

# Product- ergonomie

Ontwerpen voor nut, gebruik en beleving



deel 1

Brecht Daams

Uitgeverij Undesigning

# Inhoud

Voorwoord	1
Inleiding	3
<b>1 Wat is ergonomie?</b>	<b>5</b>
<b>1.1 Product, gebruiker, omgeving, interactie</b>	<b>6</b>
1.1.1 Mens, product, interactie en omgeving	7
1.1.2 Nut, effectiviteit, efficiëntie, veiligheid en comfort	10
1.1.3 Drie soorten ergonomie	12
<b>1.2 Evolutie van Mens, Product en Productgebruik</b>	<b>13</b>
<b>1.3 Categorisering van producten</b>	<b>21</b>
<b>1.4 Geschiedenis en definities</b>	<b>23</b>
1.4.1 Voorgeschiedenis	23
1.4.2 1949: definitie van ergonomie	26
1.4.3 De tweede helft van de 20ste eeuw	26
1.4.4 Huidige trends	29
1.4.5 Opleiding tot ergonomoom	30
1.4.6 Ergonomie in relatie tot andere vakgebieden	31
<b>1.5 Het mens-product-interactiemodel</b>	<b>33</b>
1.5.1 Modellen in de ergonomie	33
1.5.2 Spiraal van waarnemen, verwerken en reageren	34
1.5.3 Het mens-product-interactiemodel van Dirken	39
<b>1.6 Wat is productergonomie?</b>	<b>42</b>
1.6.1 Definitie van productergonomie	42
1.6.2 Arbeidsergonomie versus productergonomie	44
1.6.3 Over dit boek	45
<b>Begrippen</b>	<b>46</b>
<b>Aanbevolen literatuur</b>	<b>47</b>
<b>2 Ontwerpen voor groepen</b>	<b>61</b>
<b>2.1 Hoe te ontwerpen voor de diversiteit van een groep?</b>	<b>50</b>
<b>2.2 De normaalverdeling</b>	<b>51</b>
2.2.1 Gemiddelde, modus en mediaan	55
2.2.2 Standaardafwijking	56
<b>2.3 Percentiel berekenen</b>	<b>58</b>
2.3.1 Wet van de verminderende meeropbrengst	69
2.3.2 Kledingtoeslag	71
2.3.3 Correcte rapportage en eenduidige presentatie	71
2.3.4 Cumulatieve frequentieverdeling	72

<b>2.4 Samenvoegen van groepen of variabelen</b>	<b>73</b>
2.4.1 Het samenvoegen van twee groepen mensen	74
2.4.2 Het samenvoegen van variabelen	76
2.4.3 Het bepalen van de resulterende populatie	80
<b>2.5 De ergonomische ontwerptypen</b>	<b>81</b>
2.5.1 Combinaties van ontwerptypen in één product	89
2.5.2 Toepassing van de ergonomische ontwerptypen	90
<b>2.6 Gereedschap voor ontwerpers</b>	<b>92</b>
<b>Begrippen</b>	<b>93</b>
<b>Aanbevolen literatuur</b>	<b>94</b>
<b>3 Ergonomie en ontwerpen</b>	<b>95</b>
<b>3.1 Voorwaarden om tot een ergonomisch verantwoord product te komen</b>	<b>96</b>
<b>3.2 Verwachting en herkenbaarheid</b>	<b>97</b>
<b>3.3 Bij welk product is ergonomie belangrijk?</b>	<b>102</b>
3.3.1 Bij bepaalde interacties	104
3.3.2 Bij nieuwe gebruikers	105
3.3.3 Bij een nieuwe omgeving	106
3.3.4 Bij een nieuwe functie	106
<b>3.4 Wie zijn de gebruikers?</b>	<b>108</b>
3.4.1 Professionele gebruikers en consumenten	109
3.4.2 Meer gebruikers per product	110
3.4.3 Primaire en secundaire gebruikers	111
3.4.4 Gebruikers zijn niet gelijk aan marketingdoelgroep	112
3.4.5 Welk percentage van de doelgroep?	114
<b>3.5 Ontwerpproces en ergonomie</b>	<b>115</b>
3.5.1 Een ergonomisch verantwoord product in een paar stappen	117
3.5.2 Probleemdefinitie en opdracht	118
3.5.3 Informatie verzamelen	122
3.5.4 Analyse	130
3.5.5 Herformuleer probleemdefinitie	133
3.5.6 Programma van eisen (globaal)	134
3.5.7 Ideeën	134
3.5.8 Concepten	136
3.5.9 Keuze en argumentatie	137
3.5.10 Detaillering	138
3.5.11 Evaluatie	141
<b>3.6 Gebruiksaanwijzing</b>	<b>142</b>
3.6.1 Aanpak, inhoud en vorm	143
3.6.2 Tekst en taal	147
3.6.3 Typografie	149
3.6.4 Afbeeldingen	150
<b>3.7 Verpakking</b>	<b>153</b>
3.7.1 Functies van verpakking	153
3.7.2 Soorten verpakking	154
3.7.3 Ergonomische aspecten	155
3.7.4 Ontwerpen van ergonomische verpakking	159

<b>3.8 Wet- en regelgeving</b>	<b>163</b>
3.8.1 Wetten en regels in Nederland	164
3.8.2 Wet- en regelgeving in het buitenland	165
3.8.3 Een aantal normen	166
<b>Begrippen</b>	<b>167</b>
<b>Aanbevolen literatuur</b>	<b>169</b>
<b>4 Gebruiksonderzoek</b>	<b>171</b>
<b>4.1 Wat is gebruiksonderzoek?</b>	<b>172</b>
4.1.1 Waarom gebruiksonderzoek?	174
4.1.2 Geschiedenis	176
4.1.3 Ethische aspecten	177
<b>4.2 Plaats in het ontwerpproces</b>	<b>177</b>
<b>4.3 Manieren om interactie te beoordelen</b>	<b>180</b>
<b>4.4 Beoordeling van interactie, zonder gebruikers</b>	<b>182</b>
4.4.1 Kritische gebruiksscenario's	182
4.4.2 Persona's	184
4.4.3 Taakanalyse	186
4.4.4 Eigenschapcontrolelijst	188
4.4.5 Expertevaluatie	188
4.4.6 Cognitieve doorloop	189
4.4.7 Heuristische evaluatie	190
4.4.8 Bodystorming	190
4.4.9 Antropometrische beoordeling met de computer	192
<b>4.5 Beoordeling van interactie, met gebruikers</b>	<b>193</b>
4.5.1 Ongemerkte observatie	193
4.5.2 Interview	195
4.5.3 Paneldiscussie, groepsdiscussie of groepsinterview	196
4.5.4 Participatief ontwerpen	197
4.5.5 Toekomstverhalen	198
<b>4.6 Gebruiksonderzoek met gebruikers</b>	<b>199</b>
4.6.1 Eén-op-één gebruiksonderzoek	199
4.6.2 Samen ontdekken	201
4.6.3 Workshop of focusgroep	201
4.6.4 Etnografisch onderzoek	202
<b>4.7 Diverse onderzoekstechnieken</b>	<b>204</b>
4.7.1 Hardop-denprotocol	205
4.7.2 Dagboek en fotodagboek	205
4.7.3 Vergelijkend gebruiksonderzoek	206
4.7.4 Op volgorde zetten	207
4.7.5 Automatische registratie van gegevens	208
4.7.6 Kaartsorteren	209
4.7.7 Eigen methode of techniek	210
<b>4.8 Het uitvoeren van gebruiksonderzoek</b>	<b>213</b>
4.8.1 Product of model	214
4.8.2 Benodigde apparatuur	216
4.8.3 Voorbereiden van gebruiksonderzoek	216
4.8.4 Uitvoeren van gebruiksonderzoek	224

4.8.5 Analyse, verslag, presentatie	226
<b>4.9 Gebruiksonderzoek met speciale doelgroepen</b>	<b>229</b>
4.9.1 Kinderen	229
4.9.2 Ouderen	237
4.9.3 Mensen uit andere culturen	238
<b>Begrippen</b>	<b>241</b>
<b>Aanbevolen literatuur</b>	<b>241</b>
Bijlage A <b>informatie over RSI</b>	<b>243</b>
Bijlage B <b>z-waardentabel</b>	<b>249</b>
Bijlage C <b>Aansprakelijkheid voor producten volgens het Burgerlijk Wetboek</b>	<b>251</b>
<b>Over de auteur</b>	<b>255</b>
<b>Literatuur en bronnen</b>	<b>257</b>
<b>Bronvermelding figuren</b>	<b>265</b>
<b>Index</b>	<b>269</b>

# Voorwoord

Het werd hoog tijd dat er een nieuw studieboek over Productergonomie verscheen op de Nederlandstalige markt. De ‘halfwaardetijd’ van toegepast wetenschappelijke kennis is gewoonlijk kort. Dat geldt ook voor dit betrekkelijk jonge vakgebied. Beoefenaars ervan willen kennis over menselijke eigenschappen tot gelding brengen in het innovatieproces van alledaagse gebruiksgoederen. Het levert zo een onmiskenbare bijdrage tot het bedenken van nieuwe ‘materiële functievervullers’ en tot het verbeteren van bestaande.

Ik schreef “Productergonomie, ontwerpen voor gebruikers” in de eerste jaren na 1990 en duidelijk is dat er in het vak en veld inmiddels veel is veranderd:

- Opvallend is hoe de ‘materiële’ cultuur zich sindsdien weer heeft ontwikkeld. Veel van de technische hulpmiddelen, waarmee de modale consument op vertrouwde wijze nu omgaat, zijn anders. Dat komt niet alleen door de mode en hogere eisen aan welvaart en welzijn. Ook door steeds wijdere toepassing van micro-elektronische technieken voor ‘intelligente’ componenten, producten, systemen en netwerken. Onze wereld is door veelzijdiger mobieltjes, laptops, navigatie-spul, e-readers en dergelijke niet meer die van 20 jaar terug. Dat betekent andere accenten en inhouden voor een Productergonomie. Aan die wens komt dit nieuwe boek duidelijk tegemoet.
- De doelgroepen van productinnovatie en dus van productergonomie blijken in die tijd deels verschoven. De bevolking is ouder en internationaler, maar ook is er meer erkenning en daardoor onderzoek en ontwikkeling ten bate van vroeger onderbedeelde groepen, zoals vrouwen, kinderen, zieken, gehandicapten, toeristen etc. “Design4All” vergt veel nieuwe kennis en een bredere attitude van productergonomen en –ontwerpers. Voornoemde doelgroepen nemen in dit boek een belangrijke plaats in.
- Een derde belangrijke ontwikkeling is dat productergonomie als leervak langzamerhand in het Hoger Onderwijs door meer studenten wordt gevolgd en bij meer universitaire en hogere beroepsstudies in Nederland en Vlaanderen. Iedereen zal na dit boek te hebben bestudeerd waarschijnlijk inzien dat Productergonomie wezenlijk is voor alle ontwerpstudies, voor ir.’s, ing’s e.d. De brede en praktische aanpak van dit boek maakt het zeker geschikt voor die gevarieerde onderwijsdoelstellingen.
- Een studieboek dient ook te worden gewogen op didactische kwaliteiten. Daarbij hoeft het niet alleen om reguliere studenten te gaan. Ook afgestudeerde ontwerpers kunnen dit boek handig gebruiken voor naslag en nieuwe toepassingsinzichten en –achtergronden. Bijvoorbeeld de uitgebreide behandeling van gebruiksonderzoek en van verpakkingsontwerpen nodigen daartoe uit. Voor beide categorieën lezers is de stijl van dit

boek aanmerkelijk moderner: een soepele behandeling van – soms moeilijke – onderwerpen, met veel illustratieve casussen als voorbeeld en ruim in figuren en illustraties.

Dit is het eerste deel van serie die drie boeken zal omvatten. In dit eerste deel wordt de kern van het vakgebied gepresenteerd. In de volgende delen komen zowel de 'klassieke' ergonomische kennis aan de orde, als nieuwe informatie over onder andere moderne digitale producten en brede doelgroepen. Wat er nu voorligt overtuigt dat het een gemoderniseerd geheel gaat worden, dat is ontworpen voor nut, gebruik en beleving, conform de ondertitel. Dat betekent dus dat het voor studenten en productontwerpers van veel praktisch nut kan zijn, maar dat het ook door een brede achtergrondvisie de goede attitude kan bevorderen; dat het belooft efficiënt en effectief bruikbaar te zijn en dat het zeer waarschijnlijk tevens boeiend en plezierig zal zijn voor lezers. Een felicitatie, speciaal voor dr. ir. Brecht Daams is hier dus op haar plaats.

Dr. Hans Dirken, Eur Ing, BNO, emeritus hoogleraar Industrieel Ontwerpen, i.h.b.  
Productergonomie, Technische Universiteit Delft  
Leiden, 2011

# Inleiding

Mensen en producten zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Er is geen dier dat zoveel en zulke ingewikkelde producten maakt en gebruikt als de mens. Sommige wetenschappers veronderstellen dat de menselijke intelligentie zich door het gebruik van producten heeft kunnen ontwikkelen. Deze evolutie is zodanig voortgeschreden dat de huidige mens niet kan overleven zonder het gebruik van producten.

Of iemand een product goed kan gebruiken is voor een groot deel afhankelijk van het ontwerp. Ontwerpers en producenten hebben daarmee een grote verantwoordelijkheid: met producten die nuttig, effectief, efficiënt, veilig en comfortabel in gebruik zijn, kunnen zij de leefbaarheid van de omgeving en de kwaliteit van leven voor hun medemensen verbeteren. De productergonomie levert daartoe kennis, methoden en technieken.

Dit is het eerste deel van het boek *Productergonomie, ontwerpen voor nut, gebruik en beleving*. Het is een inleiding tot het vakgebied, bedoeld als handboek en studieboek voor ontwerpers en productontwikkelaars op zowel universitair als HBO-niveau. Dit boek is ook bruikbaar voor niet-ontwerpers. Voor hen wordt het ontwerpproces waar nodig kort toegelicht.

Het doel van *Productergonomie* is ontwerpers een ergonomische attitude aan te leren. Het boek reikt methoden, technieken en (achtergrond)kennis aan, waarmee zij in de praktijk ergonomische producten kunnen realiseren.

Een boek over productergonomie moet uiteraard zelf het goede voorbeeld geven. Daarom wordt dit boek uitgegeven in drie delen. Omvang en gewicht van één boek zouden zo groot worden dat studenten er zeer onergonomisch mee zouden moeten sjuuwen. Productergonomie is nu eenmaal een breed vakgebied en voorbeelden en figuren zijn niet alleen leuk maar ook illustratief en instructief. Het schrappen van significante hoeveelheden informatie zou afbreuk doen aan inhoud, leesplezier en bruikbaarheid.

Dit eerste deel bestaat uit vier hoofdstukken. Het eerste hoofdstuk is een introductie tot het vakgebied. Het tweede hoofdstuk behandelt statistiek ten behoeve van het ontwerpen voor groepen. In het derde hoofdstuk wordt gekeken naar ergonomie in het kader van het ontwerpproces. Het vierde hoofdstuk gaat over gebruiksonderzoek en de verschillende methoden die daarvoor gebruikt kunnen worden.

Deel twee behandelt fysieke, sensorische en cognitieve ergonomie. In deel drie komen aan bod: ontwerpen voor brede doelgroepen, ontwerpen voor verschillende culturen, van nut naar beleving, productveiligheid en productergonomie in de praktijk.



Aangezien er grote samenhang is tussen de behandelde onderwerpen en daarmee ook tussen de twaalf hoofdstukken, moeten de drie delen beschouwd worden als één geheel. Daarom wordt in de tekst naar hoofdstukken en paragrafen van alle drie de delen verwezen.

Met deze inleiding tot het vakgebied zijn ontwerpers in principe in staat producten te ontwerpen die nuttig, effectief, efficiënt, veilig en comfortabel zijn voor de gebruikers. Soms is meer diepgravende informatie nodig. Hiervoor staat achteraan ieder hoofdstuk een lijst met aanbevolen literatuur.

Meer informatie is ook te vinden op de website die bij dit boek hoort: [www.productergonomie.info](http://www.productergonomie.info). Daar is informatie ondergebracht die niet in boekvorm is over te brengen (video, audio, links). Daarnaast bevat de website ook goede voorbeelden die niet meer in het boek pasten en luchtige voorbeelden die bijdragen aan de ontwikkeling van inzicht en een ergonomische attitude.

Veel docenten en andere betrokkenen hebben een steentje bijgedragen aan het ontstaan van dit boek, waarvoor dank. Hans Dirken leverde op de achtergrond een belangrijke bijdrage. Hij bedacht de term 'productergonomie' en bouwde vanaf 1971 het vakgebied op als hoogleraar aan de Faculteit Industrieel Ontwerpen van de TU Delft. Zijn standaardwerk *Productergonomie, ontwerpen voor gebruikers* verscheen in 1997. Daarmee heeft hij een degelijke basis gelegd voor productergonomie als een belangrijke discipline van industrieel ontwerpen. Inhoudelijk bouwt dit boek voort op het werk van Dirken. Hij heeft mij op de achtergrond terzijde gestaan met inhoudelijk advies, waar ik hem zeer erkentelijk voor ben.

Ik hoop dat dit boek zal bijdragen aan de ontwikkeling van het vakgebied productergonomie. Meer aandacht voor ergonomie in het ontwerp- en ontwikkelingsproces zal uiteindelijk kunnen leiden tot meer nuttige producten die zo ergonomisch mogelijk gebruikt kunnen worden door alle gebruikers. Een goede relatie tussen mens en product komt beiden ten goede, van individueel niveau tot op evolutionaire schaal.

Dr. ir. Brecht J. Daams, Eur.Erg. FIEHF  
Laren, 2011

## Hoofdstuk 1

# Wat is ergonomie?



**“How many systems do you interact with on a day-to-day basis? Do you ever find yourself confused or frustrated while trying to operate one of these systems? [...] Life shouldn’t be this difficult.”** Larson, 2006

### Samenvatting

Productergonomie is een jong vakgebied met een nauwe relatie tot het industrieel ontwerpen. Beide zijn toegepast-wetenschappelijke disciplines.

Dit eerste hoofdstuk is een introductie op het vakgebied ergonomie en de relatie daarvan met industrieel ontwerpen en andere vakgebieden. Hierin wordt een aantal essentiële elementen behandeld die noodzakelijk zijn voor een goed begrip van de rest van het boek. Ook de geschiedenis van de relatie tussen mens en product en het ontstaan van het vakgebied Ergonomie worden behandeld.

De eerste paragraaf geeft een antwoord op de vraag wat ergonomie is. Daarna worden in paragraaf 1.2 het ontstaan en de evolutie van de mens-product relatie beschreven. Om het brede terrein van producten beter te kunnen overzien, worden in paragraaf 1.3 verschillende manieren gepresenteerd om producten te categoriseren. Een officiële definitie en de geschiedenis van het vakgebied ergonomie volgen in paragraaf 1.4. Uitleg over het mens-product-interactiemodel is te vinden in paragraaf 1.5 en wat productergonomie is wordt behandeld in paragraaf 1.6.

## 1.1 Product, gebruiker, omgeving, interactie

Kunnen mensen een verpakking vlot openen zonder hulpmiddelen? Een nieuwe mobiele telefoon gebruiken zonder gebruiksaanwijzing? Een computerprogramma met gemak en plezier gebruiken? Een treinreis maken in comfortabele en goed passende stoelen? Lukt het ze om de harddisk-DVD-recorder te programmeren? Een klaptafel uit te klappen zonder moeite? Een onbekend koffieapparaat te bedienen zonder aarzeling?

Als het antwoord op deze vragen 'ja' is, zijn deze producten '**ergonomisch**'.

Er zijn bioscopen waar een deel van de bezoekers het scherm niet goed kan zien. En kantoorstoelen waarvan de zithoogte niet op de juiste maat is in te stellen. Mp3-spelers die niet te bedienen zijn, ook niet met de handleiding erbij. Websites waar de gewenste informatie wel op staat maar niet te vinden is. Verpakkingen waarbij de houdbaarheidsdatum niet te vinden is. En als die eindelijk gevonden is, is hij soms niet te lezen. Of niet te begrijpen. Frisdrankautomaten waarbij de display niet zichtbaar is bij bepaalde lichtinval. Openbare telefoons die te hoog hangen voor kinderen en mensen in rolstoelen.

Dergelijke producten noemen we '**niet ergonomisch**'.

Ergonomische producten zijn producten met een bepaald nut, die effectief, efficiënt, veilig en comfortabel zijn in het gebruik door de bedoelde groep gebruikers. Onergonomische producten schieten op minstens één van deze gebieden schromelijk tekort. Zie figuur 1.1.



**Figuur 1.1** Ergonomisch product of niet? Dit zijn Chindogu. Chindogu is de Japanse kunst van het maken van zeer nuttige producten die een bepaald probleem oplossen, terwijl ze anderzijds in de praktijk toch niet echt handig zijn. Dat heeft een komisch effect. Van links naar rechts: een hoofdtooi voor hooikoortspatiënten, een 'handige manier' om de was te drogen en een hulpmiddel bij kriebel op de rug (Kawakami, 1995 en Kawakami, 1997).

Een ergonomisch product is natuurlijk in het voordeel ten opzichte van een onergonomisch product. Een ergonomisch product wordt door de gebruiker positief gewaardeerd omdat het prettig in gebruik is, geen irritatie opwekt of vertraging geeft, weinig moeite kost om te bedienen, een beter resultaat geeft en de gezondheid niet schaadt. Als een gebruiker een product waardeert, zal dat vaker leiden tot herhaalaankopen en, wie weet, tot mond-tot-mondreclame, waardoor de producent en

de verkoper er wel bij varen. Dit zijn goede redenen voor een ontwerper om ergonomie vanaf het begin van het ontwerpproces serieus aandacht te geven.

Dat een fabrikant geen klachten hoort over de ergonomische aspecten van een product wil nog niet zeggen dat het product gebruiksvriendelijk genoeg is. Gebruikers ventileren hun klachten en grieven graag aan de koffietafel, maar zullen ze niet snel aan de maker van het product laten weten. Het is makkelijker om de volgende keer gewoon een ander product te kopen.

### Ja doeoei!

In de trein ving ik het volgende gesprek op tussen vier twintigers, van wie één klaagde over haar vorige mobiele telefoon:

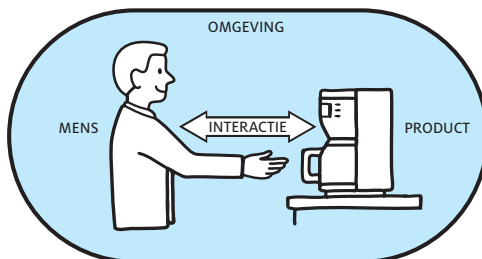
“Ik had dus eerst die MerkX telefoon, met van die kleine touch-meningetjes bovenaan. En elke keer dat ik iets wilde doen dan raakte ik per ongeluk dat touch-menu ding aan en dan deed de telefoon iets anders. Ik werd er echt gek van. Laatst ging ‘ie kapot. Hij hield er gewoon mee op. Repareren kostte 240 euro, dus ik zei: “Ja doeoei!!”.

En ik kocht dit ding, dat kostte me 50 euro. Ik koop dat merk ècht niet meer.”

Deze conversatie bevestigt het idee dat de gebruiker een product niet terugbrengt of er over klaagt. Zelfs niet als de gebruiksvriendelijkheid van het product zo slecht is, dat de gebruiker er helemaal gek van wordt. Maar als ze een nieuwe telefoon koopt wordt het geen MerkX. Gebruiksvriendelijkheid kan voordeel opleveren, op de lange termijn. (Van Kuijk, 2010a)

## 1.1.1 Mens, product, interactie en omgeving

Bij ieder product dat gebruikt of bediend wordt, is een aantal actoren en factoren aanwezig, zie figuur 1.2. Ten eerste is er de mens, ofwel de gebruiker. Ten tweede is er het product. Ten derde is er interactie tussen die twee. Ten vierde is er de omgeving. In deze paragraaf wordt uitgelegd over welke mensen, wat voor producten en welke omgeving het gaat, wat bedoeld wordt met interactie en welke ontwerpers baat hebben bij informatie over productergonomie.



**Figuur 1.2** Elementaire factoren bij productergonomie: mens, product, interactie en omgeving.

het meestal gebruikt wordt voor door archeologen gevonden producten uit de verre oudheid. Het prototypische artefact is de vuurstenen vuistbijl, zie figuur 1.3. Maar is de iPad van nu niet de vuurstenen vuistbijl van de toekomst, archeologisch gezien? Om een overdosis van het woord 'product' in dit boek te vermijden zullen ook de termen 'artefact', 'werktuig', 'gebruiksgoed' en 'technische functievervuller' gebruikt worden.



**Figuur 1.3** Prototypisch artefact vroeger en nu: de vuurstenen vuistbijl en de iPad, beiden met hun ontwerper.

### **Wat is interactie?**

Interactie betekent wisselwerking, volgens het woordenboek. Interactie is een overkoepelende naam voor alle acties die ontstaan als twee of meer objecten een effect hebben op elkaar. Het idee van een effect in twee richtingen is essentieel voor interactie. Dit in tegenstelling tot een causaal effect in één richting, waarbij een oorzaak tot een gevolg leidt, meer niet. Het begrip 'interactie' wordt in verschillende wetenschappen toegepast, waarbij de betekenis per vakgebied enigszins verschilt.

In de ergonomie wordt met interactie al datgene bedoeld wat gebeurt in een relatie tussen een mens (of mensen) en een product (of producten). Een interactie kan een fysieke handeling zijn, de gebruiker drukt bijvoorbeeld op een knop van een product, maar het kan ook een perceptie (waarneming) zijn. Een product produceert bijvoorbeeld geluid dat door de gebruiker gehoord wordt, of geeft op een scherm informatie die door de gebruiker gezien wordt. Met 'interactie' kan zowel één actie tussen mens en product worden aangegeven, als een aantal acties of zelfs het totaal aan acties, afhankelijk van de context. Ergonomen streven ernaar de interactie tussen gebruiker en product zo goed mogelijk te laten verlopen.

Interactie kan ook plaatsvinden met meer gebruikers gelijktijdig. Een gebruiker kan ook meer producten tegelijk gebruiken. Hier moet altijd rekening mee gehouden worden.

'Gebruik' is een overkoepelende term voor de interacties met een product. Het woord 'gebruik' heeft vroeger de betekenis 'genieten van' gehad. Nu betekent het vooral het omgaan met en hanteren van technische hulpmiddelen om een bepaald doel te bereiken.

Paragraaf 1.5 *Het mens-product-interactiemodel* gaat verder in op interactie.

## Hoofdstuk 2

# Ontwerpen voor groepen



“Beatus, qui prodest, quibus potest”

“Hij die iedereen helpt die hij kan helpen,  
is een gelukkig man” (Latijns spreekwoord)

### Samenvatting

Bij het ontwerpen van producten voor serie- of massaproductie moet de ontwerper rekening houden met de kenmerken van de toekomstige gebruikers. Die kenmerken kunnen zeer uiteenlopen. Hoe gaat de ontwerper om met die variatie aan lichaamsafmetingen, reactietijden en dergelijke? Paragraaf 2.1 gaat in op deze vraag.

Om variaties van menselijke kenmerken te definiëren moet een ontwerper gebruik maken van statistische methoden en technieken. Paragrafen 2.2 *De normaalverdeling* en 2.3 *Percentiel berekenen* geven de basiskennis die nodig is om te berekenen hoe groot de grootste en hoe klein de kleinste waarden van een kenmerk zijn bij een groep mensen.

Variabelen en populaties mogen niet zomaar bij elkaar opgeteld worden. In paragraaf 2.4 *Samenvoegen van groepen of variabelen* wordt uitgelegd met behulp van welke statistische bewerkingen dat wel kan.

De zeven ergonomische ontwerptypen uit paragraaf 2.5 tonen de verschillende manieren waarop statistiek van mensmaten bepalend kan zijn voor een (deel van een) productontwerp. Deze kennis is noodzakelijk voor een goed begrip van de ergonomie en de juiste toepassing ervan in de praktijk.

## 2.1 Hoe te ontwerpen voor de diversiteit van een groep?

Ergonomie gaat, wat productontwerpers betreft, altijd over het afstemmen van een product op **een groep** mensen. Zou de ontwerper het product slechts op één persoon hoeven af te stemmen, dan was het eenvoudig. In dat geval past de ontwerper het product aan op die ene gebruiker, op een bepaald tijdstip (want die gebruiker kan door de tijd heen ook veranderen).

Bij het ontwerpen voor een groep mensen moet de ontwerper echter rekening houden met de diversiteit van de (toekomstige) gebruikers. Wat is daarvoor een goede aanpak?

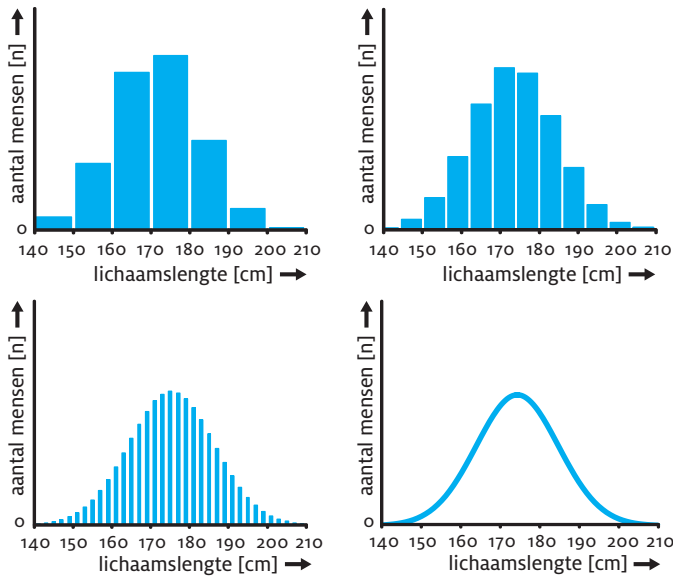
Ten eerste moet ingeschat worden wie die toekomstige gebruikers zullen zijn. Dan hebben we het niet over de doelgroep van kopers op wie de marketingcampagne gericht zal zijn, maar over de mensen die het product daadwerkelijk zullen gebruiken. Bij consumentenproducten zijn dat bijna altijd ook ouderen, kinderen, gehandicapten, mensen uit andere culturen, analfabeten en mensen die geen Nederlands verstaan. Meer informatie over het bepalen van de toekomstige gebruikers is te vinden in paragraaf 3.4 *Wie zijn de gebruikers?*, ergonomische informatie over specifieke doelgroepen is te vinden in hoofdstuk 8. *Ontwerpen voor brede doelgroepen*.

Ten tweede moet worden nagegaan wat de relevante ergonomische aspecten van het te ontwerpen product zijn.

Ten derde moet per ergonomisch aspect ingeschat worden op welke wijze rekening gehouden kan worden met de diversiteit van de doelgroep. Dat kan op verschillende manieren gebeuren. Ergonomische literatuur kan informatie geven, soms kan gezond verstand de ontwerper een heel eind verder helpen en andere keren kan gebruiksonderzoek onmisbare informatie opleveren.

Eén van de technieken die ingezet kunnen worden bij het ergonomisch ontwerpen voor groepen, is statistiek. Met behulp van statistische methoden kan worden uitgerekend wat de maten van een ontwerp moeten zijn om het product geschikt te maken voor een bepaald percentage van de populatie. Een ontwerper kan bijvoorbeeld berekenen wat de grootste heupbreedte is van de doelgroep en kan vervolgens de breedte van een stoelzitting zodanig aanpassen dat 98 % van de gebruikers er goed op kan zitten. Op dezelfde manier kan met behulp van een berekening van de lichaamslengte van de grootste en de kleinste gebruikers de hoogte van een deuropening, een balie of een telefoon in een telefooncel worden afgestemd, zie figuur 2.1.

Voorwaarde is wel dat twee gegevens van de groep bekend zijn: het gemiddelde en de standaardafwijking. Wat deze woorden betekenen wordt uitgelegd in de volgende paragraaf.



**Figuur 2.3** Aantal mensen (Nederlandse mannen en vrouwen, 20 – 60 jaar) uitgezet tegen hun lichaamslengte, linksboven opgedeeld in categorieën per 10 cm, rechtsboven in categorieën per 6 cm, linksonder in categorieën per 2 cm. Rechtsonder is een vloeiende normaalverdeling getekend, die wordt verkregen bij oneindig kleine categorieën. Hoe kleiner de categorieën gekozen worden, des te beter de normaalverdeling wordt benaderd. Op de x-as van de normaalverdeling is de waarde ( $x$ ), bijvoorbeeld lichaamslengte in cm, uitgezet. Op de y-as is het aantal mensen ( $n$ ) aangegeven dat die waarde heeft.

Om de vorm en het ontstaan van een normaalverdeling te begrijpen is een experiment met het ‘Galton bord’ illustratief, zie figuur 2.4. Dit apparaat bestaat uit een verticaal bord met rijen pinnen die op gelijke afstand van elkaar staan. Een groot aantal balletjes, bijvoorbeeld knikkers, stroomt door een centrale opening van boven naar beneden. De knikkers ontmoeten tijdens het vallen een aantal opeenvolgende hindernissen, waardoor ze met evenveel kans naar links of naar rechts vallen. Onderaan worden de knikkers opgevangen in een rij kokers. In de middelste kokers zitten de meeste knikkers en hoe meer de kokers aan de buitenkant zitten, des te minder knikkers er in zitten. De knikkers zijn ‘normaal verdeeld’. De werking van het Galton Board is op internet te zien, zoek bijvoorbeeld op internet naar ‘video Galton Board’.

Analoog hieraan zullen lichaamsmaten door diverse factoren positief of negatief beïnvloed worden, zoals reeds gezegd voor een groot deel door genetische aanleg, maar bijvoorbeeld ook door voeding, ziekte, medicatie en training. Daardoor ontstaat een normaalverdeling van de waarden van een lichaamsmaat van een groep mensen. Neem bijvoorbeeld de omvang van de bovenarm. De één heeft genetisch aanleg voor een grote bovenarm-omvang en traint zijn spieren regelmatig in de sportschool, zodat hij inderdaad omvangrijke bovenarmen krijgt. De ander heeft ook aanleg voor grote bovenarm-omvang, maar traint niet. De omvang van zijn bovenarm zal minder groot zijn. Een derde werd in zijn groei belemmerd door ziekte en gebrek aan voedingsstoffen



$$\bar{x} = 174,3 \text{ cm} \quad \text{en} \quad s_x = 10,6 \text{ cm}$$

Vul deze gegevens in in de formule:

$$122 = 174,3 - 10,6 * Z$$

Reken uit:

$$Z = (174,3 - 122) / 10,6$$

$$Z = 4,934$$

Deze z-waarde zoeken we op in tabel 2.2, om het bijbehorende percentage eenzijdige oppervlak te vinden en daaruit het percentiel af te leiden. De grootste z-waarde in tabel 2.2 is echter 3,09, dat is kleiner dan de 4,934 die we berekend hebben. Een z-waarde van 3,09 hoort bij een éénzijdig oppervlak van 49,9 %. Een grotere z-waarde zal een groter éénzijdig oppervlak hebben. Vertaald naar percentielen zal het percentiel dus kleiner zijn dan  $P_{0,1}$ .

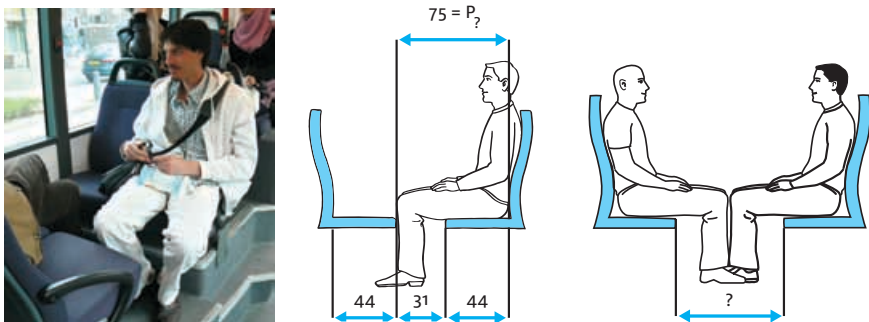
Wie het precies wil weten, zoekt de z-waarde 4,934 op in appendix B en vindt dan een percentiel van 0,005.

**Antwoord.** Slechts 0,005 procent van de Nederlandse volwassenen tussen de 20 en de 60 jaar (ofwel 5 op de 100.000) wordt uitgesloten van de attractie.

De meeste Nederlandse kinderen van 6 tot en met 8 jaar mogen overigens al in deze attractie, aangezien de gemiddelde lichaamslengte van deze populatie 128,4 cm is (zie tabel 5.2).

### Percentielberekening voor beenruimte

In een Utrechtse stadsbus is tussen twee tegenoverliggende stoelen weinig plaats, zodat een passagier met zijn knieën de zitting van de tegenoverliggende stoel raakt, zie figuur 2.13. De zittingdiepte is 44 cm, de ruimte tussen de zittingen van de twee stoelen is 31 cm.



**Figuur 2.13** Deze buspassagier heeft te weinig ruimte voor zijn benen en er kan niemand meer op de tegenoverliggende stoel zitten. Heeft deze man extreem lange benen? Hoeveel ruimte moet er tussen busstoelen zitten om dergelijke problemen te voorkomen?

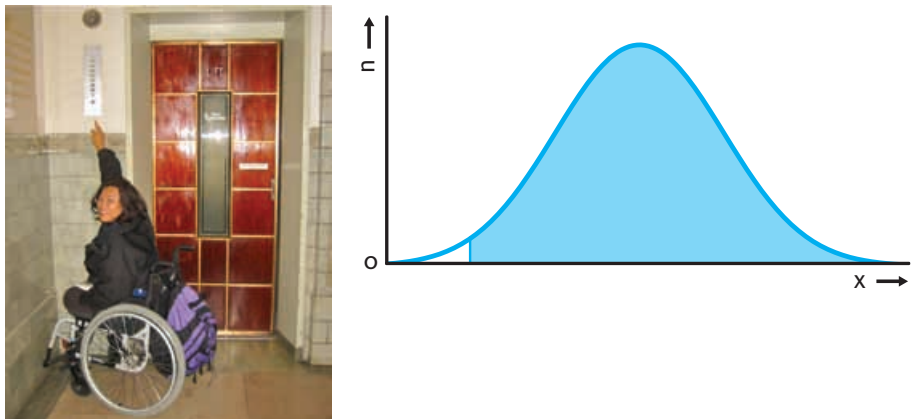
**Vraag.** Zijn de benen van deze man zo lang, of is de beschikbare ruimte te klein?

gebruikt, geldt bijvoorbeeld dat de ontwerper rekening moet houden met de zwakste persoon. Ook die zwakste persoon moet de kracht kunnen opbrengen die nodig is voor het gebruik. Met welk percentiel men dan precies rekening houdt (bijvoorbeeld  $P_1$ ,  $P_{2,5}$ ,  $P_5$  of  $P_{0,01}$ ) hangt van diverse factoren af. In principe heeft het laagst mogelijke percentiel de voorkeur, maar de gevolgen van die keuze moeten worden afgewogen tegen de praktische haalbaarheid wat betreft productie, kosten, effecten op andere ergonomische aspecten van het product, zoals onbedoeld activeren en zo meer. Ook kan de technische kwetsbaarheid bij krachttuioefening door een  $P_{99,9}$  bodybuilder bijdragen aan de bepaling van de ondergrens.

Als bij een lift bepaald moet worden op welke hoogte de liftknoppen moeten komen, zal ontwerpen volgens het lager-percentieltype er voor zorgen dat die knoppen door zoveel mogelijk mensen bediend kunnen worden. Bij het lager-percentieltype ontwerpen kan iedereen boven het gekozen percentiel het product gebruiken. Hoe lager het percentiel gekozen wordt, des te meer mensen het product kunnen gebruiken.

Men dient zich te realiseren dat alle gebruikers die kleiner, zwakker of langzamer zijn dan het gekozen (lage) percentiel, niet of slechts met ongemak gebruik kunnen maken van het product, zie figuur 2.24. Het kan ook zijn dat het gebruik in dat geval gevaarlijk wordt, denk aan een chauffeur met korte benen die niet goed bij de pedalen kan, zie kader. Daardoor kan de veiligheid in gevaar komen.

Ontwerpen volgens het lager-percentieltype kan vaak toegepast worden.



**Figuur 2.24** Ontwerpen volgens het lager-percentieltype. Links een vrouw die niet bij de liftknoppen kan. Bij het bepalen van de hoogte van de liftknoppen is geen rekening gehouden met het laagste percentiel. Rechts het lager-percentieltype aangegeven in de normaalverdeling.

#### Busje komt zo

“We huren ieder jaar een bus om mee op vakantie te gaan. Bij het autoverhuurbedrijf kan je het merk bus niet uitkiezen. Elk jaar hoop ik dat we geen IVECO krijgen. IVECO bussen zijn echt gebouwd voor lange mensen (mannen?). Met mijn korte benen kan ik het gaspedaal en het rempedaal bedienen, dat is geen probleem. Ik kan n et bij het

Voor verschillende percentielgroepen van een bepaald kenmerk zijn er verschillende productvarianten op de markt.

### “Er zijn geen standaard mensen”

“Er zijn geen standaard mensen, dus ook geen standaard producten” zegt Henk Rensink. Hij is deskundige op het gebied van mondstukken voor hout- en koperblaasinstrumenten. Het mondstuk is het meest persoonlijke onderdeel van de hout- en koperblaasinstrumenten. De manier waarop blazers in een mondstuk blazen verschilt per persoon, niet alleen door de manier van blazen zelf, maar ook door de vorm van het gebit en de mondholte en de spierspanning van de lippen.

Een goed passend mondstuk is essentieel om een goede klank te krijgen en makkelijk te kunnen spelen, zowel voor professionals als voor beginnende musici. Standaard wordt bij ieder blaasinstrument een mondstuk geleverd, maar dat is niet bij voorbaat het meest geschikt voor de gebruiker.

Bij een mondstuk bepalen vorm en materiaaleigenschappen of het bij een bepaalde blazer past. Omdat er een grote variatie aan blazers is, is er in de loop van de tijd een grote variatie aan mondstukken ontstaan. Dat is een ontwikkeling die nog steeds doorgaat.

Om blazers persoonlijk advies te kunnen geven, heeft de heer Rensink een grote collectie mondstukken in huis, zie figuur 2.28. Hij voert onder andere 21 verschillende merken trompetmondstukken en zestien merken trombone-mondstukken. Ieder merk heeft weer tientallen verschillende modellen, het Duitse merk Tilz maakt zelfs 1.600 verschillende soorten mondstukken. Toch komt ook deze fabrikant nog steeds met nieuwe modellen.

Een blazersmondstuk is dus met recht nooit een standaard product (Rensink, 2011).



**Figuur 2.28** Mondstukken voor blaasinstrumenten, een typisch voorbeeld van ontwerpen volgens het product-variantentype.

Bij de mondstukken voor koper- en houtblazers is het ontwerpen volgens het productvariantentype erg ver doorgevoerd. In dit geval is het wel de beste oplossing. De meeste mondstukken kosten enkele tientjes, wat een kleine investering is voor een mooiere klank en makkelijker spelen.

## Hoofdstuk 3

# Ergonomie en Ontwerpen



**“I never planned on inventing a product, I just noticed a problem and came up with a solution”** (Kaufman, 2010)

### Samenvatting

Om een ergonomisch verantwoord product te kunnen ontwerpen is kennis van ergonomie noodzakelijk. Dit is echter niet de enige voorwaarde, er zijn ook andere kwaliteiten en factoren die daarbij onmisbaar zijn. De eerste paragraaf van dit hoofdstuk gaat in op deze noodzakelijke voorwaarden.

De verwachting van gebruikers en de herkenbaarheid van productbediening worden uitgebreid behandeld in hoofdstuk 7. Omdat bekendheid van de ontwerper hiermee de eerste voorwaarde is voor een goed ergonomisch ontwerp, wordt dit onderwerp alvast geïntroduceerd in paragraaf 3.2.

Ergonomische aandacht is altijd goed tijdens productontwikkeling, maar sommige producten hebben meer ergonomische aandacht nodig dan andere. Welke producten zijn dat? Hierover gaat paragraaf 3.3.

Wie zijn de gebruikers van het te ontwerpen product? Om wat dieper op deze belangrijke vraag te kunnen ingaan, wordt dit onderwerp apart behandeld in paragraaf 3.4.

Het ontwerpproces en de rol van ergonomie daarin worden behandeld in paragraaf 3.5. De uitleg is ook geschikt voor diegenen die onbekend zijn met het ontwerpproces.

Gebruiksaanwijzing en verpakking horen bij een product. Over de ergonomische aspecten daarvan valt heel wat te vertellen. Beknopte informatie hierover is te vinden in respectievelijk paragraaf 3.6 en 3.7.

Wet- en regelgeving spelen bij sommige producten een belangrijke rol. Hierover gaat paragraaf 3.8, die het hoofdstuk afsluit.

## 3.1 Voorwaarden om tot een ergonomisch verantwoord product te komen

Ontwerpen is het maken van keuzes. Ergonomisch ontwerpen is het kiezen voor ergonomie bij het maken van ontwerpkeuzes.

Om een goed ergonomisch verantwoord product te kunnen ontwerpen is er uiteraard nog meer nodig, onder andere een ergonomische attitude, kennis van ergonomie, het volgen van een systematisch ontwerpproces met aandacht voor ergonomie, kunde om ergonomische oplossingen te genereren, evaluatie met gebruikers, een faciliterende organisatie en hard werken.

### Ontwerperscapaciteiten

De ontwerper moet het belang van ergonomie voor alle gebruikers erkennen, oog hebben voor problematische interacties, voldoende kennis van gebruikers, ergonomie en ontwerpen hebben, in staat zijn ideeën voor ergonomische oplossingen te genereren en deze goed in het ontwerp van een product te integreren.



Figuur 3.1 Wat moet er allemaal gebeuren om tot een ergonomisch verantwoord product te komen? Ontwerpers hebben een sleutelrol in dit proces.

### Attitude

Voor een deel is ergonomische kennis te leren en zijn bovengenoemde vaardigheden te trainen. Dat is waar dit boek voor bedoeld is.

Voor een deel is ergonomisch ontwerpen een attitude die door alle betrokkenen in het ontwerpproces gedeeld moet worden, van opdrachtgever tot jongste ontwerper. Iedereen moet het erover eens zijn dat optimale interacties voor de gebruikers van groot belang zijn en dat het de moeite waard is om daar bij het ontwerpen voldoende aandacht aan te besteden. Dat begint al bij het definiëren van het probleem en het bepalen van de gebruikersgroep, zie paragraaf 3.4 *Wie zijn de gebruikers?* Bij sommige producten is meer aandacht nodig voor ergonomie dan bij andere, zie paragraaf 3.3 *Bij welk product is ergonomie belangrijk?*

### Systematisch ontwerpproces

Voor een deel is ergonomisch ontwerpen het volgen van een systematisch ontwerpproces, waarin voldoende aandacht aan ergonomie wordt gegeven. Over dit ontwerpproces en de positie van ergonomie daarin gaat paragraaf 3.5 *Ontwerpproces en ergo-*

Ook bij compatibiliteit hebben we te maken met de verwachting van de gebruiker, in dit geval de verwachting van de relatie tussen bediening en effect. Wie een hendel omhoog duwt, verwacht dat op het bijbehorende scherm de indicator ook omhoog gaat, niet omlaag. Meer informatie over compatibiliteit wordt gegeven in hoofdstuk 7. *Cognitieve ergonomie en intelligente producten.*

### Gebruikshint

Aan de TU Delft ontstond het begrip *use cue* (oorspronkelijk geschreven als *usecue* door Kanis et al., 2000, en Boess en Kanis, 2008). *Use cue* is het best te vertalen met 'gebruikshint'.

Gebruikshints zijn uiterlijke en functionele kenmerken van het product waaruit gebruikers de functionaliteit van het product en mogelijkheden tot het activeren daarvan opmaken. Een gebruikshint is elk kenmerk dat gebruikers in de praktijk gebruiken om de functie en de manier van gebruik van een product uit af te leiden. Het gaat er niet om of de gebruikshint als zodanig bedoeld is door de ontwerper, maar of de gebruiker het kenmerk op die manier interpreteert. Als een ontwerper een productonderdeel een bepaald kenmerk meegeeft om een manier van bedienen te ontlocken, maar dit kenmerk wordt niet als zodanig opgevat door de gebruiker, dan is het dus geen gebruikshint.

Een knop is op zichzelf geen gebruikshint. Een bepaalde vorm, kleur, textuur of de draaibaarheid van een knop kan door gebruikers worden opgevat als gebruikshint. Zie ook het effect van combinatie van kleur en vorm in figuur 3.3 en het kader. Een gebruikshint kan niet ontworpen worden, alleen geïnterpreteerd worden door de gebruiker. Een ontwerper kan wel proberen een productonderdeel zodanig te ontwerpen dat het door de gebruikers zal worden opgevat als gebruikshint. Meer over dit onderwerp is te vinden in hoofdstuk 7. *Cognitieve ergonomie en intelligente producten.*



Figuur 3.3

De zeer herkenbare kleur en vorm van de Nederlandse brievenbus werken als gebruikshint. Toegepast op een afvalbak kan deze kleur-vorm combinatie grote verwarring geven, zie kader.

#### De binnenbus

Al sinds enkele jaren bezoek ik een oude vriend in een bejaardencomplex. Hij is slecht ter been, maar moet toch wat beweging hebben. Zo moppert hij elke dag door het gebouw. De meisjes van de receptie blijven vriendelijk zwaaien naar hem. Op één van zijn wande-

lingetjes vertelt hij dat hij zoveel aanmaningen krijgt, terwijl hij keurig alles op tijd betaalt. Koortsachtig zoek ik naar een oorzaak, want het is onbegrijpelijk. Als we bij de hoofdingang aankomen, is hij aan het eind van zijn verhaal. „Kijk, in deze binnenbus doe ik mijn post als het buiten te koud is.” Het is een oranje afvalbak. (van Laar-Duin, 2010)

### Het nut voor de ontwerper

Productbeeld, gebruikshint en compatibiliteit zijn begrippen die een ontwerper kunnen helpen om een technisch hulpmiddel optimaal te kunnen afstemmen op de verschillende individuele versies van de drie woordenboeken van een groep gebruikers.

Wat gebeurt er als een ontwerper dit advies in de wind slaat?

De gebruikers zullen in het algemeen meer moeite hebben om het product te bedienen, het zal meer tijd kosten, de leertijd zal langer zijn en/of ze zullen meer fouten maken. Dat laatste zal zeker gebeuren als de gebruiker niet optimaal functioneert of over relatief weinig vaardigheden en capaciteiten beschikt.

Als een gebruiker een product gebruikt onder omstandigheden waarbij de interactie met het product lastig is of niet optimaal kan verlopen (bijvoorbeeld in haast, bij slecht licht of wanneer tegelijkertijd meer taken moeten worden uitgevoerd), dan zal hij of zij voor zijn gebruikshandelingen terugvallen op het eerst geleerde productbeeld of de meest compatibele bediening. Dit is een bekend verschijnsel. Voor een nieuw product kan dus wel een nieuw productbeeld of een incompatibele interactie aangeleerd worden, maar bij haast, hoge werkdruk, vermoeidheid, slordigheid en dergelijke valt de gebruiker automatisch en zonder het te willen terug op het oude patroon van gebruikshandelingen. Dat kan gevaarlijke situaties opleveren, zie kader.

### Schakelrichting veroorzaakt vliegtuigcrash

In 1956 vond er in de buurt van Seattle een vliegtuigongeluk plaats. Bij het opstijgen van een Stratocruiser liet de boordwerktuigkundige de luchtinlaatkleppen van de motoren open staan. Dat veroorzaakte *flutter* (trilling, geklepper) waardoor de piloot dacht dat de vleugelkleppen gevaarlijk asymmetrisch waren. Omdat een bocht maken met asymmetrische vleugelkleppen neerstorten tot gevolg zou hebben, durfde de piloot niet te keren en maakte een noodlanding in zee. Alle mensen konden het vliegtuig uitkomen maar vijf mensen stierven aan onderkoeling in de 15 minuten die reddingswerkers nodig hadden om ze te bereiken.

De boordwerktuigkundige had voorheen op een type vliegtuig gewerkt waar de schakelaar van de luchtinlaatkleppen omhoog moest staan om ze te sluiten, maar bij dit vliegtuig moest de schakelaar daarvoor juist naar beneden staan. De man wist dit, maar onder de werkdruk van het opstijgen viel hij onwillekeurig terug in de oude gewoonte, ofwel hij gebruikte het functionele productbeeld dat hij het eerst geleerd had.

In de jaren veertig en vijftig van de vorige eeuw werden veel vliegtuigongelukken veroorzaakt door ontwerpers die het ontwerp van de bedieningsmiddelen en afleesschermen in de cockpit zonder duidelijke reden veranderden. Daardoor werden juist door ervaren piloten en boordwerktuigkundigen fouten gemaakt.



zie figuur 3.43. Soms valt de oester op geen enkele wijze te openen, zelfs niet met een tuinschaar. De term *wrap rage* is niet voor niets ontstaan. In Amerika belanden jaarlijks 6.000 mensen bij de eerste hulp omdat ze een *clamshell* probeerden te openen. Een eerstehulparts die vertelt over de snij- en steekwonden die ontstaan bij het openen van *clamshells* concludeert: "Die *clamshell* verpakking is werkelijk duivels!" Een kinderarts stelt dat verpakkingen die makkelijker te openen zijn driftbuien, hoge bloeddruk en sterke taal in bijzijn van kinderen zullen verminderen (beiden geciteerd in Elliott, 2008).



Figuur 3.42 Het openen van een oesterverpakking.

Verpakkingsdeskundige Peter Clark zei in 2004: "There's definitely hope. Just complain enough about it and companies that produce these things will invest in making them better" (geciteerd in Morales, 2004). Anno 2010 is daar helaas nog weinig van te merken.

Er zijn wel veelbelovende technieken in ontwikkeling, zoals een systeem waardoor *clamshells* met elektriciteit geopend kunnen worden. Een kleine elektrische stroom wordt bij de kassa door de blister gestuurd, waarna de koper de verpakking makkelijk kan openen (Sandberg, 2006).

Voor goedkope producten die minder diefstalgevoelig zijn is een harde blister niet nodig. Soms voldoet een kartonnen verpakking ook goed en die kan heel goed te openen zijn.

#### De Zaak van de Ongenaakbare Blister

De blisterverpakking doet begeren, maar geeft haar inhoud niet gemakkelijk prijs. Kunt ú alle blisters open krijgen? Ja, met een schaar kunnen we het allemaal. Ik bedoel: met de blote hand. Zo zou het toch moeten kunnen.

Neem nou dit gummetje van het Duitse merk Herlitz, zie figuur 3.43. Het gummetje zit opgesloten achter het ongenaakbare plastic en wacht op zijn bevrijding. Bij een onlangs gehouden onderzoek naar het openen van verpakkingen kon 1 op de 5 proefpersonen de gum niet zonder schaar aan de blister ontfutselen. Degenen die het wél lukte, kostte dat veel tijd en moeite. Tijdens dit onderzoek togen wij onderzoekers dagelijks naar dezelfde winkel voor onze verse portie testgummetjes. Halverwege het onderzoek was de blister plotseling veranderd in een kartonnen verpakking mét scheurperforatie!

We hebben deze meteen meegenomen in de test. Het resultaat: wat een verschil! Iedereen kon deze kartonnen gumverpakking gemakkelijk open krijgen. En dat vijf keer zo snel als de blister! Gebruiksvriendelijk verpakken kan best, als de producent maar wil. (Daams, 2000).





Figuur 3.43 Blisterverpakkingen, links een oesterverpakking die niet te openen is met gewone hulpmiddelen, rechts een kleine blister met prima kartonnen alternatief.

### Kindveilige sluitingen

Soms wordt door de wet opgelegd dat een verpakking niet makkelijk te openen mag zijn. Medicijnen en gevaarlijke stoffen moeten een kindveilige sluiting hebben, die niet door kinderen opengemaakt kan worden maar wel door volwassenen. Helaas zijn kleine kinderen soms sterker dan bijvoorbeeld ouderen. Daarom is het ontwerpen van kindveilige sluitingen die toch goed te openen zijn erg moeilijk. Een effectieve tip: als de manier waarop de verpakking geopend moet worden duidelijk vindbaar, goed zichtbaar en begrijpelijk aangeven wordt op de verpakking, draagt dat zeker bij aan het makkelijk openen terwijl het de verpakking niet toegankelijker maakt voor kinderen die niet kunnen lezen en nog neit gewend zijn aan het interpreteren van grafische aanwijzingen.

Het is lastig om tevoren te voorspellen wie de verpakking kan openen en wie niet. Voor het goedkeuren van kindveilige sluitingen zijn daarom testen met specifieke doelgroepen vereist. Zie paragraaf 3.8.3 *Een aantal normen*.

### Ouderen

Ouderen openen het liefst verpakkingen die zij kennen, zelfs als er moderne verpakkingen bestaan die eenvoudiger te openen zijn. Ze hebben namelijk ervaring met de oude, vertrouwde verpakkingen en zijn er daardoor behendiger in.

Ouderen hebben significant meer problemen met het lezen en openen van verpakkingen. Bij de meeste koekverpakkingen is onduidelijk aangegeven waar de verpakking geopend moet worden en als er al een aanduiding 'hier openen' staat is deze door ouderen meestal niet te lezen (Blomberg et al., 2009). Bij drankpakken is het voor ouderen niet alleen vaak onduidelijk hoe het pak open moet, ook krijgen ze veel vaker verpakkingen niet open doordat ze verminderde kracht hebben in hun handen. Dat zorgt er ook voor dat bij het uitschenken veel meer gemorst wordt dan het geval is bij jongeren (Shamshiri et al., 2008).

De verkleining van de huishoudens leidt tot kleinere verpakkingen. Op kleinere verpakkingen wordt meestal alle informatie verkleind weergegeven, inclusief houdbaarheidsdatum en aanwijzing op welke wijze de verpakking geopend kan worden. Ook heeft een kleinere verpakking minder ruimte voor bijvoorbeeld een grote

## Hoofdstuk 4

# Gebruiksonderzoek



**“Meningen zijn slechte voorspellers van gedrag. Tijdens een gebruiksonderzoek konden de deelnemers slechts één van de vijf opdrachten uitvoeren met het systeem. Maar toen we achteraf hun mening vroegen zeiden ze dat het systeem geweldig was.”** (D’Hertefelt, 1999)

### Samenvatting

Bij het ontwerpen van ieder product vraagt de ontwerper zich af: zullen de interacties met de gebruikers optimaal verlopen? Deze vraag kan slechts gedeeltelijk op basis van theorie beantwoord worden. De meest nuttige informatie wordt verkregen door het product daadwerkelijk te testen met gebruikers, dit wordt ‘gebruiksonderzoek’ genoemd (paragraaf 4.1 en 4.6). In welke fasen van het ontwerpproces gebruiksonderzoek gedaan kan worden wordt besproken in paragraaf 4.2.

Het is niet altijd nodig, wenselijk of mogelijk om een volledig gebruiksonderzoek uit te voeren. Om inzicht te krijgen in interacties tussen gebruikers en product kan er van diverse methoden en technieken gebruik gemaakt worden. In paragraaf 4.3

worden deze onderverdeeld in methoden waarbij de interactie beoordeeld wordt zonder of met medewerking van de gebruikers (respectievelijk paragraaf 4.4 en 4.5) en waarbij de daadwerkelijke interactie onderzocht wordt door het product in de praktijk te testen met gebruikers (paragraaf 4.6). In paragraaf 4.7 komen onderzoekstechnieken aan de orde die bij verschillende methoden kunnen worden ingezet.

De praktische uitvoering van een één-op-één gebruiksonderzoek wordt in paragraaf 4.8 behandeld. Als laatste wordt in paragraaf 4.9 aandacht besteed aan het uitvoeren van gebruiksonderzoek met kinderen, ouderen en mensen uit andere culturen als deelnemers.

**Tabel 4.1.** Afhankelijke en onafhankelijke variabelen bij gebruiksonderzoek

Onafhankelijke variabelen	Afhankelijke variabelen
Product(variabelen)	Interactie
Omgevings(variabelen)	
Gebruikers	
Opdrachten aan de gebruikers	

#### 4.1.1 Waarom gebruiksonderzoek?

De manier waarop gebruikers omgaan met een product is slechts gedeeltelijk te voorspellen. Bij vrijwel ieder gebruiksonderzoek zullen interacties gevonden worden die noch de ontwerpers, noch de onderzoekers tevoren hadden voorzien. Uit de interacties kunnen de productbeelden van de gebruikers worden afgeleid, alsmede welke productkenmerken voor hen als gebruikshints fungeren. Dit is nuttige informatie voor ontwerpers. Gebruiksonderzoek is de beste manier om inzicht te krijgen in die productbeelden en die gebruikshints. Er zijn oneindig veel interacties mogelijk, ook met eenvoudige producten, dus de informatie die een gebruiksonderzoek oplevert is weliswaar niet uitputtend, maar ze geeft de ontwerper wel een idee van de productbeelden en gebruikshints onder de gebruikers en van mogelijke problemen. Belangrijke problemen komen bij gebruiksonderzoek meestal wel aan het licht. Falend productgebruik is achteraf altijd voorspelbaar (Gelderblom, 2001).

Gebruikers doen ook altijd dingen die tevoren niet verwacht worden en niet voorspeld kunnen worden, zie figuur 4.1 en kader.



**Figuur 4.1** Gebruikers doen onvoorspelbare dingen met producten.

#### **Creatief gebruik van keukengereedschap**

Er zijn heel wat creatieve manieren om keukengereedschap te gebruiken, waaronder:

- Spaghetti opscheplepel als rugkrabber
- Bedruijspuit gebruiken om pluizen uit de droogmachine te halen

- Met een aardappelstamper op gegrilde sandwiches drukken om ze gelijkmatig gegrild te krijgen
- Verfblikken goed afsluiten met behulp van een vleeshamer.
- Haar opsteken met multifunctionele knijpers.  
(OXO, 2011)

Het haar opsteken met multifunctionele knijpers is overigens juist heel normaal in het Caraïbisch gebied, wat doet inzien dat het gebruik en de functie van een product kunnen variëren per land of gebied.

Als een ontwerper dit 'onverwachte' gebruik kent, kan het product daar beter op afgestemd worden als dit gewenst is. Gebruikers kunnen de ontwerper helpen een beter product te maken, of een betere keuze te maken tussen concepten. Gevaarlijke en onergonomische situaties kunnen met gebruiksonderzoek tijdig ontdekt worden. Als het product op de markt is, zullen de gebruikers het op allerlei manieren gebruiken: zoals de ontwerper het bedoeld heeft, zoals het door de gebruiker niet bedoeld was en soms zal een product niet gebruikt worden op de manier die bedoeld is door de ontwerper. Het is beter dit zoveel mogelijk in de ontwerpfase te ontdekken dan dit na de productie en de marktintroductie in de praktijk te ervaren, als er niets meer, of alleen tegen hoge kosten, veranderd kan worden.

Gebruiksonderzoek is vaak onontbeerlijk om een product zodanig te kunnen ontwerpen dat de interacties ergonomisch gezien goed zullen zijn. Het doen van gebruiksonderzoek wordt belangrijker naarmate de variatie binnen de doelgroep toeneemt (Gelderblom, 2001). Vooral bij ouderen, kinderen, gehandicapten, mensen met andere beperkingen en situaties die de interactie significant beïnvloeden is testen belangrijk, omdat de ontwerper dan rekening moet houden met de werkelijke extremen van de doelgroep en de gebruikssituaties. Er is relatief weinig bekend over de interactie tussen die extreme gebruikers en producten. Veel informatie kan niet op andere wijze gegenereerd worden en is gewoonlijk niet beschikbaar uit de literatuur. Geobserveerd bedieningsgedrag kan derhalve inzicht verschaffen in de cognitieve processen van de gebruikers (Gelderblom, 2001).

Gebruiksonderzoek kan derhalve bijdragen aan het welslagen van een product.

#### **Succes door gebruiksonderzoek**

Het bedrijf Electronic Arts bracht het spel *Dead Space* uit, dat ontwikkeld was door Visceral Games, een interne studio van Electronic Arts. De ontwikkeling van het spel duurde twee jaar. Het was de bedoeling om het beste computerspel te maken. Tijdens het laatste jaar van de ontwikkeling werd het spel uitgebreid op verschillende manieren getest. Wekelijks werd er minstens één en soms zelfs tweemaal gebruiksonderzoek uitgevoerd. De vorm van deze onderzoeken werd aangepast aan de fase waarin het ontwerp zich bevond. Continu werden de opzet van het spel, de spelregels, de onderliggende basistechnieken, de optimale lijn van oplopende moeilijkheidsgraad, de bewegingssnelheid en nog veel meer getest met een breed scala aan gebruikers, om er zeker van te zijn dat ze de meest gebruiksvriendelijke bediening, de fijnste moeilijkheidscurve, en een optimale fun/moeilijkheid/frustratie-relatie hadden.

Het was een duur en intensief proces, maar het wierp zijn vruchten af: enkele maanden na de marktintroductie stond het spel op nummer 1 van de game-top tien.



Figuur 4.2 Computerspel Dead Space, succesvol door gebruiksonderzoek.

Gebruiksonderzoek kan in diverse fasen van het ontwerpproces een bijdrage leveren. Meer hierover in paragraaf 4.2 *Plaats in het ontwerpproces*.

#### 4.1.2 Geschiedenis

Sinds de jaren 80 van de vorige eeuw is gebruiksonderzoek langzaam een opmars aan het maken. Ging het eerst om het testen van fysieke producten, al gauw werd gebruiksonderzoek frequenter gebruikt als methode om software en websites te kunnen beoordelen en verbeteren. Vanwege de opkomst van computers en de onbekendheid met software-ergonomie was veel informatie nodig, want er bestonden in het begin nog nauwelijks richtlijnen voor het ontwerpen van een goede digitale interface. Gebruiksonderzoek bracht uitkomst en gaf antwoord op de vraag hoe de interactie met digitale producten verbeterd kon worden.

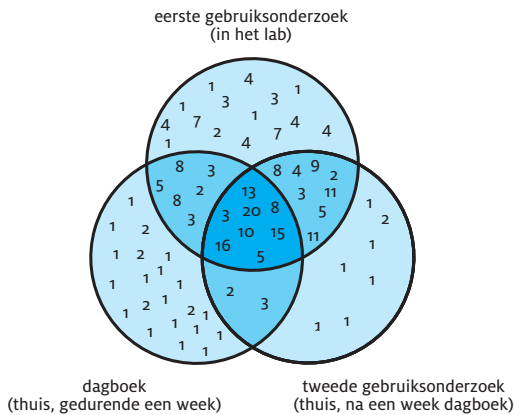
In 1982 is de Special Interest Group Computer-Human Interaction gestart als onderdeel van de Association for Computing Machinery ([www.sigchi.org](http://www.sigchi.org)). De Nederlandse tak heet CHI Nederland ([www.chinederland.nl](http://www.chinederland.nl)) en is in 1997 opgericht. In 1991 werd de 'Usability Professionals Association' ([www.upassoc.org](http://www.upassoc.org)) opgericht, een internationale vereniging voor gebruiksonderzoek en gebruiksonderzoekers. Deze vereniging geeft een tijdschrift uit en organiseert jaarlijks een congres. Het afronden van de (Amerikaanse) norm 'NISTIR 7432 *Common Industry Specification for Usability – Requirements*', in 2007, markeerde een stap in het professionaliseren van het vakgebied.

De laatste jaren realiseert men zich steeds meer dat gebruiksonderzoek niet het enige is dat nodig is om interactieproblemen op te lossen. Om een ergonomisch, gebruiksvriendelijk product te ontwerpen moeten ook andere inspanningen worden geleverd, bijvoorbeeld op het gebied van organisatie en management. Van Kuijk (2010b) heeft vijftientig aanbevelingen opgesteld voor het ontwerpen van gebruiksvriendelijke producten in de praktijk. Een bedrijf moet bijvoorbeeld gebruiksvriendelijkheid prioriteit geven, en eerder denken in termen van ontwikkeling dan in termen van 'ontwerp'. Stem de organisatie af op de behoeften van gebruikers. Het hele ontwerpteam moet vaardig zijn of worden in *user-centred design* en deze vaardigheid moet gedurende het hele ontwerpproces worden gebruikt, vanaf het begin.



Figuur 4.19 De SkyCouch werd ontwikkeld met behulp van acteurs als deelnemers aan gebruiksonderzoeken.

Soms is één gebruiksonderzoek afdoende, soms kan het nuttig zijn om verschillende gebruiksonderzoeken uit te voeren met hetzelfde product. Over het algemeen worden de meest voorkomende interactieproblemen wel gevonden met één onderzoek in het lab, zie de resultaten van Rooden (2001) in figuur 4.20. Een reden om meer dan één gebruiksonderzoek te doen kan bijvoorbeeld zijn dat verwacht wordt dat het product thuis op andere wijze gebruikt zal worden dan in het lab, dat de omgeving veel effect heeft op de interactie, of dat op de lange termijn andersoortige interactieproblemen zullen optreden.



Figuur 4.20 Het aantal interactieproblemen tijdens gebruik van een koffieapparaat, gevonden bij gebruiksonderzoek in drie verschillende situaties. Ieder getal geeft de frequentie aan van één bepaald gebruiksprobleem.

## 4.8 Het uitvoeren van gebruiksonderzoek

Voor het uitvoeren van een gebruiksonderzoek zijn een aantal stappen nodig, zie tabel 4.3. In deze paragraaf wordt het gebruiksonderzoeks-proces aan de hand van deze stappen besproken.

apart te testen als om de onderzoekssituatie aan hen aan te passen, zie kader.

### **Kinderen reageren anders dan volwassenen**

“De voordelen van gebruiksonderzoek met kinderen zijn onbetwistbaar. Het geeft inzicht in de verschillende manieren waarop kinderen kijken naar computerproducten en zulke basiselementen als navigatie en productiviteit.

Sommige onderzoekers gaan er vanuit dat ze de gebruiksvriendelijkheid van een product kunnen beoordelen omdat ze zelf vroeger kind zijn geweest, of omdat ze zelf kinderen hebben. Dat levert zelden goede informatie op. Bij evaluatie door volwassenen worden nooit alle problemen gevonden waar kinderen als vanzelfsprekend over struikelen.

Het plaatsen van voedsel in een mengkom bij een computerspel door middel van *drag and drop*, bijvoorbeeld, passeerde verschillende tests. Pas toen het getest werd door kinderen, werd gevonden dat zij de producten boven de kom plaatsten (in plaats van er op) om ze te laten vallen.

Een ander voorbeeld is het gebruik van een grappig geluid om een fout te melden. Kinderen vonden dat zo leuk dat ze niet verder gingen met de test, maar telkens opnieuw dat leuke geluid bleven maken.” (Hanna et al., 1997, p.14)



Figuur 4.27 Kinderen reageren anders dan volwassenen.

Voor gebruiksonderzoek met kinderen is advies opgesteld op basis van onderzoek naar computerhardware en -software door Hanna et al. (1997) en op basis van onderzoek naar computerspellen door Barendregt en Bekker (2005) en Barendregt et al. (2008). De informatie in de rest van deze paragraaf is gebaseerd op hun werk, tenzij anders vermeld.

### **Ethische en juridische aspecten**

Voor kinderen gelden dezelfde fundamentele principes die ten grondslag liggen aan ethisch verantwoord onderzoek naar mensen, zie paragraaf 4.1.3. Ethische aspecten. Onderstaande informatie is ontleend aan Cordis (2011).

Kinderen hebben volgens het VN Verdrag inzake de rechten van het kind onder andere recht op autonomie, zelfbeschikking, vrije meningsuiting, privacy en bescherming van zijn of haar identiteit. Dit is niet anders dan bij volwassenen, maar kinderen zijn



# Over de auteur

Brecht Daams studeerde af aan de faculteit industrieel ontwerpen van de TU Delft en promoveerde daar in 1994 op een ergonomisch onderwerp, *Human force exertion in user-product interaction. Backgrounds for design*. Daarna heeft ze aan de Saxion Hogeschool in Enschede een (kop)opleiding Industriële Productontwikkeling opgezet.

Sinds 1998 werkt Daams als zelfstandig ergonomisch consultant en onderzoeker op het gebied van productergonomie. Vanaf 1990 geeft ze onderwijs in ergonomie en ontwerpen aan verschillende hogescholen en universiteiten. Daams schrijft zowel columns in vaktijdschriften als wetenschappelijke artikelen voor *peer-reviewed* tijdschriften en was een aantal jaren redacteur van het *Tijdschrift voor Ergonomie*.

Daams is Europees Ergonoom (Eur. Erg.), *Fellow of the Institute of Ergonomics and Human Factors* (FIEHF) en lid van de NvE (Nederlandse Vereniging voor Ergonomie).



Productergonomie is een driedelig handboek voor ontwerpers en anderen die betrokken zijn bij industriële productontwikkeling. Dit is het eerste deel.

Producten hebben grote invloed op de kwaliteit van het leven van mensen, wat ontwerpers en fabrikanten een grote verantwoordelijkheid geeft. Zij bepalen in welke mate de gebruikers een product nuttig, effectief, efficiënt, veilig en comfortabel kunnen gebruiken. Dit boek reikt hen kennis, methoden en technieken aan waarmee ze ergonomische producten kunnen realiseren.

Aanvullende informatie over productergonomie en informatie over de volgende twee delen van het boek is te vinden op [www.productergonomie.info](http://www.productergonomie.info)



“Productergonomie is een fraai handboek, goed bruikbaar voor ontwerpers. In het boek wordt een duidelijke relatie gelegd tussen ergonomie en productontwikkeling. Er wordt uitgebreide informatie gegeven over gebruiksonderzoek, dat als belangrijk hulpmiddel bij het ontwerpen wordt benadrukt. Actuele beeldende figuren en verhelderende voorbeelden illustreren de huidige grote variatie van mens-productinteracties in talrijke omgevingen. Daarmee is het een waardige opvolger van het leerboek Productergonomie, ontwerpen voor gebruikers van Hans Dirken.”

*Dr. Ir. Johan Molenbroek (Faculteit Industrieel Ontwerpen, TU Delft, Voorzitter NVvE 2002-2011)*

“Het boek Productergonomie is zeer helder geschreven met duidelijke illustraties. De voorbeelden zijn aansprekend en de website is een welkome aanvulling. Hiermee staat productergonomie in één klap weer in het heden.”

*Ir. Jean-Paul Favié (docent Ergonomie, Fontys Hogeschool, opleiding Industrieel Product Ontwerpen)*

“De tekst is vlot en zeer verstaanbaar geschreven. De voorbeelden dragen bij tot een beter inzicht. Voor mij was de link met ontwerpen zeker duidelijk. Het belang van ergonomie bij het ontwerpproces komt alleszins voldoende naar voren.”

*Lorens van de Velde (student Ontwerpen aan de Artesis Hogeschool, Antwerpen)*

