt geïntroduceerd met een tijdschriftartikel of webpagina.



Per hoofdstuk wordt aangegeven op welke vragen de stof antwoord geeft en wat de belangrijkste begrippen zijn die behandeld worden.



1

Ontwerpen van technische innovaties

In dit hoofdstuk beantwoorden we de volgende vragen:

- Wat is productinnovatie en waarom innoveren bedrijven?
- Wat is technologie en wat is de rol van technologie bij innovaties?
- Wat is jouw rol als ontwerper in het innovatieproces?
- Uit welke fasen bestaat het ontwerpen van technische innovaties?
- Wat is een PIT-stop en waarom voer je die uit?
- Wat is de rol van het PvE in het ontwerpproces?
- Wat zijn de vier thema's bij het ontwerpen van technische innovaties?
- Wat zijn tools en waarom zet je ze in?

Productinnovatie 14

Productlevenscyclus 16

Technologie 18

Technologielevenscyclus 20

Ontwerper 21

Innovatieproces 22

Oriëntatiefase 26

Analysefase 26

Ontwerpfase 26

Detaileringfase 27

Realisatiefase 27

Iteratie 28

PIT-stop 29

Ontwerpdossier 30

Programma van Eisen 31

QFD I 34

Samenwerken 36

Onderzoeken 36

Creatief denken 37

Experimenteren 37

Tool 38

1.1 Innovatie en innoveren

Technisch innoveren Technisch innoveren is een lang en intensief traject dat, afhankelijk van de opdrachtgever, verschillende startpunten en doelen kent. Als ontwerper ben je vaak bij slechts een deel van het gehele innovatieproces betrokken, maar speel je een belangrijke rol bij het definiëren van het ontwerp en het onderzoeken van de technische haalbaarheid. Het traject dat je hierbij als ontwerper doorloopt noemen we ‘ontwerpen van technische innovaties’.

Ontwerpproces Dit ontwerpproces bestaat uit vijf fasen: oriëntatie, analyse, ontwerp, detaillering en realisatie. Aan het eind van iedere fase voer je een project-review uit die we de PIT-stop noemen. Tijdens de PIT-stop evalueer je, samen met de opdrachtgever, de voortgang van het project, de innovatie en de samenwerking in het team. Voor het vergroten van de kans op succes van het innovatieproject zijn vier ingrediënten van belang: samenwerken, onderzoeken, creatief denken en experimenteren. Voor ieder thema wordt een aantal tools aangereikt die je ondersteunen bij het uitvoeren van de activiteiten en helpen tot betere resultaten te komen. Dit hoofdstuk laat zien wat ontwerpen van technische innovaties inhoudt, wat de rol van de ontwerper daarbij is en hoe de fasen en thema’s met elkaar samenhangen. Tevens wordt ingegaan op de PIT-stop en de rol van het Programma van Eisen in het ontwerpproces.

Voordat we kijken naar technologie, het innovatieproces en jouw rol als ontwerper daarin, bespreken we in deze paragraaf wat innovatie is en waarom bedrijven innoveren.

1.1.1 Wat is innovatie?

Product-innovatie Innovatie is een breed begrip. Het kan gaan over producten, diensten of processen, maar bijvoorbeeld ook over markten of organisaties. De methode voor het ontwerpen van technische innovaties is gericht op productinnovatie: het innoveren van discrete tastbare producten, maar ook van productsystemen of product-dienstcombinaties. Voor het gemak spreken we in dit boek verder steeds over product, maar dat moet je dus breder opvatten. Het maakt niet uit of het innovatie van een consumentenproduct betreft, zoals een auto of een mobiele telefoon, of een product voor de business-to-businessmarkt, zoals een koelvitrine voor de supermarkt of een operatierobot. Wat wel belangrijk is, is dat er sprake is van een nieuw element dat noodzakelijk is om het product te verbeteren: een nieuwe technologie, een inventieve oplossing of een nieuwe combinatie van bestaande technologieën. Bij innovatie kan ook het gehele productidee nieuw zijn of is er sprake van nieuw te realiseren functionaliteit. In deze gevallen moet er nog veel worden ontwikkeld en moet bijvoorbeeld onderzocht worden welke technologieën de innovatie mogelijk kunnen maken. Pas als een idee of vinding ook daadwerkelijk op de markt wordt gebracht, in een behoefte voorziet en daardoor succes heeft, spreken we van een innovatie. Een uitvinding waar niemand op zit te wachten noemen we dus geen innovatie. Ook een product dat alleen een andere vormgeving krijgt of een andere kleine verbetering noemen we geen innovatie.

Innovatie

Inspirerende innovaties uit Nederland

In Nederland wordt enorm veel geïnnoveerd: door grote bedrijven, maar ook door kleine innovatieve start-ups. Een voorbeeld van zo'n Nederlandse innovatie is de Vbringe.



Bron: Jacqueline van den Boom

‘De Vbringe “sonic syringe” is een innovatief endodontisch apparaat dat het wortelkanaal grondiger reinigt door een nieuwe en gepatenteerde technologie zodat tandheelkundige professionals aanmerkelijk succesvoller zullen zijn bij het uitvoeren van wortelkanaalbehandelingen. Door op de ergonomisch geplaatste activeringsknop te drukken gaat het handstuk trillen en gaat de geïntegreerde ledlamp aan de voorzijde van het apparaat branden om de tandartsen bij te lichten. In de karakteristieke ring van het handstuk zit het inductielaadsysteem. Hierdoor ontstaat een draadloze en handige handspuit die een tandarts maximaal ondersteunt bij de behandeling.’ Dit is één van de innovatievoorbeelden uit *Goed nieuws uit Nederland 2009 – vijftig inspirerende innovaties* van PDMA-NL, een vereniging voor en door leden die geïnteresseerd zijn in productinnovatievraagstukken. PDMA-NL maakt ter inspiratie iedere twee jaar een overzicht met vijftig nieuwe innovaties van Nederlandse bodem.

1.1.2 Waaronder innoveren bedrijven?

Innoveren is belangrijk om maatschappelijke problemen op te lossen en om marktwensen te vervullen, maar innoveren is ook essentieel voor de continuïteit van bedrijven. Bedrijven moeten anticiperen en reageren op veranderingen, de concurrentie voor blijven en natuurlijk waarde creëren voor de klant. **Innoveren**

Anticiperen en reageren op veranderingen

De omgeving van bedrijven is constant in beweging en bedrijven moeten hun producten en processen continu aanpassen aan deze veranderende omstandigheden om concurrerend te blijven. We noemen hier vijf belangrijke ontwikkelingen:

- 1 De klant wordt steeds mondiger en veeleisender; hij krijgt steeds meer invloed via internet en vraagt om maximale keuzevrijheid, gemak en tijdsbesparing en om producten die bijdragen aan zijn eigen identiteit.

- 2 De snelheid waarmee nieuwe technologische mogelijkheden opkomen, neemt toe en de investeringen die de ontwikkeling van technologie vergt, worden steeds hoger.
- 3 Grondstoffen en fossiele energie worden schaarser terwijl de vraag naar energie en nieuwe producten sterk groeit.
- 4 Er komt regelmatig nieuwe en strengere wet- en regelgeving op, bijvoorbeeld ten aanzien van de veiligheid of de duurzaamheid van een product.
- 5 Door de opkomst van nieuwe economieën in bijvoorbeeld Brazilië, Rusland, India en China (de zogenoemde BRIC-landen) ontstaan nieuwe afzetmarkten en mogelijkheden om productie goedkoop uit te besteden, maar er ontstaat ook nieuwe concurrentie.

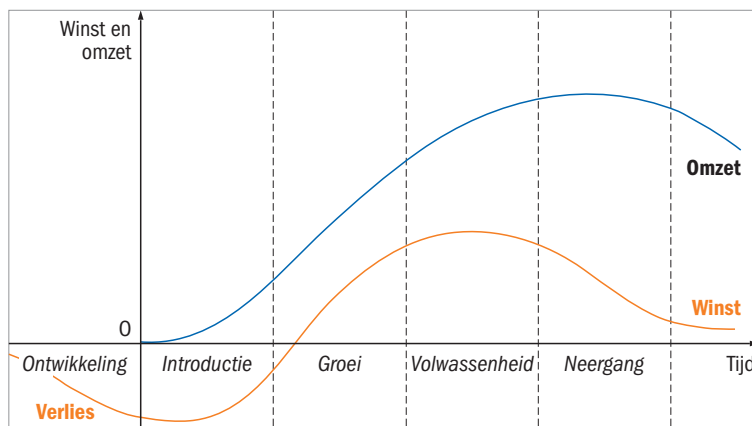
Voor bedrijven is het dus van belang om de trends en ontwikkelingen in hun omgeving te volgen en te anticiperen op nieuwe technologische mogelijkheden.

De concurrentie voor blijven

Producten doorlopen, nadat ze ontwikkeld zijn, doorgaans vier fasen: introductie, groei, volwassenheid en neergang. Dit wordt ook wel de productlevenscyclus genoemd (zie figuur 1.1). In de introductiefase beginnen de eerste verkopen van het product en wordt de eerste omzet gerealiseerd. Als het product aanslaat, komt het product in de groeifase. In de volwassenheidsfase heeft het product een goede positie in de markt verworven en wordt er een goede omzet met het product gemaakt. Op een gegeven moment stappen klanten echter over op een beter alternatief en lopen de verkoopcijfers terug. De neergangsfase is dan aangevangen en uiteindelijk besluit het bedrijf de verkoop te staken.

Productlevenscyclus

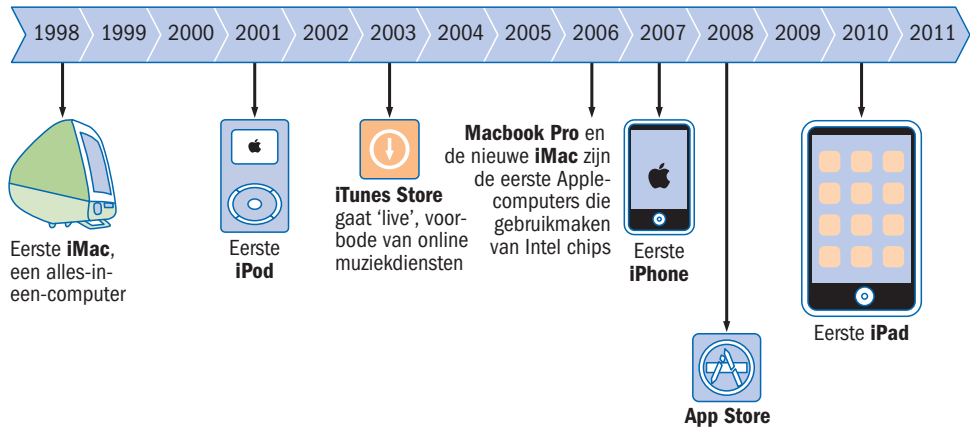
FIGUUR 1.1 De productlevenscyclus



Doordat de levenscycli van producten steeds korter wordt en de concurrentie toeneemt, moeten bedrijven regelmatig nieuwe producten ontwikkelen en introduceren. Apple is een bedrijf dat dit heel gestructureerd doet. Bijna ieder jaar komt Apple als eerste met een nieuw product of nieuwe functionaliteit op de markt waarmee ze de concurrentie aftroeft (zie figuur 1.2). Op deze manier heeft ze altijd een product in haar portfolio dat voor een

flinke omzet en winst zorgt en waarmee nieuwe innovaties kunnen worden gefinancierd.

FIGUUR 1.2 Productintroducties door Apple



Bron: NRC Handelsblad, 25 augustus 2011, p. 4/5

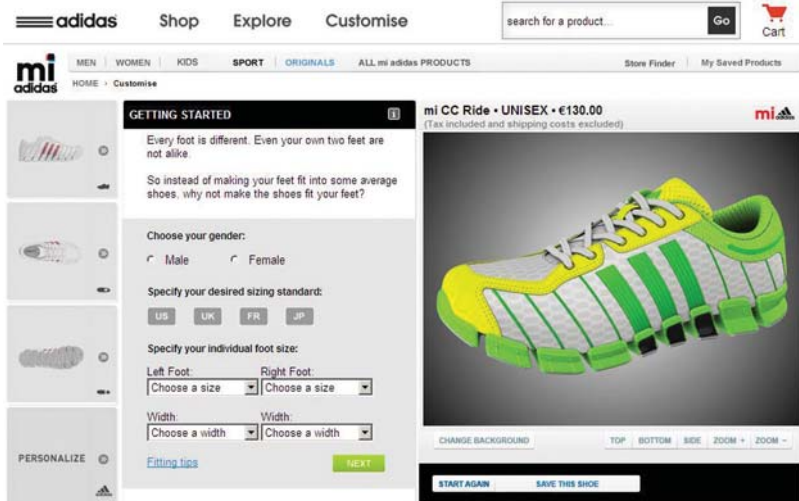
Waarde creëren

Bedrijven proberen op verschillende manieren waarde te creëren voor de klant. Dit kan met nieuwe of verbeterde producten die beter aansluiten op de wensen van de klant, maar ook met de ontwikkeling van diensten, nieuwe businessmodellen of bijvoorbeeld met nieuwe bedrijfsprocessen waarmee ze de klant beter kunnen bedienen (zie voorbeeld 1.3). Bij innoveren gaat het dus uitdrukkelijk niet alleen om een technische innovatie. Er is ook een vernieuwing nodig op andere terreinen, bijvoorbeeld op het vlak van de functievervulling, de organisatie of de marktbenadering. Het uitgangspunt is en blijft hierbij het inspelen op de (toekomstige) wensen van de klant.

VOORBEELD 1.3

mi adidas: innovatie op meerdere terreinen

Bij de Kiosk van Mi Adidas die in winkels en op evenementen te vinden is of via de website van Adidas (= nieuwe marketing- en verkoopmethode), laat een klant zijn of haar voeten scannen om zo voor iedere voet de best passende schoen te configureren (= inzet van scantechnologie). Nadat de klant een keuze heeft gemaakt voor de functie van een schoen, bijvoorbeeld hardlopen of voetballen, start de ontwerpfase. De klant bepaalt zelf de kleur en kiest de materialen en kan zelfs een eigen ontworpen logo toevoegen voor ieder paar schoenen (= nieuwe functionaliteit voor klant). Vervolgens worden de schoenen geheel volgens deze specificatie gefabriceerd (= nieuwe productiemethode via rapid manufacturing) en direct naar de klant verstuurd (= nieuw distributiekanaal).



Bron: www.miadidas.nl

1.2 Rol van technologie

Bij innovatie is vaak sprake van een nieuwe technologie of van een bestaande technologie die op een nieuwe manier wordt toegepast. Maar wat verstaan we eigenlijk onder technologie? En wat is de rol van technologie bij innovatie?

1.2.1 Wat is technologie?

Technologie

Met technologie bedoelen we het geheel van processen ten behoeve van het voortbrengen van producten en het realiseren van de functionaliteit van het product. We onderscheiden hierbij vier typen technologieën:

- **materiaaltechnologie**: kennis van materialen die in producten gebruikt kunnen worden
- **proces technologie**: technologie die noodzakelijk is voor het realiseren van producten
- **product technologie**: technologie die in het product gebruikt wordt om bepaalde functionaliteit te realiseren
- **informatie- en communicatie technologie (ICT)**: technologieën op het vlak van informatiesystemen, telecommunicatie, netwerken en computers die noodzakelijk zijn voor het functioneren van producten

Als ontwerper krijg je regelmatig te maken met de vraag of er nieuwe technologieën zijn die geschikt zijn voor het realiseren van een innovatie. Er zijn veel ontwikkelingen op technologiegebied en het is onmogelijk om hier een volledig overzicht te geven. De belangrijkste ontwikkelingen zijn weergegeven in voorbeeld 1.4. In ieder geval kan gesteld worden dat door deze technologieën de producten en processen in de toekomst steeds slimmer, kleine en duurzamer worden.

Nieuwe technologie

De volgende ontwikkelingen zijn op dit moment belangrijke ontwikkelingen op technologiegebied.

Materiaaltechnologie

- *Nanotechnologie*: technologie die werkt met deeltjes in de grootteorde van nanometers (een miljardste van een meter). Toepassingsvoorbeelden zijn zelfreinigende coatings voor ruiten en rendementverhoging van fotonische cellen.
- *Smart materials*: materialen die een functie in zich hebben, die bijvoorbeeld van eigenschap (bijvoorbeeld kleur) veranderen of een geheugen hebben; denk aan fotonisch textiel als display.
- *Duurzame materialen*: materialen die gebaseerd zijn op hernieuwbare grondstoffen (bijvoorbeeld bamboe) en/of materialen die na gebruik afbreekbaar zijn en weer een voedingsbodem vormen voor de omgeving (bijvoorbeeld bioplastics).

Procesttechnologie

- *Rapid manufacturing*: computergestuurde productietechnieken voor het seriematig vervaardigen van producten die niet per se identiek aan elkaar zijn. Hiermee kunnen op efficiënte wijze unieke persoonlijke producten gemaakt worden, ook wel *personal fabrication* of *mass customization* genoemd.
- *Duurzame energieopwekking*: alle technologieën die erop gericht zijn om met hernieuwbare bronnen energie te produceren, denk aan zonnepanelen, windturbines, microwarmtekrachtcentrales en brandstofcellen.

Producttechnologie

- *Led-technologie*: anorganische (led) en organische (oled) halfgeleiderlichtbronnen. Leds (felle puntbron) en oleds (grote vlakkenstraler) worden steeds meer toegepast in verlichting en displays vanwege de hoge energie-efficiëntie en lange levensduur.
- *Microelectromechanical systems (MEMS)*: uiterst kleine embedded systemen die uit een combinatie van elektronische, mechanische en eventueel chemische componenten bestaan. Denk aan de versnellingsmeter en gyroscoop in de Wii-spelcomputer of een chemisch laboratorium in een pil.
- *Sensortechnologie*: 'voelers' die bijvoorbeeld temperatuur, druk of straling meten en dat omzetten in een signaal. Nieuwe ontwikkelingen maken sensoren kleiner, sensitiever, robuuster, betrouwbaarder en goedkoper en daardoor geschikt voor steeds meer toepassingen.

Informatie- en communicatietechnologie (ICT)

- *RFID (radio frequency identification)*: een technologie waarmee op afstand informatie in een RFID-tag opgeslagen en afgelezen kan worden. Deze tags worden op of in producten of levende wezens aangebracht om ze op afstand te kunnen volgen.
 - *Remote sensing*: het op grote afstand verzamelen van gegevens van een object of van het aardoppervlak voor verschillende doeleinden, bijvoorbeeld om milieuproblemen in kaart te brengen, voor defensiedoeleinden of voor precisielandbouw.
 - *Smart Grid*: een energienet met een meet- en regelsysteem zodat vraag en aanbod van energie optimaal op elkaar kunnen worden afgestemd.
-

We vragen ons hierna af of technologie een startpunt van innovatie is of een voorwaarde om innovatie mogelijk te maken. Ook gaan we in op de technologielevenscyclus.

Startpunt of voorwaarde?

Technologie kan het startpunt zijn van de innovatie, maar ook de voorwaarde om een gewenste innovatie mogelijk te maken. Wanneer technologie het startpunt van innovatie is noemen we dat *technology push*: een nieuwe technologische mogelijkheid (gsm-technologie) biedt een kans voor het verbeteren van een bestaand product of het realiseren van een geheel nieuw product (mobiele telefonie). Wanneer innovatie ontstaat vanuit een markt of maatschappelijke behoefte noemen we dat *market pull*: er is een behoefte of een probleem (duurzame mobiliteit in de stad) waarvoor een innovatieve oplossing gevonden moet worden (elektrische scooter). Technologie is hierbij vaak onmisbaar om de innovatie daadwerkelijk te kunnen realiseren. Overigens is voor een innovatie, altijd een combinatie nodig van een marktbehoefte en van één of meer technologieën die de gewenste oplossing mogelijk maken.

Technology push

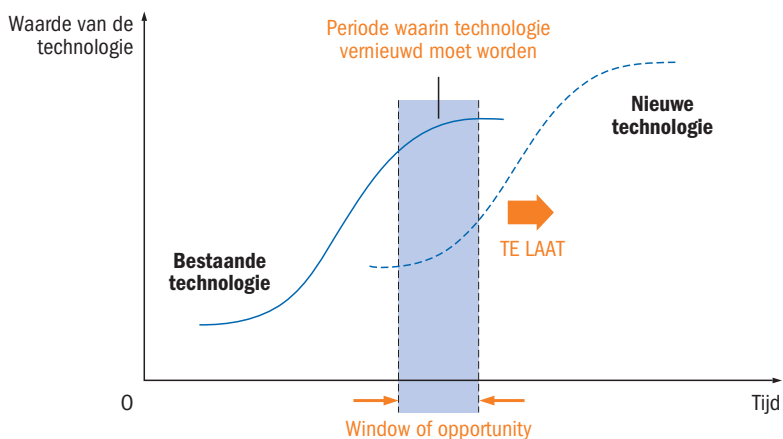
Market pull

Technologielevenscyclus

De technologielevenscyclus

Ook technologieën hebben een levenscyclus. De technologielevenscyclus wordt afgebeeld als een S-curve, zoals in figuur 1.5. In de introductiefase zijn nog maar weinig mensen bezig met de nieuwe technologie en is er nog veel onduidelijkheid en onzekerheid over de toepasbaarheid ervan. Als er een aantal succesvolle toepassingen is gerealiseerd, gaan steeds meer onderzoekers zich bezighouden met het verbeteren van de nieuwe technologie: de waarde van de technologie wordt hierdoor groter en verbeteringen volgen elkaar snel op (de steile lijn van de S-curve: de groeifase). Er ontstaat een standaard en de onzekerheid over het toepassen van de technologie is sterk verminderd. Op een gegeven moment kost het steeds meer moeite om de technologie nog verder te verbeteren: de technologie is volwassen. Doordat de technologie natuurlijke beperkingen heeft (het kan niet meer sneller, beter of kleiner) bereikt hij zijn maximale waarde. De lengte van de levenscyclus kan sterk variëren. In de medische sector is de levenscyclus over het algemeen heel lang. In de ICT volgen ontwikkelingen elkaar echter heel snel op.

FIGUUR 1.5 Technologie S-curve en de *window of opportunity*



Wanneer een bedrijf een bepaalde technologie gebruikt, moet het zich bewust zijn van de mate van volwassenheid van de technologie en van de ruimte voor verbetering die er nog is. Is er weinig ruimte meer en dient zich een nieuwe opvolgende technologie aan, dan is het misschien tijd om over te stappen. Er is een 'window of opportunity'. Soms veroorzaakt de opkomst van een nieuwe technologie een ware revolutie. Kijk maar eens naar fotocamera's (zie voorbeeld 1.6).

VOORBEELD 1.6

Fotografie

Lange tijd was analoge fotografie de standaard. Met het digitale tijdperk deed ook de digitale fotografie haar intrede. Hoewel digitale fotografie in het begin een minder scherp beeld had en minder mooie kleuren dan analoge fotografie, stapte een aantal camera-fabrikanten over. Ander producenten vonden de technologie inferieur en dachten dat de belangstelling wel weer over zou waaien. Digitale fotografie had echter een belangrijk voordeel ten opzichte van analoge fotografie: je kon direct zien of de foto gelukt was. De digitale camera werd hierdoor populair en de ontwikkeling van de digitale fotografie werd versneld met als gevolg dat de resolutie en de kleuren steeds beter werden. Analoge fotografie is inmiddels bijna volledig verdwenen en verschillende bedrijven, die zich te laat bewust waren van de revolutie die plaatsvond, hebben de deuren moeten sluiten.

1.3 Rol van de ontwerper

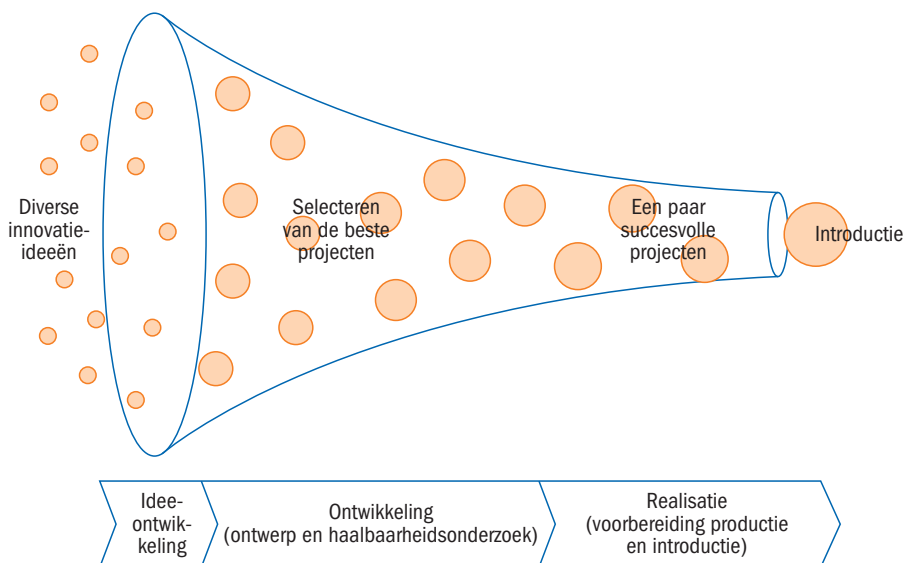
Als ontwerper werk je bij een ingenieurs- of ontwerp bureau of een ontwikkelafdeling van een bedrijf of maak je tijdelijk deel uit van een ontwerpteam. Het maakt daarbij niet uit of je nu wel of geen technische of ontwerpachtergrond hebt. Ook als je bijvoorbeeld als psycholoog, bedrijfskundige of marketeer bij een ontwerpproces betrokken bent noemen we je op dat moment ontwerper. Je werkt voor een interne of externe opdrachtgever die je hulp vraagt bij het innovatieproces. Vaak komt de opdrachtgever bij je met een innovatie-idee of concreet technisch innovatieprobleem en vraagt je bepaalde activiteiten uit te voeren omdat hij zelf niet de kennis, capaciteit of faciliteiten heeft om het project uit te voeren. Je bent als ontwerper dus slechts bij een deel van het innovatieproces betrokken. In deze paragraaf wordt het innovatieproces van de opdrachtgever beschreven alsook de investeringen en risico's die gepaard gaan met innoveren. Als ontwerper speel je een belangrijke rol bij het vroegtijdig verminderen van deze risico's en bij het helder krijgen aan welke criteria de beoogde innovatie moet voldoen.

1.3.1 Het innovatieproces van de opdrachtgever

Omdat innoveren zoveel risico's en onzekerheden met zich meebrengt, spreiden bedrijven vaak het risico. Ze starten meerdere innovatieprojecten tegelijkertijd met de verwachting dat één van deze projecten ook echt voldoende interessant en haalbaar blijkt om te lanceren. Een bedrijf start dus met meerdere innovatie-ideeën en neemt op basis van tussenresultaten de beslissing om een deel van deze projecten te stoppen en met de beste projecten door te gaan. Dit wordt wel de innovatietrechter genoemd (zie figuur 1.7): van veel ideeën via ontwikkeling en realisatie naar de ontwikkeling van enkele projecten.

**Innovatie-
trechter**

FIGUUR 1.7 Innovatietrechter



Innovatie-proces

Het innovatieproces dat de opdrachtgever doorloopt begint bij het bedenken van een grote hoeveelheid ideeën voor innovatie en eindigt bij de introductie van slechts een paar innovaties in de markt of in het bedrijf. Het gehele innovatieproces bestaat uit het oogpunt van de opdrachtgever uit de volgende drie onderdelen:

- 1 ideeontwikkeling
- 2 ontwikkeling (ontwerp en haalbaarheidsonderzoek)
- 3 realisatie (voorbereiding productie en introductie)

Ad 1 Ideeontwikkeling

Het bedrijf bedenkt diverse innovatie-ideeën vanuit nieuwe technologie of klantvragen en selecteert de ideeën die passen bij de strategie van het bedrijf en die veel potentie lijken te hebben. Voor deze ideeën worden innovatieprojecten geformuleerd. Dit zoekproces wordt ook wel het *fuzzy-front-end* van innovatie genoemd en wordt in dit boek verder niet beschreven.

Ad 2 Ontwikkeling (ontwerp en haalbaarheidsonderzoek)

Het bedrijf start verschillende innovatieprojecten die vaak parallel aan elkaar worden uitgevoerd. Per project wordt onderzoek gedaan en een Programma van Eisen (PvE) opgesteld, worden verschillende ideeën en concepten ontwikkeld en wordt een definitief ontwerp gemaakt en getoetst. Een aantal van deze projecten wordt voortijdig gestopt, bijvoorbeeld omdat na een prototypetest blijkt dat het ontwerp toch niet haalbaar is of dat er toch geen marktbehoefte is. De projecten die de eindstreep wel halen, zijn voldoende interessant om daadwerkelijk te realiseren.

Ad 3 Realisatie (voorbereiding productie en introductie)

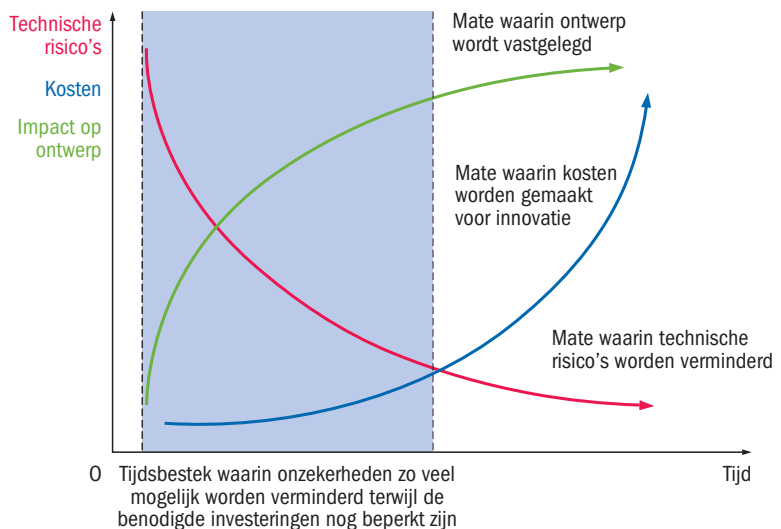
De projecten die de haalbaarheidstoets hebben doorstaan, gaan een realisatietraject in. Het ontwerp wordt productierijp gemaakt en er wordt

een proefserie van het product gemaakt. Ook hier worden tests uitgevoerd op basis waarvan soms alsnog de beslissing wordt genomen om het project te stoppen en het product niet op de markt te introduceren. Is de acceptatietest succesvol, dan wordt het product gelanceerd.

1.3.2 Vroegtijdig onderzoeken van risico's

Bij ieder innovatieproces bestaat onzekerheid over de commerciële en technische haalbaarheid van de innovatie. Maar weinig van de gestarte innovatieprojecten worden daadwerkelijk succesvol op de markt gebracht. Dit betekent dat veel projecten voortijdig stranden, bijvoorbeeld omdat ze technisch niet haalbaar blijken of commercieel of strategisch toch niet interessant zijn. Om te voorkomen dat je onnodig veel geld uitgeeft wil je, voordat grote investeringen gedaan moeten worden, de risico's zo veel mogelijk afdekken en anders het project een halt toeroepen als het niet haalbaar blijkt. Figuur 1.8 laat dit zien. Voor iedere fase die wordt doorlopen is een bepaalde hoeveelheid kennis nodig om risico's te verminderen en het ontwerp steeds een stukje verder vast te leggen. In het begin van het innovatieproces zijn de kosten die hiermee gepaard gaan nog beperkt terwijl de stappen die dan worden genomen wel heel erg bepalend zijn voor het ontwerp (groene pijl) en voor het verminderen van de risico's (rode pijl). Echter op het moment dat het ontwerp gereed is moeten flinke investeringen worden gedaan (blauwe pijl). Het bestellen van matrijzen en onderdelen, het opzetten van een organisatie voor de distributie, verkoop of support en het ontwikkelen van marketinginstrumenten vergen stuk voor stuk grote sommen geld. Deze investeringen wil een opdrachtgever alleen doen als hij zeker weet dat de innovatie technisch realiseerbaar en commercieel interessant is. Een goed functionerend prototype is dan onmisbaar om de juiste beslissing te nemen ten aanzien van het wel of niet doorzetten van het innovatieproject.

FIGUUR 1.8 Risico's en investeringen



Omdat in de ontwerpfase de benodigde investeringen nog beperkt zijn, is het belangrijk om juist dan zo veel mogelijk onzekerheden te verminderen. Door het probleem zo goed mogelijk te onderzoeken en de gevonden oplossingen te toetsen door middel van experimenten en prototypen kunnen de meeste technische risico's vroegtijdig worden weggenomen. Voor dit deel van het innovatieproces is jouw hulp als onderzoekende ontwerper noodzakelijk. Het in dit boek beschreven ontwerpproces biedt hiervoor de nodige handvatten.

1.3.3 Criteria duidelijk krijgen

De opdracht, de opdrachtgever en de omgeving stellen eisen aan de beoogde innovatie. Projecten waarin een nieuw product wordt ontwikkeld, blijken achteraf lang niet altijd even succesvol als was gewenst. Veelvoorkomende oorzaken hiervan zijn:

- onvoldoende zicht op wat de eindklant wil
- onduidelijke of conflicterende doelstellingen
- onrealistische verwachtingen bij de start van het project
- veranderende inzichten en daardoor nieuwe eisen tijdens het project

De ontwerper speelt een belangrijke rol bij het helder krijgen van de doelstellingen en randvoorwaarden en het daarbij betrekken van de (eind) gebruiker van het product en andere stakeholders. Deze criteria worden vastgelegd in het Programma van Eisen (PvE) waarvoor alle betrokkenen bij het project akkoord moeten geven. Tijdens het innovatieproces ondersteunt het PvE de communicatie en discussie over de criteria en de randvoorwaarden die aan de innovatie worden gesteld. Deze discussie vindt plaats binnen het ontwikkelteam, met de opdrachtgever, maar bijvoorbeeld ook met de marketingafdeling, de productieafdeling of met de ontwikkelpartners. Het PvE is daarmee een belangrijk hulpmiddel bij het beheersen van risico's tijdens het innovatieproces.

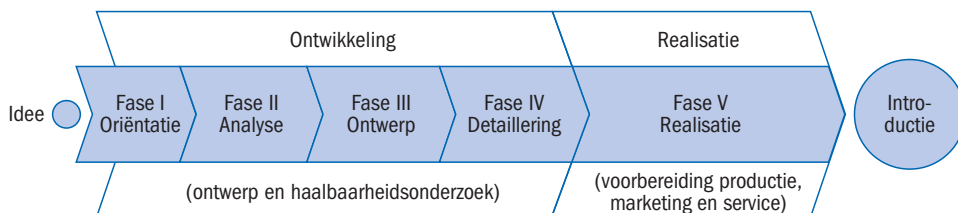
Programma van Eisen (PvE)

1.4 Projectaanpak

De onderzoekende ontwerper is lang niet altijd betrokken bij het gehele innovatieproces van de opdrachtgever. Vaak ligt er een concrete innovatievraag waarbij de hulp van een ontwerpteam gewenst is. Het ontwerptraject start daarom met kennismaken met de teamgenoten en de opdrachtgever, verkennen van het probleem en bepalen van de projectaanpak. Dit gebeurt in *Fase I Oriëntatie*. Vervolgens volgt het team het innovatieproces van *Fase II Analyse* via *Fase III Ontwerp* naar *Fase IV Detaillering* met als eindresultaat een definitief ontwerp. Dit is vaak het moment waarop het ontwerp wordt overgedragen aan de opdrachtgever en andere personen betrokken worden bij de rest van het innovatieproces. Maar ook in het realisatietraject daarna is wel degelijk een rol voor het ontwerpteam weggelegd, maar dit is meer een ondersteunende rol dan een leidende. De activiteiten die het team hiervoor uitvoert, zijn samengebracht in *Fase V Realisatie*. De relatie van deze vijf projectfasen met het innovatieproces van de opdrachtgever is schematisch weergegeven in figuur 1.9.

Projectfasen

FIGUUR 1.9 Overzicht van de vijf projectfasen in relatie tot het innovatieproces van de opdrachtgever



Meestal is sprake van een lineair proces: de activiteiten volgen elkaar op. Echter, in de praktijk is innoveren niet zo rechtlijnig. Ontwerpen is een iteratief proces waarin regelmatig een stap opnieuw uitgevoerd wordt als de activiteiten niet tot het gewenste resultaat hebben geleid. In deze paragraaf bespreken we alle vijf fasen en het iteratieve karakter van het proces.

Lineair proces

Iteratief proces

1.4.1 Vijf projectfasen

De vijf fasen, de activiteiten en resultaten die ze opleveren worden hierna per fase kort toegelicht. Een uitgebreide beschrijving van iedere fase vind je in de fasehoofdstukken van dit boek, herkenbaar aan de grijze tabs bovenaan de pagina's. De ontwerpresultaten per fase en de wijze waarop ze worden vastgelegd in het ontwerp-dossier (zie tool 1.12) en in het PvE zijn weergegeven in figuur 1.10.

Ontwerp-dossier

FIGUUR 1.10 Overzicht ontwerpresultaten per fase vastgelegd

	Ontwerpdossier		Programma van Eisen
	ontwerpresultaten	tussenresultaten	
Fase I Oriëntatie	Probleemstelling	Probleemverkenning	Klantwensen
Fase II Analyse	Oplossingsrichtingen	Onderzoeksverslagen Eerste ideeën en experimenten Functieanalyse	Voorlopige ontwerpcriteria
Fase III Ontwerp	Voorlopig ontwerp	Morfologisch overzicht Totaalconcepten Proefmodellen en testverslagen Maattekeningen	Definitieve ontwerpcriteria
Fase IV Detaillering	Definitief ontwerp	Engineering model Berekeningen en simulaties Prototypen en testverslagen Technische tekeningen	Ontwerpspecificaties
Fase V Realisatie	Ontwerp gereed voor productie	Productiemodel en -middelen Marketingplan en -middelen	

Fase I Oriëntatie

Oriëntatiefase In de oriëntatiefase maak je ten eerste kennis met het projectteam en met de opdrachtgever. Samen met je projectteamleden bestudeer je de opdracht en voer je een eerste verkenning uit van het probleem en de oplossingsruimte. Op basis hiervan stel je een voorlopige probleemstelling op. In deze fase wordt ook expliciet aandacht besteed aan het onderzoeken van de klantwensen. Je onderzoekt wie de eindgebruikers zijn, welke andere gebruikers te maken krijgen met het product (de inkoper, installateur en monteur bijvoorbeeld) en welke functionaliteit zij wensen. Op basis van alle informatie die je hebt gekregen, bepaal je welke vervolgfases relevant zijn en welke activiteiten je moet uitvoeren om tot het gewenste eindresultaat te komen. Dit leg je vast in een projectplan en een projectplanning die je beide met de opdrachtgever bespreekt.

Fase II Analyse

Analysefase Tijdens de analysefase analyseer je met het projectteam gedetailleerd het probleem en de context waarin het zich voordoet. Je voert verschillende onderzoeken uit om antwoord te krijgen op alle vragen en onzekerheden die er zijn. Je kunt hierbij denken aan het uitvoeren van een octrooionderzoek, een gebruikersonderzoek of een technologieverkenning. Je voert een functieanalyse uit en je verkent alvast mogelijke oplossingen door ideeën te schetsen en enkele laagdrempelige experimenten uit te voeren. Hiermee krijg je een goed beeld van de complexiteit van de opdracht en mogelijke oplossingsrichtingen. De resultaten van de onderzoeken, de functieanalyse en de eerste ideeën en experimenten gebruik je om de probleemstelling aan te scherpen en een lijst met voorlopige ontwerpcriteria op te stellen voor het product.

***The Deep Dive* van ontwerpbureau IDEO**

Een documentaire van *ABC Nightline* laat aan de hand van het herontwerpen van een winkelwagentje zien hoe het ontwerpteam van IDEO het ontwerpproces begint met een uitgebreide zoektocht naar de onderliggende problematiek. Door middel van interviews, observaties en experimenten worden alle technische problemen en gebruiksaspecten voor verschillende doelgroepen onderzocht. Zeer passend noemen zij deze werkwijze *The Deep Dive*.

Fase III Ontwerp

Ontwerpfase In de ontwerpfase ga je aan de slag met het ontwikkelen van integrale ideeën voor het totale ontwerp. Je organiseert creatieve sessies voor het ontwikkelen van ideeën en ook individueel maak je ontwerpschetsen. Dit doe je ook voor deelfuncties waarbij je de oplossingen vastlegt in een morfologisch overzicht (zie subparagraaf 6.3.4). Kritische functies worden daarbij naar voren getrokken en door het maken van verschillende modellen, worden bepaalde aspecten van het ontwerp getoetst. Op basis van de gevonden oplossingen voor het geheel en voor de deelfuncties ontwikkel je een aantal totaalconcepten. Je evalueert de concepten op basis van de voorlopige ontwerpcriteria en selecteert het concept dat het beste aansluit op de criteria. Op basis van dit concept maak je een voorlopig ontwerp dat je vastlegt in maattekeningen. Tevens stel je definitieve ontwerpcriteria op als leidraad voor de volgende fase.

Fase IV Detaillering

In de detailleringfase maak je een engineering model en werk je het gekozen ontwerp verder uit tot een definitief ontwerp dat je vastlegt in een ontwerp dossier. In deze fase bereken en simuleer je verschillende kenmerken van het ontwerp en maak je definitieve keuzes voor de te gebruiken materialen, componenten en productiemethoden. Bij de detaillering zet je creatieve technieken en experimenten in om de laatste technische problemen op te lossen of keuzes te maken. Uiteindelijk bouw je een prototype van het totale ontwerp en voer je testen uit om te evalueren of alles werkt zoals is beoogd. Je verbetert het prototype totdat het volledig voldoet aan de definitieve ontwerp criteria en verwerkt de laatste wijzigingen in de technische tekeningen. Tot slot stel je definitieve specificaties op en maak je het ontwerp dossier compleet: gereed om over te dragen naar de productie voorbereiding.

**Detaillering-
fase**

Fase V Realisatie

In de realisatiefase, voer je verschillende activiteiten uit ter ondersteuning van de opdrachtgever bij de rest van het innovatieproces. Je bent bijvoorbeeld vraagbaak voor de engineeringafdeling of voor de uiteindelijke producent over de werking van het product en de gemaakte keuzes qua materialen en productietechnieken. Je adviseert de marketingafdeling bij het maken van hun plannen en misschien maak je een gebruiksaanwijzing of installatie-instructie. Het is ook mogelijk dat je de opdrachtgever ondersteunt bij het verder uitwerken van de businesscase en het ontwikkelen van bijvoorbeeld de dienstverlening rondom het product.

Realisatiefase

TIP

Niet alle fasen even belangrijk

Afhankelijk van de mate van uitwerking van het idee en de complexiteit van het innovatieprobleem is niet iedere fase even belangrijk. Het kan voorkomen dat enkele fasen sneller doorlopen worden of dat een project eerder wordt overgedragen. Dit wordt duidelijk aan de hand van de volgende voorbeelden.

	Opdracht 1	Opdracht 2	Opdracht 3
	Van productidee tot en met een definitief ontwerp en ondersteuning bij de realisatie	Uitwerken van een productontwerp en onderzoeken van de technische haalbaarheid	Uitwerken van een nieuw productidee tot en met een voorlopig ontwerp
Fase I	Oriëntatie	Oriëntatie	Oriëntatie
Fase II	Analyse	(Analyse)	Analyse
Fase III	Ontwerp	(Ontwerp)	Ontwerp
Fase IV	Detaillering	Detaillering	-
Fase V	Realisatie	-	-

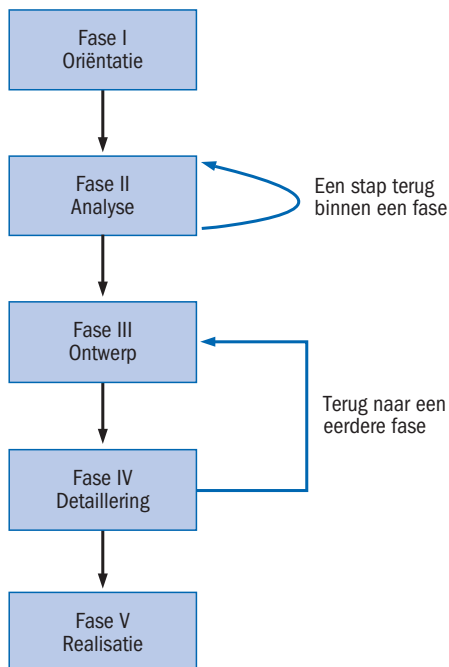
Bij opdracht 1 zijn alle fasen even relevant. Bij opdracht 2, waarbij het startpunt een voorlopig ontwerp is, is geen uitgebreide analyse- en ontwerpfase meer nodig. Toch doorloop je kort deze twee fasen om de uitgangspunten van de opdrachtgever te verifiëren. Vervolgens wordt een uitgebreide detailleringfase uitgevoerd. Bij opdracht 3, het uitwerken van een nieuw productidee, wordt alleen de analysefase en ontwerpfase doorlopen en wordt de detailleringfase door een andere projectgroep of de opdrachtgever zelf uitgevoerd. De oriëntatiefase vindt dus altijd plaats en afhankelijk van het gewenste eindpunt van een project worden één of meer van de daarop volgende fasen uitgevoerd. Aan het eind vindt altijd overdracht van de resultaten plaats aan de opdrachtgever. Dit kan onderdeel zijn van de realisatiefase of als afsluiting plaatsvinden van een eerdere fase.

1.4.2 Iteratief proces

Omdat er nog veel onzekerheden zijn bij innoveren, bijvoorbeeld over de technische haalbaarheid van een bedachte oplossing, is het proces veel minder voorspelbaar dan bij het maken van een herontwerp van een bestaand product. Het komt dan ook vaak voor dat er tijdens een fase een stap terug gedaan moet worden, omdat blijkt dat de bedachte oplossing toch niet werkt: er moet opnieuw naar mogelijke oplossingen gezocht worden. Hierdoor ontstaat er een soort lus die we een iteratie noemen. Bij een iteratie wordt een stap herhaald totdat het gewenste resultaat is bereikt. Hierbij wordt een stap terug gedaan in het innovatieproces en worden één of meer activiteiten opnieuw uitgevoerd of zelfs een hele fase (zie figuur 1.11).

Iteratie

FIGUUR 1.11 Iteraties in het ontwerpproces



Een stap terug binnen een fase

Bij iedere fase kan het noodzakelijk zijn om enkele activiteiten die al uitgevoerd zijn nog een keer te herhalen. Een voorbeeld: tijdens de analysefase (fase II) blijkt tijdens octrooionderzoek dat de oplossingsrichting die was bedacht, wordt beschermd door een octrooi. Er zal bekeken moeten worden of dit octrooi omzeild kan worden door van andere oplossingen gebruik te maken. Een ander voorbeeld is dat tijdens de ontwerpfase (fase III) bij het testen en evalueren van een proefmodel blijkt dat het technisch principe helemaal niet werkt. Er zal dan opnieuw gezocht moeten worden naar technische oplossingen en deze moeten opnieuw worden getest met behulp van een proefmodel. Of er een zogenoemde iteratieslag nodig is en welke dit moet zijn, blijkt vaak pas tijdens het proces.

Terug naar een eerdere fase

Het kan ook voorkomen dat het noodzakelijk is om terug te gaan naar een vorige fase en deze gehele fase of een deel ervan opnieuw te doen. Als bijvoorbeeld bij de detailleringfase (fase IV) blijkt dat het ontwerp toch niet technisch haalbaar is, moeten er misschien concessies gedaan worden aan de gestelde randvoorwaarden. Dan wordt het (voorlopige) PvE in samenspraak met de opdrachtgever aangepast en moet er opnieuw naar mogelijke concepten gezocht worden en wordt dus een deel van de ontwerpfase (fase III) overgedaan.

1.5 PIT-stop als reviewmoment

Iedere fase wordt afgesloten met een PIT-stop. Dit is een teambespreking waarbij alle teamleden aanwezig zijn en gezamenlijk stil wordt gestaan bij de drie hoofdbestanddelen Project, Innovatie en Team (PIT). Het doel van de PIT-stop is drieledig:

PIT-stop

1. bepalen of er nog aanpassingen noodzakelijk zijn aan het projectplan en de planning of dat er één of meer activiteiten opnieuw moeten worden uitgevoerd (project)
2. evalueren van het eindresultaat van de net uitgevoerde fase en bespreken of het aansluit bij de oorspronkelijke verwachtingen en doelstellingen (innovatie)
3. evalueren van de samenwerking binnen het team en bekijken of de teamsamenstelling geschikt is voor uitvoering van de volgende fase (team)

In deze paragraaf gaan we nader in op de uitvoering van de PIT-stop en de rol die het PvE daarbij speelt.

1.5.1 Uitvoering van de PIT-stop

Het eind van een fase is een belangrijk beslismoment voor de opdrachtgever: gaan we door met het project, moet het project bijgestuurd worden of stoppen we het project omdat het niet oplevert wat we ervan gehoopt hadden? Om deze beslissing te kunnen nemen, moet er een compleet resultaat liggen met conclusies en aanbevelingen voor het vervolg. Om er als team zeker van te zijn dat je klaar bent met de fase, voer je de PIT-stop uit voordat je de fase afrond: een soort interne review dus. Pas nadat je eventuele iteraties die nodig bleken, hebt uitgevoerd presenteer je de bevindingen en resultaten aan de opdrachtgever en bespreek je de punten die uit de PIT-stop naar voren zijn gekomen. Met de opdrachtgever doe je in

Interne review

Externe review feite de PIT-stop nog een keer over, een soort externe review dus. Tijdens de PIT-stop kijk je naar de drie hoofdbestanddelen project, innovatie en team (zie tabel 1.12) die hierna worden toegelicht.

TABEL 1.12 De PIT-stop

P	Projectplan Planning	NO GO?
I	Ontwerp Programma van Eisen	
T	Samenwerking Samenstelling	GO? of

Innovatie

Innovatie staat voor de oplossing van het innovatieprobleem en de voortgang die daarin, na iedere fase, geboekt is. Het beoogde eindresultaat is vastgelegd in de probleemstelling die je in de oriëntatiefase hebt opgesteld en in de analysefase is aangescherpt. De probleemstelling wordt gedurende het project vertaald naar een PvE waaraan het eindresultaat moet voldoen. De resultaten van het onderzoeks- en ontwerpwerk dat wordt gedaan om het innovatieprobleem op te lossen, wordt tijdens het project vastgelegd in een ontwerp dossier (zie tool 1.13).

Probleemstelling

TOOL 1.13

Ontwerpdossier

Het ontwerpdossier is een levend digitaal en fysiek dossier dat aan het eind van het project alle informatie moet bevatten die nodig is om het definitieve ontwerp over te dragen aan de opdrachtgever. Het ontwerpdossier wordt tijdens het project bijgehouden en bevat informatie over het ontwerp zelf, maar ook over het ontwerpproces. De ontwerp informatie bestaat aan het eind van het project onder meer uit schetsen van werkingsprincipes, concepten, een voorlopig ontwerp vastgelegd in maattekeningen, een engineering model en het definitieve ontwerp vastgelegd in een technische tekening. Ook een werkend prototype maakt onderdeel uit van de ontwerp informatie. De proces informatie bevat bijvoorbeeld onderzoeksrapporten, foto's van modelletjes, belangrijke ontwerpbeslissingen en de onderbouwing daarvan, berekeningen en simulaties, testplannen en testverslagen.

Tijdens de PIT-stop evalueer je gezamenlijk het ontwerpresultaat van die fase en het innovatiegehalte ervan. Je kijkt of het resultaat aansluit bij de oorspronkelijke doelstelling en het project dus de goede richting opgaat. Daarin speelt ook het (voorlopige) PvE een belangrijke rol. Als het ontwerp voldoet aan alle criteria, ben je op de goede weg. Het is wel verstandig om

nu te kijken welke risico's er nog zijn en hoe die in de volgende fase kunnen worden aangepakt. Maar het is ook mogelijk dat er conflicterende criteria zijn opgekomen of dat blijkt dat een oplossing voor het oorspronkelijke innovatieprobleem niet haalbaar is. Op basis van deze informatie heb je de probleemstelling en het PvE misschien al bijgesteld. Het is dan aan de opdrachtgever om te bepalen of met deze wijzigingen de innovatie nog steeds interessant is om door te gaan met het project of dat er nog aanpassingen nodig zijn.

Project

Tijdens de oriëntatiefase (fase I) heb je met het team, op basis van de op dat moment beschikbare kennis over het innovatieprobleem, een projectplan en een projectplanning opgesteld. Het projectplan bevat een beschrijving van de fasen die je zult doorlopen, met per fase de activiteiten die je wilt uitvoeren. De projectplanning omvat een uiteenzetting van de activiteiten in de tijd. Tijdens de PIT-stop bekijk je gezamenlijk of naar aanleiding van de bereikte onderzoeks- en ontwerpresultaten er iteraties nodig zijn. Misschien is het resultaat nog niet naar wens en moeten bepaalde activiteiten opnieuw worden uitgevoerd. Het afwegen of een activiteit opnieuw moet worden uitgevoerd en daarover een besluit nemen, is een belangrijk onderdeel van goed projectmanagement. Tevens kijk je vooruit naar de volgende fase. Je bekijkt of de activiteiten die je voor ogen had nog steeds de goede zijn of dat er andere activiteiten moeten worden toegevoegd. Meestal is nu ook een verdere detaillering van het projectplan mogelijk. Ook de planning moet mogelijk worden bijgesteld.

Projectplan

**Project-
planning**

Team

Afhankelijk van de opdracht is een kernteam samengesteld met de disciplines die nodig zijn voor het oplossen van het innovatieprobleem. Dit kunnen verschillende ontwerpdisciplines zijn zoals mechanisch ontwerpen, elektro-technisch ontwerpen, softwareontwikkeling en industriële vormgeving, maar bijvoorbeeld ook medici, arbeidspsychologen of commerciële mensen kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan het innovatieproces. De teamleden verschillen niet alleen qua deskundigheid, maar ook qua leeftijd, ervaring en persoonlijkheid. Wel hebben de teamleden een gezamenlijk belang en dat is het project tot een zo goed mogelijk einde te brengen. Het is hiervoor niet voldoende om de opdracht in stukjes op te knippen en dan per discipline het eigen deel op te lossen en dan weer aan elkaar te plakken. Het team moet gezamenlijk het ontwerpprobleem onderzoeken, oplossingen bedenken en modellen maken en evalueren. Een gemeenschappelijke taal, respect voor elkaars inbreng en samenwerkingsvaardigheden zijn dan ook onontbeerlijk om de samenwerking goed te laten verlopen.

Samenwerking

Tijdens iedere PIT-stop evalueer je gezamenlijk hoe de samenwerking binnen het team en met de opdrachtgever en eventuele andere betrokkenen verloopt. Kan de samenwerking misschien verbeterd worden? Daarnaast bekijk je of voor de volgende fase de juiste kennis en ervaring aanwezig is binnen het team of dat er nog andere expertise bij het proces moet worden betrokken.

1.5.2 Rol van het PvE

Het Programma van Eisen (PvE) is een belangrijk hulpmiddel tijdens het ontwerpproces. Het doel van het PvE is driedelig:

**Programma van
Eisen**

- 1 als uitgangspunt dienen voor het creatieve denkproces om te komen tot ideeën voor de beoogde innovatie

- 2 toetsen of voorgestelde ideeën of ontwerpen daadwerkelijk oplossingen zijn voor het gestelde probleem en om gedurende het project keuzes te maken tussen alternatieven
- 3 het definitieve ontwerp vastleggen, zodat dit als uitgangspunt kan dienen voor het gereedmaken van het ontwerp voor productie

Aan het begin van een innovatieproject moet het PvE voldoende ontwerprijheid bieden om tot goede oplossingsalternatieven te komen. Later in het proces, wanneer het ontwerp verder komt vast te liggen, wordt ook het PvE specifieker. Het PvE is dus een groeiend document waar in iedere fase weer elementen aan toegevoegd wordt. Ook al vul je niet meteen ieder hoofdstuk in, het is toch handig om van tevoren de inhoudsopgave voor het complete document vast te leggen (zie tool 1.14).

TOOL 1.14

Inhoudsopgave van een Programma van Eisen

- *Titelblad* (onder andere datum, versienummer en auteurs)
- *Inleiding* (projectachtergrond, probleemstelling en eventueel functiebeschrijving enzovoort)
- *Doelgroepbeschrijving*
- *Overzicht klantwensen* (met eventueel hun belangrijkheid per doelgroep)
- *Overzicht ontwerpcriteria* (met een heldere indeling, genummerde criteria, onderscheid tussen eisen en succescriteria enzovoort)
- *Overzicht specificaties* (met zo nodig verwijzingen naar relevante normen)
- *Bijlagen* (denk aan gebruikte bronnen, personen betrokken bij het opstellen van het PvE, relevante normen enzovoort)

Bij het opstellen van het PvE worden drie soorten criteria onderscheiden, die we hierna bespreken. Ook zien we de rol van het PvE in het ontwerpproces.

Drie soorten criteria

In het PvE worden drie soorten criteria onderscheiden die gaandeweg tijdens de verschillende fasen van het ontwerpproces worden bepaald.

De drie soorten criteria zijn:

- 1 klantwensen (de stem van de (eind)gebruikers)
- 2 ontwerpcriteria (eisen en randvoorwaarden van verschillende belanghebbenden)
- 3 specificaties (beschrijving van het ontwerp)

Ad 1 Klantwensen

Klantwensen zijn criteria die beschrijven waaraan het eindproduct moet voldoen om invulling te geven aan de behoeften van de klant. Met klant bedoelen we hier de (eind)gebruiker en dus niet de opdrachtgever. Klantwensen beschrijven de door de gebruikers gewenste functionaliteit. Bijvoorbeeld: 'het product is comfortabel'. Ze zijn vaak wat vaag geformuleerd maar bieden een goed startpunt voor de ontwerper om de eerste ideeën en oplossingsrichtingen te bedenken en te evalueren.

Klantwensen

Ad 2 Ontwerpcriteria

Ontwerpcriteria zijn de criteria die de oplossingsruimte voor de ontwerper afbakenen. Ze zijn het resultaat van de analysefase (fase II) en respecteren naast de wensen van de klant ook de criteria die de opdrachtgever en bijvoorbeeld normen en wetgeving aan de innovatie stellen. Bijvoorbeeld: 'het product moet gefabriceerd kunnen worden met de aanwezige productiemiddelen'. Bij ontwerpcriteria wordt een onderscheid gemaakt tussen eisen en succescriteria. Eisen zijn voorwaardelijk (het ontwerp moet hier aan voldoen) en succescriteria zijn onderscheidend (hoe meer een ontwerp hier aan voldoet hoe beter).

Eisen
Succescriteria

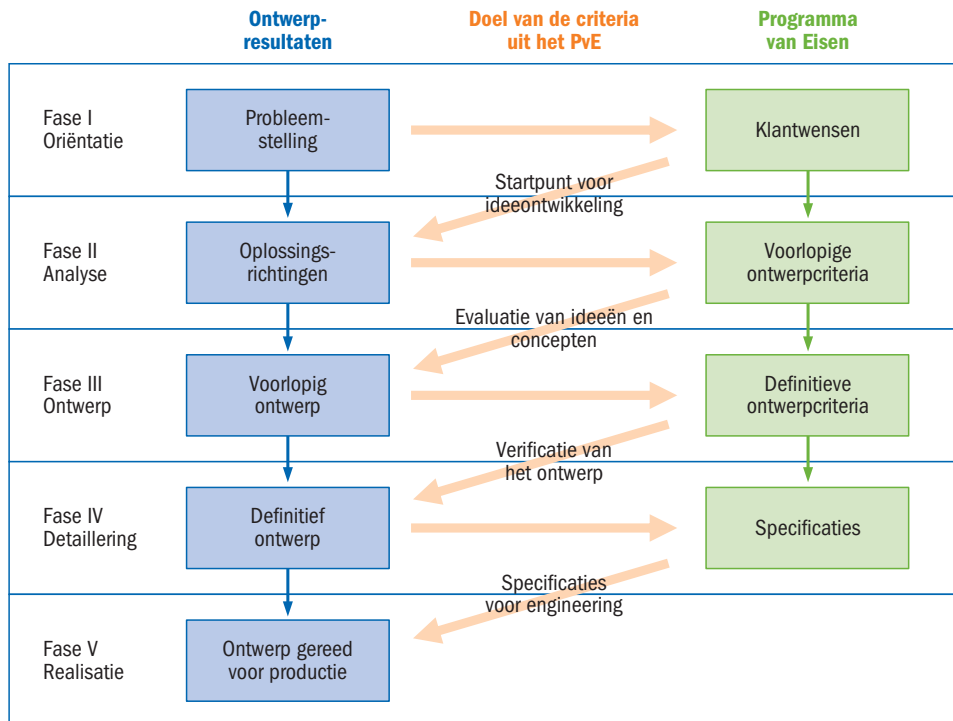
Ad 3 Specificaties

Specificaties zijn precieze afspraken over de geometrie en/of het materiaal van het product en leggen het ontwerp vast ten behoeve van engineering, productie of uitbesteding. Bijvoorbeeld: 'de diameter van het handvat moet 25mm zijn'. Een PvE dat volledig uit specificaties bestaat, laat geen ruimte meer voor creativiteit: het is een ontwerpdefinitie. Pas aan het eind van het ontwikkelproces zal het PvE die vorm kunnen hebben.

Rol van het PvE in het ontwerproces

Figuur 1.15 laat zien hoe de klantwensen via ontwerpcriteria worden vertaald naar specificaties en hoe ze gebruikt worden in het innovatieproces.

FIGUUR 1.15 De rol van het PvE in het ontwerproces

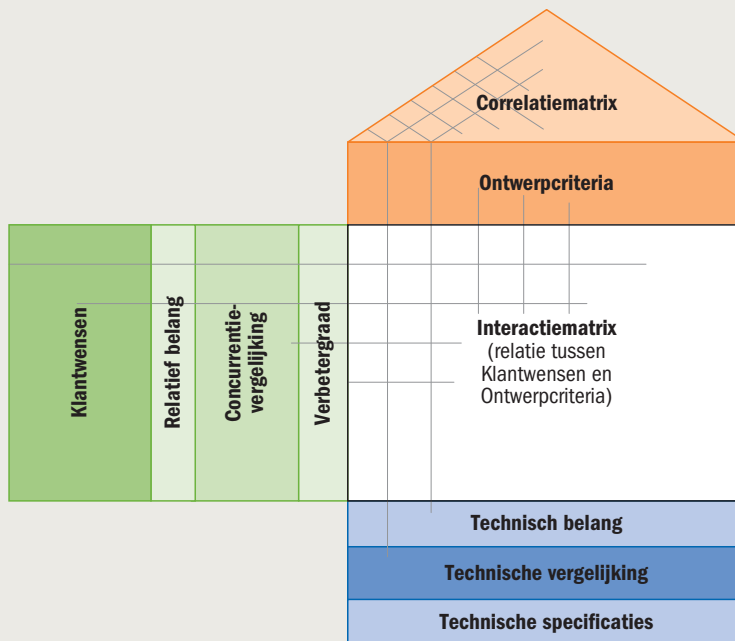


Het startpunt voor het PvE is de probleemstelling. Deze vertaal je tijdens de oriëntatiefase (fase I) naar een lijst met klantwensen op basis waarvan je de eerste oplossingsrichtingen kunt bedenken. Nadat een richting is gekozen, vertaal je de klantwensen naar ontwerpcriteria en inventariseer je criteria die voortkomen uit bijvoorbeeld normen en randvoorwaarden van de opdrachtgever. Tijdens de analysefase (fase II) stel je een lijst met voorlopige ontwerpcriteria op die je pas aan het eind van de ontwerpfase (fase III) definitief maakt. Pas in de detailleringfase (fase IV) stel je specificaties op voor het nieuw ontworpen product. Tot die tijd kunnen nog wijzigingen optreden in de ontwerpcriteria door voortschrijdend inzicht met uiteraard de nodige consequenties voor het project. Pas aan het eind van het gehele ontwikkelproces is het PvE daadwerkelijk gereed. De wijze waarop het PvE hier wordt opgebouwd, is gebaseerd op Quality Function Deployment (QFD). Zie tool 1.16.

TOOL 1.16

QFD I – Hulpmiddel voor het PvE

QFD is een tool die helpt bij het vertalen van de klantwensen (ook wel *Voice of the Customer* genoemd) naar ontwerpcriteria en uiteindelijk naar specificaties voor het ontwerp en eventueel de productie. Het resultaat is een schema dat ook wel het *House of Quality* wordt genoemd. Dit huis maakt zichtbaar wat de relaties zijn tussen klantwensen en ontwerpcriteria (de interactiematrix), maar ook tussen ontwerpcriteria onderling (de correlatiematrix in het dak van het huis). Binnen QFD kan ook een vergelijking met concurrerende producten meegenomen worden zodat bepaald kan worden wat nodig is om de concurrentie voorbij te streven. Meer informatie over QFD vind je in tools 2.18, 4.18, 8.4 en 10.6.



1.6 Thema's en tools

Naast vijf projectfasen bevat de aanpak ook vier thema's die essentiële ingrediënten zijn voor het ontwerpen van technische innovaties. Deze thema's zijn:

- samenwerken
- onderzoeken
- creatief denken
- experimenteren

Thema's

De vier thema's worden in deze paragraaf toegelicht, maar ze worden ook uitgebreid beschreven in de themahoofdstukken. Ieder themahoofdstuk heeft een eigen kleur en is herkenbaar aan de gekleurde tabs in de kantlijn van dit boek. Per thema is een aantal tools geselecteerd die je kunt inzetten bij het ontwerpen van technische innovaties.

1.6.1 Vier thema's

Hoewel alle vier thema's belangrijk zijn gedurende het hele ontwerpproces verschilt de nadruk per fase. Dit is in figuur 1.17 goed zichtbaar aan de hand van het verloop van de kleuren: hoe feller de kleur, hoe belangrijker voor die fase. Op de website www.ontwerpentechnischeinnovaties.noordhoff.nl staat een uitgebreidere versie van figuur 1.17, met meerdere voorbeelden van tools per thema en/of fase.

FIGUUR 1.17 Relatie tussen thema's en projectfasen en voorbeelden van tools

	Fase I Oriëntatie	Fase II Analyse	Fase III Ontwerp	Fase IV Detailering	Fase V Realisatie
Thema Samenwerken	Team-contract	Team-building	Team-ontwikkeling Tuckmani	Roos van Leary	Cultuur-verschillen
Thema Onderzoeken	Doelgroep-onderzoek	Product-analyse	Ergonomie-onderzoek	Octrooi-onderzoek	
Thema Creatief denken	Mindmapping	Natuur-analogie	Brainwriting	TRIZ	Mindmapping
Thema Experimenteren		Trial-and-error	Proof-of-concept	Prototype-test	Levensduur-onderzoek

Samenwerken

Innovatieproblemen zijn dusdanig complex dat ze meestal niet opgelost kunnen worden vanuit één ontwerpdiscipline: de oplossing ligt vaak op het kruispunt waar meerdere disciplines samenkomen. Samenwerking tussen disciplines is daarom een belangrijk thema dat extra aandacht krijgt in dit boek. Het themahoofdstuk Samenwerken laat zien op welke wijze je effectief kunt samenwerken in een team, welke samenwerkingsvaardigheden je daarbij nodig hebt en welke tools je daarbij kunt inzetten. Het hoofdstuk gaat ook in op de samenwerking met de opdrachtgever en met ontwikkelpartners van de opdrachtgever. Bedrijven werken namelijk steeds vaker samen met toeleveranciers, ontwikkelpartners of klanten om gezamenlijk technische innovaties mogelijk te maken en de daarbij gepaard gaande risico's en kosten te delen.

VOORBEELD 1.18

One Laptop Per Child

De non-profitorganisatie One Laptop Per Child heeft als missie de armste kinderen in de wereld mondiger te maken door middel van onderwijs. De organisatie wil ieder kind voorzien van een robuuste en goedkope laptop met internetverbinding: de \$100-laptop. De organisatie heeft hiertoe de XO-laptop ontwikkeld en speciale software voor spelenderwijs leren en samenwerken. De laptops worden verkocht aan overheden die ze aan kinderen en scholen geven. Met dit hulpmiddel krijgt ieder kind in de wereld toegang tot modern onderwijs, de wereld en een betere toekomst.



Bron: One Laptop per Child. CC-BY 3.0

Onderzoeken

Innoveren is onderzoeken. Kijk maar naar een innovatie als de \$100-laptop voor kinderen in ontwikkelingslanden (zie voorbeeld 1.18): er is onderzocht wat de behoeften zijn in ontwikkelingslanden (goedkoop, eenvoudig te repareren, laag energieverbruik), in welke omstandigheden het product gebruikt wordt (robuust, bestand tegen extreme hitte en vochtigheid) en of het gemaakte ontwerp een effectieve oplossing is (gebruikersonderzoek, duurzaamheidstest enzovoort). Onderzoeken is dus erg belangrijk in de oriëntatiefase (fase I) en analysefase

(fase II) om een beter beeld te krijgen van het innovatieprobleem en van de randvoorwaarden die aan de oplossing gesteld worden. Maar onderzoek is ook nuttig tijdens de ontwerpfase (fase III) om reeds bestaande oplossingen voor deelproblemen te onderzoeken. Het themahoofdstuk Onderzoeken bespreekt een aantal typen onderzoek die specifiek geschikt zijn bij het ontwerpen van technische innovaties en geeft handvatten om een onderzoek goed op te zetten.

Creatief denken

Zonder creatief denken geen innovatie. Een lastig technisch ontwerpprobleem heeft namelijk geen pasklare oplossing, maar vraagt om out-of-the-boxdenken (buiten de geijkte denkkaders), om creatieve oplossingen of om creatief toepassen van bestaande kennis. Creatief denken kun je inzetten voor allerhande problemen die je tijdens het ontwerpproces tegenkomt: voor het bedenken van de eerste ideeën voor het vervullen van een functie, voor het komen tot concepten voor het werkingsprincipe en bijvoorbeeld voor het oplossen van een technisch lastig detail. Het themahoofdstuk Creatief denken geeft uitleg over het creatieve denkproces, bespreekt verschillende werkvormen en technieken die specifiek geschikt zijn voor technische ontwerpproblemen en geeft aanwijzingen voor het organiseren van een creatieve sessie. De creatieve technieken die in dit hoofdstuk worden gepresenteerd, zul je in ieder geval inzetten in de ontwerpfase (fase III), maar komen je ook van pas in de andere fasen van het ontwerpproces.

Out-of-the-boxdenken

Experimenteren

Experimenteren is essentieel bij innovatie omdat nog veel elementen van het ontwerp onbekend zijn. Het maken van modellen en het testen en evalueren hiervan is dé manier om te onderzoeken of de bedachte oplossing daadwerkelijk functioneert zoals was beoogd. Experimenteren is daarom een belangrijk element bij het ontwerpen van technische innovaties. Experimenteren kan in verschillende fasen van het innovatieproces plaatsvinden, maar de nadruk ligt in de ontwerpfase (fase III) en de detailleringfase (fase IV). In deze fasen zul je in ieder geval functionele modellen en een prototype bouwen en testen. Het themahoofdstuk Experimenteren laat zien hoe je een experiment opzet en welke virtuele modellen (visualisaties en simulaties) en fysieke modellen (van spuugmodel tot prototype) je daarvoor kunt gebruiken. Daarnaast worden verschillende prototyping- en simulatietechnieken behandeld om tot een model te komen.

1.6.2 Tools

Een tool is een soort gereedschap: een hulpmiddel dat je ondersteunt bij het uitvoeren van een stap in het ontwerpproces en je helpt tot betere resultaten te komen. Een tool is vaak een niet-fysiek gereedschap dat wordt gepresenteerd in de vorm van een stappenplan, een checklist of een analysematrix. Denk bijvoorbeeld aan een aanpak voor een octrooionderzoek of een creatieve denktechniek die je kunt inzetten tijdens een creatieve sessie. Maar een tool kan ook een experiment zijn om bijvoorbeeld de technische haalbaarheid van je ontwerp te testen. In figuur 1.17 zijn enkele voorbeelden van tools weergegeven.

Voor het gebruik van tools is het handig om het antwoord op de volgende vragen te weten:

- 1 Waar vind je tools?
- 2 Wat kun je met tools?
- 3 Wanneer zet je een tool in?
- 4 Hoe zet je een tool in?

Ad 1 Waar vind je tools?

Voor alle vier thema's zijn in dit boek verschillende tools geselecteerd en in het themahoofdstuk beschreven hoe, waarvoor en wanneer je ze kunt inzetten. Ook zijn er enkele tools opgenomen bij de stappen in de fasehoofdstukken. En op de website die bij dit boek hoort (www.ontwerpennanotechnischeinnovaties.noordhoff.nl) worden nog veel meer tools aangereikt die je tijdens het innovatieproces kunt inzetten.

Ad 2 Wat kun je met tools?

Een tool gebruik je tijdens het innovatieproces om iets te onderzoeken, te analyseren, te bedenken of te evalueren. Dat 'iets' kan het innovatieprobleem zijn, een ontwerp, een technische oplossing of een deel van een probleem, ontwerp of oplossing. Maar dat 'iets' kan ook betrekking hebben op de rollen en persoonlijkheden in het team en de samenwerking tussen teamleden.

Ad 3 Wanneer zet je een tool in?

Tools kun je inzetten op verschillende momenten in het innovatieproces en om verschillende redenen, bijvoorbeeld:

- omdat je meer kennis wilt hebben over de doelgroep, een deelprobleem of een bepaalde technologie (onderzoekstools)
- omdat je voor een deelprobleem een aantal oplossingen hebt bedacht maar je het gevoel hebt dat er nog veel meer en betere mogelijkheden zijn (divergentietools)
- omdat je keuzes moet maken en zeker wilt weten dat je alle alternatieven goed geëvalueerd hebt (convergentietools)
- omdat je het gemaakte ontwerp of elementen daarvan fysiek wilt kunnen beoordelen (experimenteertools)

Ad 4 Hoe zet je een tool in?

Bij iedere beschrijving van een tool in dit boek of op de website wordt een concrete handleiding gegeven voor het inzetten van de tool tijdens het project of wordt een bron genoemd waar je meer informatie kunt vinden.

Samenvatting

- ▶ Productinnovatie is het innoveren van tastbare concrete producten, productsystemen of product-dienstcombinaties. Bedrijven innoveren om te reageren en anticiperen op externe ontwikkelingen, om de concurrentie voor te blijven en om waarde te creëren.
- ▶ Technologie is het geheel van processen ten behoeve van het voortbrengen van producten en het realiseren van de functionaliteit van het product. Technologie is het startpunt van innovatie of de voorwaarde om innovatie mogelijk te maken.
- ▶ Rol van de ontwerper in het innovatieproces: helder krijgen aan welke criteria de beoogde innovatie moet voldoen en vroegtijdig verminderen van risico's door middel van technisch haalbaarheidsonderzoek.
- ▶ Het ontwerpen van technische innovaties bestaat uit vijf projectfasen:
 - Fase I Oriëntatie
 - Fase II Analyse
 - Fase III Ontwerp
 - Fase IV Detaillering
 - Fase V Realisatie
- ▶ PIT-stop: reviewmoment aan het eind van iedere fase voor het evalueren van de resultaten en voor het nemen van beslissingen over het vervolg van het project. Er wordt gekeken naar:
 - voortgang van het project en benodigde aanpassing van projectplan en -planning (project)
 - voortgang van het ontwerp in relatie tot probleemstelling en PvE (innovatie)
 - teamsamenstelling en samenwerking (team)
- ▶ Het PvE is leidraad voor het oplossen van het innovatieprobleem in drie stadia met drie soorten criteria:
 - 1 klantwensen: geven richting aan het creatieve denkproces
 - 2 ontwerpcriteria: zijn hulpmiddelen om te toetsen of voorstelde concepten daadwerkelijk oplossingen zijn voor het probleem
 - 3 specificaties: leggen het ontwerp vast ten behoeve van het voorbereiden voor productie
- ▶ Vier thema's als essentiële ingrediënten bij het ontwerpen van technische innovaties:
 - samenwerken
 - onderzoeken
 - creatief denken
 - experimenteren
- ▶ Tools zijn hulpmiddelen die je ondersteunen bij het uitvoeren van een stap in het ontwerpproces en helpen tot betere resultaten te komen. Een tool is vaak een niet-fysiek gereedschap (een stappenplan, een checklist of een analysematrix), maar kan ook een experiment zijn met een functioneel model of prototype.