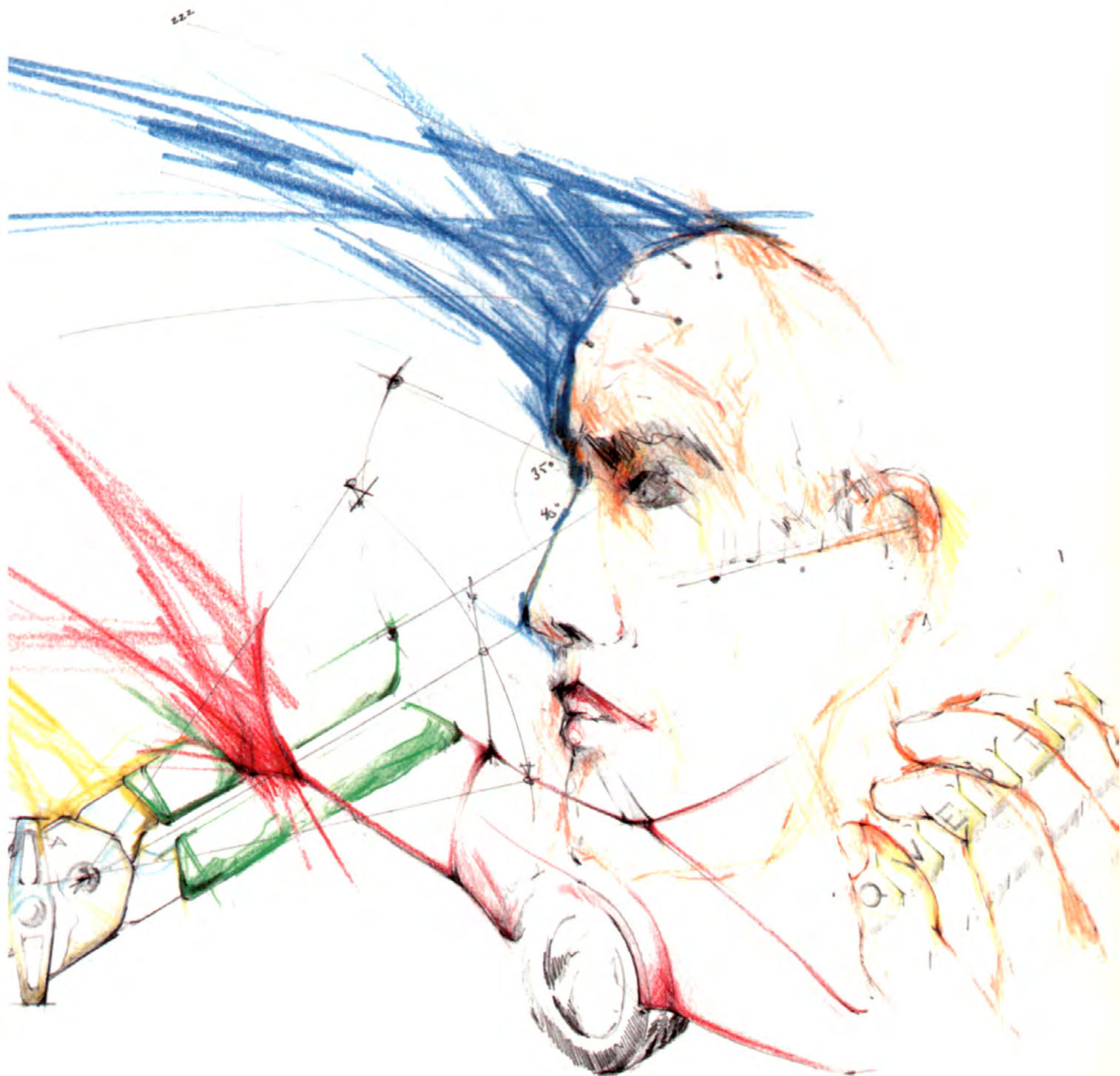


Ontworpen voor gebruik

Jaap Lombaers



Dit is een digitale heruitgave.

Oorspronkelijke publicatie:

Lombaers, J., 1990. *Ontworpen voor gebruik*. Delft: Delftse Universitaire Pers.

Oorspronkelijk aantal bladzijden: 183

© 2011 Uitgeverij Undesigning

Alle rechten voorbehouden.

Voor particulier gebruik mag het boek afgedrukt worden op papier.

Behoudens dit particuliere gebruik mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, opf openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

All rights reserved.

For private use, this book may be printed on paper.

Apart from this private use, no part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopy, recording or any other information storage and retrieval system, without prior permission from the publisher.

ISBN/EAN 978-90-816508-3-0

Ontworpen voor gebruik

door Jaap Lombaers



www.undesigning.nl

Voorwoord

De titel van dit boek 'Ontworpen voor gebruik' is treffend gekozen. Voordat gebruiksvoorwerpen hun nuttige functies kunnen vervullen, gaat er een lang en doordacht proces aan vooraf. Dit boek toont op een heldere en veelzijdige manier aan, waarmee een ontwerper allemaal rekening moet en kan houden, om een stoel, een tang, een beeldscherm, stadsbus e.d. zo te vervaardigen, dat een gebruiker er prettig, doeltreffend en veilig mee kan omgaan en erdoor bediend kan worden.

Het boek is een juist tegenwicht, nu er ook een boek verschenen is 'Dictatuur van het design' (waarvan de oorspronkelijke titel wat bescheidener luidt 'The psychology of Everyday Things') en waarin wordt belicht dat er zo vaak ondoordacht wordt ontworpen en er met de gebruiker te weinig rekening wordt gehouden (Norman, 1990). 'Voor gebruik ontworpen' daarentegen toont eerder 'de weldaad van het design' aan.

Afgaande op reclame-uitingen van de laatste jaren lijkt het aanprijzen van ergonomische kwaliteiten te verkopen; de handigheid van voorwerpen en de natuurlijkheid en het aangepast zijn ervan begint steeds meer in de belangstelling te raken. Bij design is de ergonomie minstens even belangrijk geworden als de esthetische vormgeving.

Het is dan ook niet zo verwonderlijk dat in de opleidingen tot industrieel ontwerper (de bedenker en bepaler van nut, werking, vorm en materiaal van nieuwe gebruiksvoorwerpen) zeer veel aandacht aan ergonomie wordt gegeven. De achtergrond is daarbij zeker niet alleen de verkoop, maar het gaat er meer om zeer goede hulpmiddelen te verkrijgen voor het alledaags functioneren van mensen, op het werk, bij vervoer, ontspanning, opleiding, thuis etc.

Afgaande op het vanzelfsprekende principe dat 'alle techniek er is ten bate van mensen', kan men zich misschien eerder erover verwonderen dat industrieel ontwerpen en daarbij ook ergonomie zo laat in de geschiedenis grote belangstelling kregen, en dat zij pas recentelijk opgroeiden tot een wetenschappelijke opleiding en terrein van (toegepast) wetenschappelijk onderzoek werden. De middeleeuwse kasten- of wagenmaker of smid ontwierp toch ook voor gebruik? In onze tijd zijn echter het aantal en de verscheidenheid van gebruiksvoorwerpen voor leek en beroepsbeoefenaar honderden malen groter. De welvaart en de bevolkingsomvang zijn drastisch toegenomen. De eisen aan welzijn, presteren, gemak en afwisseling stegen navenant. De dagelijkse leefomgeving is nu gevuld met talloze gebruiksvoorwerpen, die de menselijke natuurlijke functies van waarnemen en handelen, van besluiten en onthouden, communiceren en verzorgen, steeds verder uitbreiden, toespitsen en vergemakkelijken. We leven met die hulp-dingen en hulp-systemen of ze deel van onszelf zijn en het ontbreken ervan, of

het onjuist functioneren ervan, raakt ons in de ziel en wordt ervaren als een beperking in het leven en geluk.

Terzelfdertijd zijn vele van die gebruiksvoorwerpen ingewikkelder geworden. Een beetje audio-apparatuur thuis is al gauw even complex als het bedieningspaneel van een stoomketel een driekwart eeuw geleden. Zonder het te beseffen, is een gemiddelde, moderne burger zeer ervaren in het omgaan met toestellen en bedieningssystemen, zelfs indien hij of zij meent onhandig te zijn, en het niet 'op techniek' heeft; desalniettemin wordt de wasautomaat bediend, de video beheerst en wordt er geld of een kaartje uit een automaat gehaald. Dat komt omdat al die spullen voor gebruik ontworpen zijn.

Gebruiksvoorwerpen vormen een categorie van technische produkten, die wel zeer vaak en intensief met de mens omgaan. Als hulpstuk van bijvoorbeeld ogen (bril), handen (hamer) of brein (agenda) of van alle drie (computer) geldt daarom in hoge mate dat hun werking, vorm en dergelijke zeer precies aan de menselijke capaciteiten, beperkingen en eigenaardigheden behoren te zijn aangepast, ja in zekere zin dat die technisch gemaakte voorwerpen 'menselijk' zijn. Indien over die eis verder wordt gedacht, valt direct op hoe sterk mensen onderling verschillen in willen, denken en doen en hoe ze ook door de tijd heen en per situatie weer anders kunnen zijn. Sommigen begrijpen apparaten sneller dan anderen, leren gemakkelijker, zijn handiger, sneller of nauwkeuriger dan weer andere consumenten. Daarom zijn industrieel ontwerpen en ergonomie beide goed te kenmerken als 'menskundige techniek'.

Voor gebruik te ontwerpen is geen sinecure en het kan - dat valt niet te ontkennen - ook fout gaan. Grote groepen van mogelijke gebruikers worden vaak ondoordacht uitgesloten van gebruik: ouderen, kinderen of gehandicapten; de kleineren kunnen dan niet erbij, veel vrouwen kunnen de last niet tillen en dergelijke. Ook wordt soms op diverse gebruikssituaties niet vooruitgelopen: in schemer kan men de bediening niet meer goed zien; bij kou valt een hendel niet meer vast te houden. Ook het veel grotere malheur, zoals onomstotelijk bewezen door de ongevalsstatistieken van apparaat-gebonden ongevallen, dient aanhoudend in gedachten te zijn van de ontwerper.

In de lange processen, die vooraf gaan aan het uit de fabriek komen van een nieuw gebruiksvoorwerp, kan er niet een eenzijdige dictatuur van het design optreden, wel een nauwkeurig proberen om maatwerk te leveren voor een bepaalde groep van gebruikers. Het integreren van technische en menskundige kennis en de 'vertaling' daarvan tot een gebruiksvoorwerp op een inventieve en toch te verantwoorden, systematische wijze, vormt dus een nieuwe discipline. De grote sociale en economische impact ervan wijzen op een grote maatschappelijke verantwoordelijkheid. Het ontwerpen voor gebruik zal daarom doorgroeien tot nog veel meer inzichten, richtlijnen en doordachtheid.

In dit boek wordt dit gebied van problemen ontdekken en oplossen op een plezierige en begrijpelijke manier betreden. Met een zekere verbazing en nieuwsgierigheid worden we meegenomen langs verschillende sectoren van het dagelijkse leven en uiteraard daarbij speciaal langs het gebruik van allerlei hulpmiddelen en systemen. Het huis, kantoor, de winkel, het vervoer worden met zeer veel voorbeelden erbij door de ergonomische ontwerpbril bekeken. Ongemerkt worden belangrijke principes van analyseren, afwegen en oplossen van diverse problemen overgebracht. Daarbij is de toon er niet een dat alles zeker is en alles lukt, wel dat ergonomisch vooruitdenken zeer

vruchtbaar en ook onmisbaar is. Met een duidelijke verhaaltrant worden veel interessante wetenswaardigheden weergegeven plus vele diepere inzichten.

Dat de auteur een ervaren industrieel ontwerper moet zijn en een met een zeer degelijke ergonomische ontwerpkenis, blijkt duidelijk uit zijn tekst, die nuchter pleegt te zijn en de praktische waarde van de te onderzoeken of ontwerpen gebruiksvorwerpen vooropstelt. Het is echter zeker niet een boek voor alleen de vakgenoten geworden. Het gaat om het dagelijks en overal leven met spullen en systemen en het gaat dus ieder aan, de bewuste consument en de bewuste werknemer. Wie echter beroepsmatig van doen heeft met het bedenken, verkopen of kiezen van gebruikssapparatuur of met het organiseren of inrichten van werkplekken en wie van hen de ergonomische bril nog niet heeft opgezet, is dit boek een nodige, aangename en leerzame, eerste instructie. Ook voor de verder gevorderden is dit werk als opfrisser en als verzameling van voorbeelden zeer aan te raden.

Prof.dr. J.M. Dirken
hoogleraar Industrieel Ontwerpen en Produktergonomie
Technische Universiteit Delft

Inleiding

Het is zo overduidelijk dat we er nauwelijks bij stilstaan: onze omgeving is in belangrijke mate een door mensen ontworpen en gemaakte omgeving. Mensen omringen zich met een gestaag groeiende hoeveelheid produkten die uiteenlopende functies vervullen en behoeften bevredigen. Van sommige produkten lijkt het of niemand meer zonder kan, andere hebben een wat lagere verspreidingsgraad maar zijn desalniettemin vertrouwde beelden in onze omgeving geworden. Zo had in 1987 98% van de Nederlandse huishoudens een koelkast, 97% een radio of tuner, 90% een kleurentelevisie, 88% een wasmachine en 64% een auto. 32% van de huishoudens had een video-recorder, 13% een home-computer, 10% een compact-disc speler, 6% een surfplank en 2% een videocamera. Voor al die produkten waarmee wij ons omringen geldt dat met het bedenken, maken en verhandelen ervan een grote menselijke inspanning gemoeid gaat. Het gaat daarbij niet alleen om groei van percentages zoals de bovengenoemde. Oudere typen worden door nieuwe vervangen bijvoorbeeld omdat reparatie niet meer mogelijk is of niet meer loont of omdat nieuwere produkten meer functies vervullen en deze ook beter en sneller vervullen. In 1987 leidde dit alles tot een omzet van circa 51 miljard gulden aan 'duurzame en overige consumptiegoederen' bij de Nederlandse detailhandel, tegenover een omzet van circa 38 miljard gulden aan voedings- en genotsmiddelen (CBS, 1990).

Al deze ons omringende produkten zijn ontworpen. Ook dit is een zo voor de hand liggende waarheid dat we er nauwelijks bij stilstaan. Het ontwerpen begint wanneer een te vervullen functie is onderkend en gespecificeerd, iets dat bijvoorbeeld door marktdeskundigen wordt gedaan. Zo'n functie kan zijn het 'met beperkte spierkracht gemakkelijk openen van jampotten'; het 'geautomatiseerd verkopen van enkele soorten telefoonkaarten' of 'het optimaal verlichten van de computer-werkplek', om enkele voorbeelden te noemen.

Het ontwerp is gereed wanneer de 'functieervuller', bijvoorbeeld de jampot-opener, de telefoonkaarten-automaat of de computer-werkplekverlichting volledig gedefinieerd is en de voorbereidingen voor de productie getroffen kunnen worden. Niet alleen staat dan de vorm van het gehele produkt vast, maar ook die van de afzonderlijke onderdelen, de materialen waaruit en de productieprocessen waarmee ze gemaakt worden, de kleur en de grafische informatie op het produkt. Veel produkten bevatten tegenwoordig elektronica en software; ook deze dienen ontwikkeld te zijn alvorens men van een gereed ontwerp kan spreken.

Wat tussen dat begin- en dat eindpunt ligt, is het 'ontwerpen' van het produkt. Dit is een activiteit die zowel creativiteit als rationaliteit vergt: het is onmogelijk, aln door analyseren en redeneren een goed produkt te realiseren, maar het is even onmogelijk

een produkt te creëren louter op basis van creativiteit. Het aantal oplossingen en afwegingen tussen deze oplossingen dat zich tijdens het ontwerpen voordoet is zo groot dat twee ontwerpteamen die voor dezelfde opgave worden gesteld, vrijwel onvermijdelijk tot verschillende ontwerpen zullen komen.

Het ontwerpen vergt in steeds sterkere mate een combinatie van deskundigheden uit verschillende richtingen. Bij het ontwerp van de eerdergenoemde telefoonkaartenautomaat kunnen bijvoorbeeld constructie en mechanica, elektronica-ontwerp en software-ontwerp, vormgeving en ergonomie een rol spelen. Een bijkomende taak op zich is het organiseren en coördineren van de inbreng vanuit deze verschillende disciplines.

De technische disciplines (zoals constructie en mechanica, elektronica- en softwareontwerp) zullen vooral moeten zorgen dat het apparaat zijn technische functies vervult, bijvoorbeeld dat inderdaad een telefoonkaart uitgegeven wordt wanneer een klant het apparaat op de juiste wijze gebruikt, dat het apparaat ongevoelig voor storingen is, dat het voldoende lang meegaat en dergelijke. Verder zullen ze moeten zorgen dat het apparaat produceerbaar is in de beoogde aantallen en tegen de beoogde kostprijs.

De vormgeving betreft het uiterlijk van het produkt. Het gaat daarbij om een uiterlijk dat niet alleen past in de omgeving van het toekomstige produkt, dat potentiële kopers van het produkt aanspreekt en het produkt het beoogde imago geeft, maar dat aan gebruikers en anderen ook iets duidelijk maakt van de betekenis en functie van het produkt.

De ergonomie, ten slotte, houdt zich bezig met de aanpassing van het ontwerp aan de mogelijkheden en beperkingen van de toekomstige gebruikers. Deze mogelijkheden en beperkingen kunnen onder andere liggen op het vlak van de menselijke afmetingen, houdingen, kracht en bewegingsmogelijkheden; ze kunnen het zien, horen en voelen betreffen of het begrijpen, beslissen en onthouden. De ergonomie streeft naar producten die prettig, doeltreffend, efficiënt en veilig zijn te gebruiken en die geen gezondheidsrisico's voor de gebruiker met zich meebrengen. Met andere woorden, de ergonomie streeft naar producten die zijn 'ontworpen voor gebruik'. Dit boek gaat in op dit aspect van het ontwerpen van producten. Dat we het ontwerpen vanuit deze invalshoek bekijken, betekent echter niet dat 'ontwerpen voor gebruik' een gesoleerde activiteit kan of mag zijn. Wanneer de ergonomie niet in voortdurende interactie is met de andere ontwerpdisciplines, zal het resultaat niet optimaal zijn.

Het woord 'producten' wordt hierboven als vanzelfsprekend gehanteerd maar vergt toch enige toelichting. Brood en kaas, zeep en papier, benzine en leidingwater worden ook producten genoemd. Levensmiddelen en andere niet-duurzame verbruiksgoederen komen in dit boek echter niet aan de orde. Ook grondstoffen, halffabrikaten en losse componenten zoals staalplaat, schroeven en elektromotoren worden producten genoemd maar vallen buiten het onderwerp van dit boek. Er zijn verder ook niet-materiele producten, zoals een reisverzekering, een talencursus of een organisatieadvies. Ook deze hebben hier niet de aandacht. Wanneer in dit boek sprake is van producten dan worden duurzame en materiele gebruiksgoederen bedoeld die een afzonderlijke functie vervullen voor de gebruiker. Dit betekent overigens niet dat aan zulke producten alles materieel is. Wanneer bijvoorbeeld een produkt ontworpen moet worden dat blinden laat horen wanneer zij veilig kunnen oversteken, dan is het 'ontwerp van het geluidssignaal' een essentieel maar niet-materieel aspect van dit produkt.

De ergonomie houdt zich veel bezig met 'werkplekken' zoals cabines, cockpits en loketten. Ook in dit boek komen verschillende werkplekken aan de orde, echter zon-

der dat een principieel onderscheid wordt gemaakt tussen produkten en werkplekken. Vaak integreert de ontwerper eerder ontwikkelde, afzonderlijke produkten in de werkplek. Een loket-werkplek kan bijvoorbeeld een stoel, een verlichtingsarmatuur, een toetsenbord en een beeldscherm bevatten die niet voor dat specifieke loket ontworpen zijn. Het ontwerpen is dan niet alleen het bedenken van nieuwe dingen, maar tevens het selekteren en invoegen van bestaande. Echter ook bij het ontwerpen van andere produkten speelt het kiezen en toepassen van bestaande dingen vaak een rol. De ergonomie van werkplekken is dan ook niet principieel verschillend van de ergonomie van andere produkten.

In de praktijk wordt verder vaak onderscheid gemaakt tussen consumentenprodukten en professionele produkten. Zo zijn surfplanken, tuinstoelen en schemerlampen consumentenprodukten. Traktoren, kassa's en tandartsengereedschappen zijn professionele produkten. De voorbeelden in dit boek betreffen vooral consumentenprodukten: produkten waarvan we de (on)bruikbaarheid uit eigen ervaring goed kennen. Er wordt hier echter vanuit gegaan, dat ook het onderscheid tussen consumentenprodukten en professionele produkten ergonomisch gezien niet fundamenteel is. Het ontwerpen van consumentenprodukten vergt geen 'ander soort ergonomie' dan het ontwerpen van professionele produkten. Het onderscheid tussen produkten die intensief gebruikt worden en produkten die incidenteel gebruikt worden is ergonomisch gezien belangrijker, evenals het onderscheid tussen produkten voor ervaren en die voor onervarenen, en tussen produkten waarvan problemen bij het gebruik ernstige gevolgen hebben versus die waarbij de gevolgen niet ernstig zijn.

De zo vertrouwd klinkende woorden 'gebruik' en 'gebruiker' vergen ook een korte toelichting. Produkten hebben we eerder in deze inleiding aangeduid als 'functie-ervullers'. Bij 'gebruik' denken we allereerst aan dit vervullen van de functie. Een stoel wordt gebruikt wanneer erop gezeten wordt, een auto wordt gebruikt wanneer ermee gereden wordt. De gebruiker is dan degene voor wie de functie vervuld wordt; bijvoorbeeld degene die zit of rijdt.

In dit boek wordt 'gebruik' echter breder opgevat, namelijk als het omgaan met een produkt. In elkaar zetten, verplaatsen, stapelen en schoonmaken zijn vormen van gebruik van een stoel. Het gebruik van een auto omvat het onderhouden en repareren van de motor, of het tijdig waarnemen van de auto door andere weggebruikers. Het is duidelijk dat bij deze processen anderen betrokken kunnen zijn dan de 'primaire' gebruiker, degene voor wie het produkt zijn functie vervult. Misschien lijkt het gezocht, 'gebruik' zo breed op te vatten. Bij het ontwerpen is het echter essentieel dat niet alleen met de functieervulling ten behoeve van de primaire gebruiker rekening gehouden wordt. De ontwerper zal zich moeten afvragen, welke andere vormen van omgang met het toekomstige produkt van belang zijn en welke andere mensen met het produkt te maken krijgen en zal hiermee rekening moeten houden tijdens het ontwerpen.

De navolgende hoofdstukken geven een beeld van het 'ontwerpen voor gebruik'. De hoofdstukken zijn geordend naar toepassingsgebied: het huis, in de hand gehouden produkten, het kantoor, de computer, de winkel en het vervoer. De keuze van deze zes gebieden volgde deels uit het streven, toepassingsgebieden aan de orde te laten komen die voor de meeste lezers bekend zijn. De selectie is echter mede bepaald door het beroepsverleden en -heden van de auteur: het boek is geen poging, een representatieve doorsnede te geven van toepassingen van ergonomie bij het ontwerpen. Enkele op zich interessante toepassingsgebieden die niet aan de orde komen zijn de agrarische sek-

tor, procesbesturing in de industrie, ziekenhuizen en medische zorg, sport en vrije tijd. Ook representeert dit boek niet de volledige breedte van de ergonomische vakkennis. De werkplek-verlichting blijft bijvoorbeeld onbelicht evenals de energetische belasting van de mens, het werkplek-klimaat en de invloed van trillingen en schokken. Voor representatieve overzichten van ergonomische vakkennis wordt verwezen naar handboeken zoals die van Dul (1990) en Schuffel (1989). Het doel van dit boek is anders; wanneer het de lezer een goede indruk geeft van het 'ontwerp-denken', het toepassen van ergonomische kennis in de praktijk en het afwegen van gebruikaspecten tegen andere aspecten van het ontwerp, dan is de opzet geslaagd.

Inhoudsopgave

1 Ergonomie in huis	13
1.1 Het bed	13
1.2 De keuken	20
1.3 Het fornuis: begrijpen en bedienen	26
2 Produkten ter hand genomen	33
2.1 Manipulaties	33
2.2 Handenkennis toegepast bij produkten.	36
3 Het kantoor	45
3.1 De status van de 'zitters'	45
3.2 Zittend werken.	46
3.3 Kantoormeubilair en de menselijke maat	53
4 Achter het beeldscherm	65
4.1 De interactie met de computer	65
4.2 De bediening	66
4.3 Waarneming	81
4.4 Begrijpen, beslissen en onthouden	87
5 De winkel	93
5.1 Heeft ergonomie wat te betekenen in winkels?	93
5.2 Kijken en grijpen	93
5.3 Het geld.	97
5.4 De kassa-werkplek	101
5.5 De 'Self-scanner'	107
5.6 Hoe winkelen we straks?	109
6 Ergonomie onderweg	113
6.1 De taken van de bestuurder	113
6.2 Auto's	126
6.3 Ergonomie tussen de rails	137
7 Ergonomie en ontwerpen	149
7.1 Ontwerpen	149
7.2 Ergonomie binnen het ontwerpproces	152

Hoofdstuk 1

Ergonomie in huis

1.1 Het bed

Bedden op maat

Een verhaal over de ergonomie van bedden kan niet anders dan in de omgeving van Athene beginnen, in een zo ver verleden dat het ons slechts via mythen bekend is. Daar huisde namelijk een verschrikkelijke reus, die men vanwege zijn ruwe bezigheden Prokrustes, de 'ledenrekker', noemde. Hij had twee ledikanten, n heel lang, het ander heel kort. Wie in zijn macht kwam, werd door hem uitgenodigd en met geveinsde vriendelijkheid onthaald. Wanneer de tijd voor de nachtrust gekomen was, leidde hij de gast in een van zijn beide slaapkamers. Grote gasten toonde hij het korte bed. 'Helaas is de legerstede voor u wat klein, lieve gast', sprak hij dan honend, 'maar ik zal u helpen!' Dan hakte hij de ongelukkige de benen af voorzover zij buiten het ledikant uitstaken. Lieden met een klein lichaam leidde hij naar het grote bed. Ook dan huichelde hij spijt, dat het niet de juiste maat had. 'Maar ik zal u er passend voor maken', verklaarde hij dan met een grijns en rekte de weerloze zo lang uit, dat deze spoedig de geest gaf (Schwab, 1969).

De ergonomisch ontwerper houdt zich niet, zoals Prokrustes, bezig met het aanpassen van mensen aan produkten, maar met precies het tegengestelde: het ontwerpen van produkten die aangepast zijn aan hun gebruikers en hun taken. De ontwerper zal moeten vaststellen wie de gebruikers zijn, welke taken zij uitvoeren met het produkt en welke eisen aan het ontwerp hieruit zijn af te leiden. Hierbij worden met taken niet 'opgedragen werkzaamheden' bedoeld maar 'samenhangende handelingen die tot een bepaald resultaat moeten leiden'. In ergonomische zin zijn 'stripverhalen lezen', 'naar muziek luisteren' en 'slapen' evenzeer taken als het maken van huiswerk of het besturen van een vliegtuig.

Wat het bed betreft stellen we ons bij 'de gebruiker' in eerste plaats 'de slapende mens' voor, en bij diens 'taak' het 'slapen'. Een eerste en voor de hand liggende eis is, dat de bedlengte geschikt moet zijn voor degene die erin slaapt. Een beddenfabrikant zal dan ook willen weten hoe het staat met de variatie in lichaamslengte binnen de huidige bevolking. Hij kan hiertoe bestaande lichaamslengte-gegevens opzoeken of een eigen onderzoek doen.

De fabrikant kan nu uit verschillende tactieken kiezen. Wil hij n bed ontwerpen dat voor vrijwel iedereen lang genoeg is, dan zal hij de afmetingen van het bed op de 'zeer lange gebruiker' moeten afstemmen. Dat de 'extreme' (zeer lange en zeer korte, sterke en zwakke, snelle en langzame) gebruikers maatgevend zijn, is trouwens in veel gevallen zo. Het is dan ook een misverstand dat ergonomisch ontwerpen het 'afstemmen van het ontwerp op de gemiddelde gebruiker' betekent.

Een beddenfabrikant kan ook een andere tactiek kiezen en kan besluiten, een bed op de markt te brengen in bijvoorbeeld drie afmetingen. Kleinere gebruikers hebben immers niets aan een zeer groot bed, integendeel, het neemt nodeloos veel ruimte in in hun slaapkamer. De fabrikant zal in dit geval zijn doelgroep in drie deelgroepen moeten splitsen en zal voor elke deelgroep de bedlengte moeten afleiden van de grootste lichaamslengte binnen die deelgroep. Misschien wil de fabrikant de drie bedlengtes bovendien zo kiezen, dat van elk type ongeveer evenveel bedden worden verkocht. Dan zal hij de grenzen tussen de drie deelgroepen zorgvuldig moeten uitkiezen.

Een derde tactiek zou kunnen zijn, een bed op de markt te brengen waarvan de lengte instelbaar is. Om het instelbereik te bepalen, zal hij moeten kijken hoeveel de extreem grote en de extreem kleine gebruiker kwa lengte verschillen. De fabrikant heeft nu het voordeel, slechts n bed op de markt te hoeven brengen, wat voorraden en opslagruimte bespaart. Daar staat tegenover, dat de constructie van het bed ingewikkelder en duurder wordt en dat het plaatsen van het bed lastiger kan zijn.

In de praktijk blijken veel beddenfabrikanten voor de tweede aanpak te kiezen: het ontwikkelen van bedden in enkele verschillende maten.

Steeds langere mensen

Hoe lang gaat een bed mee? Dat deze vraag iets met de afmetingen van het bed te maken heeft, is misschien niet onmiddellijk duidelijk. Wie ooit naast een oud ridderharnas heeft gestaan, heeft waarschijnlijk opgemerkt hoe klein zo'n harnas is. We hebben geen aanleiding om te veronderstellen dat vooral kleinere mensen vroeger ridder werden en moeten dan ook concluderen dat de bevolking vroeger gemiddeld kleiner was dan nu. Dit blijkt ook uit metingen van Nederlandse dienstplichtigen (de enig beschikbare bron van metingen over een langere periode). Zo was in 1865 de gemiddelde lengte van dienstplichtigen nog 165 cm, terwijl deze in 1985 op 180 cm bleek te liggen (Roede, 1985; Brekelmans, 1986). In vaktaal noemt men deze lengtetoeename door de tijd heen de 'seculaire groei' van de bevolking. De toename wordt vooral geweten aan de verbetering van voedingsgewoontes en van medische zorg en aan de afname van fysiek zwaar werk.

Een fabrikant die bedden maakt met een flinke levensduur, zou dus eigenlijk rekening moeten houden met de afmetingen van de gebruikers over die levensduur; hij ontwerpt niet alleen voor de gebruikers van nu, maar ook voor die van straks. De gemiddelde lichaamslengte van Nederlandse mannen is tussen 1965 en 1980 met 4 cm toegenomen. Dat voor veel mensen oude bedden wat aan de korte kant zijn, is dus wel begrijpelijk. Hoe de lichaamslengte zich verder gaat ontwikkelen is niet met zekerheid te zeggen, maar men heeft op dit moment wel de indicatie, dat de seculaire groei er bij de jongeren inmiddels min of meer uit is (Roede, 1985). Bedden die nu voldoen zullen dus ook over dertig jaar waarschijnlijk nog voldoende lang zijn.

Ontwerpen voor comfort

Of een bed comfortabel is wordt vanzelfsprekend niet alleen door de lengte bepaald. Andere belangrijk gebruikaspecten zijn de drukverdeling, de houdingsondersteuning en het bedklimaat.

Drukverdeling speelt een rol bij elke 'lichaamsondersteuning', of het nu een voetenvlak, een zitvlak, een armsteun, een hoofdsteen of een bed is. Het totale gewicht van de liggende mens moet door het bed worden gedragen. Naarmate een groter deel van het lichaamsoppervlak door het bed wordt ondersteund, is de drukverdeling gelijkmatiger.

De vlakke, tamelijk harde behandelafel van fysiotherapeuten en huisartsen veroorzaakt bijvoorbeeld een vrij ongelijkmatige drukverdeling. Ligt men ruggelings op zo'n tafel, dan wordt het lichaamsgewicht voornamelijk over enkele kleinere raakvlakken verdeeld: over de hielen, de billen, de schouderbladen en het achterhoofd. De druk op deze oppervlakken is dan relatief hoog, hetgeen oncomfortabel is wanneer men langere tijd zo moet liggen. Het helpt dan wanneer men een kussen onder de knien van de patint legt; de druk op de hielen wordt daardoor gehalveerd (Snijders, 1984).

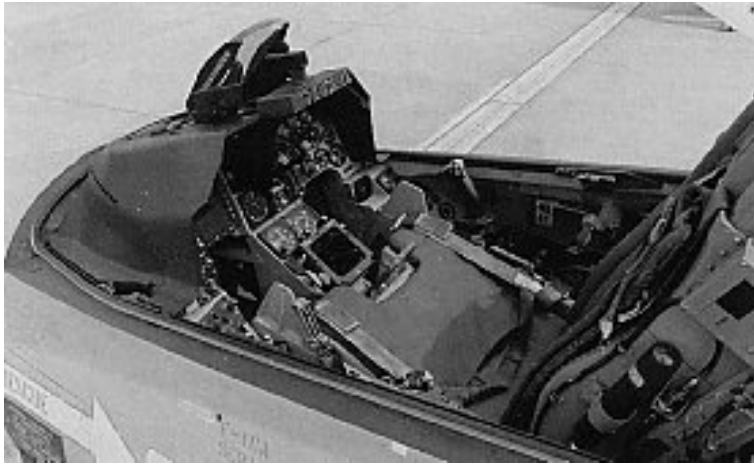
Men kan de druk over het lichaam verdelen door het ondersteunende vlak zo goed mogelijk naar het lichaam te vormen. Het ondersteunende vlak mag dan relatief hard zijn. Een andere oplossing is, het ondersteunende vlak verend uit te voeren, zodat het zich naar het lichaam vormt. De niet-ingeveerde vorm luistert dan wat minder nauw. Voor bedden is het eerste principe slecht bruikbaar omdat een voorgevormde, relatief harde lichaamsondersteuning niet veel variatie in houdingen toelaat. Wil men langere tijd comfortabel op een bed liggen dan is het essentieel dat men regelmatig van houding kan wisselen: normaal zo'n twintigmaal per nacht (Snijders, 1984). Een goede vering is daarom een betere oplossing.

Afbeelding 1.1 toont een situatie waarin men toch het accent meer op 'vorm' dan op 'vering' heeft gelegd. Omdat deze 'couchettes' van de Franse spoorwegen weinig vering hebben zijn ze relatief dun. Hierdoor, en dankzij de speciale vorm is het mogelijk binnen de beschikbare hoogte in de trein vier couchettes boven elkaar te plaatsen. De mogelijkheden tot houdingswisseling zijn echter beperkt.

De discussie over 'vorm' versus 'vering' speelt overal waar lichaamsondersteuning worden ontworpen. Relatief harde, kuipvormig naar het lichaam gevormde ondersteuning ziet men bijvoorbeeld bij stoelen voor raceauto's, straaljagers en ruimtevaartuigen (zie afbeelding 1.1). Zulke stoelen moeten namelijk niet alleen comfortabel



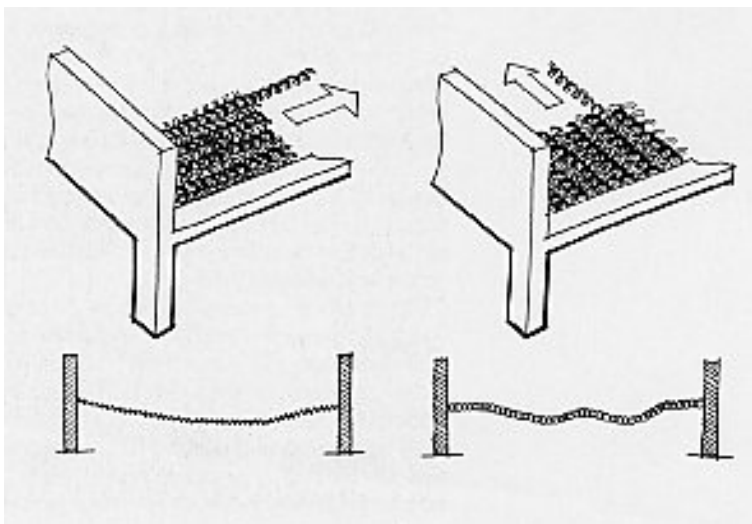
Figuur 1.1: Couchettes die in bepaalde treinen van de franse spoorwegen worden toegepast.



Figuur 1.2: De cockpit van de F-16 straaljager. De rugleuning van de stoel is kuipvormig en biedt steun tegen versnellingen in dwarsrichting.

zijn, maar het lichaam ook fixeren tegen hoge versnellingen in verschillende richtingen. Bij personenauto's leggen de Fransen traditioneel meer het accent op vering en minder op vorm dan de Duitsers.

Een comfortabel bed biedt niet alleen een goede drukverdeling maar ook een goede houdingsondersteuning. De meeste mensen hebben wel eens in een 'doorzakkend' bed gelegen en kennen het oncomfortabele gevoel van in een 'kuil' te liggen. De vlakke lighouding wordt in dit geval onvoldoende ondersteund. De vroeger gebruikelijke langsgespannen spiralen (zie afbeelding 1.1) zijn wat dit betreft ongunstiger dan



Figuur 1.3: Links een bed met in de lengte gespannen spiralen, rechts een bed met spiralen in de breedte.

dwarsgespannen spiralen. Drukt men langsgespannen spiralen met de heupen of billen omlaag dan ontstaat de eerdergenoemde oncomfortabele kuil. Bij dwarsgespannen spiralen ontstaat alleen plaatselijk een kuil en blijft het lichaam goed ondersteund.

Aan het bedklimaat, een andere belangrijke comfortfactor, worden hoge eisen gesteld bij uiteenlopende 'omgevingscondities'. In de winter moet de warmte-isolatie voldoende zijn, terwijl de gebruiker s'zomers juist voldoende warmte kwijt moet kunnen. Ook mag het bed niet isoleren wat de waterdamp betreft die de gebruiker door uitademen en transpireren produceert. Aan de bovenzijde kan de gebruiker het bedklimaat regelen door het aantal en het materiaal van de dekens te variëren. Wat de onderzijde betreft, sommige matrassen hebben twee zijden uit verschillend materiaal; de 'winterzijde' is meer warmte-isolerend. Door omkeren kan de gebruiker dan het bedklimaat wijzigen.

Andere taken, andere betrokkenen

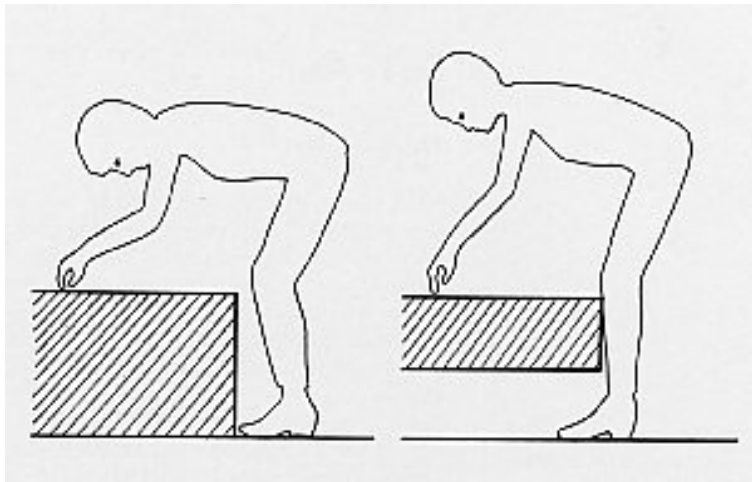
We hebben nu enkele eigenschappen besproken die van grote invloed zijn op het 'slaapgenot'. Een goede ergonomische analyse beschouwt echter ook andere taken dan het slapen en andere betrokkenen dan de 'primaire' gebruiker, degene die het bed beslaapt.

Zo willen veel mensen in bed kunnen eten en lezen. Bij deze bezigheden is het prettig wanneer het hoofd- en voeteneinde schuin gezet kunnen worden. Soms komt men bedden tegen waarvan alleen het hoofdeinde overeind gezet kan worden. Deze tekortkoming leidt ertoe dat de gebruiker zich voortdurend schrap moet zetten om niet richting het voeteneinde te glijden (Snijders, 1984).

Ten tweede moet met 'naar bed gaan' en 'opstaan' rekening worden gehouden. De meeste bedden zijn wat dit betreft ongunstig laag. Veel mensen vinden een laag bed echter mooi en laten de vormgeving op dit punt zwaarder wegen dan de ergonomie. De nadelen van een laag bed gelden extra sterk voor oudere mensen voor wie het omhoog komen vanuit een lage zithouding extra zwaar is. Ook is een laag bed ongunstig bij het verzorgen van een zieke; niet voor niets zijn ziekenhuisbedden hoog in vergelijking met gewone bedden. En wie een thuisbevalling van plan is, is verplicht zijn lage bed met klossen op een hoogte te brengen die voor de rug van de kraamzuster beter is.

Het bed moet gemakkelijk op te maken en te verschonen zijn. Ook wat deze taken betreft zijn veel bedden lager dan uit ergonomisch oogpunt wenselijk is; ze dwingen tot extra diep bukken. Het opmaken wordt verder bemoeilijkt door een naar de grond doorlopende gesloten bedombouw, omdat de voetruimte ontbreekt om tegen het bed aan te staan, waardoor de gebruiker verder voorover moet bukken (zie afbeelding 1.1). Verder beïnvloedt het beddegoed de zwaarte van het opmaken; dekbedden verdienen de voorkeur boven dekens die rondom ingestopt moeten worden en hoeslakens verlichten het werk ten opzichte van gewone lakens.

Overigens is de zwaarte van het bed-opmaken behalve door ontwerpverbeteringen aanmerkelijk te verlichten door het kiezen van een handige werkmethode (Arts, 1969). Verder is ook de plaats van het bed in de kamer van belang; een bed in een nis, slechts van één kant benaderbaar, leidt bijvoorbeeld tot een relatief zware 'opmaak-taak'.



Figuur 1.4: Een tot de grond doorlopende bedombouw dwingt de gebruiker tot verder voorover bukken bij het opmaken.

Ook andere taken die in de slaapkamer uitgevoerd moeten worden, worden beïnvloed door het bed-ontwerp. De vrije hoogte onder het bed bepaalt bijvoorbeeld hoe diep gebukt moet worden tijdens het stofzuigen onder het bed. Wieltjes of goede glijdoppen vergemakkelijken het schoonmaken van de ruimte waarin het bed staat.

Anderen die bij het bed zijn betrokken, zijn de mensen die het bed vervaardigen, bezorgen en verhuizen. Ook met hen dient bij het ontwerpen van een bed rekening gehouden te worden.

Zo zal het bed eenvoudig te fabriceren moeten zijn; zonder dat hierbij grote krachtsinspanningen nodig zijn of handelingen die in een ongunstige houding moeten worden verricht. Ook zal het ontwerp zo moeten zijn, dat vergissingen tijdens het vervaardigen zo veel mogelijk uitgesloten zijn (bijvoorbeeld door linker en rechter onderdelen identiek te maken, waardoor verwisseling geen rol speelt).

Het bed moet goed vervoerbaar zijn; niet alleen van de fabriek naar de winkel en van de winkel naar de koper, maar ook later, wanneer de koper verhuist. Dit betekent bijvoorbeeld dat het bed gesplitst moet kunnen worden in delen van beperkte afmetingen, met een acceptabel tilgewicht en met goede grip voor de handen. De (de)montage dient niet alleen gemakkelijk, maar ook begrijpelijk te zijn. Met name geldt dit wanneer (de)montage niet door een deskundige (beddenleverancier) maar door een leek (bijvoorbeeld de eigenaar van het bed) moet gebeuren. Ook eventuele instructies en voorschriften moeten met zorg worden 'ontworpen'.

Al met al blijkt dat ergonomen zich niet met de gemiddelde primaire gebruiker maar juist met de variatie binnen de verschillende groepen gebruikers en betrokkenen bezig hebben te houden. Verder is duidelijk dat alle door de gebruikers en betrokkenen uit te voeren taken aandacht dienen te krijgen; niet slechts de meest in het oog springende taak, zoals 'slapen' in het geval van het bed.

1.2 De keuken

Thuis werken

Nu de meest uitgesproken werkplek in huis aan de orde komt, de keuken, moet eerst iets gezegd worden over het 'werk in huis'. Het lijkt voor de hand liggend om het huis te beschouwen als een plek waar gewerkt wordt. Deze zienswijze ging echter pas in de jaren tussen de beide wereldoorlogen een rol spelen (Forty, 1986). Het huis werd daarvnr in de eerste plaats gezien als de plek waar de (buitenshuis) werkenden de eigenwaarde en het geluk dienden terug te vinden die zij overdag op het werk moesten ontberen. Het huis diende dan ook associaties met 'werk' zo veel mogelijk te vermijden. De invloed hiervan op de vormgeving van produkten voor thuis was groot. Terwijl efficiëntie-overwegingen een belangrijke invloed uitoefenden op de vormgeving van produkten op het werk, werd de vormgeving van 'thuisprodukten' vooral geregeerd door het streven naar schoonheid en harmonie (zie afbeelding 1.2).



Figuur 1.5: Een huisinterieur met allerhande 'mooie' maar onhandige produkten.

Tussen de wereldoorlogen veranderde deze visie en gingen efficiëntie en gebruiksgemak meetellen bij het ontwerp van de huisinrichting en de 'thuisprodukten'. Van grote invloed hierop was bijvoorbeeld het werk van de Amerikaanse Christine Frederick. Zij paste analyses op het huishouden toe, die daarvnr door Taylor waren ontwikkeld en toegepast in de industrie en het kantoor.

Het grote belang van goede 'thuiswerkplekken' en 'thuisprodukten' blijkt mede uit de tijdbesteding aan huishoudelijke arbeid in Nederland: ruim 7 miljoen arbeidsjaren

per jaar, vergeleken met 4,8 miljoen bij de overheid en het bedrijfsleven (Aldershoff, 1985). In 1980 bedroeg de gemiddelde tijdsbesteding aan het huishouden 57,4 uur per week. En wat voor werk: een veelheid van ongelijksoortige taken, kortdurend en dikwijls onderbroken, ongelijkwaardig kwa lichamelijke en geestelijke belasting, gedurende onduidelijk omschreven werktijden (van der Meer, 1987).

De indeling van de keuken

De keuken dient als werkplek en als magazijn. In veel bestaande keukenontwerpen krijgen vooral de magazijn-functies veel aandacht. De keuken in de eerste plaats als werkplek te zien leidt echter tot een betere indeling. Het wegbergen en weer tevoorschijn halen van levensmiddelen en keukengerei, de magazijnfuncties, zijn hierbij als een deel van de uit te voeren werkzaamheden te beschouwen.

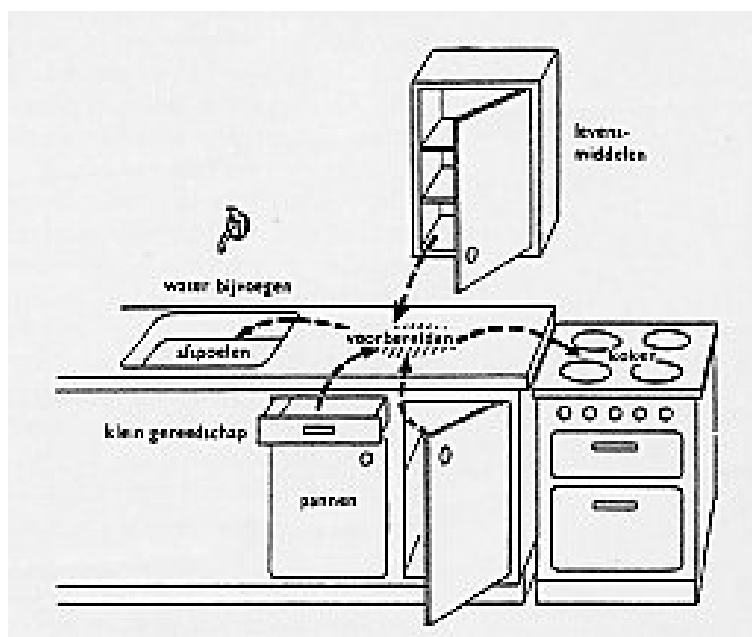
Beschouwen we de keuken als werkplek, dan hebben we met verschillende, soms strijdige, uitgangspunten rekening te houden. Een eerste uitgangspunt is het rekening houden met de menselijke afmetingen en kracht. Dit betekent bijvoorbeeld 'het vlak voor snijwerkzaamheden 10 tot 15 cm onder ellebooghoogte positioneren', 'de afwasbak zo plaatsen dat de gebruiker niet voorover gebogen hoeft af te wassen' en 'zware voorwerpen niet boven schouderhoogte opbergen'.

In 1956 werd voor keukenbladen een hoogte van 90 cm gepropageerd (Vollmar, 1956). Voor driekwart van de volwassen Nederlandse vrouwen en voor vrijwel alle mannen ligt het optimum nu hoger. Dit is een gevolg van de eerder besproken 'seculaire groei' van de bevolking. Zo ligt een gunstige werkvlakhoogte voor iemand met een lichaamslengte van 190 cm op circa 109 cm. Bij een lichaamslengte van 154 cm is de gunstige hoogte meer dan 20 centimeter lager, ongeveer 86 cm. Veelal wordt dezelfde keuken door mensen met verschillende afmetingen gebruikt. Terwijl bij de lengte van het bed de grootste gebruiker maatgevend was, is hier een verstandig compromis tussen de belangen van de grootste en die van de kleinste gebruiker nodig.

Overigens kan de ontwerper het compromis vermijden door verschillende werkniveau's of zelfs verstelbare werkvlakken toe te passen.

Een tweede uitgangspunt bij het indelen van de keuken is het rekening houden met volgorden, zoals in afbeelding 1.2. Veel van de werkzaamheden die in de keuken verricht worden, zijn reeksen van opeenvolgende handelingen zoals 'groente bewaren, pakken, wassen, snijden, koken, opdienen' of 'vuile vaat stapelen, afwassen, spoelen, afdrogen, opbergen'. Door de indeling van de keuken op zulke reeksen af te stemmen, wordt onnodig lopen en verplaatsen van spullen voorkomen. Een uitwerking van die tweede reeks kan er bijvoorbeeld zo uitzien: 'de gootsteen heeft aan de ene zijde een vlak voor de vuile vaat en aan de andere zijde eerst een vlak (dat afwatert in de gootsteen) voor het druiprek en daarnaast een (droog blijvend) vlak voor de afgedroogde vaat. Aan de zijde waar de vuile vaat wordt gestapeld bevindt zich tevens de afvalenmer voor het weggooiën van etensresten; aan de zijde waar de afgedroogde vaat wordt gestapeld bevindt zich ook de opbergruimte voor het servies en het bestek. Aan deze zijde hangen ook de afdroogdoeken.'

Handelingsvolgorden zijn overigens ook van belang voor de ligging van de keuken ten opzichte van andere ruimten in huis, zoals de toegang (binnenkomen met bood-



Figuur 1.6: Rekening houden met volgorden in de keuken.

schappen), de kelderkast (opslag van etenswaren) en de eetplek (serveren van de maaltijd, afruimen na de maaltijd).

Het derde uitgangspunt bij het indelen betreft het rekening houden met frequenties. In de doorsnee keuken wordt maar tien procent van alle keukenspullen geregeld gebruikt (Van der Meer, 1975). De meeste mensen hebben het aardappelmessje en de margarine vaker nodig dan de deegrol en het potje sambal. 'Handen wassen' en 'water koken' gebeurt vaker dan 'gootsteen ontstoppen' of 'vlees grillen'. De vaak uit te voeren werkzaamheden en de vaak te gebruiken voorzieningen dienen een goede plaats te krijgen.

Het vierde uitgangspunt, ten slotte, betreft het rekening houden met risico's. Het belang hiervan blijkt uit de volgende cijfers. In Nederland vinden jaarlijks ongeveer achttienhonderd ongelukken met dodelijke afloop plaats in en om het huis; net zo veel als in het verkeer. Ongeveer twintig procent hiervan gebeurt in de keuken (van Erdewijk, 1987). In Duitsland gebeuren vier keer zo veel ongelukken in en om het huis als in het verkeer (Bullinger, 1984).

Volgens het risico-uitgangspunt moeten de werkzaamheden en de voorzieningen die tot fouten en ongelukken kunnen leiden, een optimale plek krijgen. Zo moeten handelingen zoals snijden, vertillen van hete pannen en schotels, aan- en uitschakelen van elektrische apparatuur en bedienen van het gasfornuis extra aandacht krijgen. Het is in dit verband van belang te weten, dat in huis de helft van de ongelukken (en twee-derde van de dodelijke ongevallen) vallen als oorzaak heeft. Gladde vloeren en keukenkasten met schappen tot op grote hoogte (uitnodigend om op een kruk te klimmen) zijn dus sterk af te raden. En omdat vallen niet volledig is te voorkomen moeten scherpe hoeken en randen in het keuken-interieur worden vermeden.

Het zwaarst weegt het risico-uitgangspunt misschien wel in huishoudens met peuters en kleuters, die nieuwsgierig maar nog niet verstandig zijn. Daarnaast dient in bejaarden-huishoudens extra rekening gehouden te worden met risico's. Uit diverse onderzoeken is namelijk gebleken dat kinderen en bejaarden de meest kwetsbare groepen vormen wat ongelukken in huis betreft.

Het is niet moeilijk in te zien, dat het combineren van deze uitgangspunten tot strijdigheden bij het indelen kan leiden. Zo zou bijvoorbeeld een grote, zware braadpan die alleen gebruikt wordt als er gasten zijn, uit oogpunt van gebruiksfrequentie hoog of laag opgeborgen moeten worden; het 'middenniveau' dient namelijk voor de vaak gebruikte voorzieningen gereserveerd te worden. Uit oogpunt van krachttuioefening en veiligheid is het juist wél gewenst, de zware pan op dit middenniveau onder te brengen, om gebukt danwel omhoogreikend tillen te voorkomen.

Een ander voorbeeld van strijdigheid is de plaats van de oven. Een oven op schouderhoogte zou optimaal zijn om de gerechten in de oven in het oog te houden. Bij het uit de oven tillen van zware, hete schotels is de kans op ongelukken echter kleiner wanneer de oven zich ongeveer op ellebooghoogte bevindt (Van der Meer, 1975). Bij dit voorbeeld laat men in de praktijk het 'risico-uitgangspunt' meestal het zwaarst wegen en plaatst men de oven dus liever op ellebooghoogte.

Niet alleen kunnen ergonomische uitgangspunten onderling conflicteren, de ontwerper heeft ook nog met andere dan ergonomische belangen te rekenen. Zijn ontwerp moet bijvoorbeeld ook voldoende degelijk zijn, mag niet teveel ruimte innemen, moet er goed uitzien en moet voor een acceptabel bedrag te realiseren zijn. Teruggrijpend naar het voorbeeld in de vorige alinea: in de praktijk bevinden veel ovens zich noch op schouderhoogte, noch op ellebooghoogte, maar op kniehoogte. Dit is niet om ergonomische redenen, maar om technische en financiële: zo is de (gas)oven gemakkelijk, goedkoop en compact met het gasstel in n produkt te combineren. De ergonomie komt er in dit geval echter minder goed vanaf.

Staan en zitten in de keuken

Dient de keuken voor zittend of voor staand werken geschikt te zijn? De traditionele keuken is vooral voor staand werken ontworpen. Voor staan pleit dat men meer mobiel is. Verder kunnen handelingen die omlaag gerichte kracht vergen (zoals het uitpersen van een sinaasappel of het snijden van vlees) gemakkelijker staand uitgevoerd worden, omdat dan het gewicht van het bovenlichaam ingezet kan worden en men zich beter schrap kan zetten (Dirken, 1985; de Jong, 1982).

Zitten is echter minder vermoeiend en kost minder energie dan staan, wat vooral bij langdurig werk een voordeel is. Zitten voorkomt spataderen en voetklachten (de voetbelasting tijdens zitten is 20 tot 40 procent van de voetbelasting tijdens staan). Verder is zitten beter bij nauwkeurig werk, omdat een flink deel van het lichaam door de stoel wordt gefixeerd.

Natuurlijk moeten bij deze afweging bovendien de mogelijkheden en beperkingen van de specifieke gebruikers worden meegewogen; zo zijn er mensen die niet anders dan zittend kunnen werken.

Een algemene uitspraak (zoals 'zitten is beter dan staan') kan dus niet worden gedaan. Ook bij andere ergonomische ontwerpproblemen blijken algemene antwoorden meestal niet mogelijk te zijn. Vragen zoals 'is het tillen van een gereedschap van 20 kg acceptabel?', 'moet een stoel in hoogte verstelbaar zijn?' en 'is een digitale klok beter dan een analoge?' kunnen niet in algemene zin beantwoord worden. Het oordeel is steeds afhankelijk van de persoon, de taak, de duur en de omstandigheden. Voor ergonomen die op dit soort vragen steeds 'algemeen geldige antwoorden' hebben, moet men dus op z'n hoede zijn.

Een keukenontwerp dat aan de schijnbaar strijdige eisen van staand en zittend werken tegemoet komt is de 'Almat Vario' (zie afbeelding 1.2 en 1.2). Het werkvlak



Figuur 1.7: De Almat Vario keuken op stahoogte ingesteld.

met aanrecht en kookplateau heeft een gekromde indeling. Zo'n gekromde indeling is een natuurlijk compromis tussen de wens, een groot werkoppervlak te hebben en de wens, alles vanaf n plek binnen handbereik te hebben. Dergelijke indelingen worden ook toegepast bij besturings- en bewakingswerkplekken (bijvoorbeeld voor vluchtleaders, treinverkeersleiders, controlepersoneel in de chemische industrie) en bij kantoorwerkplekken en loketten.

Een tweede afwijking van het gangbare vormt de open ruimte onder het centrale werkvlak. Bij de meeste keukens wordt deze ruimte met keukenkastjes opgevuld en wordt de 'magazijnfunctie' dus benadrukt in plaats van de 'werkplekfunctie'. Door bij de Almat-Vario deze ruimte vrij te laten, is de beenruimte gecreëerd die het mogelijk maakt, in deze keuken zittend te werken.

De meest opvallende eigenschap van deze keuken is echter, dat het werkvlak met de gootsteen, het kookplateau en de eronder hangende kastjes in hoogte verstelbaar



Figuur 1.8: Dezelfde keuken op zithoogte ingesteld

is. De hoogte kan met zeer geringe moeite worden gewijzigd, desnoods verschillende keren per dag (een 'instelbare' hoogteaanpassing daarentegen is min of meer eenmalig en mag meer moeite en eventueel speciaal gereedschap kosten). De verstelling heeft verschillende voordelen. Ten eerste kan men er zowel staand als zittend werken. Ten tweede is de keuken geschikt voor mensen met verschillende lichaamslengten. Ten derde is een aanpassing aan de taak mogelijk. Voor zwaar snijwerk is het bijvoorbeeld prettig het werkvlak relatief laag te hebben, zodat veel kracht kan worden gezet. Voor nauwkeuriger werk zoals het decoreren van een gerecht is het juist prettig het werkvlak relatief hoog te hebben, dicht bij de ogen.

Verstelbaarheid van een keuken-werkvlak betekent nogal wat. Het werkvlak moet van een geleiding en van een aandrijving worden voorzien. Bovendien moeten alle aansluitingen (op het waterleidingnet, de geijser, de riolering, het electriciteitsnet en eventueel ook het aardgasnet) flexibel uitgevoerd worden. Een ander nadeel van de verstelbaarheid is, dat het versteltraject van het werkvlak ruimte kost. Verder vergt de verstelbaarheid maatregelen tegen beknellingsgevaar.

Er zijn ook meer beperkte oplossingen denkbaar om zittend werken in de keuken mogelijk te maken, bijvoorbeeld een uitschuifbaar werkvlak, op de juiste hoogte voor zittend werken aangebracht (Vollmar, 1956). Een andere mogelijkheid is, bij een voor staand werken bedoeld werkvlak (met een hoogte van bijvoorbeeld 100 cm) een extra hoge stoel te gebruiken. Onder dit werkvlak moet dan wel een voetenvlak worden aangebracht (bijvoorbeeld op 25 cm boven de vloer en enigszins hellend).

1.3 Het fornuis: begrijpen en bedienen

Knoppen en pitten.

Het fornuis is een produkt dat een centrale rol vervult in de keuken. Men zou de ergonomische aspecten rond het fornuis in kaart kunnen brengen op dezelfde wijze als bij het bed: door na te gaan wie de betrokkenen zijn en wat hun taken zijn met betrekking tot het fornuis. We beperken ons echter tot enkele ontwerpproblemen die niet zozeer met lichaamsafmetingen of krachttuioefening ('antropometrische ergonomie') hebben te maken, maar met de manier waarop mensen informatie verwerken ('informatie ergonomie').

De meeste kookplateau's hebben vier pitten, in een vierkant geordend. Bij elke pit hoort een draaiknop. De vier draaiknoppen liggen meestal op een rij (zie afbeelding 1.3



Figuur 1.9: Fornuis met pitten in een vierkant en knoppen op een rij.

). Wanneer men aan mensen vraagt, de draaiknop aan te wijzen waarmee bijvoorbeeld de pit rechtsachter bediend wordt, dan krijgt men wisselende antwoorden; mensen wijzen de eerste of de tweede knop van rechts aan. Dit is opvallend, want we bedienen per dag heel wat knoppen, schakelaars en andere bedieningsmiddelen en meestal kost het ons geen enkele moeite om te bedenken welk bedieningsmiddel bij welk produktonderdeel hoort. Met de pitten in een vierkant en knoppen op een rij lukt het echter niet, de pitten en knoppen zo te combineren dat vergissingen van de gebruiker worden vermeden (Chapanis, 1959).

Nog vervelender is het overigens, wanneer er wel een eenduidig verwachte relatie is, maar het ontwerp tegen deze verwachting in gaat. Een voorbeeld hiervan zou zijn,

wanneer een van de twee linker pitten met een van de twee rechter knoppen bediend zou moeten worden.

Bij het gangbare driepits-kooktoestel met zowel de knoppen als de pitten op een rij is de onduidelijkheid afwezig. Ergonomen spreken in deze situatie van 'positie-compatibiliteit', overeenstemming tussen de positionering van de knoppen en die van de pitten.

Terugkomend op de vierpits kookplaat, wat kan de ontwerper doen in antwoord op de ontbrekende eenduidigheid?

Een eerste mogelijkheid is het toevoegen van grafische aanduidingen, zoals in afbeelding 1.3 . Eigenlijk is dit het meest primitieve antwoord. De gebruiker heeft geen



Figuur 1.10: Grafische aanduiding van de relatie tussen knoppen en pitten op een vierpits kooktoestel.

ogen ter hoogte van zijn middel en zal nauwelijks profijt hebben van deze 'produktgrafiek'.

Een tweede mogelijkheid is, elke pit en de bijbehorende knop een gemeenschappelijk kenmerk te geven. Heeft de kookplaat bijvoorbeeld twee grote pitten en twee kleine, dan zou de bediening ook kunnen bestaan uit twee grote en twee kleine knoppen. Misschien zijn nog andere gemeenschappelijke kenmerken mogelijk, zoals vormdetails en kleur. Wanneer pannen op het fornuis staan, is deze 'codering' echter niet meer zichtbaar.

Een derde aanpak is het anders rangschikken van de knoppen, namelijk net als de pitten in een vierkant, zoals in afbeelding 1.3 .

Een vierde mogelijkheid is, de layout van de pitten aan te passen. De gangbare layout van vier pitten in een vierkant heeft een historische achtergrond; men kon vroeger moeilijk anders, met de hout- en kolengestookte kachels. Bij deze kachels werden de vier 'pitten' door dezelfde warmtebron verhit en was de vierkante layout nodig voor een gelijkmatige warmteverdeling. Bij gasfornuizen en elektrische kookplaten telt dit argument echter niet meer. Voor de vierkante layout pleit nog wel dat deze tot een compact fornuis leidt. Wanneer wat extra breedtebeslag echter geen bezwaar is, kan men voor een andere layout kiezen; bijvoorbeeld alle pitten naast elkaar op een rij (zie



Figuur 1.11: Een vierpits kooktoestel met de knoppen in een vierkant.

afbeelding 1.3). Men hoeft dan bovendien niet meer over de voorste pan te reiken om in de achterste te roeren, of de achterste pan over de voorste heen te tillen (met een aanzienlijke rugbelasting en kans op ongelukken).

Harder en zachter, linksom en rechtsom.

Een ander bedieningsprobleem bij fornuizen betreft de draairichting van de knoppen. Net als bij de waterkraan en de verwarmingskraan wordt de kraan van het gasfornuis linksom, tegen de klok in opgedraaid. Deze draairichting heeft een technische achtergrond. Een kraan wordt geopend door een as met schroefdraad naar buiten, de leiding uit te draaien. En schroefdraden worden over het algemeen zo gemaakt dat naar buiten draaien linksom, en naar binnen draaien rechtsom gebeurt.

De meeste mechanische, elektrische en elektronische apparaten worden echter rechtsom geopend, aangezet en harder gezet. Het contactslot van de auto en de volumeknop van de versterker zijn voorbeelden hiervan. Ook wat de meters van deze apparaten betreft zijn we gewend dat rechtsom 'meer' betekent; denk aan de snelheidsmeter in een auto.

Het is interessant dat mensen zowel voor de versterkerknop als voor de knop van het gasfornuis en de waterkraan steeds zonder nadenken de juiste draairichting kiezen. En dat terwijl veel mensen zich niet eens bewust zijn van de bovenbeschreven tegenstrijdigheid.

Maar hoe moet het nu met het elektrische kookplateau? Moeten we hier kiezen voor 'aan is tegen de klok in', om in overeenstemming te blijven met het koken op gas? Afbeelding 1.3 toont een apparaat met de laatstgenoemde bedieningswijze; een elektrisch fornuis dus, dat de bedieningsrichting van het gasfornuis imiteert. Of moeten we 'aan is met de klok mee' kiezen, omdat we met een elektrisch apparaat hebben te doen? Beide bedieningsrichtingen hebben hun eigen logica, maar bij moderne elek-

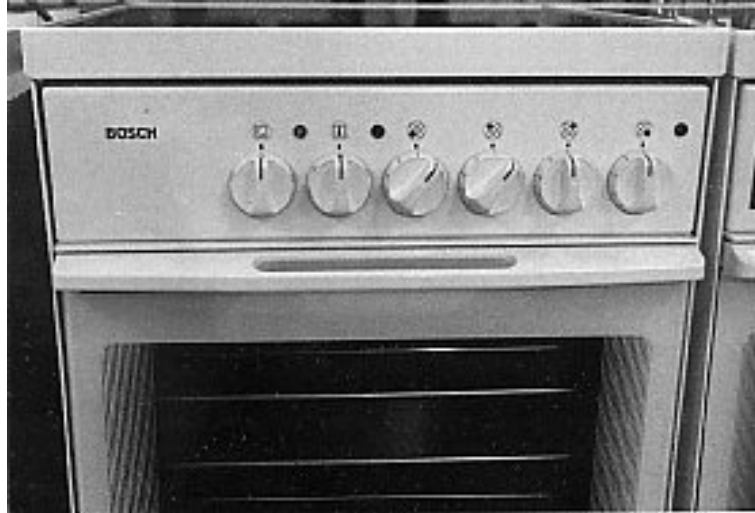


Figuur 1.12: Een vierpits kooktoestel met vier pitten op een rij.



Figuur 1.13: Bij dit elektrisch fornuis moeten de knoppen linksom worden gedraaid voor meer warmte.

trische kookplaten is 'met de klok mee aan' gebruikelijk (zie afbeelding 1.3).



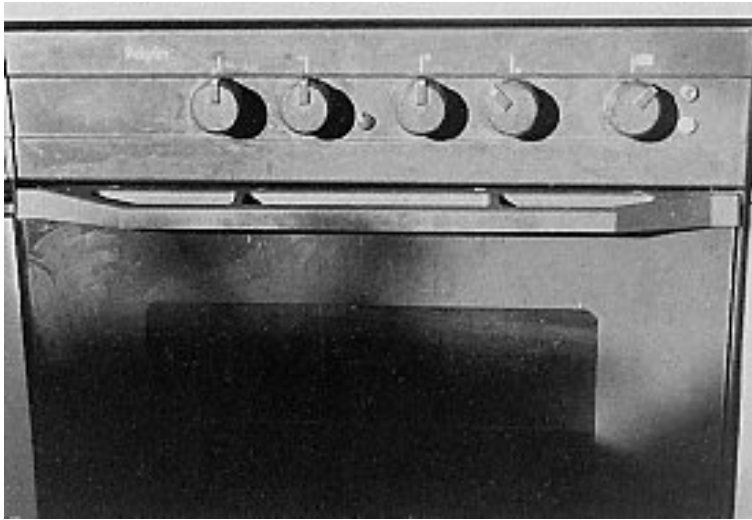
Figuur 1.14: Bij dit elektrisch fornuis moeten de knoppen rechtsom worden gedraaid voor meer warmte.

En dan is er nog de volgende verwarringsmogelijkheid. Sommige fornuizen hebben vier gaspitten en een elektrische oven. De knop van de oven volgt de 'elektrische' conventie en draait tegengesteld aan de andere vier knoppen (zie afbeelding 1.3). De kans op bedieningsfouten is dan ook groot, met name bij 'beginners' en bij mensen die vermoeid of afgeleid zijn. Zulke fouten kunnen vooral vervelend zijn als men denkt het apparaat te hebben uitgezet, maar het in tegendeel hoger heeft gezet.

Terugkoppeling

Dit leidt naar een volgend aspect van fornuizen: de informatie aan de gebruiker over de 'toestand' van het fornuis en de voortgang van het kookproces. Wanneer we aan het koken zijn, willen we bij voorkeur zonder enige moeite kunnen zien welke pitten aan zijn en hoe hoog, hoe gaar de aardappelen zijn en hoe bruin de ovenschotel is, zodat we indien nodig kunnen ingrijpen. We spreken in zo'n situatie van 'terugkoppeling': we sturen het (kook)proces bij op basis van informatie over de huidige toestand.

In welke vormen krijgt de gebruiker informatie over de 'huidige toestand'? Allereerst geeft het kookproces zelf informatie; de gebruiker hoort water koken, ziet waterdamp ontsnappen, ruikt een aangebrande lucht, voelt dat de aardappels nog hard zijn. In de tweede plaats geeft de gasuitstroom en -verbranding informatie: de gebruiker hoort en ziet het gas branden, voelt de hitte boven het fornuis of ruikt gas wanneer een pit openstaat maar niet brandt. Dit laatste is overigens mogelijk dankzij een bewuste toevoeging aan het aardgas, dat zonder deze toevoeging reukloos is; hier is om veiligheidsredenen dus een extra terugkoppeling gecreëerd. In de derde plaats geven de bedienings- en informatiemiddelen van het fornuis informatie: de gebruiker ziet dat knoppen in een



Figuur 1.15: Een gasfornuis met elektrische oven. De gasknoppen gaan linksom, de ovenknop rechtsom.

bepaalde stand staan, dat het licht in de oven aan is of dat een thermostaat een bepaalde oventemperatuur aanwijst.

Bij het ontwerpen van een nieuw fornuis zal de ontwerper systematisch moeten nagaan of het ontwerp in alle mogelijke situaties de gebruiker voldoende duidelijke terugkoppeling geeft. Hij moet bijvoorbeeld aandacht geven aan de vormgeving van de knoppen, zodat ook vanaf een afstand opvalt, dat een kraan open staat. Bij een elektrisch fornuis zijn extra maatregelen nodig, omdat de terugkoppeling hier gebrekiger is dan bij gasfornuizen (de gebruiker hoort en ziet geen gasvlam). Dat kan bijvoorbeeld door indicatielampjes, maar die moeten dan wel voldoende opvallend zijn. De ontwerper zou ook een geluidssignaal kunnen overwegen, bijvoorbeeld een zacht tikkend geluid. Een geluidssignaal heeft het voordeel, dat de gebruiker ook met de rug naar het fornuis toe merkt dat er nog een pit aan staat, maar wordt misschien wel als storend ervaren. Bovendien is zeker, dat zo'n signalering weliswaar de blinden, maar niet de slechthorenden zou baten.

Een extra probleem bij elektrisch koken is, dat de platen nog lang warm blijven nadat de elektriciteit is uitgeschakeld. Om veiligheidsredenen moet de gebruiker dan ook behalve informatie over de stroomtoevoer een temperatuurindicatie krijgen van de kookplaten. Er zijn inmiddels kookplaten met zo een voorziening.

Wanneer het fornuis en de oven voorzien worden van mogelijkheden om 'geprogrammeerd' een maaltijd te bereiden, dan brengt dit extra bedienings- en informatiefuncties met zich mee, die ook voldoende ergonomische aandacht behoeven. We zullen hier echter niet verder op ingaan.

Uit deze eerste kennismaking met de informationele ergonomie blijkt dat het bij een goed ontworpen fornuis niet alleen om zaken zoals de juiste afmetingen en eenvoudige reinigbaarheid gaat. Aandacht voor bediening en informatieverschaffing verhoogt het gebruiksgemak en de veiligheid. Vanzelfsprekend geldt dit ook voor veel andere producten in huis. De geluidsinstallatie, de TV en video (inclusief afstandsbediening), de

wasmachine, de telefoon en de stoppenkast zijn voorbeelden van produkten, waarbij de informationele ergonomie niet verwaarloosd mag worden.

Hoofdstuk 2

Produkten ter hand genomen

2.1 Manipulaties

In dit hoofdstuk wordt het woord 'handig' figuurlijk, maar ook zeer letterlijk genomen. Voor het verrichten van taken in de huishouding, op het werk en in de vrije tijd staat een grote verzameling handgereedschappen ter beschikking. Zijn al die ter hand te nemen producten wel optimaal afgestemd op de handen en armen die ze hanteren moeten? Om deze vraag te kunnen beantwoorden, is enige handen- en armenkennis noodzakelijk.

De armen en handen zijn evenals de benen en voeten te beschouwen als 'ledenketens'. Een ledenketen bestaat uit segmenten (leden) die elk onvervormbaar zijn, maar die ten opzichte van elkaar kunnen bewegen in de gewrichten. De arm begint in het schoudergewricht, dat verreweg het meest gecompliceerde gewricht in het lichaam is (Matsen, 1984). De arm heeft als eerste segment de bovenarm, die zijn stijfheid ontleent aan een langwerpige bot, het opperarmbeen. Het tweede segment is de onderarm, die twee evenwijdige botten bevat, de ellepijp en het spaakbeen. Daarna volgt een groot aantal kleine segmenten; de hand is anatomisch gezien nogal ingewikkeld. Vanuit de handwortelbeentjes strekken zich de middenhandsbeentjes uit en aan die middenhandsbeentjes zitten de vingers, die op de duim na elk weer uit drie segmenten met tussenliggende gewrichten bestaan.

Welke bewegingsmogelijkheden handen en armen hebben, wordt in belangrijke mate bepaald door de vorm van de gewrichten tussen de segmenten in. Gewrichten zijn er in verschillende soorten. Scharniergewrichten (zoals de elleboog en de knie) laten draaiing toe in slechts n vlak. Het onderbeen kan ten opzichte van het bovenbeen alleen naar voren en naar achteren zwenken. Zadelgewrichten laten draaiing in twee vlakken toe. De vingers kunnen bijvoorbeeld ten opzichte van de hand omlaag en omhoog buigen maar ook naar links en rechts draaien. Bolgewrichten laten draaiing in twee vlakken toe, maar ook verdraaiing rond de lengte-as van een segment. Het hoofd kan bijvoorbeeld naar voren en naar achteren buigen, naar links en naar rechts kantelen maar ook naar links en rechts draaien ten opzichte van de nek.

De ontwerper moet in twee opzichten met de menselijke bewegingsmogelijkheden rekening houden. In de eerste plaats moeten de bewegingen die het gebruik van een apparaat vergt de mogelijkheden niet overtreffen. Daarnaast moeten gewrichten zo veel mogelijk worden ingezet in het comfortabele middengebied van hun bewegingsmogelijkheden. Een gewricht in een extreme stand houden vraagt namelijk extra spierinzet tegen de rek van andere spieren en van gewrichtsbanden in.

Naast botten en gewrichten zijn twee andere belangrijke componenten van de ledenketen de gewrichtsbanden en de spieren. De gewrichtsbanden houden de segmenten rond een gewricht bij elkaar, maar beperken daarmee ook de bewegingsmogelijkheden in het gewricht. De spieren zijn de motoren van de ledenketen. Ze zijn met de uiteinden (de pezen) aan verschillende segmenten verbonden en kunnen, door samen te trekken, segmenten ten opzichte van elkaar bewegen of ten opzichte van elkaar in een vaste stand houden. Spieren kunnen alleen trekken en niet duwen, dus bij een heen- en weergaande beweging trekken tenminste twee spiergroepen afwisselend samen.

De opeenvolgende leden van de arm-hand ledenketen zijn bepaald niet gelijkwaardig. De keten begint met lange, grote botten (in de boven- en onderarm) en eindigt in kleine botjes (de vingerkootjes). De grote segmenten zijn vooral geschikt voor grote bewegingen en het zware werk. De kleinere segmenten zijn beter wanneer het om vlugge, kleine en precieze bewegingen gaat die weinig kracht kosten. Produktontwerpers moeten apparaten en hulpmiddelen dus zo ontwerpen, dat de relatief zwakke vingers zo veel mogelijk van het zware werk verschoond blijven maar juist ingezet worden wanneer het om snelheid en precisie gaat.

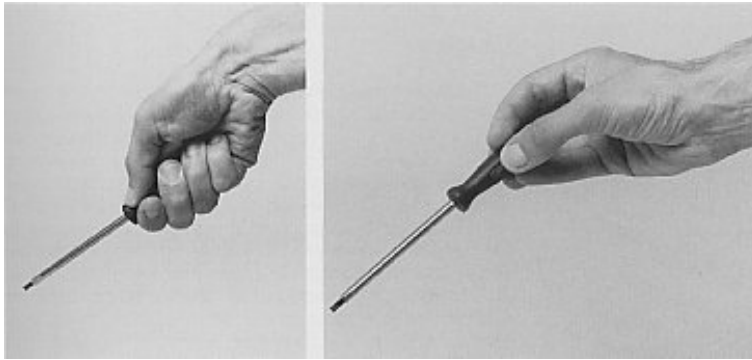
Drie manieren zijn te onderscheiden waarop de hand met voorwerpen omgaat. Ten eerste kan de hand een voorwerp aanraken zonder het te pakken. Een voorbeeld hiervan is het indrukken van een liftknop. De toepassingsmogelijkheden van deze manier van manipuleren zijn beperkt.

Ten tweede kan de hand voorwerpen omvatten. Het voorwerp ligt dan tegen de handpalm aan en twee of meer vingers sluiten zich er omheen. Voorbeelden hiervan zijn het hanteren van een hamer en het dragen van een koffer. Deze manier van grijpen is als 'krachtgreep' aan te duiden; er kan zo een flinke kracht uitgeoefend worden.

Ten derde kan een voorwerp tussen de toppen van de duim en een of meer andere vingers worden gepakt. Denk aan het bij het oor vasthouden van een koffiekopje of het draaien aan de volumeknop van een versterker. Deze manier van grijpen laat minder grote krachten toe, maar is bij uitstek geschikt voor nauwkeurige en snelle manipulaties. Het is vooral deze 'precisiegreep' die de mens tot zo 'handig' maakt.

Vaak worden voorwerpen niet uitsluitend op n van deze wijzen gehanteerd, maar afwisselend op beide manieren. Zo begint het opendraaien van een jampot met de krachtgreep die overgaat in een precisiegreep zogauw het deksel enigszins los zit omdat met de precisiegreep het deksel sneller is los te draaien. Ook schroevendraaiers worden op beide wijzen gehanteerd (zie afbeelding 2.1).

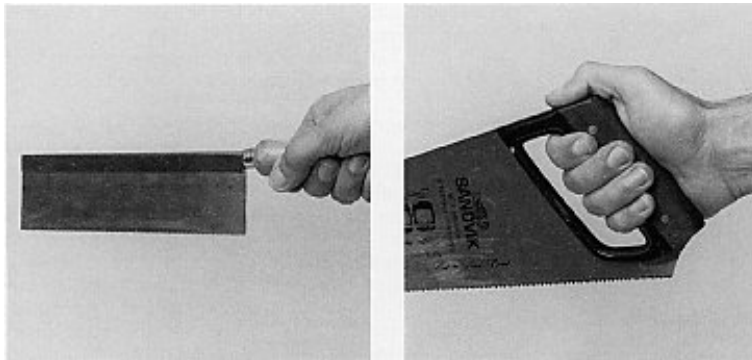
Bij de precisiegrip is het kunnen 'opponeren' van de duim essentieel, het draaien van de duim zodat deze zich tegenover de overige vingers bevindt. Er zijn apen die de duim enigszins kunnen opponeren. Dat zijn apen die op de grond leven, want voor de apen die in de bomen leven en zich aan de handen van tak tot tak slingeren is de 'krachtgreep' zo essentieel en veelgebruikt dat een precisiegreep niet tot ontwikkeling heeft kunnen komen. Echter geen enkele apensoort beheerst het opponeren van de



Figuur 2.1: Het hanteren van een schroevendraaier; links met de 'krachtgreep', rechts met de 'precisiegreep'.

duim zozeer als de mens. Misschien gaat Napier (1980) wat ver wanneer hij stelt dat het kunnen opponeren van de duim de meest cruciale aanpassing is in het verloop van de menselijke evolutie. Het belang van het kunnen opponeren blijkt echter wel wanneer men probeert de dagelijkse bezigheden zonder opponeren uit te voeren, met de duimen steeds naast en nooit tegenover de overige vingers.

Voor een goed begrip van het 'hanteren' moet nog n onderscheid worden genoemd, tussen 'wrijvingsgreep' en 'vormgreep'. Van wrijvingsgreep is sprake wanneer we een voorwerp in de hand houden en er krachten op overbrengen via wrijving. Dit is het geval bij het draaien aan een autostuur, het opendraaien van een jampot en het gebruiken van een zaag met handgreep in de zaagrichting (zie afbeelding 2.1). In al



Figuur 2.2: Het hanteren van zagen; links met 'wrijvingsgreep', rechts met 'vormgreep'.

deze gevallen oefenen we een kracht uit langs het oppervlak van het voorwerp. In de denkbeeldige situatie dat zo'n voorwerp zeer glad is, is het hanteren onmogelijk geworden.

Houden we daarentegen een voorwerp in de hand en oefenen we een kracht uit tegen het oppervlak ervan dan is er sprake van vormgreep. Dit is het geval wanneer we een koffer dragen of een zaag hanteren met een handgreep haaks op de zaagrichting (zie ook afbeelding 2.1). Voor ontwerpers is van belang dat vormgreep een duidelijke voorkeur heeft boven wrijvingsgreep wanneer het gaat om het uitoefenen van grotere

krachten. Bij het hanteren van gladde en natte voorwerpen geldt dit des te sterker.

Al met al blijken handen complex te zijn en op uiteenlopende manieren ingezet te worden. Hoe snel en gemakkelijk dat gaat, hangt mede af van het ontwerp van de te hanteren produkten.

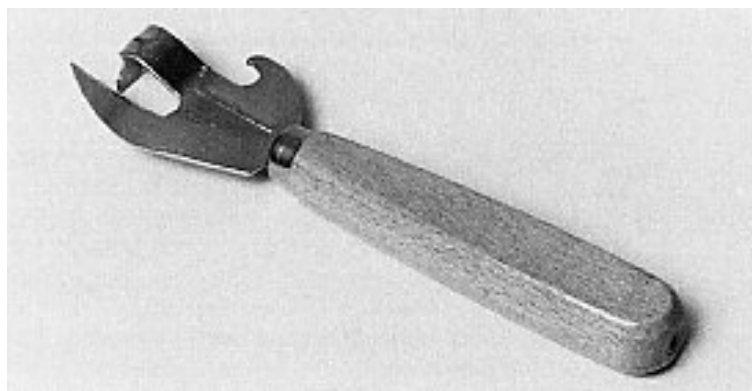
2.2 Handenkennis toegepast bij produkten.

De opener

In 1986 liet Konsumenten Kontakt onderzoeken hoe bruikbaar een aantal veelvoorkomende openers zijn voor ouderen (Steenbekkers, 1987/1 en 2). De aanleiding was de toenemende vergrijzing en het streven, ouderen zo lang mogelijk zelfstandig te laten wonen. De aan het onderzoek deelnemende ouderen hadden allemaal een blikopener thuis en meer dan de helft zei, wel eens problemen te hebben met het gebruik. De helft had een allesopener (o.a. voor het losdraaien van deksels). Ook dit produkt leverde problemen in het gebruik. Zo was de afstand tussen de handvatten voor n-derde van hen te groot. De deelnemers probeerden verschillende openers uit. Bij deze proef bleek vooral het losdraaien van deksels met de allesopeners problemen te geven. Behalve de afstand tussen de handvatten bleek ook de benodigde handkracht te groot te zijn.

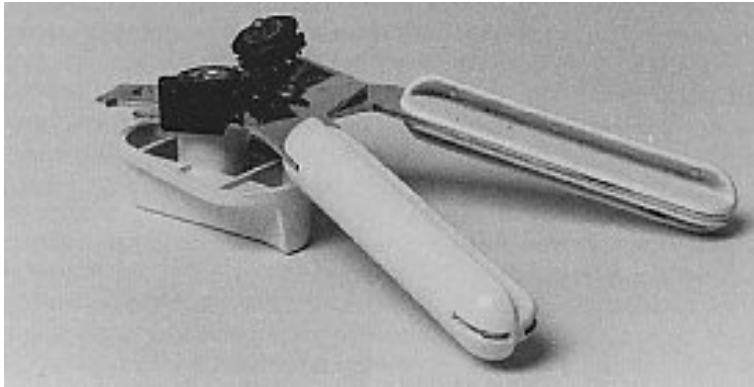
Het is verbazend moeilijk om van zulke produkten, waarvan zo veel varianten in de handel zijn, een uitvoering te vinden die voor de meeste gebruikers goed hanteerbaar is. Blijkbaar wordt de kennis die inmiddels voorhanden is nog onvoldoende in produkten toegepast. Bullinger (1984) laat zien, waar toepassing van 'handenkennis' toe kan leiden. We zullen enkele van zijn voorbeelden overnemen en aanvullen.

Twee veelvoorkomende typen handbediende blikopeners zijn die die met een wrikbeweging werken (zie afbeelding 2.2) en die welke met een snijwieltje werken (zie



Figuur 2.3: Een blikopener met een wrikbeweging.

afbeelding 2.2). Bij de eerste soort oefent n hand met de blikopener krachten uit



Figuur 2.4: Een blikopener met een snijwieltje.

op het blik. De andere hand moet het blik daarom tegen verschuiven en kantelen vasthouden. Vooral mensen met kleine handen kunnen grotere blikken alleen op wrijving vasthouden. Dit terwijl handen en voorwerpen in de keuken vaak nat en vetzig zijn. Er is dan een hele kans dat het blik uit de hand schiet en de gebruiker zich aan de snijrand of de opener bezeert. De conclusie is, dat dit soort blikopeners niet is aan te bevelen, zelfs al zou de blikopener zelf optimaal aan de hand zijn aangepast.

De blikopener met het snijwieltje wordt tweehandig gebruikt. De bij het openen optredende krachten spelen 'binnen' de blikopener (tussen het snijwieltje en het contrawieltje) en het blik hoeft daarom niet vastgehouden te worden. Het eerdergenoemde probleem met het vasthouden van grotere blikken speelt hier dus niet.

De hantering van de blikopener zelf is als volgt te optimaliseren. De afstand en dikte van de poten moeten geschikt zijn voor mensen met kleine handen. Is de afstand te groot, dan kunnen zij de poten niet met de krachtgreep tussen de vingers en de handpalm vasthouden. Ze moeten de poten dan tussen de vingers en de duim pakken, oftewel overgaan op de zwakkere precisiegreep. De lengte van de poten wordt door de grootste handen bepaald; de blikopener is niet prettig te hanteren wanneer de poten ergens onder de handpalm eindigen.

Dankzij de kleine zijwaartse knik in de poten van de blikopener (zie afbeelding 22) heeft de hand extra ruimte tussen de blikopener en het blik. Ook hier dienen de 'extremen' maatgevend te zijn, in dit geval de grote hand en het blik met een grote diameter. De draaiknop van dit ontwerp heeft een speciale vorm, om afglijden van de vingers te voorkomen. De draairichting is altijd met de klok mee: de duim ligt boven en duwt.

Links- en rechtshandigen

Zijn er gebruikers die ook met zo'n doordacht ontwerp het blik dooperwten moeilijk open krijgen? Afgezien van mensen met specifieke handicaps vormen de linkshandigen een belangrijke groep. Bij de bovenbeschreven blikopener wordt n hand statisch ingezet terwijl de andere een reeks draaibewegingen moet uitvoeren. Dat laatste gaat het beste met de meest vaardige hand; voor linkshandigen de linkerhand. De blikopener

laat dat echter niet toe. Is dit een aanwijzing dat de linkshandigen een 'vergeten gebruikersgroep' vormen?

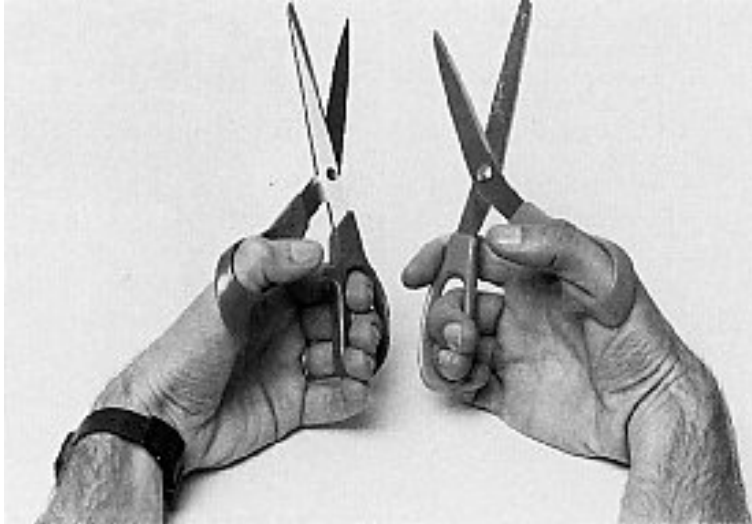
Het gebruik van de rechter- en de linkerhand heeft in uiteenlopende culturen symbolische betekenis gekregen en is met waardeoordelen verbonden. Iemand met twee linkerhanden kan beter geen automonteur worden, zelfs als hij linkshandig is. Het latijnse 'sinistra' (links) heeft nu een negatieve klank. Het Engelse 'dexterous' (behendig) heeft 'dextra' (rechts) als oorsprong. In landen zoals India en Indonesië is het een grote fout, met de linkerhand eten te beroeren of iets aan te reiken; mensen daar gebruiken hun linkerhand nadat ze hun behoefte hebben gedaan.

De cijfers achter de waardeoordelen zijn als volgt. Uit een onderzoek onder Amerikaanse militairen bleek acht procent linkshandig te zijn. Dit cijfer hangt mede af van de bezigheid: sommige mensen schrijven bijvoorbeeld links-, en tekenen rechtshandig. Het percentage is overigens het resultaat van aanleg en van opvoeding. Wanneer beïnvloeding door de opvoeding zou ontbreken zou volgens een schatting het percentage linkshandigen zelfs vierendertig zijn. Volledige afwezigheid van elke beïnvloeding is echter ondenkbaar. De beïnvloeding is deels zelfs in 'vaste vorm', in de produkten die ons omringen, zoals de blikopener.

Werken mensen met de andere dan de voorkeurshand, dan is de werksnelheid negentig tot vijftig procent van die van de voorkeurshand. De grote spreiding van dit percentage hangt samen met de ingewikkeldheid van de taken. Bij het aandraaien van een moer op een bout ligt dit percentage bijvoorbeeld op vierentachtig, bij het uit papier uitknippen van een bepaald patroon op tweenvijftig (Konz, 1985). Overigens zijn mensen niet alleen handiger, maar ook sterker aan hun voorkeurszijde. Zo is bij rechtshandigen de rechterarm ongeveer tien procent sterker dan de linker. Dit krachtverschil speelt in de ontwerppraktijk geen rol van betekenis. Het is klein in vergelijking met krachtverschillen tussen personen. Het behendighedsverschil daarentegen mag in veel toepassingen niet vergeten worden.

Hoe kan de ontwerper met links- en rechtshandigheid rekening houden? Een eerste mogelijkheid is, van elk 'rechtshandig produkt' een linkshandige versie te ontwikkelen. Zo komen tekentafels voor technisch tekenwerk voor in rechts- en linkshandige varianten. Hetzelfde is het geval bij scharen (zie afbeelding 2.2). Eigenlijk moet deze oplossing slechts toegepast worden als het niet anders kan. De producent heeft een verdubbeling van zijn assortiment met een geringe groei van zijn omzet (tenzij zijn concurrenten alleen rechtshandige produkten maken en hij dus van een gat in de markt profiteert). Voor de consument betekent deze aanpak extra uitgaven. Een huishouden met links- en rechtshandigen heeft bijvoorbeeld meer scharen nodig dan een huishouden met alleen rechtshandigen.

Een tweede aanpak is, het produkt eenvoudig aanpasbaar te maken aan links- en rechtshandigheid. Bij de boormachine in afbeelding 2.2 bedient de voorkeurshand de greep met de schakelaar. De greep voor de andere hand, op de foto naar beneden afgebeeld, kan zowel naar de linker- als naar de rechterzijde worden gedraaid. Een ander voorbeeld vindt men bij sommige videocamera's, waarvan de 'viewfinder' naar links en rechts geklapt kan worden, zodat de camera zowel ter rechter- als ter linkerzijde van het hoofd gehouden kan worden.



Figuur 2.5: Rechts- en linkshandige scharen.



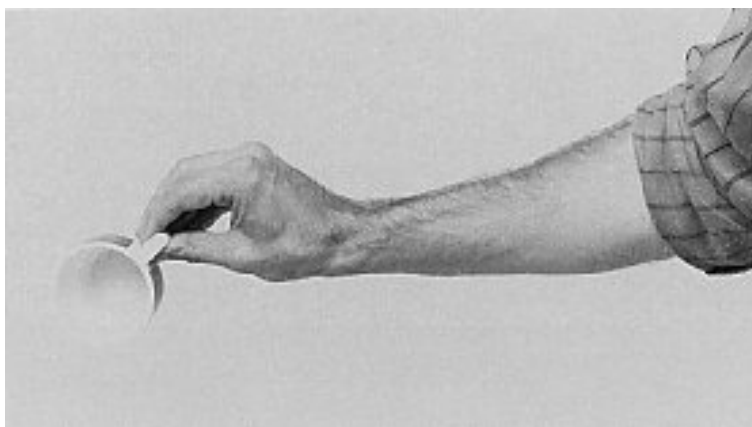
Figuur 2.6: Boormachine met greep voor de 'tweede hand' die aan de linkerzijde en aan de rechterzijde gezet kan worden.

De meest gunstige (maar niet altijd realiseerbare) aanpak is echter, 'onzijdige produkten' te ontwerpen, produkten die zich door links- en rechtshandigen even goed laten gebruiken. Het volgende voorbeeld gaat hierop in.

Links- en rechtshandig schenken met het schenkkannetje

Schenkkannetjes hebben over het algemeen aan n zijde een greep en aan de tegenoverliggende zijde een schenktuit. Dit is een voorbeeld van de laatstgenoemde aanpak; het produkt is 'onzijdig' en laat zich linkshandig en rechtshandig op identieke wijze gebruiken.

We laten linkshandigheid even buiten beschouwing en optimaliseren de kan voor rechtshandigen; wat voor verandering levert dit op? De manier waarop mensen een koffiekopje leegschenken geeft een aanwijzing: rechtshandigen doen dit door de hand linksom te kantelen (zie afbeelding 2.2) en niet door de hand voorover omlaag te

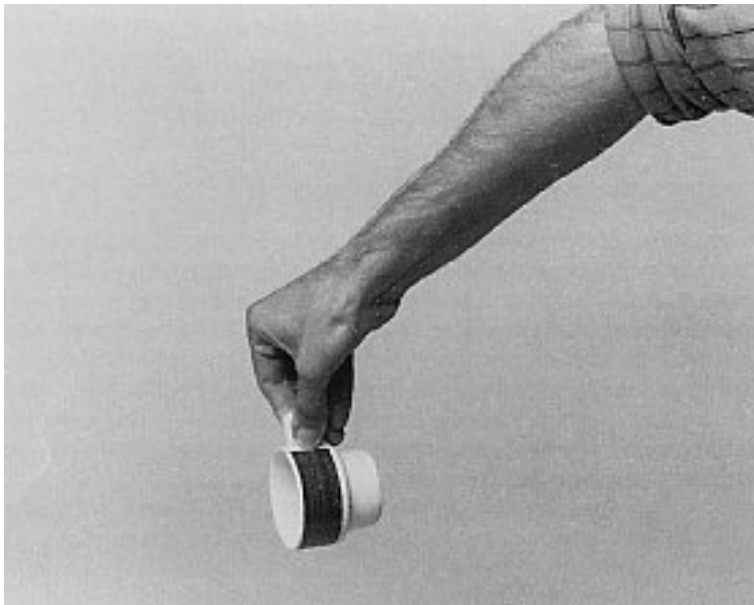


Figuur 2.7: Een koffiekopje leegschenken door de hand linksom te kantelen.

draaien (zie afbeelding 2.2). Dit komt door de verschillen in bewegingsmogelijkheden in de hand-arm keten. De rechterhand kan zonder moeite meer dan negentig graden rond de lengte-as linksom kantelen, dankzij de twee evenwijdige botten in de onderarm, die als het ware om elkaar heen draaien. De hand kan echter duidelijk minder dan negentig graden voorover draaien. Om een kopje of kan op deze wijze leeg te schenken, moet de schouder aanvullend kantelen en wordt de elleboog opgetild. De conclusie is dat extra spieren en gewrichten ingezet worden, wanneer de schenktuit zich tegenover de greep bevindt. Echter, een tuit op een betere plaats voor rechtshandigen, links van de greep, maakt de kan voor linkshandigen onbruikbaar.

Wat is echter tegen een schenkan met twee schenktuiten; n links en n rechts van de handgreep? Wanneer de tuit een vervorming van de rand van de kan is en niet een toegevoegd onderdeel, dan hoeft het produkt er niet duurder door te worden.

Wrijvings- en vormgrip bij de handmixer



Figuur 2.8: Een koffiekopje leegschenken door de hand voorover omlaag te draaien.

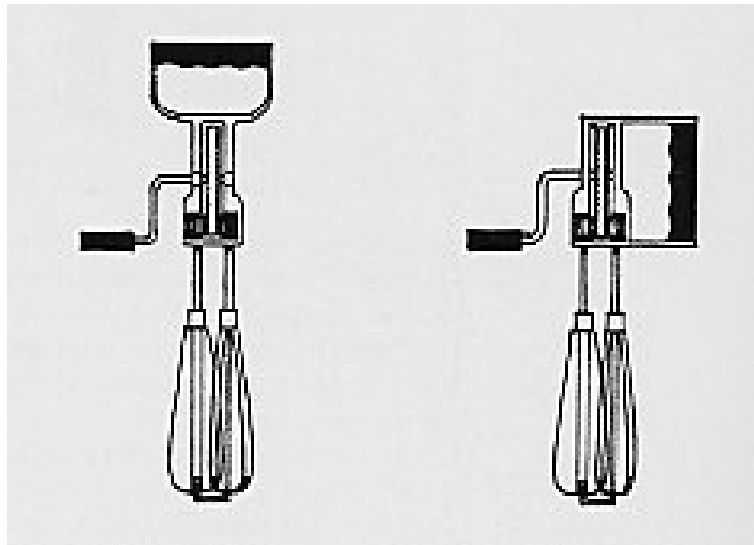
Twee gebruikelijke uitvoeringen van handmixers zijn weergegeven in afbeelding 2.2. Bij deze apparaten draait de voorkeurshand aan een zwengeltje. De andere hand moet het apparaat goed in te mixen etenswaar houden en moet het apparaat stilhouden tegen de draaibewegingen in. Problemen doen zich met name bij deze hand voor. Een verticale cilindrische handgreep (rechts in afbeelding 27) maakt het moeilijk, het apparaat stil te houden tegen de zwengelbewegingen in. De handgreep heeft de neiging, in de hand om de lengte-as te draaien. Dit kan alleen voorkomen worden door wrijving tussen de hand en de greep, dus met 'wrijvingsgrip', een vorm van grijpen die ongunstig is wanneer kracht wordt geleverd.

De horizontale cilindrische greep van het linker apparaat in afbeelding 27 verruult het ene voor het andere probleem. De greep biedt 'vormgrip' tegen de zwengelbeweging. Het stilhouden van het apparaat in de etenswaar vergt echter wel wrijvingsgrip: het apparaat heeft de neiging, rond de lengte-as van de handgreep te draaien.

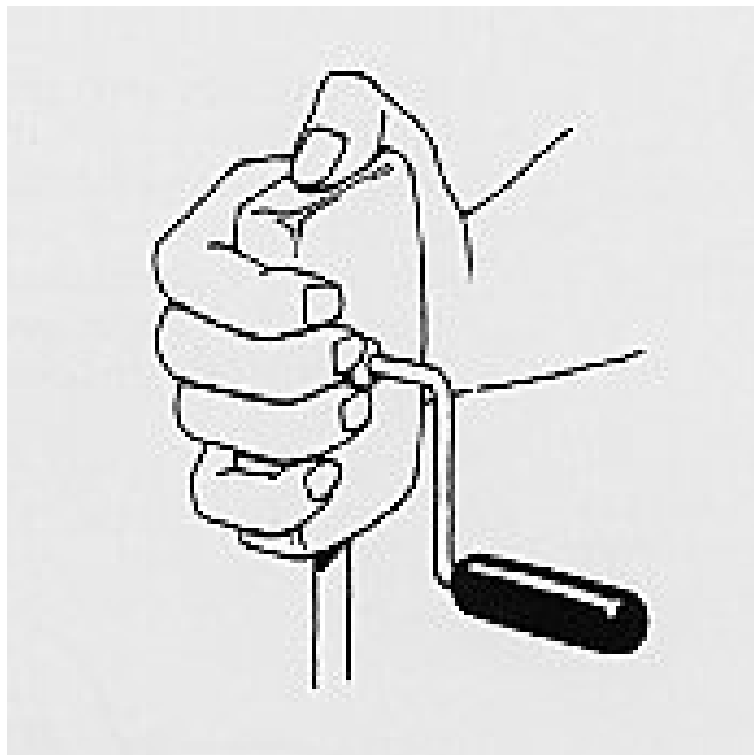
Afbeelding 2.2 toont een verbeteringsvoorstel. De handgreep is tevens de behuizing voor de tandwieloverbrenging. De behuizing is min of meer rechthoekig, waardoor het apparaat met vormgrip tegen de zwengelbeweging in stilgehouden kan worden.

Onder- en bovenhands gebruik van de tang

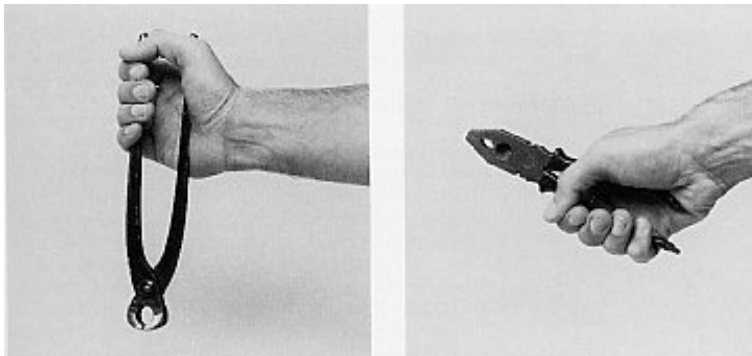
Tangen kunnen onder- en bovenhands gebruikt worden (zie afbeelding 2.2). Onderhands gebruik komt vooral bij grotere tangen en zwaarder werk voor, zoals bij het uittrekken van spijkers met een nijptang. De nijptang wordt over de buitenzijde van een van de twee bekken gekanteld, waardoor van een grote hefboomwerking wordt geprofiteerd. Omdat de handpalm in het verlengde van de onderarm tegen de tang duwt, doen vooral de sterke armspieren het zware werk. Het polsgewricht staat hierbij in een



Figuur 2.9: Een handmixer met een verticale cilindrische greep en een handmixer met een horizontale cilindrische greep.



Figuur 2.10: Een handmixer met verticale n horizontale vormgrip.

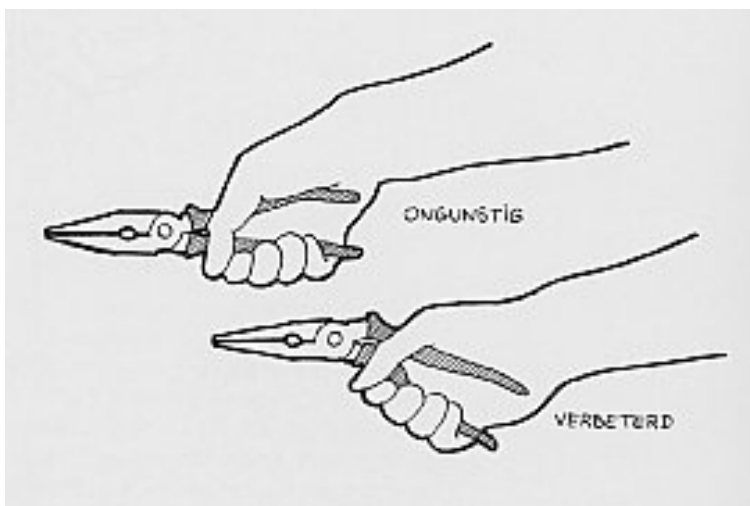


Figuur 2.11: Gebruik van tangen; links onderhands, rechts bovenhands.

neutrale, gunstige stand. Ook de inzet van de vingers is gunstig: de zwakke pink (die weinig bij te dragen heeft) bevindt zich dicht bij de as van de tang, de sterkere vingers liggen verder van deze as en profiteren dus van een langere hefboom.

Voor precisiewerk is onderhands gebruik echter minder geschikt. De vingers kunnen de tang zo namelijk niet nauwkeurig sturen; de sturing moet vanuit de pols, elleboog en schouder komen. Bovendien bevindt het vast te pakken voorwerp zich onder de hand en de tang. Het zicht erop is dus gebrekkig.

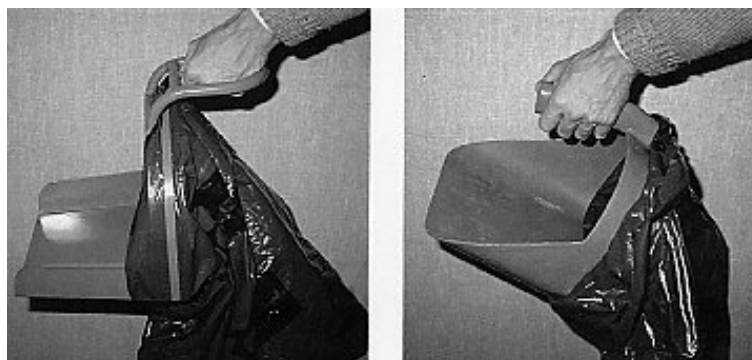
Wordt de tang bovenhands gebruikt dan is deze een goed stuurbaar verlengstuk van de vingers geworden. De bek van de tang ligt goed in het zicht en is dicht bij de ogen dan bij onderhands gebruik. Een nadeel van bovenhandse hantering is dat de hand naar voren gedraaid moet worden om de tang naar voren te richten. De pols komt dan in een extreme, ongunstige stand te staan. Dit probleem is te verhelpen door de vorm van de tang aan te passen. Uit afbeelding 2.2 blijkt de verbeterde polsstand.



Figuur 2.12: De polsstand bij een verbeterde vorm van de tang.

Het NS stofblik: voor hanteerbaarheid herontworpen.

Personeel van de Nederlandse Spoorwegen gebruikt een specifiek stofblik om de treinen te reinigen. De naam 'stofblik' dekt de functie slecht; het wordt vooral gebruikt om er afval- en asbakken in leeg te kiepen. De oude versie (afbeelding 2.2) gaf hand-



Figuur 2.13: Links het oude NS 'stofblik', rechts het nieuwe. Het zwaartepunt ligt beter onder de hand en het gewicht is verlaagd.

en armklachten. Het is een stofblik met een boog er overheen, geheel van staal. Rond deze boog kan, met een klemband, een vuilniszak worden bevestigd. Uit de afbeelding blijkt, dat het zwaartepunt van het stofblik met de eraan hangende, vaak zware zak vr de pols ligt. De spieren rond de pols moeten dus voortdurend aangespannen zijn om het voorover kantelen van het stofblik te voorkomen.

Wanneer spieren worden ingezet en aangespannen zonder dat dit met beweging gepaard gaat, spreekt men van 'statische' spierarbeid. Bij 'dynamische' spierarbeid daarentegen gaat de spierinzet wl met beweging gepaard. Een voorbeeld kan het verschil verduidelijken. Een wielrenner verzet dynamische spierarbeid met de benen. De nekspieren (die voortdurend het hoofd overeind houden ten opzichte van het voorovergebogen bovenlichaam) verrichten echter statische spierarbeid. Omdat bij statische spierarbeid de spieren voortdurend zijn aangespannen, doorbloeden deze slechter dan bij dynamische spierarbeid. Hierdoor is de aanvoer van 'brandstoffen' en de afvoer van 'afvalstoffen' slechter. Dit effect treedt al op wanneer de uit te oefenen kracht slechts 15 procent is van de maximale kracht van de betrokken spieren (Rohmert, 1960; Bolijn, 1983). Statische spierarbeid is een belangrijke bron van lichamelijke klachten. Ontwerpers moeten dan ook extra op hun hoede zijn wanneer de door hen ontworpen produkten statische spierarbeid vergen. Daarbij komt dat ontwerpers de statische spierarbeid gemakkelijk over het hoofd zien, juist omdat deze niet met beweging gepaard gaat.

Verbetering van het stofblik moest dan ook op vermindering van de statische spierarbeid worden gericht. In een herontwerp (zie afbeelding 2.2) is staal door polyester vervangen en is de handgreep ten opzichte van het stofblik naar voren verplaatst, zodat het zwaartepunt van het blik met de eraan hangende zak nu onder de handgreep ligt. Beide maatregelen verminderen de statische spierarbeid en maken het hulpmiddel meer geschikt voor de handen die er mee moeten omgaan.

Hoofdstuk 3

Het kantoor

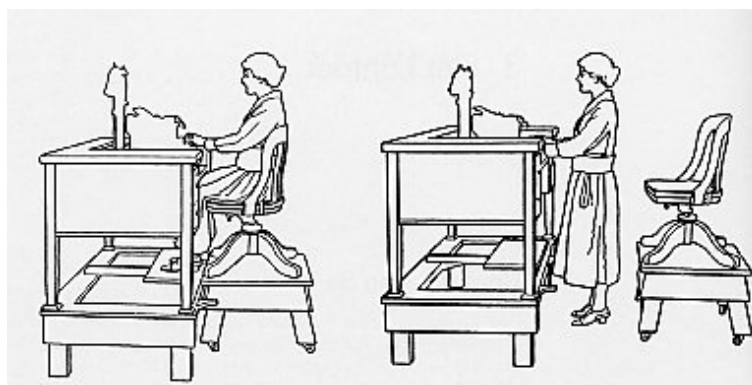
3.1 De status van de 'zitters'

Wie op kantoor werkt, is iemand van aanzien. Zo was het althans tot in de tweede helft van de vorige eeuw. Administratieve banen waren er relatief weinig. Ze vergden vaardigheid in lezen, schrijven en rekenen en waren alleen al daardoor aan een selecte groep voorbehouden. De mechanisatie en de toename van de handel en de publieke diensten in de vorige eeuw veranderden deze situatie. De hoeveelheid administratief werk nam toe en de hoeveelheid 'informatiebewerkers' groeide ten opzichte van de 'materiaalbewerkers'. Forty (1986) beschrijft hoe het doorsnee kantoorwerk gelijktijdig in inhoud en aanzien devalueerde. Veel administratieve processen werden in kleine stukjes opgedeeld en verdeeld over verschillende mensen die ieder hun kleine stukje veelvuldig herhaalden. Zulke 'kortcyclische' taken kunnen relatief gemakkelijk geanalyseerd en geoptimaliseerd worden, en dat gebeurde dan ook. Men deed dit middels 'time-and-motion studies', in navolging van de Amerikaan Frederick Taylor, die dit soort onderzoek vanaf circa 1880 in de industrie had uitgevoerd. Het rigoureuze hanteren van zulke analyses teneinde de productie te verhogen, wordt nog steeds -met negatieve bijklank- aangeduid met de term 'Taylorisme'.

Deze aanpak was ook van invloed op het ontwerp van kantoormeubilair. Het traditionele meubel bevatte een grote hoeveelheid bergruimte en bood de klerk een zekere afscherming van de omgeving. Op de toen moderne kantoorwerkplekken werd de hoeveelheid bergruimte daarentegen geminimaliseerd, om de doorstroming van documenten door de organisatie te bevorderen en de op de werkplek aanwezige hulpmiddelen te beperken tot het noodzakelijke minimum. Dat minimum kon dan niet zoek raken temidden van minder essentiële zaken. Ook de afscherming van de omgeving verdween om de weg vrij te maken voor een beter toezicht door de chef.

Afbeelding 3.1 toont een kantoormeubel uit die tijd, waaraan zowel staand als zittend gewerkt kon worden. Van dit meubel is vooral de motivatie karakteristiek: afwisselend zittend en staand werken werd aanbevolen omdat het de productie zou verhogen.

Deze ontwikkelingen lijken het begin te zijn van de kantoorergonomie. Ze speelden



Figuur 3.1: Een kantormeubel waaraan zowel staand als zittend kan worden gewerkt.

zich immers net als de ergonomie af binnen de driehoek 'mensen-taken-middelen'. Bij nadere beschouwing mag hier toch nog niet van ergonomie worden gesproken, omdat het Taylorisme zich eenzijdig bezighield met produktieverhoging, terwijl de ergonomie (volgens een omschrijving van de Nederlandse Vereniging voor Ergonomie) streeft naar 'het zodanig ontwerpen van gebruiksvoorwerpen, technische systemen en taken, dat de veiligheid, de gezondheid, het comfort en het doeltreffend functioneren van mensen worden bevorderd'. Op het werk staat de ergonomie dus niet zijdig ten dienste van de werkgever noch van de werknemer, maar probeert een situatie te scheppen waarin de belangen van beiden gediend zijn.

Wie door ergonomische vakboeken en -tijdschriften bladert, merkt dat een flink deel van die literatuur aan de kantoorergonomie is gewijd. De belangrijkste onderwerpen zijn het meubilair, de omgevingsfactoren (met name de verlichting en het klimaat) en de (informatieverwerkende) apparaten. In dit hoofdstuk komt het kantormeubilair aan de orde. Hoofdstuk 4 gaat in op het inmiddels belangrijkste apparaat op kantoor: de computer. Andere ook interessante onderwerpen zoals kantoorverlichting, communicatiehulpmiddelen, fotocopierapparaten en kantoorbewegwijzering komen vanwege de beschikbare ruimte in dit boek niet aan de orde.

3.2 Zittend werken.

De rug staat centraal.

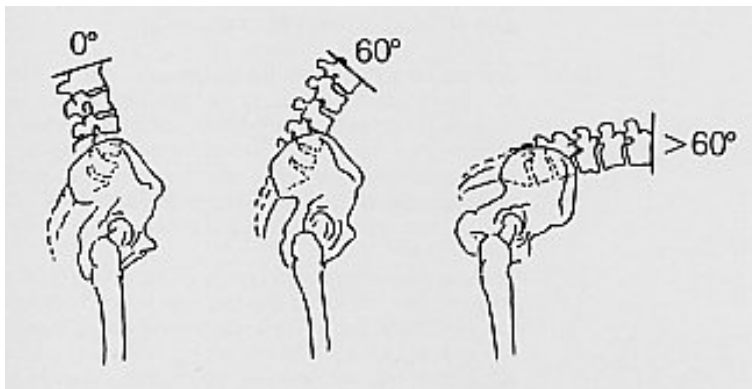
Kantoorwerk is meestal zittend werk en pijn in de rug is de meestvoorkomende fysieke klacht hierbij. Zo constateerde Grandjean rugklachten bij 57% van de mensen die veel lees- en schrijfwerk doen. Van de mensen die met beeldschermen werken, bleek zelfs 84 procent zulke klachten te hebben. Vandaar dat de preventie van deze klachten door goed ontworpen kantormeubilair en -hulpmiddelen steeds veel aandacht van ergonomen heeft gekregen. De vakliteratuur staat er vol van en soms maken

ergonomen zich zelfs zorgen, dat ergonomie zich in de ogen van de buitenwereld uitsluitend met deze problemen bezighoudt.

Om iets van de problemen rond het 'zittend werken' te begrijpen, is enige kennis nodig van de 'bouw' van de mens en met name van de wervelkolom. De kolom heeft het bekken als basis en loopt door tot in de nek. Tussen de vierentwintig wervels bevinden zich de tussenwervelschijven. Elke tussenwervelschijf kan een klein beetje vervormen, maar omdat het er zo veel zijn, kan de wervelkolom in zijn geheel flinke bewegingen maken. Het zijn vooral de tussenwervelschijven in de lage rug die het naar voren en achteren buigen mogelijk maken. Tevens zijn ze de meest kwetsbare punten van de rug.

De wervelkolom van de staande mens maakt een flauwe S-bocht. Het lage deel van de rug is hol; deze holle vorm noemt men de 'lumbale lordose'. Over de achtergrond van de S-vorm bestaan verschillende theorieën. Misschien is deze vorm een overblijfsel van de viervoetige voorgangers van de mens; de mens is rechtop gaan lopen maar de konstruktie van de wervelkolom is niet helemaal mee-geevolueerd. Anderen stellen dat de S-vorm ons juist als tweevoeters goed van pas komt. De wervelkolom is dankzij de kromming namelijk beter in staat, schokken en stoten in verticale richting 'inverend' op te vangen (Lindh, 1984). Wat ook de achtergrond is, de S-vorm is de 'natuurlijke' vorm van de wervelkolom en leidt tot een gelijkmatige belasting van de lage tussenwervelschijven.

Bij het zitten maken de bovenbenen een bijna haakse hoek met het bovenlichaam. Ongeveer zestig graden resulteren uit draaiing van de bovenbenen ten opzichte van het bekken (zie afbeelding 3.2). De spieren aan de onderzijde van de bovenbenen



Figuur 3.2: Achterover kantelen van het bekken bij een zithoek van negentig graden.

belemmeren een verdere verdraaiing. De resterende dertig graden worden gevormd door achterover kantelen van het bekken (Keegan, 1953). Omdat het bekken de basis is van de wervelkolom, kantelt deze mee en verdwijnt de lumbale holte. De rug toont dan een doorlopende bolling. De tussenwervelschijven in de lage rug worden hierbij in een wigvorm gedwongen en zijn ongelijkmatig belast. Bovendien ligt het zwaartepunt van het bovenlichaam dan verder vóór de lumbale wervelkolom. Dit alles leidt ertoe dat de tussenwervelschijven in de lage rug zwaarder belast worden; ongeveer anderhalf maal zo zwaar als in een rechtop staande houding (Lindh, 1984). Zit men bovendien voorover gebogen of naar opzij gedraaid dan verdubbelt de belasting ten opzichte van

staan. Nog ongunstiger wordt het wanneer het werken in zulke houdingen ook nog gepaard gaat met het tillen van gewichten, zoals bij lokettisten die zware pakketten moeten aannemen, of bij onderhoudsmonteurs die op een slecht bereikbare plaats in een machine een onderdeel moeten uitwisselen.

Men kan zittend de holle vorm van de lage rug herstellen door de rugspieren extra aan te spannen en 'rechttop' te gaan zitten. Hierdoor kantelt het bekken weer voorover. Omdat de rugspieren dan voortdurend extra werk moeten verzetten, is deze zithouding niet ontspannen en al snel vermoeiend.

De holle vorm kan echter ook hersteld worden met een steun in de lage rug tegen het achterover kantelen van het bekken (Corlett, 1984). De rugleuning is dan ook een essentieel bestanddeel van de kantoorstoel. Omdat de rugleuning met name bij de lage rug steun moet bieden, is een vlakke rugleuning die tot de schouders doorloopt zinloos. Een rugleuning die tot de schouders doorloopt kan wel extra comfort bieden, maar dan moet deze rugleuning ter plekke van de lage rug een extra bolling (lumbaalsteun) hebben, die er voor zorgt dat de zittende persoon primair in de lage rug gesteund wordt.

Zijn dit nog stoelen te noemen?

Sommige ergonomen vinden de gewone stoel met lumbaalsteun geen echt bevredigende oplossing voor het 'zitprobleem'. Ze stellen dat de ongeveer loodrechte hoek tussen de bovenbenen en het bovenlichaam geen natuurlijke houding vertegenwoordigt en dat bij deze houding de spijsvertering en ademhaling niet optimaal kunnen functioneren doordat de buik niet voldoende ruimte heeft. Deze overwegingen hebben geleid tot afwijkend zitmeubilair en 'alternatieve' manieren van zitten.

Zo heeft men voorgesteld om de zitting enkele graden naar voren te laten aflopen, zodat de bovenbenen schuin naar beneden staan en de hoek tussen het bovenlichaam en de bovenbenen groter dan gewoonlijk is. Ook zijn zittingen voorgesteld die vrij kunnen kantelen van vijf graden naar achteren tot vijf of zelfs vijftien graden naar voren (Bendix, 1984; Mandal, 1976 en 1981). Echt bevredigend zijn deze oplossingen niet, want de gebruiker neigt door de aflopende zitting uit de stoel te glijden en kan dit alleen tegengaan door zich met de voeten schrap te zetten. Dit laat de gebruiker weinig variatie in de stand van de benen en is op den duur bovendien vermoeiend (Hnting, 1972).

Nog een stap verder gaat de 'kniestoel' (zie afbeelding 3.2). Deze heeft een nog sterker naar voren aflopende zitting. De hoek tussen de bovenbenen en het bovenlichaam is daardoor meer dan honderdtwintig graden. Een lumbaalsteun is niet nodig, omdat bij deze hoek het bekken niet achterover kantelt en de wervelkolom ook zonder ruggesteun zijn S-vorm behoudt. Steunen voor de knien en schenen voorkomen dat de gebruiker naar voren glijdt. Verschillende onderzoekers constateerden inderdaad een verbetering van de rughouding, maar tevens een aantal nadelen ten opzichte van de conventionele stoel (Molenbroek, 1981; Drury, 1985). Zo zitten de benen in een 'dwanghouding'; varieren van de beenstand is niet mogelijk. Bovendien wordt de druk op de knien en schenen na enige tijd pijnlijk. Deze nadelen wegen het zwaarst voor zware en grote mensen. Ook is het opstaan en zittengaan omslachtiger dan bij de gewone kantoorstoel.



Figuur 3.3: Een kniestoel.

De conclusie is, dat de kniestoel de gewone stoel niet kan vervangen. Wel zou het, met name voor mensen met rugklachten, goed kunnen zijn de gewone zithouding en die op de kniestoel af te wisselen. En dat vraagt eigenlijk om een zitmeubel dat op beide manieren kan worden gebruikt.

Een ander weinig gangbaar meubel is de 'stasteun' (zie afbeelding 3.2). De stas-



Figuur 3.4: Een stasteun.

teun biedt een houding halverwege zitten en staan. De benen zijn gestrekt en dragen het grootste deel van het lichaamsgewicht. De stasteun fungeert als een soort 'derde been', draagt een deel van het lichaamsgewicht en zorgt voor stabilisatie van de houding. Een stasteun kan uitkomst bieden wanneer staan te vermoeiend is en zitten te weinig bewegingsvrijheid biedt of het kracht zetten met de armen belemmert. Potentiele gebruikers zijn bijvoorbeeld automonteurs, tandartsen, leraren en winkelpersoneel. Afbeelding 3.2 laat een stasteun als 'straatmeubilair' zien. Voor oudere mensen voor wie het overeind komen uit een zithouding inspannend is, kan zo'n stasteun het wachten op de bus verlichten.

Rugleuning verstellen brengt heel wat met zich mee

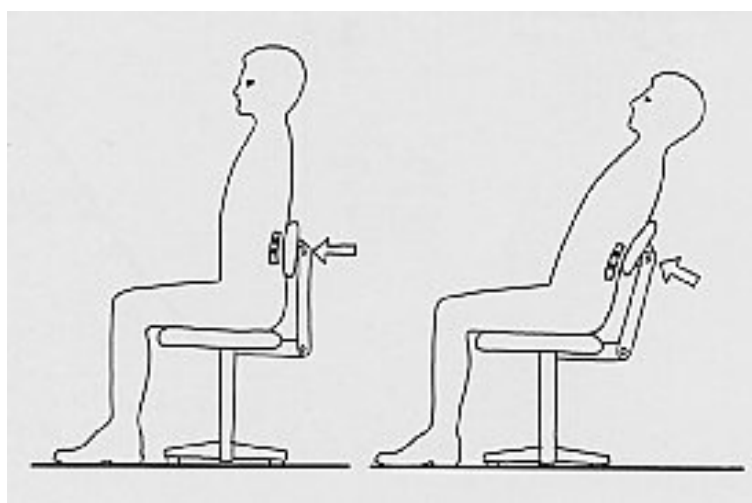
Terugkomend op de 'gewone' kantoorstoel, zou de schuinstand van de rugleuning verstelbaar moeten zijn? Bij werkzaamheden zoals schrijven en typen heeft een vrij



Figuur 3.5: Een stasteun bij de bushalte.

rechte zithouding de voorkeur. Bij nadenken, een gesprek voeren of telefoneren is wat meer achterover zitten tegen een hoge rugleuning prettig. Voor kantoorstoelen die voor beide soorten werkzaamheden worden gebruikt is een verstelmogelijkheid van de hoek van de rugleuning dan ook wenselijk, bijvoorbeeld tot ongeveer twintig graden achterover (Ponsioen, 1982). De constructieve invulling van deze wens blijkt echter heel wat met zich mee te brengen.

Ten eerste moet de lumbaalsteun in alle standen de lage rug steunen. Het draaipunt van de rugleuning moet daartoe vlak onder het punt liggen waar het bekken op de zitting steunt. Technisch is het veel gemakkelijker, het draaipunt achter de rugleuning aan te brengen. De lumbaalsteun steunt de rug dan echter op een te hoog punt wanneer de rugleuning achterover is gekanteld (zie afbeelding 3.2).



Figuur 3.6: Een kantoorstoel met het draaipunt van de rugleuning-verstelling op de verkeerde plaats.

Ten tweede is bij een hoekverstelling van de rugleuning een hoekverstelling van de zitting nodig. Wanneer immers de rugleuning schuin achterover staat maar de zitting horizontaal is, neigt de gebruiker naar voren te glijden (Snijders, 1984). Men zou hiertegen de zitting van een zeer stroeve bekleding kunnen voorzien. Het onderuit glijden wordt dan voorkomen, maar de broek of rok 'trekt' dan langs de benen. Beter is het om ook de zitting wat meer achterover te kantelen. Bij sommige kantoorstoelen kunnen de zitting en de rugleuning daartoe onafhankelijk van elkaar schuin gezet worden. De gebruiker moet dan wel zelf de juiste combinatie van twee hoeken vinden. Andere stoelen bieden een fraaiere, maar duurere oplossing, een 'synchro-mechanisme' dat bij elke rugleuningstand de zitting onder de juiste, bijbehorende hoek zet (Ponsioen, 1982).

Is de voorrand van de zitting te hoog, dan worden de bovenbenen aan de onderzijde afgekneld. De bloedcirculatie wordt hierdoor gehinderd en de gebruiker krijgt 'slapende' benen. Een te lage zitting is ook niet prettig, want dan worden de bovenbenen niet meer ondersteund. Bij verstelling van de schuinstand van de zitting moet de voorrand van de zitting daarom ongeveer op dezelfde hoogte blijven. De derde constructieve opgave is dan ook, het draaipunt van de zitting zo dicht mogelijk bij de

voorrand van de zitting te brengen (Ziegler, 1982).

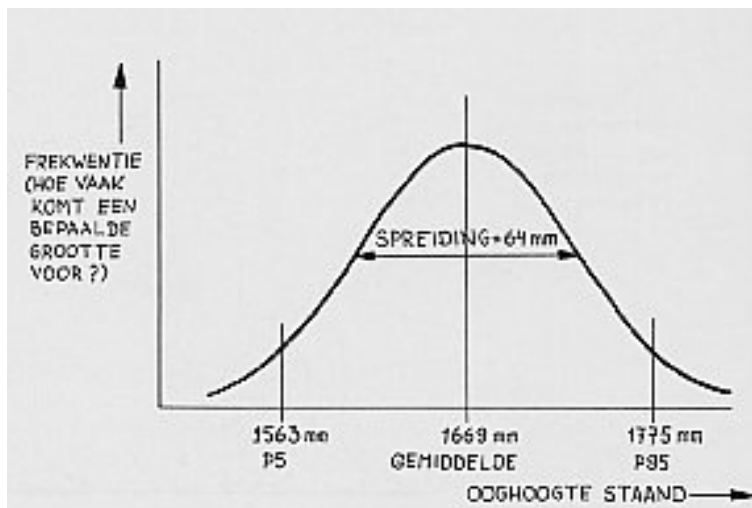
Al met al blijkt een goede rugleuning-verstelling heel wat met zich mee te brengen. Het zal mede van de gebruiksduur, de taken en de behoeften van de gebruiker afhangen, of de prijs daarvoor betaald wordt.

3.3 Kantoormeubilair en de menselijke maat

Hoe varieren de menselijke afmetingen?

Verstel mogelijkheden van kantoormeubilair zijn nodig omdat taken en werkhoudingen varieren, maar ook omdat de lichaamsafmetingen van de gebruikers uiteenlopen. Hoe mensen kwa afmetingen varieren (of in vaktaal: hoe lichaamsafmetingen 'verdeeld' zijn) wordt onderstaand beschreven. Daarna wordt vastgesteld wat dit voor het kantoormeubilair betekent.

Wanneer men een bepaalde lichaamsafmeting van een groep mensen meet en de resultaten grafisch weergeeft, dan blijkt steeds een klokvormige grafiek te ontstaan. Deze klokvormige verdeling noemt men de 'normale verdeling'. Afbeelding 3.3 toont



Figuur 3.7: De verdeling van de ooghoogte van staande mannen.

bijvoorbeeld de verdeling van de ooghoogten van staande volwassen Nederlandse mannen. De horizontale as geeft de ooghoogte weer. De verticale as geeft weer hoe vaak de verschillende ooghoogten voorkomen. De top van de grafiek geeft de meest voorkomende ooghoogte weer. Deze ooghoogte komt overeen met de gemiddelde ooghoogte. Uit de vorm van de grafiek blijkt dat relatief veel mensen een min of

meer gemiddelde ooghoogte hebben. Hoe meer een bepaalde ooghoogte (of andere lichaamsafmeting) afwijkt van het gemiddelde, hoe minder deze voorkomt.

Nederlandse volwassenen kunnen kwa ooghoogte tientallen centimeters van elkaar verschillen. Nemen we alle west-europeanen dan blijken de waarden nog meer uit elkaar te liggen. De klokvormige grafiek is in dat geval breder dan die van alleen de Nederlanders. Men spreekt dan van een grotere 'spreiding'.

Een ander belangrijk begrip in verband met lichaamsafmetingen is de 'percentiel'. De percentiel geeft de grenswaarde aan, waaronder een bepaald percentage van de mensen valt kwa lichaamsafmeting. Een voorbeeld: tien procent van de volwassen Nederlandse vrouwen heeft een lichaamslengte van minder dan 157 cm. Ergonomen zeggen dan: 'de P10 (tiende percentiel) lichaamslengte is 157 cm'. Of met een omgekeerd voorbeeld, 'de P95 (vijfennegentigste percentiel) ooghoogte van staande volwassen Nederlandse mannen is 177 cm' wil zeggen, dat vijfennegentig procent van hen een ooghoogte heeft van minder dan 177 cm. De P5 betreft dus een relatief kleine, en de P95 een relatief grote lichaamsafmeting.

Weet men het gemiddelde en de spreiding van een lichaamsafmeting, dan kan men vrij gemakkelijk elke percentielwaarde berekenen.

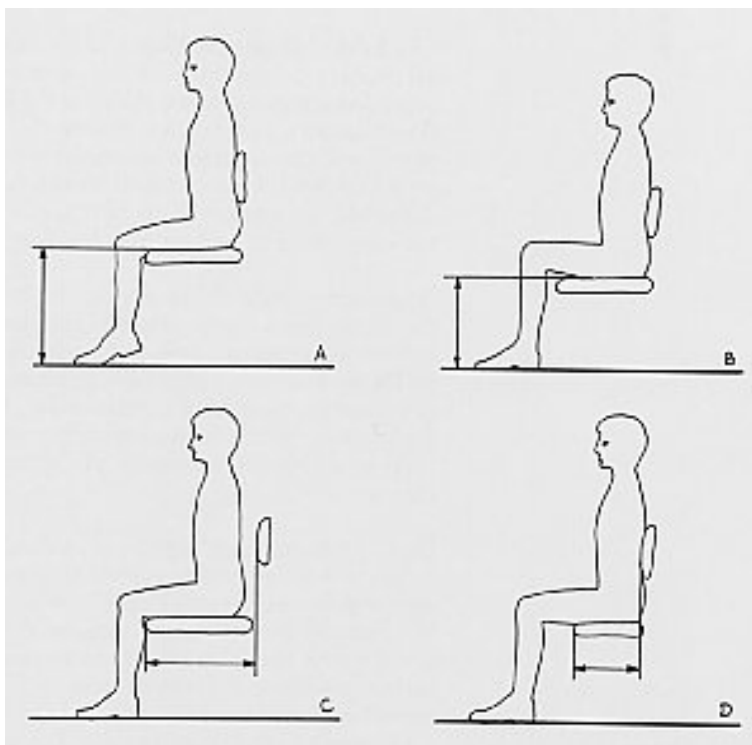
Voor ontwerpers zijn lichaamsafmetingen (uitgedrukt in gemiddelde, spreiding en percentielen) belangrijke ontwerpgegevens. Deze gegevens zijn te vinden in tabellen. Betreffende Nederlanders zijn dergelijke gegevens te vinden in de 'DINED-tabel' (Molenbroek, 1986). Specifieke toepassingen brengen soms speciale metingen met zich mee. Zo werd de lichaamslengte van Engels treinpersoneel inclusief de uniformpet bepaald; terecht wanneer men van hen verlangt dat zij de pet tijdens de dienst dragen (Andrew, 1972). Een voorbeeld van een specifieke groep Nederlanders waarvan afzonderlijke antropometrische gegevens beschikbaar zijn, zijn de bejaarden (Molenbroek, 1984). Een voorbeeld van het rekenen met dergelijke gegevens, ten slotte, wordt gegeven door Dirken (1984).

Een kantoorstoel op maat

Wat betekent dit alles nu voor de maatvoering van kantoormeubilair? In de navolgende tabel staan de belangrijkste meubilairmaten die aangepast moeten zijn aan menselijke afmetingen. Ook geeft de tabel weer, welke klachten zich vooral voordoen wanneer de aanpassing slecht is. Afbeelding 3.3 illustreert een aantal punten uit deze tabel.

De ontwerper moet zich hierbij afvragen, hoe intensief mensen van het meubilair gebruik maken. Is het gebruik niet intensief, dan kunnen voor de afmetingen van het meubilair 'compromismaten' gezocht worden. Dit is bijvoorbeeld zo bij kantinemeubilair. Gaat het om een intensief te gebruiken meubel zoals de kantoorstoel, dan zijn op verschillende punten maatvarianten, instelmogelijkheden of verstelmogelijkheden gewenst.

Of een compromismaat acceptabel is hangt ook af van de spreiding van de desbetreffende lichaamsafmeting. De hoogte van de vijfde lendewervel ten zichte van het zitvlak (zie punt 3 in de tabel) vertoont een geringe spreiding; de P5 en P95 verschillen slechts circa vijf centimeter. Veel ergonomen vinden daarom dat verstelbaarheid van de



Figuur 3.8: Enkele knelpunten bij stoelen.

lumbaalsteun-hoogte, ook bij intensief te gebruiken meubilair, niet nodig is en dat een compromishoogte voldoet (Ponsioen, 1982; Akerblom, 1969). Als compromis neemt men de gemiddelde hoogte van de vijfde lendewervel. In de concept-versie van een Nederlandse norm betreffende kantoormeubilair (NEN 1812, 1987) wordt overigens wél een verstelbereik geëist, van vier centimeter.

Meubelafmeting:	Menselijke maat:	Klachten wegens verkeerde meubelmaat
1. Hoogte zitting-voorrand	Knieholtehoogte	te hoog: afklemming bloedvaten in knieholte, slapende benen (zie afb. 41 a.) te laag: bovenbenen staan schuin omhoog. Druk op zitvlak en voetzolen vermoeiend. Evt. lage rug niet meer 'hol', op den duur rugklachten (zie afb. 41 b.)
2. Zittingdiepte	Bil-knieholte-diepte	te groot: gebruiker komt niet tegen rugleuning. Geen lumbale steun, vermoeidheid, op den duur rugklachten (zie afb. 41 c.) te klein: bovenbenen minder ondersteund. Druk op zitvlak en voetzolen eerder vermoeiend (zie afb. 41 d.)
3. Hoogte voorste punt lumbaalsteun	Hoogte 5 ^e lende-wervel t.o.v. zitvlak	te hoog of te laag: geen effectieve steun voor lage rug, bolle i.p.v. holle lage rug geeft vermoeidheid, op den duur rugklachten.
4. Hoogte armsteun	- Elleboog-zitvlak-hoogte	te hoog: belemmert armbewegingen; hinderlijke druk op ellebogen. te laag: bieden geen armsteun tenzij gebruiker ingezakt (met kromme rug) gaat zitten.
5. Breedte tussen de armsteunen	Heupbreedte	te ruim: armsteun niet aan twee zijden tegelijk effectief bruikbaar; scheef hangen. te krap: gebruiker zit klem tussen armsteunen, geen houdingvariatie mogelijk.
6. Werkvlak-hoogte	Bovenbeendikte en elleboog-zitvlakhoogte	te hoge bovenzijde: met opgetrokken schouders en onderarmen schuin omhoog werken; schouder- en nekkklachten. te lage onderzijde: bovenbenen zitten klem tussen zitting en werkvlak. Geen houdingvariatie mogelijk.

Ook de breedte tussen de armsteunen (punt 5 uit de tabel) wordt meestal niet verstelbaar gemaakt. In dit geval zou het verkeerd zijn het compromis op de gemiddelde heupbreedte te baseren. De helft van de gebruikers zou dan niet tussen de armleuningen passen. Met andere woorden, een te kleine afstand tussen de armleuningen is veel ongunstiger dan een te grote. Men kiest daarom bijvoorbeeld voor een tusse-nafstand van 45 cm (overeenkomend met de P95 heupbreedte van de vrouw; de P95 man is smaller). Slechts vijf procent van de vrouwen komt dan nog breedte tekort. De smalste gebruikers hebben hierbij wel een ver uiteenliggende ondersteuning van de armen. Men kan het compromis ook elders leggen, bijvoorbeeld bij de P99 heupbreedte van de vrouw (47,4 cm). Dan is de tussenruimte voor slechts n procent van de vrouwen te klein, maar is de bruikbaarheid van de armsteunen voor smalle mensen verder afgenomen.

Ook bij de zittingdiepte (punt 2 uit de tabel) ligt het compromis niet in het midden. De gevolgen van een te grote zittingdiepte zijn veel ernstiger dan van een te kleine (Akerblom, 1969; Branton, 1969). Liever de bovenbenen onvolledig ondersteund dan de lumbaalsteun niet goed bruikbaar. De gebruiker met korte bovenbenen is hier dus maatgevend. Men kan bijvoorbeeld van de P5 bil-knieholte diepte van de vrouw (44 cm) uitgaan en de zittingdiepte nog wat kleiner kiezen, zodat voor haar nog wat ruimte overblijft in de knieholte.

Bij de voorgaande drie stoelmaten blijkt een acceptabel compromis dus in n geval op de gemiddelde gebruiker gebaseerd te worden, in het tweede geval op de grote gebruiker en in het derde geval op de kleine. Voor de zittinghoogte van kantoorstoelen daarentegen kan geen compromismaat gekozen worden. Een te hoge zitting geeft afkelling van de bloedvaten, een te lage geeft rugklachten. Bovendien is de spreiding in knieholte-hoogten groot. Een verstelmogelijkheid is daarom nodig.

De P5 knieholtehoogte van de vrouw is 36 cm, de P95 van de man is 50 cm. Men zou, rekening houdend met een hakhoogte van 3 cm, een verstelbereik vanaf 39 tot 53 cm boven de vloer kunnen voorstellen. Voor vijf procent van de vrouwen is de zitting dan in de laagste stand nog te hoog, voor vijf procent van de mannen nog te laag in de hoogste stand. Wil men de stoel van P1 vrouw tot P99 man kunnen verstellen, dan moet de zittinghoogte niet over 14 cm maar over 17 cm kunnen worden gevarieerd. Dit kan een duurdere constructie, bijvoorbeeld met een langere gasveer, met zich meebrengen. Zelfs de keuze van een verstelbereik is zodoende een compromis; niet zozeer tussen de belangen van grote en kleine gebruikers, maar tussen de belangen van de gebruikers en de kosten.

Overigens speelt bij de keuze van verstelmogelijkheden nog een afweging: of de verstelmogelijkheden in de praktijk effectief gebruikt zullen worden. Goede bereikbaarheid en bedienbaarheid van de verstelmechanismen en goede voorlichting verhogen de kans op effectief gebruik. Minder noodzakelijke verstelmogelijkheden kunnen echter beter weggelaten worden.

Elke stoel is blijkbaar de resultante van een groot aantal afwegingen. Om toch tot enige mate van standaardisatie te komen, heeft de overheid (als veruit de grootste bureaustoelen-inkoper in Nederland) de 'Werkgroep Aankoop Specificatie bureaustoelen' ingesteld (Voskamp, 1986). Enkele fabrikanten hebben stoelen op de markt gebracht volgens specificatie van deze werkgroep (zie bijvoorbeeld afbeelding 3.3). Ook heeft deze specificatie als basis gediend voor de al eerder genoemde NEN-norm betreffende kantoormeubilair (NEN 1812, 1987).



Figuur 3.9: Een stoel volgens de specificaties van de 'Werkgroep Aankoop Specificatie bureaustoelen'.

Het werkblad

Een goede stoel voorkomt geen rugklachten wanneer het werkblad verkeerd is uitgevoerd. Uit punt 6 in de tabel blijkt dat het blad niet te hoog moet zitten, want dan werkt men met de onderarmen omhoog en met opgetrokken schouders. De statische spierarbeid bij deze houding is vermoeiend en kan op den duur schouder- en neklachten geven. Een te laag werkblad geeft echter ook problemen; de bovenbenen hebben dan onvoldoende ruimte tussen zitting en werkblad. Ook kan het tot een gebogen, ingezakte werkhouding leiden. Overigens bepaalt de uit te voeren taak mede de optimale hoogte; voor beeldschermwerk (inclusief het bedienen van een toetsenbord) ligt het optimum lager dan voor lees- en schrijfwerk.

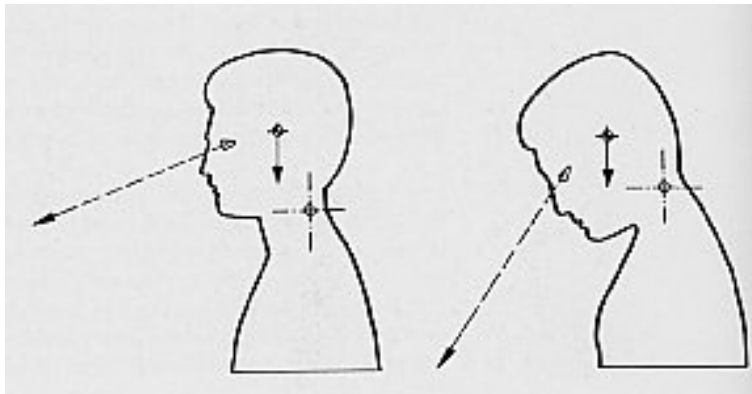
Het is niet zo moeilijk, een compromis-werkbladhoogte te kiezen bij een vaste zittinghoogte. Hoe moet het echter wanneer de zittinghoogte verstelbaar is, zoals we al eerder aanbevelen? In zo'n situatie moet het werkblad zo hoog zijn dat de grote gebruiker (die de zitting hoog zet) nog voldoende ruimte tussen zitting en werkblad overhoudt voor de bovenbenen. Voor een kleine gebruiker (die de zitting laag zet) is de bovenzijde van het werkblad dan echter duidelijk te hoog.

Sommige fabrikanten bieden daarom werktafels aan die in hoogte instelbaar zijn, bijvoorbeeld met behulp van vulstukken. Ook zijn er werktafels die met een zwengel of elektromotor verstelbaar zijn. Verstelbaarheid is echter alleen zinvol wanneer dezelfde werktafel afwisselend door mensen van verschillende afmetingen gebruikt wordt.

Een andere oplossing is de voetensteun: kies de werkbladhoogte zo dat deze voor grote gebruikers acceptabel is, en biedt de kleine gebruikers een voetensteun, zodat ze de zitting ongeveer op dezelfde hoogte kunnen zetten als de grote gebruikers zonder voetensteun. Zo'n voetensteun moet dan wel tot een hoogte van 19 cm versteld kunnen worden (den Buurman, 1985). De grootste tekortkoming van veel bestaande voetensteunen is, dat ze een te klein oppervlak hebben en de voeten daardoor aan n plek binden. Voor voldoende houdingsvariatie is een voetensteun met een breedte van 50 cm en een diepte van 35 nodig.

Bij dit alles is de werkvladdikte ook van belang. De bovenzijde van het werkvlak mag niet te hoog en de onderzijde niet te laag zijn. Hoe dunner het werkvlak is, hoe gemakkelijker dus een acceptabel compromis is te vinden. Bij beeldschermwerk gaat het overigens om de dikte van het werkblad inclusief die van het toetsenbord dat er bovenop staat (Life, 1984). Op deze 'ergonomische behoefte' wordt inderdaad ingespeeld door fabrikanten. Zowel de werkbladen als de toetsenborden worden steeds dunner.

Uit het voorafgaande zou de indruk kunnen ontstaan dat alleen arm- en beenafmetingen van belang zijn voor het meubilair. De positie van de ogen is echter ook belangrijk (Snijders, 1977). De ogen kunnen, ten opzichte van het 'recht vooruit kijken', slechts ongeveer 18 graden omlaag draaien. Wanneer het werk dwingt tot schuiner omlaag kijken, dan moet het hoofd voorover kantelen (zie afbeelding 3.3). Het zwaartepunt van het hoofd komt dan verder voor de nek te liggen. De spieren aan de achterzijde van de nek moeten dan extra aangespannen worden om het hoofd in deze stand stil te houden. Deze statische spierarbeid kan leiden tot neklachten en hoofdpijn.



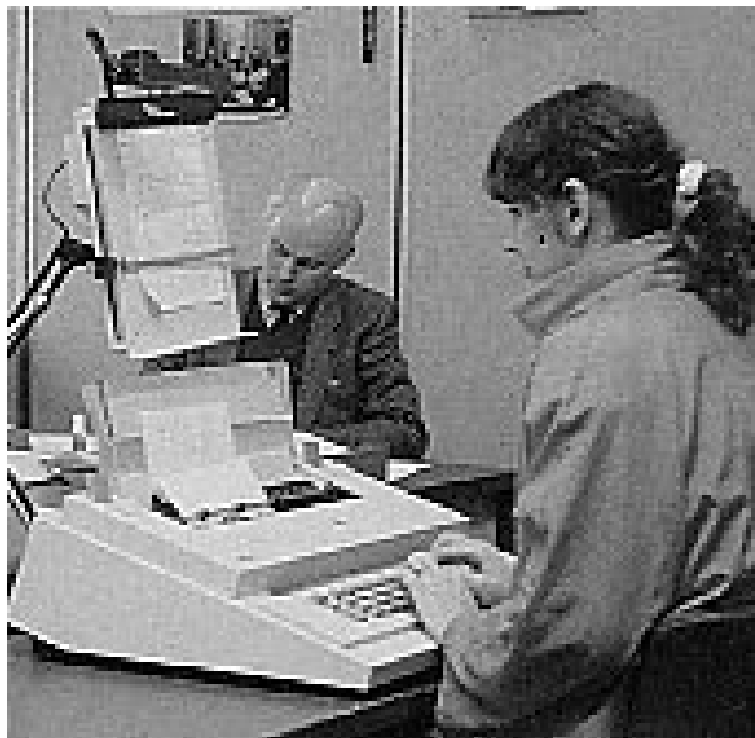
Figuur 3.10: Statische spierarbeid om het voorovergebogen hoofd overeind te houden.

Het kijkdoel schuin zetten geeft een aanmerkelijke verbetering. Gaat het om tekstverwerking, dan is een vlak onder 75 graden met de horizontaal het gunstigst. De plaatsing ten opzichte van de handen is in dit geval van ondergeschikt belang; de handen zijn vooral met het toetsenbord in de weer. Lessenaars waarop de te verwerken tekst gunstig geplaatst kan worden, heten 'concepthouders' (zie afbeelding 3.3). Van een concepthouder heeft men overigens het meeste profijt wanneer men blind kan typen (en dus niet frekwent naar het voor de ogen ongunstig laag gelegen toetsenbord hoeft te kijken). Zo beschouwd helpt blindtypen rug- en nekklachten te voorkomen.

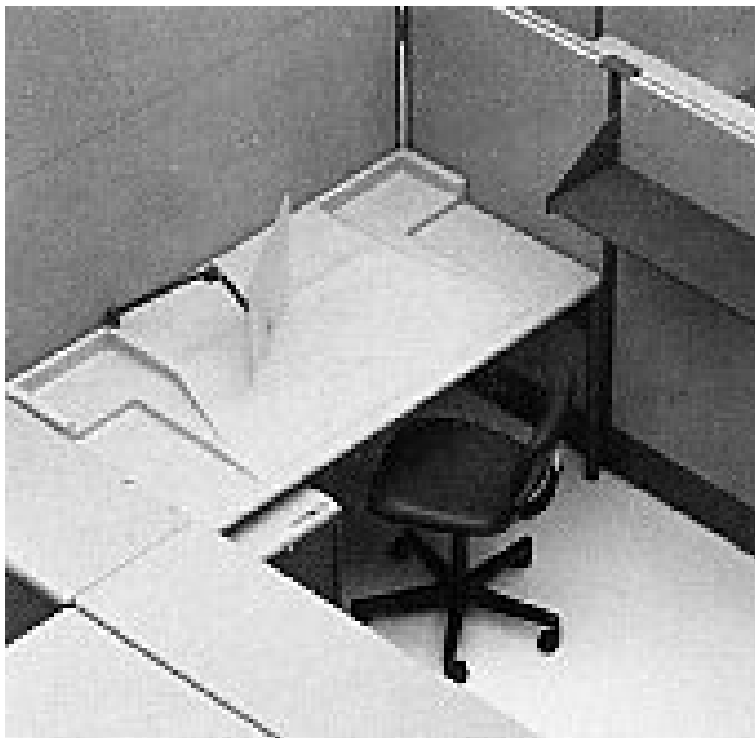
Bij schrijfwerk is een veel geringere helling van het werkvlak gewenst, namelijk van 12 tot 15 graden (NPR 1813, 1987). De plaats van het papier is dan een compromis tussen de eisen van de ogen en die van de handen. Ook deze beperkte helling blijkt al een duidelijke houdingsverbetering te geven. Is het oppervlak stroef dan glijden papieren niet weg. Voor het neerzetten van allerlei spullen blijven echter horizontale vlakken nodig rondom het schuine werkvlak.

Deze uitgangspunten zijn door Dul e.a. (1981) in samenwerking met Ahrend vertaald in een bureau met een deels hellend werkvlak (zie afbeelding 3.3). Dit bureau is het proefstadium niet ontgroeid. Wel zijn er opzetlessenaars op de markt, die weggezet kunnen worden bij taken waarvoor een volledig horizontaal werkvlak nodig is. Echter ook deze komen nog betrekkelijk weinig voor. Een gedeeltelijke verklaring kan zijn dat sommige kantoorwerkers uiteenlopende taken hebben die regelmatige verandering van de houding toestaan. Zij wisselen de voorovergebogen hoofdstand af met een meer rechte houding en met een houding waarbij de armen het hoofd ondersteunen en onderbreken het zittend werken met lopen.

Conservatisme van de gebruikers is een andere mogelijke oorzaak. Misschien vinden ze dat zo'n voorziening hen als 'gebrekkige' stigmatiseert. Om een vergelijking met andere produkten te maken: gehoorapparaten roepen heel andere associaties op dan brillen. Misschien liggen de associaties bij het hellend werkvlak in dezelfde sfeer als die bij het gehoorapparaat. In zo'n situatie kan de vormgeving van het produkt helpen de vooroordelen weg te nemen; een factor die door ergonomen soms wordt onderschat.



Figuur 3.11: Een concepthouder op een beeldschermwerkplek.



Figuur 3.12: Een bureau met een hellend werkvlak.

Hoofdstuk 4

Achter het beeldscherm

4.1 De interactie met de computer

Het gebruik van computers bij het kantoorwerk neemt steeds verder toe. Tekstverwerking wordt vrijwel overal met de computer gedaan; de typemachine is op dit gebied verdrongen. Bij het beheren van bestanden en het voeren van de boekhouding zijn het onder andere de kaartenbak en de telmachine die het moeten afleggen tegen de computer. Dan zijn er nog allerlei specialistische toepassingen zoals het uitvoeren van wetenschappelijke en technische berekeningen (in feite het oudste toepassingsgebied van de computer) en 'Computer Aided design', het ontwerpen met behulp van de computer.

Een apparaat dat zulke uiteenlopende functies vervult en door zo veel mensen intensief wordt gebruikt, verdient grondige aandacht van ergonomen. Bladert men recente jaargangen door van vaktijdschriften zoals 'Ergonomics', 'Applied Ergonomics' of 'Human Factors', dan blijkt dat de interactie tussen mens en computer inderdaad een van de belangrijkste werkerreinen is geworden voor ergonomen. Overigens vallen onder deze noemer zeer uiteenlopende onderwerpen zoals houding en beweging, bediening, waarneming, begrijpen, beslissen en onthouden.

Houding en beweging bij kantoorwerk zijn in hoofdstuk 3 aan de orde geweest. Wat daar gesteld is, geldt ook voor het werken met beeldscherm en toetsenbord en wordt hier niet nader uitgewerkt op n kanttekening na. Computer-werk beïnvloedt de houding en beweging nr dwingend dan de meeste andere kantoorwerkzaamheden. De handen zijn namelijk gebonden aan het toetsenbord en aan eventuele andere bedieningsmiddelen zoals de 'muis'. De ogen zijn gefixeerd op vaste kijkdoelen. Verder komen nevenwerkzaamheden die voor houdingvariatie en beweging zorgen minder voor. Een notitie wordt niet uit een archiefkast gehaald maar uit een computergeheugen. Een brief wordt niet meer naar de postkamer gebracht maar via het computer-netwerk verzonden. Veel computergebruik wordt aldus gekenmerkt door bewegingsarmoede en statische spierarbeid om de 'dwanghouding' te handhaven. Beeldscherm-werkplekken moeten daarom met nog meer aandacht voor afmetingen en indeling worden ontworpen

dan de gemiddelde kantoor-werkplek.

Ook hier blijkt overigens weer het gevaar van oppervlakkige ergonomische waarheden. 'Alles binnen handbereik' hoeft, zeker bij de beeldscherm-werkplek, niet het optimum te zijn.

We laten het onderwerp 'houding en beweging bij computergebruik' verder voor wat het is en richten ons op andere aspecten van het gebruik van computers: bedienen, waarnemen en begrijpen, beslissen en onthouden.

4.2 De bediening

QWERTY, of kan het ook anders?

Het belangrijkste bedieningsmiddel van de computer, het toetsenbord, is ontstaan als deel van een puur mechanisch apparaat, de typemachine. Deze afstamming laat nog steeds zijn sporen na, zoals het menselijk skelet z'n afstamming van viervoeters verraadt.

Aan de basis van de typemachine staat een patent van Sholes, Glidden en Soul uit 1868. Sholes' naam is ook verbonden aan de nog steeds gangbare rangschikking van de toetsen, de QWERTY-layout (zie afbeelding 4.2). 'QWERTY' verwijst naar de



Figuur 4.1: De QWERTY-layout.

eerste zes toetsen op de bovenste letterrij. Deze indeling is ontworpen voor een snelle en foutloze tienvingerige bediening.

Hoe geschikt een toetsenindeling is, hangt mede af van hoe snel de verschillende vingers zijn en hoe vaak letters en letteroepvolgingen voorkomen. Zo komen de E, R, T, Y, U, I, en O (het middelste deel van de bovenste letterregel) veel voor in het

Engels; was Sholes een Nederlander geweest dan had de Y een minder prominente plaats gekregen.

Sholes moest ook nog rekening houden met een mechanisch probleem. Wanneer op een typemachine twee toetsen te snel na elkaar worden aangeslagen, raken de letterhamers onderling in de klem. Dit gebeurt vooral met letterhamers die vlak naast elkaar liggen. Sholes zorgde daarom dat letters die vaak na elkaar voorkomen, letterhamers (en dus toetsen) hebben die op enige afstand van elkaar liggen.

Het computer-toetsenbord kent echter geen letterhamers. Direkt na elkaar te bedienen toetsen mogen best naast elkaar liggen. Er zijn verschillende studies geweest naar gunstiger indelingen dan de QWERTY-indeling (McCormick, 1976). Zoals zo vaak blijkt echter het bestaande gehandhaafd te worden, alleen omdat het zo wijd verbreid is. Overgang naar een meer optimale indeling zou herscholing van mensen vergen n verandering van apparatuur.

Dat laatste is bij de computer-toetsenborden overigens nog maar een zeer geringe barriere. De toetsen bestaan uit schakelaars met losneembare kapjes, die met geringe moeite verwisseld kunnen worden. Verder is slechts een softwarewijziging nodig om de computer te laten weten, welke toetsen met welke letters corresponderen. Deze mogelijkheid tot wijzigen wordt op beperkte schaal gebruikt, bijvoorbeeld om het toetsenbord aan een specifieke taal aan te passen. Zo is op Duitse toetsenborden de ' (SZ) te vinden.

In het voorgaande is de uitvoering van de afzonderlijke toetsen nog niet aan de orde gekomen. De bedienkracht is een belangrijk aspekt waar we hier echter niet nader op ingaan. De grootte van de toets is een ander belangrijk aspekt. Het ligt voor de hand dat de grootte van de toetsen en de afstand tussen de toetsen aangepast moet zijn aan de afmetingen van de vingers. Er is echter nog een tweede overweging. Hoe groter het doel is waar de handen of vingers naartoe bewegen, hoe sneller de beweging kan zijn. We kunnen hiervan profiteren door de vaak te bedienen toetsen extra groot te maken. De 'enter' of 'return' toets is zo'n toets. Afbeelding 4.2 toont een toetsenbord waarbij



Figuur 4.2: Een toetsenbord met een grote 'enter' toets.

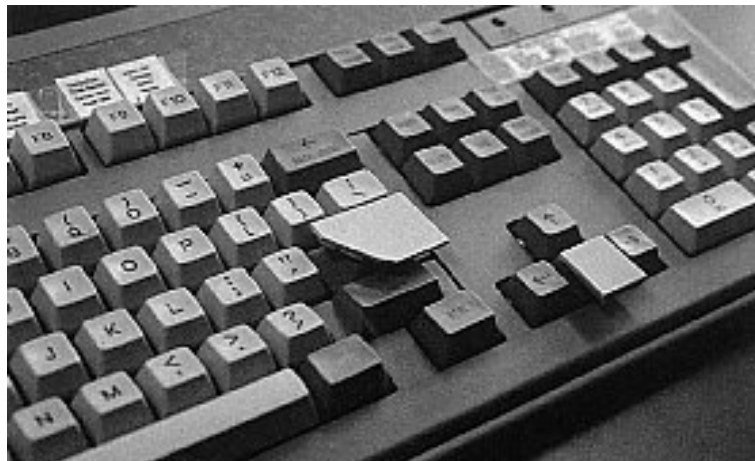
hiermee rekening is gehouden; de 'enter' toets is groot uitgevoerd. Het toetsenbord

op afbeelding 4.2 is wat dit betreft slechter; de 'enter' toets is nauwelijks groter dan



Figuur 4.3: Een toetsenbord met een kleine 'enter' toets.

de overige toetsen. Afbeelding 4.2 toont de persoonlijke aanpassing van een gebruiker



Figuur 4.4: Een toetsenbord met een persoonlijke verbetering van het toetsenbord uit afbeelding 4.3.

van het in afbeelding 4.3 getoonde toetsenbord.

De Velotype

Met de eerdergenoemde maatregelen is de hoogst haalbare 'invoersnelheid' nog niet bereikt, wanneer we althans de voorwaarde laten vervallen, dat toetsen na elkaar bediend moeten worden. Al voor de tweede wereldoorlog ontstond het idee om een

'akkoordentypemachine' te maken, een typemachine waarop toetsen gelijktijdig bediend worden. Het duurde echter nog circa veertig jaar voordat, op basis van micro-electronica, een (betaalbare) realisatie binnen bereik kwam. De resulterende 'Velotype' (zie afbeelding 4.2) heeft een toetsenbord in drie gedeelten. Het middelste



Figuur 4.5: De Velotype.

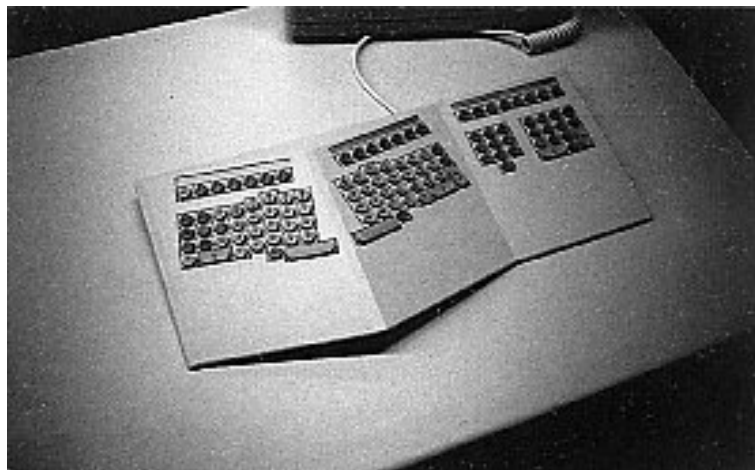
deel bestaat uit klinkertoetsen. De linker- en rechterdelen bevatten letters die voor en achter de klinker gezet worden. Sommige toetsen representeren meer dan n letter. Veelvoorkomende letteropvolgingen (bijvoorbeeld 'sp' zoals in 'spat') kunnen door het gelijktijdig bedienen van toetsen gekozen worden; de zeldzamere opeenvolgingen (bijvoorbeeld 'ps' zoals in 'psalm') moeten door achtereenvolgend intoetsen gekozen worden.

Uit deze beschrijving valt af te leiden, dat bediening van de Velotype meer kennis vergt dan bediening van een gewone typemachine. In de praktijk blijkt dan ook dat alleen frekwente gebruikers met zo'n apparaat sneller typen dan met een gewoon toetsenbord. Anderen houden hun vaardigheid niet op het gewenste peil. Het is vaak moeilijk, het tastbare deel van produkten optimaal te maken voor zowel de geroutineerde als de beginnende en incidentele gebruiker. De programmatuur biedt daartoe over het algemeen meer mogelijkheden. De essentie van de Velotype ligt echter mede in de tastbare uitvoering van het toetsenbord verankerd.

Bij de Velotype is de stand van de groepen toetsen een andere afwijking van het gangbare. Op een traditioneel toetsenbord bevinden de toetsen zich in evenwijdige rijen. De onderarmen van de gebruiker wijzen naar binnen toe (zie afbeelding 4.2). Om de toetsen te kunnen bedienen zijn de handen vrij ver opzij gedraaid ten opzichte van de onderarmen. Het handhaven van deze ongunstige stand kost extra statische spierarbeid. Bovendien kunnen klachten ontstaan doordat zenuwbanen bekneld worden. De stand van de toetsen op de Velotype maakt daarentegen bediening mogelijk met de handen in de gunstige middenstand. Het oorspronkelijke idee van de gedraaide toetsengroepen, van Kroemer, is al meer dan vijftientig jaar oud Deze verbetering is ook toegepast bij conventionele toetsenlayouts (Hobday, 1985; Zipp, 1983); Afbeelding 4.2 toont zo'n QWERTY-toetsenbord met gedraaide toetsengroepen.



Figuur 4.6: De stand van de handen bij gebruik van een traditioneel toetsenbord.



Figuur 4.7: Een QWERTY-toetsenbord met gedraaide toetsengroepen.

Bij toetsenborden voor eenhandig gebruik zoals het PTT toetsenbord voor het invoeren van postcodes is het niet nodig om toetsengroepen ten opzichte van elkaar te verdraaien. Hier is het voldoende als het toetsenbord in zijn geheel vrij verplaatsbaar is over het tafelloppervlak (Ponsioen, 1987). Een andere tegemoetkoming aan de meest ontspannen stand van de hand is bij dit toetsenbord de verzonken positie voor de duim (zie afbeelding 4.2). Deze maakt dat de rest van de hand enigszins naar buiten kan



Figuur 4.8: Een toetsenbord voor de invoer van postcodes.

worden gekanteld en dat de duim niet opgetild hoeft te worden ten opzichte van de rug van de hand.

De cijfertoetsen

We hebben ons tot nu gericht op het lettergedeelte van het toetsenbord. Een tweede groep betreft het cijferblok. De layout hiervan is vastgelegd in een norm van de ISO, de International Standards Organization. Deze norm is niet op ergonomisch onderzoek gebaseerd. Fabrikanten van computertoetsenborden en zakrekenmachines houden zich aan deze norm.

De layout van het cijferblok op telefoons ziet er anders uit. Ook de telefoonfabrikanten houden zich aan een norm, echter van de CCITT, de internationale organisatie van telefoonbedrijven. De Amerikaanse telefoonmaatschappij AT & T heeft het onderzoek laten doen waarop de CCITT-layout is gebaseerd. Men was zich toen echter niet bewust dat de ISO-norm er al was.

ISO:	7	8	9	CCITT:	1	2	3
	4	5	6		4	5	6
	1	2	3		7	8	9

Het lijkt voor de hand liggend om een van beide normen te veranderen. Beide normen hebben zich echter 'gematerialiseerd' in zulke aantallen producten, dat verandering eigenlijk niet meer denkbaar is.

Welke layout moeten ontwerpers nu kiezen, wanneer ze een apparaat ontwikkelen dat cijfertoetsen moet bevatten? En benadering is, na te gaan of toekomstige gebruikers het te ontwerpen apparaat meer als 'telefoon-achtig' (dus voor communicatie) danwel als 'rekenmachine-achtig' (dus voor gegevensverwerking) zullen zien. Om die reden kozen de Nederlandse Spoorwegen bijvoorbeeld voor de telefoon-layout op 'Telerail', een radioverbinding tussen treinen en hun 'verkeersleiding' (zie afbeelding 4.2).



Figuur 4.9: Het Telerail-apparaat voor communicatie tussen de machinist en de treinverkeersleiding.

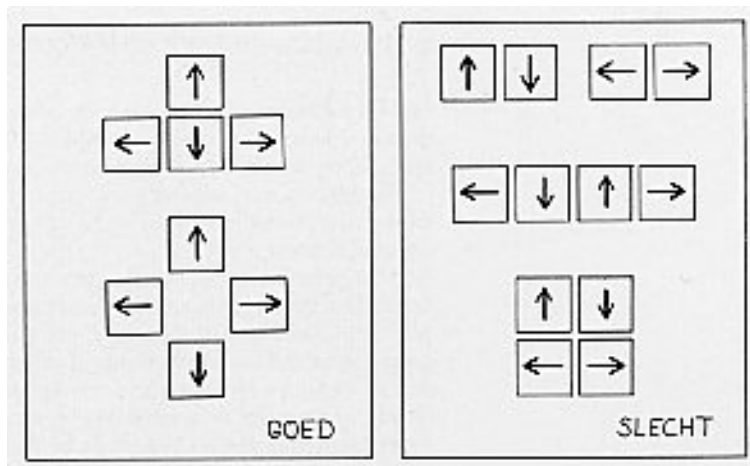
Bij het ontwerpen van apparaten die voor communicatie n gegevensverwerking worden gebruikt, of voor geen van beide, biedt deze benadering geen uitweg. Bij zulke apparaten moet de keuze op andere gronden worden gedaan. Zo een andere grond voor keuzen vormen de 'prestaties' van gebruikers van beide layouts. Hiernaar zijn diverse onderzoeken gedaan. Conrad en Hull (1968), bijvoorbeeld, lieten groepen huisvrouwen met beide layouts cijferreeksen invoeren. Ze stelden vast dat de snelheid van werken nauwelijks verschilde, maar dat de telefoon-layout tot minder fouten leidde dan de rekenmachine-layout. Een mogelijke verklaring hiervan is, dat de telefoon-layout beter aansluit bij de volgorde zoals bij het lezen van tekst; we beginnen bovenaan. De resultaten van zo een onderzoek kunnen anders uitvallen wanneer het om gebruikers gaat met specifieke ervaring met n van beide layouts. Als dit niet zo is en er geen andere argumenten zijn, kan een ontwerper dus maar het beste de telefoon-layout toepassen in zijn produkten, blijkt uit het experiment van Conrad en Hull. Het toetsenbord voor PIN-code invoer op afbeelding 79 (in hoofdstuk 5) heeft dus terecht de telefoon-layout.

De cursortoetsen

Wat valt te zeggen van de volgende toetsengroep van het toetsenbord, de cursortoetsen? De cursor is een teken (meestal een rechthoekje of een streepje) op het beeldscherm dat aangeeft waar de gegevens die men intoetst terecht zullen komen. Wil men gegevens op een andere plaats toevoegen, dan moet eerst de cursor daarheen worden verplaatst. Hiervoor kunnen de cursortoetsen worden gebruikt, vier toetsen met pijltjes

naar boven, naar beneden, naar links en naar rechts. De rangschikking van deze toetsen is van grote invloed op de bruikbaarheid.

De optimale rangschikking van deze toetsen ligt zo voor de hand dat het verbaast dat andere rangschikkingen ook voorkomen. De toetsen kunnen het beste in een kruis worden geplaatst. Boven ligt de toets 'naar boven', onder de toets 'naar beneden' etcetera. Ook een layout met de toets 'naar beneden' tussen de toetsen 'naar links' en 'naar rechts' voldoet goed. Andere layouts zijn slechter (zie afbeelding 4.2). Het



Figuur 4.10: Goede en slechte layouts van cursortoetsen.

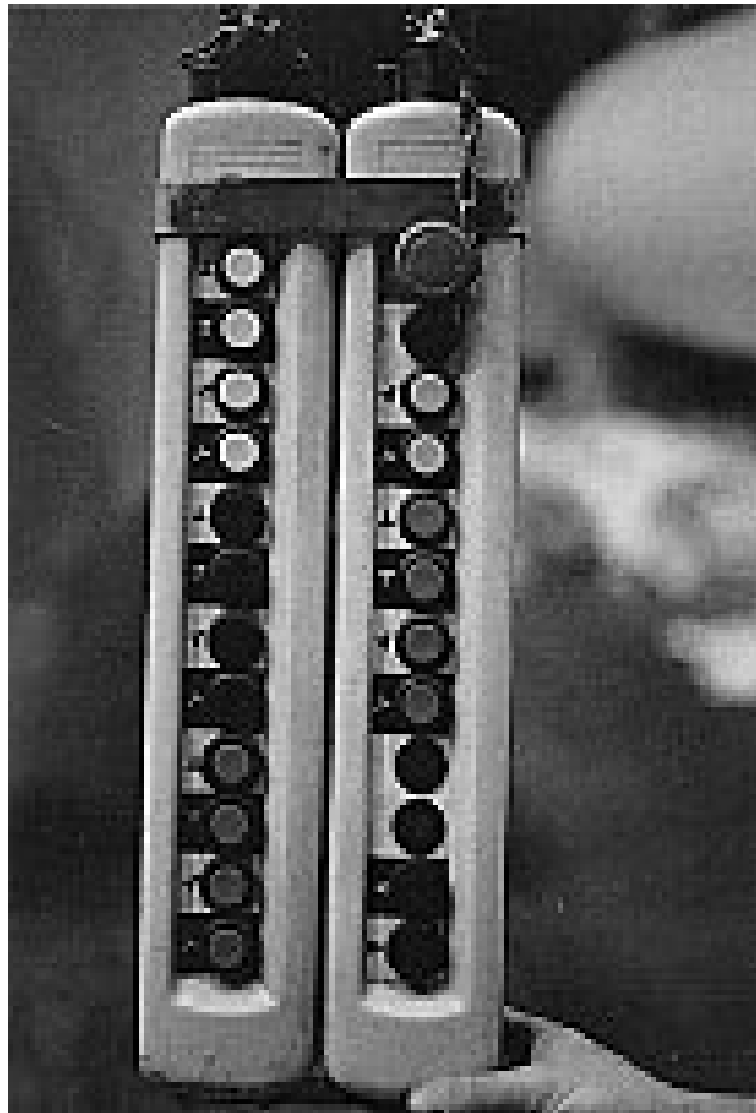
ergonomische principe hierachter is 'positie-compatibiliteit', overeenstemming tussen rangschikking van toetsen en hun effect. Dit begrip kwam al eerder aan de orde bij het fornuis, in hoofdstuk 1.

Bij de bediening van een portaalkraan spelen vergelijkbare problemen, echter met een grotere complexiteit. Ook hier zijn 'cursortoetsen' nodig, ditmaal voor drie dimensies: portaal voorwaarts en achterwaarts, loopkat naar links en naar rechts, hijssoog naar boven en beneden. Een complicerende factor is dat het bedieningstableau meestal vrij kan draaien en dat 'rechts' en 'links' op het bedieningstableau dus geen vaste relatie hebben met bepaalde bewegingsrichtingen van het portaal of de loopkat. Afbeelding 4.2 toont een kraanbediening die de gebruiker in deze problemen niet tegemoet komt. Het gaat hier overigens om een gecombineerde bediening van twee kranen.

De programmeerbare funktietoetsen

Op het toetsenbord bevinden zich ook de programmeerbare funktietoetsen (hierna als F-toetsen aangeduid). Hun betekenis is niet vast maar hangt af van de programmatuur die men op dat moment gebruikt. Binnen een tekstverwerkingsprogramma zouden onder deze toetsen bijvoorbeeld functies zoals 'printen', 'opslaan' of 'tekst onderstrepen' kunnen vallen.

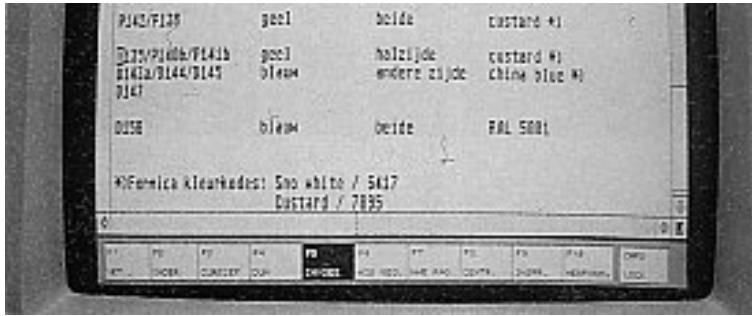
Aan de gebruiker moet worden getoond, welke toets bij welke functie hoort. Omdat de betekenis van F-toetsen per programma wisselt, legt men vaak losse streken met



Figuur 4.11: Bedieningsknoppen van een portaalkraan.

aanduidingen langs deze toetsen. Bij elk programma dat van de funktietoetsen gebruik maakt, hoort dan zo'n strook. Het voordeel hiervan is de eerdergenoemde positiecompatibiliteit: in dit geval overeenstemming tussen de rangschikking van de F-toetsen en die van de getoonde betekenissen.

Het programma kan zo een 'strook' ook op het beeldscherm tonen (zie afbeelding 4.2). Nog een stap verder is, de betekenis op de F-toetsen zelf te tonen. Er bestaan



Figuur 4.12: Onderaan op het beeldscherm wordt duidelijk gemaakt, welke functies de programmeerbare funktietoetsen hebben.

inmiddels toetsen met een ingebouwd schermje waarop een symbool of een of enkele letters getoond kunnen worden. Zoals zo vaak lost de techniek ergonomische problemen op maar zet er andere voor in de plaats: bij zulke 'display-toetsen' onder andere betreffende de optredende reflecties en de begrijpelijkheid van de symbolen.

Bij sommige toetsenborden liggen de F-toetsen in een aaneengesloten rij (zie afbeelding 4.2). Nu zijn mensen veelal niet in staat om in n oogopslag een gevraagd



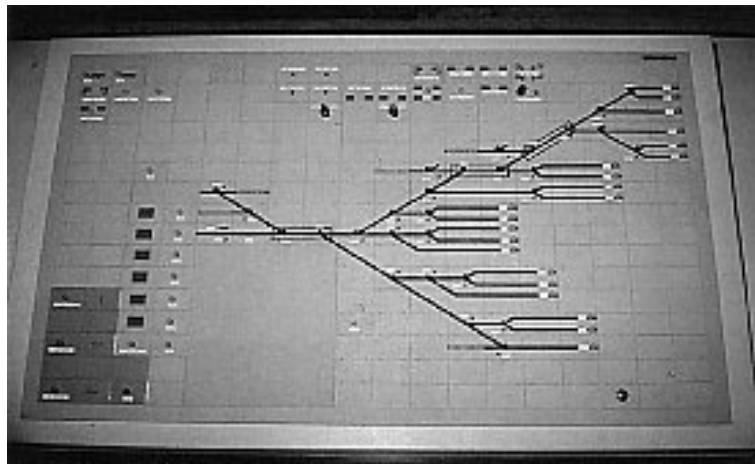
Figuur 4.13: De funktietoetsen in een aaneengesloten rij.

element in een rij van meer dan vijf elementen te vinden. Men is dus gedwongen om de nummering op de toetsen te lezen of om 'af te tellen' wanneer men bijvoorbeeld de 'F6' wil vinden. Zijn de F-toetsen in groepen gesplitst, dan zijn de toetsen wv in n oogopslag te vinden. Afbeelding 4.2 toont twaalf funktietoetsen die in drie groepen zijn verdeeld. De groepering wordt duidelijk gemaakt door de afstand tussen de groepen, maar ook door tintverschil. Hier is dus sprake van 'redundantie'; het op meer dan n manier aanbieden van informatie. Redundantie kan de kans verhogen, dat informatie overkomt (dus in dit geval: dat de groepering waargenomen wordt).



Figuur 4.14: De funktietoetsen in drie groepen gesplitst.

Ter vergelijking toont afbeelding 4.2 een heel ander 'toetsenbord' waarop groeper-



Figuur 4.15: Een bedieningstableau voor een rangeerterrein.

ing is toegepast: een bedieningstableau van een rangeerterrein. Op dit tableau zijn de sporen weergegeven in groepen. De afstand tussen de groepen is groter dan de afstand tussen de sporen binnen een groep. Bovendien lopen de groepen niet allemaal even ver door naar rechts. Deze verschillen zijn er in werkelijkheid niet (zie afbeelding 4.2); ze zijn er alleen op het toetsenbord, om de funktietoetsen voor het bedienen van wissels gemakkelijk uit elkaar te kunnen houden. Het is ergonomisch gezien lang niet altijd een goede oplossing om een 'weergave' (het bedieningstableau) zo veel mogelijk op de werkelijkheid (het rangeerterrein) te laten lijken.

F-toetsen zijn niet het enige middel om functies te kiezen. Dit kan bijvoorbeeld ook door het intoetsen van codes. 'PR' zou 'printen' kunnen zijn en 'PG' zou de gebruiker naar de volgende pagina kunnen brengen. De gebruiker moet zich deze codes dan wel herinneren of moet ze gepresenteerd krijgen. Bovendien moet de gebruiker eerst een extra handeling plegen (bijvoorbeeld een speciale toets indrukken) om duidelijk te maken, dat de navolgende letters ('PR') geen gewone invoer voor de tekstverwerker, maar een code vertegenwoordigen. Een voordeel van codes is, dat ze betekenisvol kunnen



Figuur 4.16: Het rangeerterrein dat met het tableau uit afbeelding 60 bediend wordt.

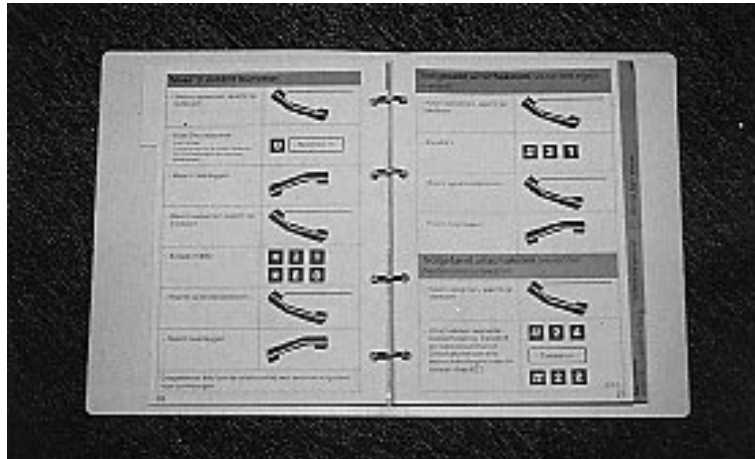
zijn: tussen 'PR' en 'printen' zit een betekenisvol verband; tussen (bijvoorbeeld) 'F7' en 'printen' niet. Het hangt van de specifieke situatie af, wat de voorkeur heeft. De beslissing valt bij het ontwerpen van het programma en niet bij het ontwerpen van het toetsenbord van de op zich 'universele' personal computer.

Anders ligt dit bij de apparaten voor een specifieke toepassing en met een specifiek toetsenbord. Bij deze apparaten worden vaak funktietoetsen gebruikt die niet programmeerbaar zijn; alle toetsen hebben vaste functies. Het eerdergenoemde bedieningstableau voor een rangeerterrein was hier een voorbeeld van. We bespreken drie andere voorbeelden, de telefoon, een ontwerpsysteem en een kaartverkoopapparaat voor buschauffeurs, alvorens terug te keren bij de computer.

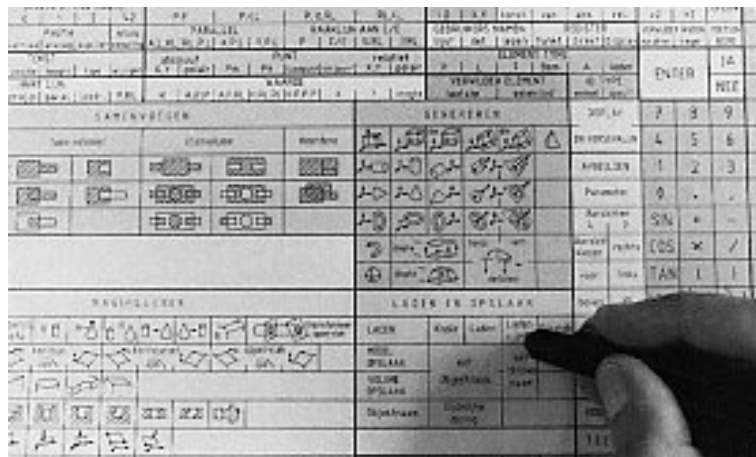
Andere apparaten met funktietoetsen

Telefoontoestellen worden van steeds meer speciale functies voorzien zoals het herhalen van het laatstgekozen nummer. Bij sommige toestellen kiest men dergelijke functies door eerst de '*' toets te bedienen en daarna een cijfercode in te toetsen. Met '*42' kan men bijvoorbeeld een binnenkomend gesprek van een buurtoestel naar het eigen toestel halen. De producent hoeft het toetsenborden niet te veranderen wanneer er functies bijkomen. Bovendien omvat het toetsenbord een minimaal aantal toetsen en is daardoor goedkoop. De gebruikers moeten nu echter allerlei codes uit het hoofd leren of een handleiding raadplegen (zie afbeelding 4.2). Er zijn echter ook toestellen met funktietoetsen voor verschillende functies. Het toetsenbord is uitgebreider, maar de gebruiker heeft er duidelijk baat bij.

Afbeelding 4.2 laat de 'graphic tablet' van een ontwerpsysteem zien, dat bijvoorbeeld wordt gebruikt voor het ontwerpen van mechanische constructies. In dit geval zijn er geen funktietoetsen maar funktievelden. Door een veld met een speciale pen aan te wijzen, wordt een functie gekozen. Bij zo een grote hoeveelheid functies moet goed doordacht worden, welke binnen n groep horen en wat een goede rangschikking



Figuur 4.17: Kiezen van functies via codes bij het telefoontoestel: de gebruiker heeft een handleiding nodig.



Figuur 4.18: Het 'graphic tablet' van een ontwerpsysteem (CAD-systeem): elke functie heeft zijn eigen vakje.

van de groepen is. Dit vergt een goed inzicht in de taak van de gebruiker. Tussenafstanden, kaders en kleuren kunnen de gekozen groepering vervolgens aan de gebruiker duidelijk maken.

Afbeelding 4.2 toont een ontwerpschets van een apparaat waarmee buschauffeurs



Figuur 4.19: Een ontwerpschets van een toetsenbord voor verkoop en ontwaarden van kaartjes in de bus.

magneetkaarten kunnen verkopen. Snelle en foutloze afhandeling van reizigers is bij zo'n apparaat het hoofddoel. In dit geval was, anders dan bij het grafisch ontwerp-systeem, de grootte nogal kritisch vanwege de beperkte ruimte op de chauffeursplaats. Desondanks werd ook hier voor funktietoetsen gekozen. Uit een proef met een groep buschauffeurs was namelijk gebleken dat ook in dit geval funktietoetsen tot de beste prestaties leiden (Wendel, 1990).

Andere bedieningsmiddelen

Soms moet de computergebruiker een richting, plaats of beweging aan de computer kenbaar maken. Voorbeelden zijn het aanduiden van een tekstgedeelte dat verplaatst of verwijderd moet worden (bij tekstverwerking), het aanwijzen van een keuze uit een rijtje keuzemogelijkheden (bij uiteenlopende programmatuur), het besturen van een nagebootst vliegtuig (bij een computerspelletje) en het tekenen met behulp van de computer.

Het nadeel van het toetsenbord is hierbij, dat de gebruiker de plaats, richting of beweging moet 'vertalen' in het bijbehorende commando. Er zijn echter ook bedieningsmiddelen die specifiek geschikt zijn om plaatsen, richtingen en bewegingen aan te geven. Zulke aanwijsmiddelen zijn 'de muis' (een doosje dat met de hand over het tafeloppervlak kan worden geschoven en waarvan de verplaatsing geregistreerd

wordt), het 'graphic tablet' (een tableau waarop met een speciale pen voor de computer 'leesbaar' getekend kan worden), de 'joystick' (een bedieningspookje) en het aanraakscherm.

In zekere zin is het aanraakscherm het meest 'direkte' aanwijismiddel. De gebruiker wijst naar iets op het scherm en de computer registreert waar de vinger het scherm raakt. Andere aanwijsmiddelen zijn wat minder direkt; om iets op het scherm aan te wijzen wordt een muis elders (over het tafelloppervlak) bewogen.

Het aanraakscherm blijkt echter ook nadelen te hebben ten opzichte van andere aanwijsmiddelen. De gebruiker moet de hand steeds naar het scherm bewegen. Is dit vaak nodig dan wordt de fysieke belasting hinderlijk. Bovendien lenen de vingers zich slecht voor nauwkeurig aanwijzen; vergeleken met details op het beeldscherm zijn ze grof. Dan is er nog het nadeel, dat de hand tijdens het aanwijzen het zicht op het scherm deels wegneemt. En ten slotte moet het scherm regelmatig gereinigd worden vanwege het veelvuldig aanraken.

Meestal verdienen de muis, de joystick en het graphic tablet daarom de voorkeur boven het aanraakscherm. In specifieke toepassingen is het aanraakscherm wel interessant: wanneer het aanwijzen niet nauwkeurig hoeft en de gebruiker niet vaak hoeft te wijzen en bovendien een onervaren computergebruiker is. In hoofdstuk 5 wordt een voorbeeld hiervan beschreven.

Buxton (1986) laat met een voorbeeld zien dat bij het kiezen tussen aanwijsmiddelen goed naar de ermee uit te voeren taak gekeken moet worden. Met een joystick kan men een tekenpen horizontaal en verticaal over een scherm sturen. Ook kan dit met afzonderlijke draaiwielen voor horizontale en verticale penbewegingen. Wat is beter? Wanneer cirkels getekend moeten worden, is de joystick gemakkelijker. De afzonderlijke draaiwielen moeten in dat geval namelijk gelijktijdig met wisselende en verschillende snelheden verdraaid worden. De afzonderlijke draaiwielen zijn echter optimaal wanneer rechthoeken getekend moeten worden. Over aanwijsmiddelen praten zonder naar de taak te kijken heeft dus niet veel zin.

Praten tegen de computer

Het Japanse schrift omvat behalve twee verschillende 'alfabetten' duizenden verschillende karakters die elk een begrip vertegenwoordigen. Zelfs een minimale verzameling van de meestgebruikte karakters vergt een enorm toetsenbord met een navenant langzame bediening. Japan investeert daarom veel moeite in 'spraakherkenning door de computer'. Het toetsenbord zou hiermee vrijwel overbodig kunnen worden.

Er bestaan al verschillende toepassingen van spraakherkenning door de computer. De meeste van deze bestaande toepassingen betreffen het geven van opdrachten aan de computer en niet het invoeren van gegevens. Het herkennen van opdrachten is namelijk gemakkelijker voor de computer: meestal bestaan de opdrachten uit een beperkte, van tevoren vastgestelde verzameling woorden. Het invoeren van gegevens (bijvoorbeeld de tekst van een brief) vergt veel meer van het 'luistervermogen' van de computer.

4.3 Waarneming

Het gaat om de verschillen

Later in dit hoofdstuk komt het begrijpen, onthouden en beslissen aan de orde en staat de inhoud van informatie centraal. De waarneming gaat daar echter aan vooraf. De vorm van de informatie is daarbij van groter belang dan de inhoud.

Mensen zijn vooral ingesteld op het waarnemen van verschillen en veranderingen. Wanneer een onderwerp in ons blikveld lang hetzelfde blijft, 'zien' we het na verloop van tijd nauwelijks meer. Hetzelfde geldt voor de waarneming met andere zintuigen zoals het gehoor en de reuk. De ogen kunnen zowel licht-donker verschillen als kleurverschillen waarnemen. We richten ons hierna vooral op de visuele waarneming.

Het waarnemen van tekst en afbeeldingen op beeldschermen, maar ook in drukwerk, berust vrijwel altijd op licht-donker verschillen. De officiele maat voor licht-donker verschillen is het 'contrast', de verhouding tussen de helderheid van de informatie (bijvoorbeeld de tekst) en die van de achtergrond. Het lijkt voor de hand liggend dat informatie beter waarneembaar is naarmate het contrast tussen de informatie en de achtergrond groter is, maar toch is dit slechts gedeeltelijk zo. Bij te grote contrasten 'overstralen' de lichte vlakken de donkere. De scheidslijn tussen licht en donker is dan niet meer scherp te zien. Dat overstraling ook elders kan optreden, blijkt uit afbeelding 4.3. Op advies van ergonomen is de achtergrond van de 'koersrollen' van bussen lichter



Figuur 4.20: Overstraling op de koersrollen van bussen.

gemaakt, waardoor de aangegeven bestemming in het donker beter leesbaar werd.

Een veel gehanteerde aanbeveling is, dat het contrast tussen informatie en achtergrond van het beeldscherm tussen de 5 en 15 moet liggen (Leebeek, 1980); de achtergrond moet vijf tot vijftien maal zo helder zijn als de informatie, of omgekeerd.

Soms wordt de informatie op beeldschermen licht op een donkere achtergrond afgebeeld, soms omgekeerd. Wat is eigenlijk beter? Oorspronkelijk beviel donkere tekst op een lichte achtergrond slecht, omdat de gebruikers meer last van flikkering van het

beeld hadden dan bij lichte tekst op een donkere achtergrond. Bij moderne schermen is dit probleem verholpen. Men zou kunnen veronderstellen dat, nu het flikkeren verholpen is, het werken met een lichte achtergrond minder inspannend is, omdat de papieren rond het beeldscherm k donker op licht zijn en zo dus minder aanpassing van de ogen wordt gevraagd (den Buurman, 1985).

Uit een test van beide manieren van presenteren bleek echter, dat de visuele inspanning niet merkbaar verschilt. Ook bleken de proefpersonen geen eensluitende voorkeur te hebben voor n van beide manieren van presenteren (Berns, 1985). De keuze hangt dan ook mede af van de omstandigheden. Overdag, op kantoor, heeft men bij een lichte achtergrond minder snel last van reflecties op het scherm, bijvoorbeeld van lampen of van ramen. Wordt een beeldscherm in een donkere omgeving toegepast, dan heeft een donkere achtergrond de voorkeur. Dit geldt bijvoorbeeld voor beeldschermen in vliegtuigcockpits. Tijdens een nachtvlicht zijn de ogen van de piloot aangepast (geadapteerd) aan de duisternis buiten. Bij het kijken naar het beeldscherm passen de ogen zich aan aan de grotere helderheid ervan. De piloot ondervindt hiervan hinder wanneer hij weer naar buiten kijkt: 'donkeradaptatie', aanpassing aan het donker, kost aanmerkelijk meer tijd dan 'lichtadaptatie' (Willems, 1981).

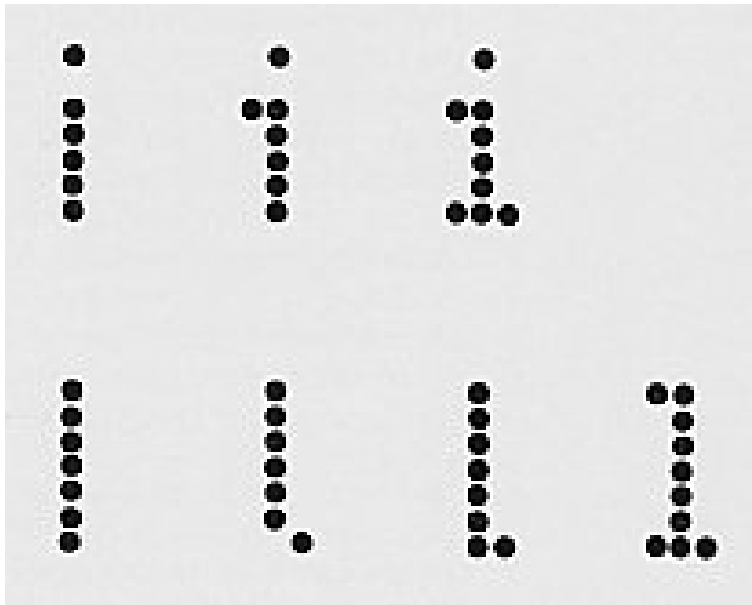
De leesbaarheid van tekst

Informatie wordt meestal op beeldschermen gepresenteerd in de vorm van tekst en getallen. Welke eisen zijn voor een goede leesbaarheid te stellen aan de grootte en vorm van letters op beeldschermen?

Het ligt voor de hand dat de gewenste lettergrootte gerelateerd is aan de kijkafstand; voor hoofdletters wordt een hoogte aanbevolen van tenminste 1/150 van de kijkafstand, doch niet minder dan 3 mm (Leebeek, 1980). Bij een kijkafstand van 60 cm zijn hoofdletters van 4 mm dus voldoende groot. Hierbij geldt echter het in hoofdstuk 1 gestelde; ook aan andere dan de 'primaire' gebruikers moet worden gedacht. Bij beeldschermen op school willen andere leerlingen of de docent over de schouders van de primaire gebruiker kunnen meekijken. De beeldschermen bij de NS-loketten worden veelal door de lokettisten n de reizigers gadeslagen (in dit laatste voorbeeld zou het overigens nog beter zijn, wanneer beiden een eigen scherm hebben).

Voor een goede leesbaarheid zijn ook andere afmetingen van belang, zoals de breedte en de lijndikte van de letters en de afstanden tussen letters en tussen regels. Genteresseerden worden verwezen naar de 'BEA-lijst' (den Buurman, 1985), een overzicht van ergonomische aspecten van beeldschermwerk.

Naast afmetingen is de vorm van de letters van grote invloed op de leesbaarheid. Het ontwerpen van letters en andere tekens voor toepassing op beeldschermen is in zekere zin een primitieve aangelegenheid, in vergelijking met het ontwerpen voor drukwerk. De informatie op beeldschermen is namelijk opgebouwd uit een beperkt aantal puntjes. Per letter is een rechthoek van puntjes, een matrix, beschikbaar. Dergelijke letters heten daarom 'matrixletters'. De ontwerper staat voor de taak, binnen de beperkingen van de matrix een zo goed mogelijke verzameling letters, cijfers en overige tekens samen te stellen. Ook hier is ontwerpen niet het vinden van een eenzijdig optimum maar van het juiste compromis. Elk teken op zich moet duidelijk zijn; een 'a' moet voldoende 'a-achtig' zijn, enzovoorts. Daarnaast moet de kans op verwarring tussen letters zo klein mogelijk zijn. De eerste 'i' en de eerste 'l' in afbeelding 4.3 verschillen



Figuur 4.21: i's en l-en die meer of minder matrixpunten van elkaar verschillen.

niet veel. Door toevoegen en weglaten van 'dots' (matrixpunten) is het onderscheid groter te maken. Verder moet de verzameling tekens als geheel esthetisch acceptabel zijn en als 'familie' over komen.

Een matrix van vijf bij zeven punten wordt als het minimum beschouwd (Woodson, 1981). Ook zeven-bij-negen matrixletters zijn primitief vergeleken met drukwerk maar zijn echter al duidelijk beter herkenbaar (Vartabedian, 1971 en 1973). De voortschrijdende techniek komt de gebruiker hier tegemoet; de trend is naar meer puntjes op het beeldscherm, oftewel een hogere 'resolutie'. Dezelfde hoeveelheid informatie wordt dan met een hogere grafische kwaliteit weergegeven.

Veel onderzoek naar de invloed van de in de vorige alinea's beschreven aspecten op de herkenbaarheid van letters en de leesbaarheid van tekst gebeurt met 'tachistoscopische' experimenten. 'Tachistoscopisch' betekent letterlijk 'snel kijkend'. De onderzoeker laat met een speciale projector letters heel kort zien, bijvoorbeeld n-honderdste seconde, en vraagt de proefpersonen welke letter zij menen gezien te hebben. Door de korte projectieduur treden de verschillen in herkenbaarheid meer naar voren. Bij slecht ontworpen letters (en cijfers) zullen dan het vaakst verwarringen optreden, bijvoorbeeld tussen 'i', 'j', 'l', 'I' en '1', of tussen 'S', '5' en 'B' en '8'.

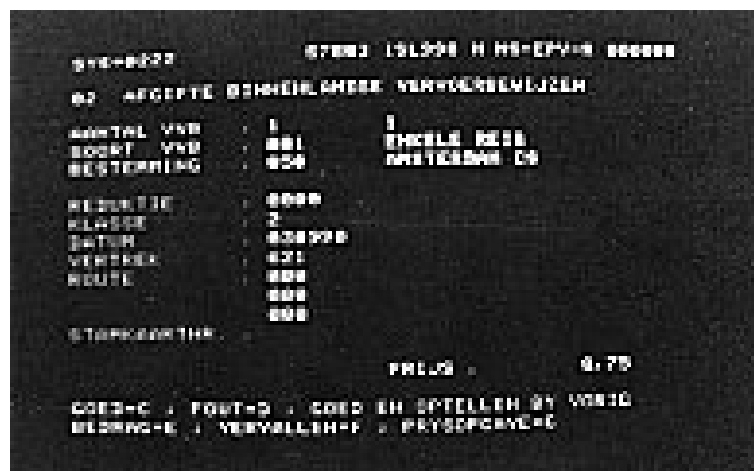
Het tachistoscopisch experiment leent zich ook voor andere onderzoeken, bijvoorbeeld naar de begrijpelijkheid van pictogrammen of de opvallendheid van verkeersborden. En nog meer algemeen: het tachistoscopisch experiment is een voorbeeld van een veelgebruikte onderzoeksvorm waarbij proefpersonen een taak moeten uitvoeren onder omstandigheden die zwaarder zijn dan in de werkelijkheid, opdat de verschillen tussen goede en slechte ontwerpen meer geprononceerd worden.

Aandachttrekken

Het voorgaande ging over het waarnemen van informatie zoals tekst op het beeldscherm. We hebben daarbij verondersteld dat de aandacht van de gebruiker al op die informatie is gericht. Dit is zo wanneer de gebruiker de informatie verwacht en weet waar en wanneer de informatie verschijnt. Hij gebruikt bijvoorbeeld het computersysteem van een bibliotheek om uit te vinden welke boeken aanwezig zijn van een bepaalde auteur. Na het intoetsen van de naam van de auteur verwacht hij op een bepaalde plaats op het beeldscherm en binnen enkele tellen een antwoord van de computer.

In andere gevallen is aandachttrekken nodig. Dit is bijvoorbeeld zo bij de melding dat er iets mis is (het papier is op, de schijf is vol) of de melding dat de computer een taak heeft afgehandeld waarop de gebruiker lang moest wachten. In het eerste geval gaat het om een onverwachte boodschap, in het tweede geval verwacht de gebruiker dit bericht wel, maar het moment is onzeker. Aandacht trekken is verder nodig wanneer de relevante informatie omringd wordt door gelijksoortige informatie die het zoeken bemoeilijkt. Een voorbeeld hiervan is de cursor in een tekstverwerkingsprogramma; een teken dat gemakkelijk vindbaar moet zijn temidden van alle andere op het scherm.

Aandacht trekken gaat het best door gebruik te maken van het eerdergenoemde feit dat de menselijke zintuigen vooral voor verschillen en veranderingen gevoelig zijn. Een mogelijkheid is, informatie met een grotere helderheid te presenteren dan de omringende informatie. Deze vorm van aandachttrekken wordt veel gebruikt, bijvoorbeeld om onderscheid te maken tussen de vaste en de veranderlijke informatie op het beeldscherm. Afbeelding 4.3 toont het beeldscherm bij de NS-loketten. De vaste elementen



Figuur 4.22: Een 'invulscherm' in gebruik bij NS-loketten. Door een grotere helderheid wordt de aandacht naar bepaalde woorden getrokken.

zijn de aanduidingen zoals 'bestemming:' en 'prijs:'. Ervaren lokettisten hebben deze aanduidingen niet nodig. De variabele informatie (zoals 'Rotterdam CS' en '2e klas') is met elke volgende klant weer anders. Door de veranderlijke informatie met hogere helderheid te presenteren, wordt de aandacht van de gebruiker ernaar getrokken.

Het 'knipperend' aanbieden van informatie, een andere manier van aandacht trekken, is zo krachtig dat ontwerpers er selectief mee moeten omspringen. Een apparaat of beeldscherm waarop veel en vaak geknipperd wordt, wordt als onrustig ervaren. Een goede toepassing is de knipperende cursor op het beeldscherm. Ook bij andere apparaten dan de computer zijn voorbeelden van effectief knippen te vinden. Bij de NS-plaatskaartenautomaat moet de reiziger handelingen verrichten in een bepaalde volgorde. De componenten binnen het apparaat konden niet zo gerangschikt worden dat de bedieningsvolgorde vanzelfsprekend was. Men heeft daarom de vlakken waar de reiziger opeenvolgende handelingen moet verrichten van cijfers voorzien (zie afbeelding 4.3). Als de reiziger bij de automaat aankomt, knippert de '1'. Wanneer de reiziger



Figuur 4.23: Het front van een kaartjesautomaat; Knipperende cijfers benadrukken de bedieningsvolgorde.

daar de juiste handeling heeft verricht (een reisbestemming heeft geselecteerd) dooft de '1' en gaat de '2' knipperen, enzovoorts. Knipperende volgordecijfers worden hier dus gebruikt om tekortkomingen in de layout te compenseren (Verhoef, 1988).

Hoe aandachttrekkend een knippersignaal is, is afhankelijk van de precieze uitvoering ervan. Zo is een onderzoek uitgevoerd naar de opvallendheid van de knipperlichten bij overwegen zonder overwegbomen (Tenkink, 1988). Het twee keer zo snel laten knipperen bleek geen effect te hebben. Het abrupter laten doven en oplichten van de lampen gaf wel een verbetering. Felle lampen toepassen en het zwarte achtergrond-schild vergroten gaven de grootste verbetering. Ook op het beeldscherm bieden parameters zoals grootte en contrast met de achtergrond de mogelijkheid, de opvallendheid van een knippersignaal te varieren.

Een nog krachtiger aandachttrekker is het geluidsignaal. Een sterk punt van geluidsignalen is dat de oren niet zoals de blik 'gericht' zijn. Een geluidsignaal is dan ook zeer geschikt wanneer de aandacht van de gebruiker afwisselend op verschillende punten gericht is en een snelle reactie van de gebruiker op het signaal belangrijk is. Ook met geluidsignalen moet de ontwerper selectief zijn. Het is storend voor de gebruiker en voor anderen in zijn omgeving wanneer het gebruik van een computerprogramma

veel piepjes met zich meebrengt. Bovendien zijn geluidsignalen in de echt belangrijke gevallen dan minder effectief.

Ook hier stellen beginnende en ervaren gebruikers soms heel verschillende eisen aan produkten. Ervaren gebruikers weten beter wat ze waar en wanneer kunnen verwachten en hebben dan ook minder 'aandachttrekkers' nodig. Sommige programma's bieden daarom de keuze, bepaalde meldingen al dan niet van 'piepjes' vergezeld te doen gaan.

In de beschreven technieken om aandacht te trekken, blijkt dus een hiërarchie te zitten; het ene middel is krachtiger dan het andere, maar moet ook selectiever worden toegepast. Deze hiërarchie geldt bijvoorbeeld ook bij de auto. We willen dat achteropkomende automobilisten ons opmerken en gebruiken hiervoor s' nachts de achterlichten; een continu brandend lichtsignaal. Van rijrichting veranderen komt minder vaak voor dan gewoon rechtdoor rijden en brengt gevaarlijkere verkeerssituaties met zich mee. Hier zetten we dan ook een krachtiger middel, de knipperende lamp, in. Voor nog minder vaak voorkomende, maar nog gevaarlijkere situaties (zoals een dreigende botsing) zetten we het een geluidssignaal, de claxon in. Men kan zich afvragen of remlichten niet beter knipperend uitgevoerd kunnen worden.

Kleurgebruik

Kan kleurverandering (bijvoorbeeld een symbool van groen in rood veranderen) worden gebruikt om aandacht te trekken? Het antwoord op deze vraag hangt samen met de werking van het oog. Met het centrale deel van het netvlies (waarmee we datgene zien waarop onze blik gericht is) kunnen we goed kleuren onderscheiden en kleine details waarnemen. De rest van het netvlies, de 'periferie', neemt geen kleur of details waar maar is wel lichtgevoeliger dan het centrale deel. Kleurverschil is dus alleen effectief op de plek waarop de aandacht en de blik gericht zijn. De effectiviteit van kleurverschillen wordt overigens ook beperkt door het feit dat ruim acht procent van de mensen (door erfelijke oorzaken vooral mannen) kleurenzwak of kleurenblind is.

Dit wil niet zeggen dat 'kleur' geen zinvolle rol kan spelen bij computergebruik. Een veelvoorkomende en vaak nuttige toepassing van kleur is het onderscheidbaar maken van groepen elementen. Een voorbeeld hiervan vindt men bij het ontwerpen van mechanische constructies met behulp van de computer. Wanneer men een ingewikkelde constructie op het beeldscherm heeft, wordt het al gauw een wirwar van lijnen. Door onderdelen of groepen onderdelen een eigen kleur te geven, wordt de inzichtelijkheid van de tekening verhoogd. Een ander voorbeeld is het aanduiden van verschillende soorten bestanden. Wanneer een inhoudsopgave (directory) van een schijf op het scherm wordt vertoond, zou men bijvoorbeeld de tekst-bestanden een groene achtergrond, de 'database-files' een blauwe en de 'spreadsheet-files' een gele achtergrond kunnen geven. De gebruiker onderscheidt dan in n oogopslag de verschillende soorten. Belangrijk is hierbij, het aantal kleuren op het scherm te beperken tot vier vijf (den Buurman, 1985) en bij voorkeur zelfs tot drie. Gebruikt men teveel kleuren, dan werken ze niet meer ordenend maar vergroten juist de chaos.

Op beeldschermen voor luchtverkeersleiders kan het sterk groepeerende effect van kleur worden gebruikt om onderscheid te maken tussen opstijgende en landende vliegtuigen, tussen vliegtuigen naar het oosten of vliegtuigen naar het westen of tussen vlieg-

tuigen die door de verkeersleider zelf worden begeleid en vliegtuigen die door andere verkeersleiders worden begeleid (Narborough-Hall, 1985). De groeperende werking van kleur heeft hier ook nadelen. Zou men vliegtuigen naar het oosten op het beeldscherm een andere kleur geven dan vliegtuigen naar het westen, dan zou een dreigende frontale botsing wel eens minder goed opgemerkt kunnen worden.

Een situatie waarin de gebruiker met kleur slecht uit is vindt men in 'WordPerfect', een van de meestgebruikte tekstverwerkingsprogramma's. Met WordPerfect kan men onder andere teksten vet (extra dik) maken en onderstrepen. Op een kleurenscherm worden vette en onderstreepte teksten niet vet en onderstreept afgebeeld, maar met een afwijkende achtergrondkleur. Vet krijgt bijvoorbeeld een rode achtergrond en onderstreept een blauwe. De gebruiker mag deze kleuren zelf kiezen, hetgeen de schijn van 'gebruiksvriendelijkheid' geeft. De bezitters van monochrome schermen, die slechts 1 kleur kunnen weergeven, zijn in dit geval beter af. Op hun scherm wordt vette tekst vet en onderstreepte tekst onderstreept getoond. Bij hen gaat het principe op van 'wat je ziet (op het scherm) is wat je krijgt (op papier)', in het Engels afgekort als 'WYSIWYG'. Volgens dit principe moet iedere overbodige vertaalslag (zoals 'rood = vet') worden vermeden, omdat deze de gebruiker onnodig belast. Dit voorbeeld verwijst al naar de volgende paragraaf. De rode en blauwe achtergrond kunnen immers best goed waarneembaar zijn, ze zijn af te wijzen omdat ze een extra aanspraak doen op het begrip en geheugen van de gebruiker.

4.4 Begrijpen, beslissen en onthouden

Informatie op het beeldscherm

Uit de voorafgaande paragraaf blijkt dat, met de nodige maatregelen, gezorgd kan worden dat informatie op het scherm voldoende opvalt en waarneembaar en leesbaar is. De gebruiker moet de verkregen informatie echter ook nog verwerken. Of dat verwerken (begrijpen, beslissen, onthouden) goed gaat, is van grote invloed op de bruikbaarheid en het gebruiksgemak van de computer. Er zijn verschillende manieren om het begrijpen, beslissen en onthouden te ondersteunen.

De informatie op het beeldscherm laat zich in verschillende categorieën onderverdelen, zoals toestand-informatie, keuze-informatie, meldingen en inhoudelijke informatie. Toestand-informatie geeft bijvoorbeeld weer, in welk deel van het programma de gebruiker is en welk gegevensbestand hij bewerkt. Keuze-informatie laat zien welke gebruiksmogelijkheden er op een bepaald punt zijn en hoe die zijn te selecteren. Meldingen van de computer aan de gebruiker zijn bijvoorbeeld 'deze opdracht is onbekend' of 'de schijf is vol'. Inhoudelijke informatie betreft bijvoorbeeld de ingevoerde tekst bij een tekstverwerkingsprogramma of de tekening bij een ontwerpprogramma.

Door de verschillende categorieën informatie vaste plekken op het scherm te geven, wordt de gebruiker zoek- en denkwerk bespaard. Zo kunnen keuzemogelijkheden bijvoorbeeld op de bovenste regel worden gepresenteerd en meldingen op de onderste. Wanneer de gebruiker iets op de onderste regel ziet verschijnen, weet hij zonder te lezen al, dat het om een melding gaat.

Een andere faktor die de begrijpelijkheid beïnvloedt, is het taalgebruik. De meest gemaakte fout hierbij is, dat de ontwerpers (technici, programmeurs) uitgaan van hun jargon en niet van de 'taal van de gebruiker'. Een voorbeeld is de term 'erase' (wissen). Deze term komt uit de techniek van het magnetisch schrijven van informatie. Wat de gebruiker wil, is het 'weggooien' van een bestand. Als het dan toch in het Engels moet, dan benadert 'remove' of 'delete' de wens van de gebruiker beter dan 'erase'. In sommige gevallen wordt de gebruiker met begrijpelijke taal geconfronteerd totdat een fout optreedt waarmee in de programmatuur geen rekening is gehouden. Op zo'n moment neemt het 'operating system' met zijn specialistische terminologie het heft in handen, terwijl de gebruiker juist de behoefte heeft aan begrijpelijkheid. Zo kan de gebruiker van een MS-DOS computer met meldingen worden geconfronteerd zoals 'FATAL: internal stack failure, system halted', 'fix up offset exceeds field width', 'intermediate file error during pipe', 'memory allocation error, cannot load COMMAND, system halted' en 'parity error or nonexistent memory error'. Voor een toelichting wordt de gebruiker naar een lijvig handboek verwezen. Maar ook om die toelichting te begrijpen, moet de gebruiker twee vreemde talen spreken: Engels en Computerlands. Overigens is het niet zo, dat elke specialistische term uit den boze is. Integendeel, soms scheidt men alleen maar onduidelijkheid door een gangbare specialistische term door een vagere benaming in gewoon taalgebruik te vervangen. Wat echter voorkomen moet worden, is het gebruik van een specialistische term wanneer er ook een gangbare, duidelijke uitdrukking in gewoon taalgebruik beschikbaar is.

Opdrachten aan de computer

Op welke wijze moet de gebruiker opdrachten aan de computer kenbaar maken? Vaak worden 'menu's' gebruikt, lijstjes van de op dat moment beschikbare opdrachten. Na keuze van een mogelijkheid uit het menu komt men eventueel in een 'submenu' terecht met verdere keuzemogelijkheden. Een voorbeeld van zo'n menu is:

1. opvragen bestand
2. bewaren bestand
3. toevoegen gegevens
4. verwijderen gegevens
5. einde programma

De gebruiker dient zijn keuze in dit geval kenbaar te maken via het intoetsen van een cijfer. Het is een goede zaak, dat de beschikbare keuzes getoond worden. De gebruiker moet wel onthouden danwel steeds opnieuw lezen welk cijfer bij welke keuze hoort. Het onthouden wordt bemoeilijkt doordat het intoetsen van '3' op andere plaatsen in het programma waarschijnlijk andere betekenissen heeft. De geheugenbelasting is te verminderen door de in te toetsen code 'betekenisvol' te maken. Zo zou men in plaats van de cijfers een of meer letters kunnen gebruiken:

- O of OB of OPV: opvragen bestand
- B of BB of BWR: bewaren bestand
- T of TG of TVG: toevoegen gegevens
- V of VG of VRW: verwijderen gegevens

E of EP of END: einde programma

Op deze wijze zijn gebruikers sneller zo ver dat ze een programma kunnen gebruiken zonder steeds elk menu te moeten lezen.

Het helpt verder wanneer de codes bovendien consistent zijn. Dit wil zeggen dat de keuze van de codes volgens een begrijpelijk systeem tot stand komt, zodat de gebruiker de ene code uit de andere kan afleiden. Stel, men kan met een tekenprogramma vormen Teken, Weghalen, Verschuiven en Roteren. De beschikbare vormen zijn Punten, Lijnen, Cirkels en Rechthoeken. Wanneer de gebruiker weet dat 'TL' 'tekenen lijn' betekent, dan laten de andere opdrachten zich raden. Er zijn overigens verschillende manieren om te komen tot consistente codes, elk met zijn voor- en nadelen (Ehrenreich, 1985).

Bij het opzetten van een structuur van menu's en submenu's moet tevens goed worden nagedacht over de groepering van de opdrachten. Welke opdrachten horen bij elkaar in hetzelfde (sub)menu? Net als bij de keuze van de benamingen van de afzonderlijke opdrachten is hier niet de techniek maatgevend (welke stukken programma staan bij elkaar of lijken technisch gezien op elkaar) maar een goed begrip van de uit te voeren taken en van de ideeën van de gebruiker over wat bij elkaar hoort.

Computergebruikers werken veelal met verschillende programma's. Dit maakt nog een ander aspect van codes en opdrachten belangrijk: de uniformiteit. Terwijl het ene programma met de opdracht 'quit' wordt verlaten, is bij het andere 'end' of 'einde' nodig. Een hoeveelheid gegevens van een schijf halen heet in het ene programma 'lezen', in het andere 'opvragen' of 'openen'. Bij het ene programma kan hulp-informatie met de F1 toets opgeroepen worden, bij het andere met de F3, met een vraagteken of door 'help' in te toetsen. De ontbrekende uniformiteit vergt een extra geheugeninspanning. In zekere zin wordt onthouden afgestraft; wat in de ene situatie is geleerd, blijkt in de andere verkeerd. Meestal beperken de gevolgen zich tot hinder, maar echt vervelend wordt het wanneer een aangeleerde opdracht in een ander programma een andere, niet-bedoelde opdracht blijkt te zijn met ingrijpende gevolgen.

Goede programma's geven de onervaren gebruiker ondersteuning, maar geven ervaren gebruikers de mogelijkheid, van hun ervaring te profiteren en sneller en direkter te werken. De ervaren gebruiker profiteert bijvoorbeeld van zijn ervaring door direkt (niet via opeenvolgende keuzen) naar allerlei onderdelen van het programma te gaan, door hulp-informatie over te slaan, door afgekorte opdrachten te gebruiken, door verschillende opdrachten direkt achter elkaar te geven (terwijl de eerste opdracht nog in uitvoering is) of door veelvoorkomende reeksen bedieningen samen te voegen en onder een zelfgekozen naam in n keer oproepbaar te maken.

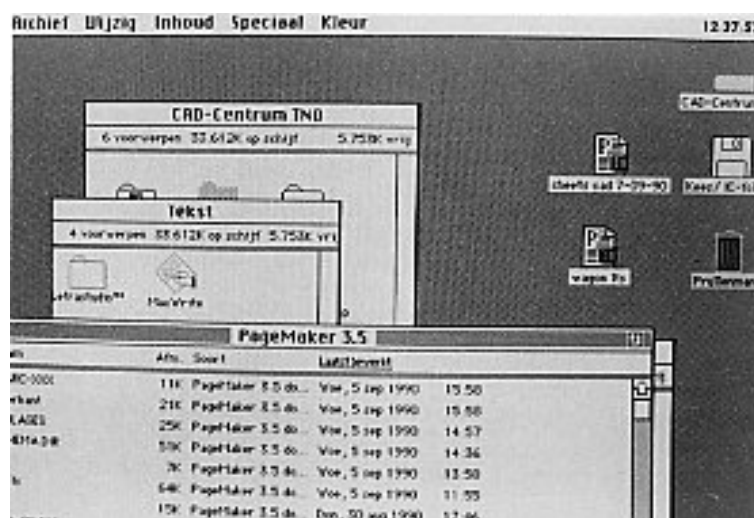
Eventueel zou de gebruiker zijn niveau van ervaring aan de computer kenbaar kunnen maken, waarna deze zich op dat ervaringsniveau instelt. Het alternatief is dat de computer 'waarneemt' hoe ervaren de gebruiker is en zichzelf hierop instelt. Men kan het programma bijvoorbeeld het aantal fouten of de werksnelheid van de gebruiker laten registreren, maar deze twee 'maten' zijn nog tamelijk primitief. Bij wijze van experiment heeft de PTT zo'n 'zelf-adaptief' programma ontwikkeld voor het organiseren van een telefonische vergadering (Van den Hil, 1989).

Met de voorgaande maatregelen zijn programma's te maken die goed aansluiten bij de wensen, mogelijkheden en beperkingen van hun gebruikers. Vergissen is echter menselijk en zelfs, volgens de wet van Murphy, gegarandeerd. Een belangrijke aanvullende maatregel is daarom, te zorgen dat gebruikers op hun handelingen kunnen terugkomen. Iemand laat bijvoorbeeld een tekst uitprinten. Na de eerste paar regels ziet hij, dat hij een andere tekst had bedoeld. Het printen moet nu direkt onderbroken kunnen worden. Of een gebruiker geeft bijvoorbeeld opdracht, een bepaald bestand van de schijf te verwijderen. Alvorens de opdracht uit te voeren, vraagt de computer een bevestiging: 'wilt u inderdaad BRIEF1 verwijderen (j/n)?'. De gebruiker krijgt op deze wijze nog een kans, een eventuele vergissing te corrigeren. Liefst is er ook na het intoetsen van 'j' nog een herkansing.

De computer als nagebootste wereld

Eerder in dit hoofdstuk bleek dat het gebruik van aanwijsmiddelen zoals de 'muis' tot andere fysieke handelingen leidt dan het gebruik van het toetsenbord. Wanneer programmatuur de mogelijkheden van de muis goed benut, treden de grootste verschillen echter op op het vlak van begrijpen, beslissen en onthouden.

De meest bekende toepassing van de muis is het gebruik bij computers zoals de Apple Macintosh en de Atari. Bij deze computers worden bestanden en programma's door kleine afbeeldingen ('ikonen') weergegeven (zie afbeelding 4.4). Een programma kan



Figuur 4.24: Het gebruik van ikonen bij de Apple Macintosh computer.

gestart worden door de desbetreffende ikoon met de muis 'aan te wijzen' en vervolgens de drukknop op de muis te bedienen. Het weggooien van een bestand gebeurt door de ikoon met de muis 'op te pakken' en in de (ikoon van de) prullenbak te schuiven. Dit in plaats van het intoetsen van (bijvoorbeeld) de opdracht 'DEL A:\CORRESP\BRIEF1.TXT'. Ook nadat een programma gestart is op de Macintosh of Atari, heeft de muis een belangrijke rol, afhankelijk van het soort programma. Enkele toepassingen zijn het aanwijzen van een keuze uit een menu, het verplaatsen van de cursor (bij een tekstverwerker),

het aanwijzen van vakken (bij een 'spreadsheet'), het tekenen van lijnen (bij een tekenprogramma) en het verplaatsen van een stuk (bij een schaakprogramma).

Deze manier van omgaan met een computer verschilt meer van de traditionele dan men in eerste instantie denkt. Bij het werken op de traditionele manier, waarbij opdrachten worden ingetoetst, presenteert de computer zich in essentie als een gebrekkige gesprekspartner: de gebruiker geeft een opdracht aan de computer en de computer voert deze namens de gebruiker uit. De computer staat als het ware tussen de gebruiker en datgene wat de gebruiker wil bewerken in (het weg te gooien bestand, de tekst, de berekening, de tekening, het schaakbord). Soms vertelt de computer dat hij de opdracht niet begrepen heeft of dat de gebruiker een fout heeft gemaakt. De computer spreekt alleen zijn eigen taal, die in het gunstigste geval op de onze lijkt maar aan veel strakkere regels gebonden is. De gebruiker moet dus eerst de regels van de taal van de computer leren voordat het tot een 'gesprek' kan komen.

Bij het werken met de muis en de ikonen daarentegen bootst de computer de werkelijkheid na en doet de gebruiker 'zelf' die dingen, die hij de traditionele computer 'laat uitvoeren'. Omdat de computer een nabootsing van de echte wereld geeft, hebben de uit te voeren handelingen iets vanzelfsprekends. De gebruiker hoeft bijvoorbeeld niet het commando te kennen om een schaakstuk te verzetten, maar verzet het schaakstuk zelf, door een beweging met de muis.

Hutchins (1986) en anderen vinden dat computersystemen nu uitgevoerd moeten worden als nagebootste werkelijkheid, waarin 'direkte manipulatie' door de gebruiker mogelijk is. Met name voor de minder frequente gebruikers wordt de computer zo beter toegankelijk. Ervaren gebruikers van traditionele computers lopen veelal minder warm voor 'direkte manipulatie'. Zij kennen de benodigde commando's zo goed en zijn zo goed op de hoogte van de eigenaardigheden van hun 'computer-gesprekspartner' dat ze zich niet meer bewust zijn van de indirectheid van deze werkwijze. Sterker nog: zij ervaren het gebruik van muis en ikonen als ongunstiger. Het geven van reeksen voor leken onbegrijpelijke commando's met het toetsenbord gaat hen veel sneller af dan schuiven met de muis. Zij vinden de fysieke aspecten van het bedienen blijkbaar zwaarder wegen dan de mentale.

Ter afsluiting zijn nog twee opmerkingen te maken. Ten eerste gelden veel ergonomische aspecten die in dit hoofdstuk aan bod kwamen ook voor andere producten dan computersystemen. Dit bleek al uit sommige voorbeelden.

Ten tweede, in dit hoofdstuk is gesproken van 'computers' en van 'programmatuur'. Voor technici is dit onderscheid belangrijk. Het ontwikkelen van hardware vergt andere kennis en gebeurt door andere mensen dan het ontwikkelen van software. Uit ergonomisch oogpunt is het onderscheid tussen hard- en software echter van geringer belang. Met name in de eerste fasen van de ontwikkeling van een systeem (van hardware plus software) kan dit onderscheid het zicht op meer essentiële zaken zelfs bemoeilijken. Zo is het in eerste instantie belangrijk, na te gaan op welke punten tijdens het gebruik van een systeem de gebruiker over bepaalde hulp moet kunnen beschikken. Of die hulp met een hulp-toets (hardware) of middels een code (software) wordt opgeroepen, is pas in tweede instantie van belang.

Hoofdstuk 5

De winkel

5.1 Heeft ergonomie wat te betekenen in winkels?

Winkelen is voor veel mensen een dagelijkse activiteit. Ook werken in winkels veel mensen; in de Nederlandse detailhandel bijna een half miljoen. Al met al zou de winkel een belangrijk terrein voor ergonomen moeten zijn. Het is dan ook verbazend dat winkels in de ergonomische vakliteratuur weinig aandacht krijgen in vergelijking met andere toepassingsgebieden van de ergonomie zoals het kantoor en de industrie.

In de levensmiddelen-supermarkt zijn veel ergonomische problemen meer uitgesproken dan in andere winkels. Dit komt allereerst door het grote aantal klanten per dag. Op een drukke dag in een grote supermarkt kunnen het er zo'n tweeduizend zijn. Om zulke grote aantallen mensen zonder lange wachttijden te kunnen helpen, is een ergonomisch uitgekiende inrichting nodig. Ook de grote hoeveelheid boodschappen per klant is er extreem. De klant heeft daarom voorzieningen nodig zoals winkelwagentjes en het kassapersoneel heeft relatief veel handelingen per klant te verrichten.

Ook het zelfbedienen bij een groot assortiment, bijvoorbeeld van 15.000 artikelen, stelt zijn eisen. Hoe kan de klant gemakkelijk de gewenste artikelen vinden? Hoe zijn de soms kleine verschillen tussen die artikelen duidelijk te maken? Hoe zijn zo veel mogelijk artikelen uit te stallen zonder dat dit ten koste van de doorloopruimte of de bereikbaarheid gaat? Ook de hoge omzetsnelheid en korte houdbaarheid van een deel van het assortiment zijn complicerende factoren. Deze vereisen dat aanvoer naar de winkel min of meer dagelijks plaatsvindt en dat aanvullen van de voorraad op de schappen zelfs meermalen per dag gebeurt. Dit zijn logistieke problemen met ergonomische aspecten wat het 'hanteren' en de 'informatieverwerking' betreft. Al met al is er voldoende reden, in dit hoofdstuk de aandacht vooral op de supermarkt te richten; daar luistert het ergonomisch gezien het nauwst.

5.2 Kijken en grijpen

Waar liggen de koffiefilters?

De meeste klanten kunnen redelijk snel uit een assortiment van bijvoorbeeld tien-duizend artikelen de door hen gezochte artikelen vinden. We vinden dit zo vanzelfsprekend dat we vergeten dat dit in principe een lastige zoektaak is. Deze wordt echter vergemakkelijkt door het ontwerp van het winkelinterieur. Wie regelmatig in supermarkten de boodschappen doet, ontwikkelt een verzameling veronderstellingen over de inrichting van 'de' supermarkt. Komen we in een supermarkt waar we nog niet eerder geweest zijn, dan zijn artikelen des te beter te vinden, naarmate de inrichting daar beter overeenkomt met die veronderstellingen.

Zo'n verzameling veronderstellingen wordt 'intern model' genoemd. Zo veronderstellen de meeste mensen dat de artikelen 'soort bij soort' liggen. Verse groente en fruit zijn n soort, groenten en vruchten uit blik een andere. Voorverpakte kaas vindt men misschien n soort samen met andere verpakte zuivelprodukten zoals boter en room. Veel mensen zijn er aan gewend dat de 'verse' (niet-voorverpakte) kaas elders in de winkel aangeboden wordt.

Ook hebben klanten veronderstellingen over welke soort waar is ondergebracht. De supermarkt-exploitant bepaalt de indeling op praktische gronden maar zal ook rekening moeten houden met het 'interne model' van zijn klanten dat tevens op ervaring met andere winkels gebaseerd is. Ook in veel andere situaties vergemakkelijken interne modellen het zoeken en beslissen. Waar in de krant staat welke informatie? Waar ligt het spoorwegstation in een vreemde stad? Hoe bedien ik een auto of een radio die ik nog niet eerder gebruikt heb?

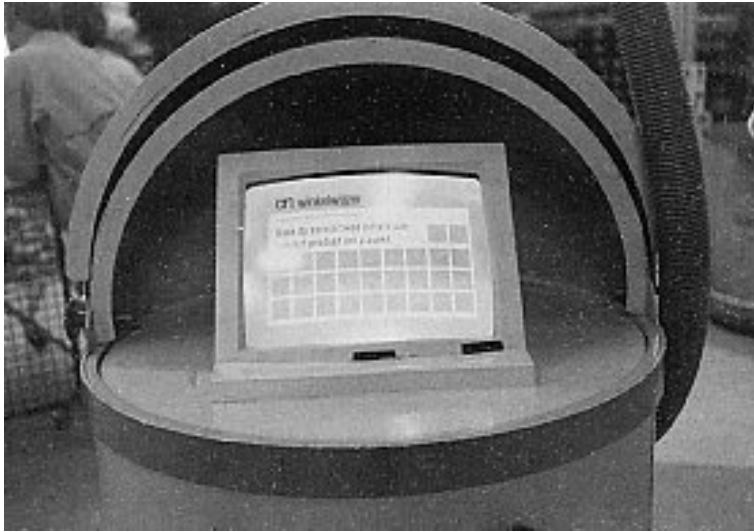
De ontwerper kan inspelen op de veronderstellingen van de gebruiker, maar kan ook expliciet helpen met instructies en bewegwijzering. Wanneer een ontwerp echter tegen de veronderstellingen van de gebruiker ingaat, is dergelijke ondersteuning meestal weinig effectief.

Ook in supermarkten worden instructies en wegwijzers toegepast, zoals borden die de plaats van groepen artikelen aangeven. Een interessant experiment wordt gedaan in een supermarkt in Tilburg. In deze supermarkt staan op verschillende plaatsen in de winkel 'aanraak-beeldschermen'. Het aanraakscherm kwam al kort ter sprake in hoofdstuk 4. De toepassing van zulke schermen in de supermarkt is als volgt (zie afbeelding 5.2). Op het scherm worden de letters van het alfabet getoond. Wijst men twee letters aan, dan verschijnt een lijst van artikelen die met deze twee letters beginnen. Wijst men in deze lijst vervolgens het gezochte artikel aan, dan volgt een aanduiding van de plek waar dit artikel is te vinden. De rol die dergelijke voorzieningen vervullen bij het vinden van artikelen zal vermoedelijk altijd gering blijven, vergeleken met de rol van de veronderstellingen van de klant.

Desalniettemin kunnen dergelijke systemen een welkome aanvulling zijn.

Tillen en reiken

Is het gezochte artikel gevonden, dan moet het gepakt en meegenomen worden. Dit betekent dat ontwerpers rekening moeten houden met de variatie van de lichaamsafmetingen en kracht van de klanten (en van het winkelpersoneel), bij het ontwerpen van zowel de schappen als de artikelverpakkingen.



Figuur 5.1: Een aanraakscherm waarmee klanten de door hen gezochte artikelen kunnen vinden.

Artikelen op de schappen moeten zowel in het zicht als binnen handbereik liggen. Dit pleit voor ondiepe schappen, want op diepe schappen zijn de artikelen al gauw buiten zicht of handbereik. Uit oogpunt van winkel-logistiek zijn daarentegen schappen met een grote diepte gewenst, want dan hoeft men minder vaak de schappen bij te vullen. In de eerdergenoemde supermarkt in Tilburg is gexperimenterd met een creatieve oplossing voor dit probleem: 'pneumatische' schappen die de artikelen steeds doorschuiven tot aan de voorrand. De artikelen blijven daardoor steeds goed te zien en te pakken, ook op de lagere en hogere schappen.

Wat het tillen van de artikelen betreft is het (gewone) kratje pils berucht. Dat het versjouden ervan voor veel mensen een zware klus is, lijkt in eerste instantie alleen aan het gewicht te wijten. De circa 15 kilo zijn echter niet meer dan in sommige werksituaties (gereedschappen, materialen) of op vakantie (koffers, rugzak) soms lang achtereen worden versjouwd. En volgens een bestaande 'tilnorm' (Kellermann, 1982) is het af en toe tillen van 50 kg (voor mannen) of 30 kg (voor vrouwen) nog toelaatbaar.

De manier waarop, en de houding waarin getild en gesjouwd moet worden, zijn echter minstens zo belangrijk als het te tillen gewicht. En die 'manier waarop' en 'houding waarin' worden beïnvloed door het ontwerp van het kratje.

Dragen we het kratje voor het lichaam, dan maken de onder- en bovenarmen ongeveer een loodrechte hoek met elkaar (zie afbeelding 5.2). Het vermoeiende hiervan is dat de bovenarmspieren voortdurend statische spierarbeid moeten verzetten om die loodrechte hoek tussen de onder- en bovenarmen te handhaven. De hoek groter maken, dus het kratje lager houden, gaat niet want dan zit het kratje de bovenbenen in de weg tijdens het lopen.

Dragen we het kratje met een hand naast het lichaam, dan liggen de boven- en onderarm in een lijn, naar beneden gestrekt. Om hinder bij het lopen te voorkomen moet het kratje van de zijkant van het bovenbeen af gehouden worden, waarvoor de schoud-



Figuur 5.2: Een kratje bier dragen vr het lichaam: de onder- en bovenarmen maken een hoek van ongeveer negentig graden.

erspieren statisch worden ingezet (zie afbeelding 5.2). In beide gevallen worden ook de rugspieren statisch ingezet, ter compensatie van het gewicht dat aan n zijde van het lichaam hangt.

Hoe is nu, via het ontwerp van het kratje, iets aan dit sjouwprobleem te doen? Het dragen vr het lichaam gaat gemakkelijker met lage handgrepen, langs de onderrand van het kratje, zodat de onder- en bovenarmen min of meer gestrekt kunnen worden. Deze grepen liggen dan wel onder het zwaartepunt van het kratje. Om te voorkomen dat het kratje voorover kantelt tijdens het dragen, moeten de grepen zo lang zijn dat de gebruiker het kratje iets vr het midden kan vastpakken. Bij een vergelijkbaar produkt, een tuinbouw-krat, wist men verdere verbetering te realiseren door de lange zijde nog langer te maken. Doordat de armen dan bij het dragen schuin naar links en rechts staan kan men het krat met gestrekte armen dragen zonder belemmering voor de benen.

Wat het naast het lichaam dragen betreft kan de koffer als voorbeeld dienen. Deze is relatief smal en heeft een greep midden boven het bovenzak. De koffer hoeft nauwelijks van het lichaam af gehouden te worden. Sinds enige tijd bestaat inderdaad een vergelijkbaar kratje, geschikt voor het vervoer van tien halve liters bier (zie afbeelding 5.2). Draagt men in allebei de handen zo'n kratje, dan is de statische inzet van de rug- en armspieren aanmerkelijk minder dan bij het traditionele bierkrat. Wat de distributiekosten betreft is dit nieuwe kratje overigens wat minder gunstig dan het traditionele krat.

Een belangrijk detail van zowel het traditionele als het nieuwe kratje is ten slotte de vorm van de handgreep. Deze zorgt dat de statische arbeid van de spieren die de vingers gekromd houden beduidend minder is dan bij het dragen van een even zware doos zonder handgrepen.

5.3 Het geld.

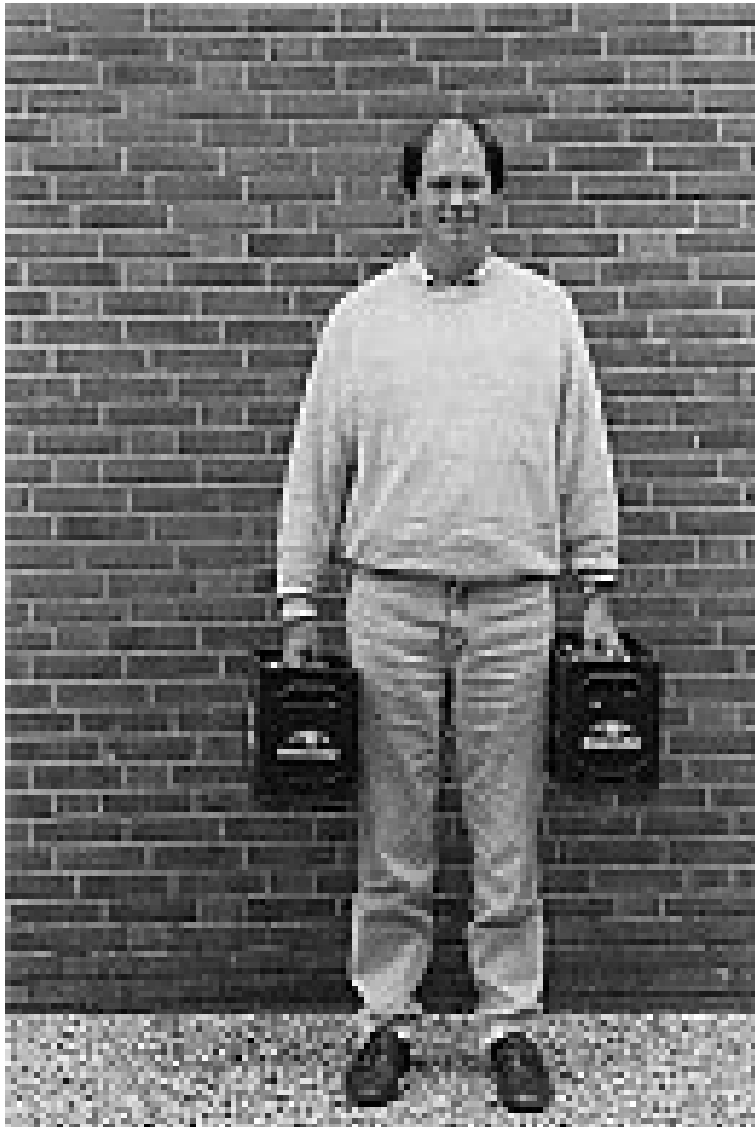
In de winkel wisselt de klant betaalmiddelen zoals munten en bankbiljetten uit tegen artikelen. Het aantal eisen en wensen waarmee de ontwerper van munten en bankbiljetten rekening heeft te houden, is groter dan men in eerste instantie denkt. Zo is geld in zekere zin een presentatie van een land naar zijn bewoners maar ook naar het buitenland. De verschijningsvorm moet daarmee in overeenstemming zijn. Geld moet er ook betrouwbaar en 'geldig' uitzien (hoewel dat een rekbaar begrip is). Bovendien moet geld moeilijk vervalsbaar zijn, met andere woorden, vals geld moet gemakkelijk van echt onderscheidbaar zijn, zowel door mensen als door geldautomaten.

De ergonomische aspecten waar de gebruiker het meest mee geconfronteerd wordt, zijn de hanteerbaarheid van het geld en de onderscheidbaarheid van verschillende waarden.

Wanneer men veel waarde zou hechten aan de hanteerbaarheid van bankbiljetten, dan zouden de afmetingen ongetwijfeld verkleind worden, misschien tot die van de huidige betaalpasjes. Het onhandige open- en dichtvouwen van biljetten zou dan gelimineerd zijn. De beveiliging tegen vervalsing heeft echter tot compromissen met betrekking tot de hanteerbaarheid geleid. Het grote aantal onder te brengen 'echtheidskenmerken' vergt namelijk nogal wat papieroppervlak.

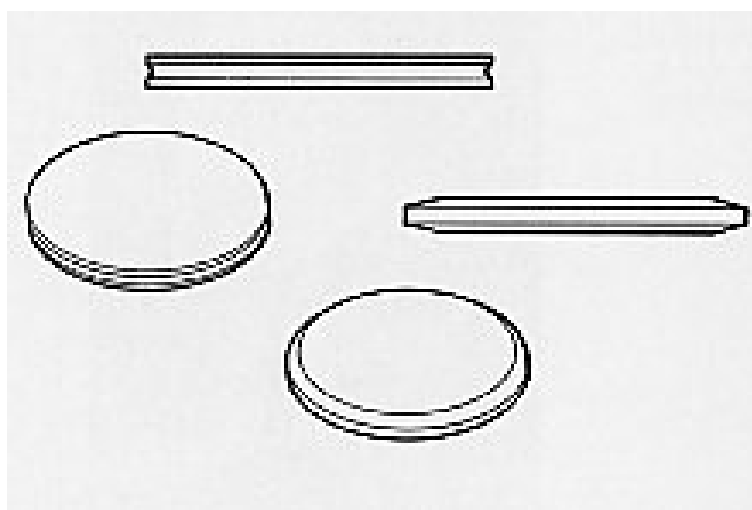


Figuur 5.3: Een kratje bier nhandig dragen naast het lichaam: de boven-en onderarm staan schuin.



Figuur 5.4: Het dragen van twee 'halve' kratjes: de statische spierarbeid is minder dan bij n heel kratje.

Wat het hanteren van munten betreft valt op dat deze vaak moeilijk zijn op te pakken. Op plaatsen waar munten veelvuldig gehanteerd moeten worden lost men dit op door het oppakken te vermijden. Bij sommige kassa's kan het kassapersonneel de munten bijvoorbeeld vanaf het betaalvlak direct in de lager gelegen geldvakjes schuiven. Men kan het oppakken vergemakkelijken door het betaalvlak te voorzien van ondiepe sleuven ter breedte van een vingertop. En misschien is het ook wel mogelijk munten z te ontwerpen dat oppakken gemakkelijker is, bijvoorbeeld door de rand wat dunner te maken dan de rest van de munt, zodat men de vingernagel gemakkelijk onder de rand kan steken, of door de rand van een langsgroef te voorzien (zie afbeelding 5.3



Figuur 5.5: Munten die gemakkelijker zijn op te pakken.

).

Een belangrijk ergonomisch aspect van geld is de onderscheidbaarheid van verschillende waarden. Om snel met geld te kunnen werken, is het van groot belang dat we zonder enige moeite en met een verwaarloosbare kans op fouten een dubbeltje van een kwartje, een tientje van een biljet van vijftig gulden kunnen onderscheiden. Twee zaken zijn hiervoor nodig: 'onderscheid op verschillende kenmerken' en 'voldoende onderscheid per kenmerk'. Belangrijke kenmerken van munten zijn de diameter, de vorm (rond, rond met een gat erin, achthoekig), de dikte, het gewicht, de kleur, het randoppervlak (bijvoorbeeld met of zonder kartels) en de afbeelding. We kunnen de kans op verwarring verkleinen door munten op meer dan n kenmerk te laten verschillen, oftewel door voor 'redundantie' te zorgen. De stuiver en het dubbeltje verschillen bijvoorbeeld in de diameter, de kleur, het randoppervlak en de afbeelding. Een extra argument voor 'onderscheid op verschillende kenmerken' is, dat mensen uiteenlopende handicaps hebben en het geld onder uiteenlopende omstandigheden gebruiken. Bij afgenomen gezichtsvermogen of bij gebrekkige verlichting hebben we weinig aan verschillen in kleur of afbeelding en is onderscheid op voelbare eigenschappen nodig. Munten op de tast vergelijken lukt niet met koude handen, met handschoenen aan of met een reumatische aandoening van de hand.

Zoals gezegd moet in de tweede plaats het onderscheid per kenmerk voldoende

groot zijn. Wat de diameter betreft voldoen niet alle munten aan deze eis. De diameter van een kwartje is 4 mm groter dan die van een dubbeltje; in de praktijk blijkt dit een duidelijk verschil te zijn. De rijksdaalder verschilt 4 mm van de gulden. Dit verschil blijkt echter onvoldoende groot te zijn; guldens en rijksdaalders worden nogal vaak verward (Vroon, 1978). Waarom is 4 mm in het ene geval voldoende en in het andere geval onvoldoende verschil? De 'wet van Weber' stelt, dat niet het absolute verschil (in millimeters) maar het relatieve (procentuele) verschil belangrijk is. Het kwartje is 27% groter dan het dubbeltje, de rijksdaalder is slechts 16% groter dan de gulden. Blijkbaar is 16% te weinig. De 'oude' rijksdaalder, die in 1971 door de huidige werd vervangen, had een diameter van 33 millimeter en was daarmee 32% groter dan de gulden. Bij de oude rijksdaalder was de kans op verwarring met de gulden erg klein.

Mensen nemen verschillen niet absoluut, maar relatief waar. Het is jammer dat men bij het ontwerpen van de nieuwe munt van vijf gulden dit feit opnieuw heeft genegeerd. Deze nieuwe munt is kwa kleur gemakkelijk met de stuiver te verwarren. Qua diameter is het onderscheid echter k onvoldoende: de vijfgulden-munt is slechts 12% groter dan de stuiver.

Het gebruik van verschillen bij munten is overigens ook niet volledig consistent. De reeks 'dubbeltje, kwartje, gulden, rijksdaalder' is opklimmend in waarde en in diameter, maar de stuiver valt erbuiten. Bovendien zijn de stuiver en de vijfgulden-munt koperkleurig terwijl de tussenliggende waarden nikkelkleurig zijn. Volledige consistentie zou vooral de onervaren gebruiker ten goede komen, bijvoorbeeld de buitenlandse toerist.

Ook bij bankbiljetten moet door voldoende verschil op meer dan n eigenschap verwarring worden voorkomen. Natuurlijk hebben bankbiljetten verschillende afbeeldingen, maar daarnaast wordt op Nederlandse bankbiljetten en op bankbiljetten van veel andere landen heel effectief gebruik gemaakt van grote verschillen in kleur. Ook zijn de Nederlandse biljetten op de tast onderscheidbaar, dankzij de in reliëf gedrukte figuurtjes. Uit het aantal en de vorm van deze figuurtjes blijkt, om welk biljet het gaat.

5.4 De kassa-werkplek

Het traditionele kassameubel

Op de kassa-werkplek wisselen het geld en de artikelen van eigenaar. Afbeelding 5.4 toont een eenvoudig, 'traditioneel' kassameubel. Een kenmerk van dit meubel is het geringe benodigde vloeroppervlak. In de praktijk is met name een geringe breedte van groot belang, omdat binnen de gegeven winkelbreedte zo veel mogelijk kassameubels naast elkaar ondergebracht dienen te worden.

De handelingen kunnen bij dit meubel als volgt zijn. De klant legt de artikelen n voor n vanuit het winkelwagentje op het kassablade. Het kassapersoneel zoekt (met de linkerhand) het prijsetiket op en toetst (met de rechterhand) de prijs in op de kassa. Hij of zij legt (met de linkerhand) het artikel in een volgend wagentje, dat door de voorgaande klant leeg is achtergelaten. Nadat alle artikelen zijn ingetoetst, wordt de betal-



Figuur 5.6: Een traditioneel kassameubel waarbij het kassapersoneel de artikelen na intoetsen van de prijs in een wagentje legt.

ing afgehandeld (waarbij meestal beide handen worden gebruikt). De klant vertrekt en laat zijn lege wagentje achter voor de volgende klant.

Het kassapersoneel heeft in zo'n meubel te maken met drie aandachtsvelden: met de klant, met diens artikelen en met de kassa-apparatuur. Bij het ontwerpen van dit type kassameubels bleek het niet mogelijk te zijn, alle drie de aandachtsvelden recht voor het kassapersoneel te plaatsen; de kassa's uit die tijd waren tamelijk omvangrijke apparaten uit n stuk, die bij het hanteren van de artikelen en het afrekenen met de klant in de weg zouden zitten. Nu moeten per klant de prijzen van een flink aantal artikelen ingetoetst worden en dat gaat te langzaam en moeizaam, wanneer men de toetsen naast zich heeft. Het kassapersoneel werd om deze reden, en om de breedte van het meubel te minimaliseren, naar het kassa-apparaat georienteerd.

Deze werkrichting heeft wel tot gevolg, dat de kassire zich voor het contact met de klant moet verdraaien; een lichaamshouding die tot klachten kan leiden wanneer deze lang en veel voorkomt. Verder doet n arm al het zware werk en wordt het lichaam voornamelijk nzijdig belast. Uit ergonomisch oogpunt verdient het de voorkeur, de armen min of meer symmetrisch te belasten (zoals het in elke hand dragen van een 'half' kratje bier de voorkeur verdient boven het nhandig dragen van een heel krat). Misschien is het misleidend dat de meeste artikelen afzonderlijk niet zwaar zijn; een kassire in een drukke supermarkt vertilt naar schatting 3000 kg aan artikelen per dag. Het is niet verwonderlijk, dat bij zo'n taak rug-, schouder- en nekklachten kunnen voorkomen onder het kassapersoneel.

Door het relatief kleine kassavlak kan de klant veelal niet alle boodschappen voor het kassapersoneel klaarleggen; de klant zal dus in tempo met het kassapersoneel moeten meewerken. Bij een langzame klant en een snelle kassire is de kans groot, dat de klant het afhandelingstempo bepaalt. Niet alleen beïnvloedt dit de wachttijden bij de kassa; de klant heeft bovendien het gevoel, onder tijdsdruk gezet te worden.

Het kassameubel met transportband betekende een stap vooruit (zie afbeelding 5.4



Figuur 5.7: Een kassameubel met een transportband.

). De transportband biedt de klant de gelegenheid, meer vooruit te werken met het klaarleggen van de artikelen. De kassire hoeft dankzij de transportband de artikelen minder te vertillen; ze kan de band met een voetpedaal in beweging zetten om de artikelen naar zich toe te halen. Het omkeren van artikelen om het prijsetiket te vinden blijft wel nodig. Aan de 'afvoerszijde' van dit meubel is een andere taakverdeling ontstaan. De kassire hoeft de artikelen niet meer in een wagentje over te laden; de klant doet de gekochte waren zelf in de boodschappentas. De verzamelbak aan de afvoerszijde is vaak met een scharnierbare plank in twee helften gedeeld. Terwijl bij de ene helft een klant de boodschappentas aan het volladen is, stroomt de andere helft vol met de artikelen van de volgende klant. Voor de klant is dit een zwak punt in het ontwerp; hij komt bij het inpakken onder tijdsdruk te staan, zeker wanneer hij veel waren gekocht heeft en de volgende klanten kleinere hoeveelheden artikelen hebben aangeschaft.

In bovenstaande beschrijving ontbreekt n belangrijke taak van de klant: het controleren van de kassire. Wanneer op n dag 400 klanten een kassire passeren, die gemiddeld 15 artikelen willen kopen, waarvan de prijs uit gemiddeld 3 cijfers bestaat, dan moet deze kassire 18.000 cijfers intoetsen. De kans is klein dat hierbij geen fouten optreden. Het zou dus verstandig zijn, als de klant het werk van de kassire zou controleren. Meekijken tijdens het intoetsen is moeilijk. De klant moet dan ook zelf de prijzen op de artikelen opsporen en vergelijken met de prijzen op het cijfervenster van de kassa; dit alles zonder het hele proces te vertragen. Het achteraf vergelijken van de prijzen op de kassabon met die op de artikelen gaat ook moeizaam. Uit de kassabon van een 'gewone' kassa blijkt bijvoorbeeld niet welke prijs bij welk artikel hoort. En ook hier is er weer tijdsdruk, wil men althans de controle in de winkel doen en niet thuis (met het risico, weer naar de winkel terug te moeten). Binnen het 'takenpakket' van de klant bij de kassa is het controleren dus het ondergeschoven kind. Veel klanten laten het er dan ook maar bij.

Ontwikkelingen rond de kassa

Drie ontwikkelingen hebben geleid tot een nieuwe generatie kassa-meubels. De streepjescode-lezers deden hun intrede, de kassa-apparatuur werd opgesplitst in afzonderlijke delen en andere vormen van betalen kwamen op.

Wat het werk van het kassapersoneel betreft, is de belangrijkste verandering waarschijnlijk de komst van de streepjescode-lezers (barcode-scanners). De streepjescode op de verpakkingen van de artikelen bevat informatie over de leverancier en het artikel. In het kassameubel is een streepjescode-lezer ingebouwd. Deze heeft een groot venster waarlangs de artikelen gehaald worden. De optiek is zo uitgekiend, dat het apparaat streepjescodes direct tegen het venster, maar ook op enige afstand van het venster kan lezen. Bovendien hoeft de streepjescode niet evenwijdig aan het venster gehouden te worden; zelfs streepjescodes die bijna haaks staan op het venster worden nog gelezen. Het voordeel is dat artikelen sneller en minder nauwkeurig getild en gekeerd hoeven te worden.

De kans op fouten is door de streepjescodes sterk afgenomen. De kassiere hoeft de prijs niet meer te lezen, kort te onthouden en in te toetsen; drie taken met elk een foutkans. Omdat alle artikelen via hun streepjescode worden gidentificeerd, kan een 'gespecificeerde' kassabon worden gemaakt; een kassabon waarop zowel de artikelnamen als -prijzen staan (en aan de hand waarvan de klant achteraf gemakkelijker de kassabon kan controleren). Voordelen voor de winkel zijn dat het voorraadbeheer vergemakkelijkt wordt en dat prijswijzigingen eenvoudig zijn door te voeren.

De komst van de streepjescode heeft ook de layout van de kassa-werkplek beïnvloed. Aangezien het intoetsen van de prijzen is verdwenen, is het gebruik van het toetsenbord nu beperkt tot slechts enkele bedieningen (zoals het intoetsen van het betaalde bedrag, waarna de kassa-apparatuur het wisselgeld aangeeft). De plaats van het toetsenbord is daarmee wat minder belangrijk geworden dan bij het traditionele kassameubel.

De tweede ontwikkeling die de layout van kassa-meubels heeft beïnvloed, is de opsplitsing van elektronische apparatuur in afzonderlijke delen. Het toetsenbord, de kassabon-printer, het prijs-venster, de geldla en de eigenlijke kassa-computer hebben elk hun eigen behuizing. Deze delen kunnen nu, afhankelijk van de inbouwsituatie, elk hun eigen optimale plaats krijgen. Ook op kantoren, bij loketten, in laboratoria en in fabrieken bestaan computer-achtige apparaten steeds vaker uit afzonderlijk te positioneren delen. Dit is mogelijk dankzij de vervanging van mechanische door elektrische verbindingen tussen produktdelen. Wel valt op dat het opsplitsen pas na verloop van tijd gangbaar werd. Veel fabrikanten bleven in eerste instantie gintegreerde apparaten maken, ook in die gevallen waar opsplitsing inmiddels mogelijk en uit gebruiksoogpunt wenselijk was. Afbeelding 5.4 toont een voorbeeld hiervan: loketapparatuur van de NS. Op het beeldscherm na is dit een apparaat uit n stuk. Het toetsenbord is met de rest van het apparaat gintegreerd en bevindt zich op een voor de gebruiker minder gunstige plaats.

Dan is er nog de invloed van nieuwe vormen van betalen op het ontwerp van het kassameubel. Eerst moesten kassameubels voorzien worden van een schrijfvlak, waarop cheques ingevuld kunnen worden. Betalen met cheques blijkt ongeveer drie keer zo lang te duren als contant betalen. Het is eigenlijk verbazend dat het schrijfvlak



Figuur 5.8: Loketapparatuur van de NS.

niet zoals in het postkantoor van een pen aan een kettinkje is voorzien om een deel van de extra tijd terug te verdienen.

De volgende stap, het betalen met magneetkaarten en chipkaarten, brengt met zich mee dat een PIN-code toetsenbord en een kaartlezer op een voor de klant goed bereikbare plaats moeten worden aangebracht.

Deze ontwikkelingen resulteren in kassameubels zoals in afbeelding 5.4 en 5.4 .



Figuur 5.9: Een modern kassameubel met ingebouwde streepjescode-lezer en los toetsenbord.

Het kassapersoneel zit nu naar de klant geïntereerd. Deze opstelling is klantgericht maar maakt het bovendien mogelijk de artikelen met beide handen te hanteren. De meeste artikelen worden met de ene hand gepakt en met de streepjescode omlaag



Figuur 5.10: Apparatuur voor elektronisch betalen bij de kassa.

gelegd. De andere hand neemt de artikelen over en haalt ze over het leesvenster. Zware artikelen kunnen tweehandig worden gehanteerd. Het toetsenbord is voor de kassiere geplaatst, boven de geldlade, waardoor het gedraaid werken is gelimineerd.

De maatvoering van het kassameubel

De maatvoering van het kassameubel is een afweging van belangen. De totale breedte per meubel dient klein te zijn, maar de kassiere moet voldoende knieruimte en in- en uitstapruimte hebben. Dat 'kassiere' een heel andere functie is als 'kassier', is hierbij misleidend; kassapersoneel omvat vooral vrouwen maar ook mannen en de maatvoering moet rekening houden met de totale spreiding van hun afmetingen. Een ander compromis is de breedte van de transportband. Deze moet voldoende zijn om artikelen gemakkelijk te transporteren, maar moet de afstand tussen het kassapersoneel en de klant niet te groot maken.

Het belangrijkste hoogte-compromis is al bekend van de kantoorwerkplek: de relatie voetenvlak/zitting/werkvlak. Wordt het werkvlak te hoog geplaatst ten opzichte van de zitting, dan leidt dit met name bij klein kassapersoneel tot schouder- en nekklachten vanwege de schouder- en nekspieren die de armen voortdurend omhoog moeten houden. Wordt het werkvlak daarentegen te laag geplaatst, dan houdt het grote kassapersoneel onvoldoende hoogte over voor de onderbenen. Het vinden van het juiste compromis is bij kassameubels moeilijker dan in het kantoor, omdat het werkblad vanwege de ingebouwde streepjescode-lezer, transportband en (eventuele) geldlade dikker is. Gegeven de vaste hoogte van het werkvlak is verstelbaarheid zowel van de zitting als van het voetenvlak wenselijk.

Dan speelt nog de afstemming op de hoogtematen die voor de klant van belang zijn. De transportband en de verzamelbak mogen niet zo laag zijn, dat de klant in een gebogen houding de artikelen moet overladen. Daarnaast is het wenselijk, dat de staande klant en de zittende kassiere de ogen ongeveer op dezelfde hoogte hebben. De

zitplaats van de kassire is daarom van een verhoogde vloer voorzien.

5.5 De 'Self-scanner'

Een apparaat dat (een deel van) de kassa's op den duur overbodig kan maken, betreft de 'Self-scanner'. Om een beeld te krijgen van de inbreng van de ergonomie in de verschillende fasen van de produktontwikkeling, wordt de ontwikkeling hiervan stapsgewijs beschreven.

Bij Albert Heijn leefde het idee om klanten zelf de streepjescodes van de door hen genomen artikelen te laten registreren. Het bij de kassa leeghalen van het winkelwagentje en volladen van de tassen en dozen kan dan achterwege blijven; de klant kan de artikelen al tijdens het winkelen in een doos laden, die na het afrekenen mee naar huis wordt genomen. Het betalen zelf kan via kassapersoneel of geautomatiseerd gebeuren. Albert Heijn besteedde de ontwikkeling van de Self-scanner uit aan het Produktentrum TNO.

In de 'conceptfase' werd een programma van eisen opgesteld, een lijst van eisen waaraan het uiteindelijke produkt moet voldoen. Betreffende de ergonomie werden bijvoorbeeld de volgende eisen gesteld:

- De klant moet bij de registratie van elk artikel een terugmelding krijgen, waaruit blijkt dat het registreren is gelukt en dat het juiste artikel is geregistreerd.

- De klant moet een indicatie krijgen van het totaal dat hij meegenomen en geregistreerd heeft.

- De klant moet zich kunnen bedenken; een genomen artikel moet weer teruggelegd kunnen worden.

- Wanneer een klant een artikel meeneemt maar het vergeet te registreren, moet hij een herinnering krijgen.

- Belangrijke meldingen aan de klant, zoals de bovengenoemde herinnering, moeten redundant, op nr dan een manier, gegeven worden. Bijvoorbeeld kan gebruik gemaakt worden van een geluidsignaal plus een zichtbare melding. Het geluidsignaal trekt de aandacht van de klant als deze het visuele signaal niet in het oog heeft. Het geluidsignaal duurt kort, om hinder te beperken. Het visuele signaal blijft langer staan, zodat de klant enige tijd heeft om te kijken wat er precies aan de hand is.

Uiteenlopende oplossingen werden bedacht. Zo werd overwogen de registratie te laten plaatsvinden met apparatuur in de schappen, met een 'poortje' dat de volledige inhoud van het winkelwagentje in n keer opneemt, met een apparaat aan het winkelwagentje of met een apparaat dat de klant in de hand heeft. Een apparaat aan het winkelwagentje of in de hand bleek de beste oplossing te zijn.

Voor het lezen van streepjescodes bleken drie principes beschikbaar te zijn, die verschillen wat techniek en wat gebruik betreft. Het 'laserscanpistool' moet vanaf ca. 20 cm op de streepjescode gericht worden, de 'CCD-scanner' moet tegen de streepjescode aangehouden worden en de 'LED-leespen' moet over de streepjescode heen gestreken worden. Om een keuze te kunnen maken, werden ergonomie en techniek integraal beproefd; klanten voerden een proef uit met werkende streepjescode-lezers. Dit is belangrijk omdat een technisch minder goed funktionerend apparaat het gedrag van de klant kan beïnvloeden en een onhandige klant slechte resultaten kan boeken met

een in het laboratorium perfect funktionerend apparaat. Van het gebruik werden video-opnamen gemaakt, die achteraf werden geanalyseerd. Daarnaast werd de mening van de proefpersonen vastgelegd. Op basis van de proef werd de CCD-scanner uitgekozen.

Uit de proef bleek verder, dat een aan het winkelwagentje bevestigde streepjescodelezer in veel gevallen het prettigste werkt, omdat men de handen vrijhoudt voor het duwen van het wagentje en het pakken van de artikelen. Bij grote en zware artikelen is het echter gemakkelijker de lezer naar het artikel te bewegen en de streepjescode te lezen terwijl het artikel nog op de schap staat of nadat het artikel in het wagentje is gezet. Daarom werd besloten, dat de streepjescode-lezer vast (in een houder aan de winkelwagen) n in de hand gebruikt moest kunnen worden.

In de volgende fase werd het concept van de Self-scanner uitgewerkt. De benodigde elektronica-hardware en -software werden ontworpen. Een ergonomische inbreng hierbij is in het allereerste stadium al nodig en is minstens zo belangrijk als een ergonomische bijdrage aan het ontwerp van de behuizing, want de elektronica en programmatuur bepalen het 'gedrag' van de Self-scanner.

Bij de vormgeving van de behuizing speelde de rangschikking van de componenten een belangrijke rol. De hoogte en dikte werden gedikteerd door de printplaten en de accu. Om de streepjescode-lezer in de houder een gunstige stand te geven, moest een uitsparing in de behuizing worden aangebracht (zie afbeelding 5.5). De bovenzijde



Figuur 5.11: De self-scanner; de streepjescodelezer bevindt zich in een uitsparing in de behuizing.

werd tevens bedieningspaneel en moest daarom een goede stand en hoogte hebben voor bedienen en aflezen. Op deze bovenzijde kwamen voorzieningen zoals de knop voor het nemen en die voor het weer terugleggen van een artikel en een venster om het aantal genomen artikelen, de prijs van het laatst geregistreerde artikel en de totaalprijs van alle artikelen te kunnen tonen. Bij het ontwerpen van de grafische vormgeving van dit paneeltje speelden ergonomische aspecten zoals een overzichtelijke layout en een juiste lettergrootte natuurlijk een rol, maar veel belangrijker nog was een juiste keuze van de toe te passen benamingen. De benamingen die door de ontwerpgroep werden gebruikt, waren technisch gekleurd en moesten worden herzien. Het valt voor technici

meestal niet mee, een apparaat door de ogen van de leek/gebruiker te bekijken en aldus passende benamingen te kiezen. Zo werd bijvoorbeeld 'artikel in geheugen zetten' vervangen door 'artikel erbij'.

Op het ontwerpen volgde de bouw van een prototype, een in alle opzichten zo goed mogelijke weergave van het beoogde eindproduct. Ook dit prototype werd door proefpersonen getest. Deze beproeving leverde nog enkele kleine wijzigingen van het ontwerp op. Van het uiteindelijke ontwerp werd een kleine serie vervaardigd die in april 1988 in gebruik genomen werd in de eerdergenoemde supermarkt in Tilburg (zie afbeelding 5.5). Uit de ervaringen in deze winkel moet blijken, of het Self-scannen op grotere schaal toepassing verdient.

Het blijkt dat de ergonomie niet in een enkele fase van de produktontwikkeling wordt ingebracht. Zo was er in het prilste begin een ergonomische bijdrage aan het 'programma van eisen' en het 'conceptontwerp'. Zelfs aan het eind van het ontwerp-traject kunnen ergonomen een bijdrage leveren, bijvoorbeeld bij het opzetten van een gebruiksbeproeving van het uiteindelijke product. De ergonomie heeft gedurende de hele ontwikkeling bijdragen te leveren.

5.6 Hoe winkelen we straks?

Ter afsluiting kunnen we ons afvragen, hoe het winkelen zich verder zal ontwikkelen en wat de ergonomische aspecten hiervan kunnen zijn.

Misschien komen er meer winkels waar de klant van alle artikelen slechts voorbeeldexemplaren kan bekijken. De klant geeft de bestellingen op, bijvoorbeeld via een touch-screen. Daarna worden de gevraagde artikelen voor hem verzameld en gereed gezet. Bij deze opzet is de winkel gesplitst in een 'toonzaal' en een 'magazijn'. Deze benadering is vooral voordelig bij artikelen die in 'getoonde toestand' veel ruimte innemen, zoals bij de zelf te monteren meubelen van Ikea. Ergonomische aspecten doen zich onder andere voor bij het invoeren van de bestellingen en het vervoeren van de verkregen artikelen.

Een volgende stap is het 'thuiswinkelen'. De klant heeft dan thuis een catalogus (op papier of op het beeldscherm) van het assortiment van een winkel. De klant maakt zijn keuze en geeft deze op papier, telefonisch of via het beeldscherm door aan de 'winkel'. Het bestelde pakket wordt thuis afgeleverd en aan de deur of via elektronisch betalen afgerekend. Zo'n ontwikkeling roept ergonomische vragen op zoals: 'hoe kunnen de klanten artikelen gemakkelijk vinden in de catalogus', 'hoe kunnen de klanten de aangeboden artikelen beoordelen zonder ze fysiek voor zich te hebben' en 'hoe dient de bestelprocedure te verlopen om fouten te voorkomen'.

Het 'thuiswinkelen' is gebaseerd op de veronderstelling, dat efficiency-overwegingen voor klanten zwaar tellen; dat ze vooral weinig tijd kwijt willen zijn. Een andere visie is dat klanten winkelen juist leuk vinden en dat hierop ingespeeld moet worden door het winkelen nog leuker te maken, bijvoorbeeld door hen demonstraties te geven en hen meer zelf te laten doen (zoals zelf hoeveelheden afwegen, zelf gemengde waren samenstellen). In winkeliers-jargon spreekt men van 'fun-shoppen'. De noodzaak van ergonomie is hier evident; men wil immers onervaren klanten taken zelf laten uitvoeren.



Figuur 5.12: De self-scanner met een bijbehorend winkelwagentje en met 'klapkratten'.

Het zal duidelijk zijn, dat elke richting een zorgvuldige ontwikkeling vergt, ook wat de ergonomische aspecten betreft. De kans is anders te groot, dat acceptatie door de klanten en door het personeel gering is.

Hoofdstuk 6

Ergonomie onderweg

6.1 De taken van de bestuurder

Inleiding

Een belangrijke hoeveelheid ergonomische kennis komt voort uit onderzoeken ten behoeve van het ontwerp van vervoermiddelen. Vliegtuigen en wegvoertuigen hebben daarbij veel aandacht gehad maar er bestaat ook een omvangrijke hoeveelheid ergonomische kennis betreffende schepen en railvoertuigen. Onderzoeken betreffende met menskracht voortbewogen vervoermiddelen komt men relatief weinig tegen. Uit deze diversiteit van toepassingen is hier een keuze gemaakt. Allereerst bespreken we de taken van de bestuurders van vervoermiddelen. Daarna nemen we het ontwerpen van de bestuurdersplek van auto's onder de loep nemen. Tenslotte komen enkele ontwikkelingen bij spoorwegmaterieel aan de orde.

Wat kenmerkt de taken van bestuurders, of het nu bestuurders van auto's, schepen of vliegtuigen zijn? En wat zijn de onderlinge verschillen tussen deze vervoermiddelen, wat het besturen betreft?

Gewoonlijk worden drie niveau's van bestuurders-taken onderscheiden (Geiser, 1985). Het laagste niveau is het 'sturen'. Zo moet een automobilist de beschikbare rijstrook volgen, de roerganger van een schip de beoogde koers.

Op het tweede niveau speelt de uitvoering van manoeuvres. Voor de automobilist zijn dit zaken zoals afslaan, inhalen, invoegen en voorsorteren. Op het tweede niveau speelt ook het bewaken en bedienen van de technische systemen, bijvoorbeeld het letten op de benzinevoorraad en de koelwatertemperatuur en het instellen van de ventilatie en de autoradio. Taken op het tweede niveau omvatten meestal verschillende waarnemingen en verschillende bedieningen zoals stuurbewegingen.

Het derde niveau betreft de routebepaling; het kiezen van de te volgen weg om een bepaalde bestemming te bereiken. Een te volgen route sluit meestal een flink aantal manoeuvres in.

Sturen

Bij het sturen van een vervoermiddel is er steeds sprake van een of meer 'normen'. Het wegverloop, de gewenste snelheid, de bakens en de gewenste kompascoers zijn voorbeelden hiervan. De bestuurder neemt de huidige situatie (positie, koers, snelheid) van het vervoermiddel waar en grijpt in wanneer een te grote afwijking van de 'norm' dreigt. Het resultaat van de ingreep wordt weer met de norm vergeleken. De cyclus van vergelijken en corrigeren wordt voortdurend doorlopen. In zo'n situatie waar de bestuurder corrigeert op basis van de resultaten van de vorige correctie, spreekt men van 'terugkoppeling' (bij het schieten met een pistool ontbreekt die terugkoppeling; men mikt en schiet, maar wanneer de kogel eenmaal onderweg is, valt er niets meer te corrigeren).

Een van de problemen bij zulke taken is vaak, dat datgene wat gestuurd of geregeld wordt, van een lagere 'orde' is dan de norm. Wat hiermee bedoeld wordt, blijkt uit het volgende voorbeeld. Een fietser op een smal fietspad probeert zo goed mogelijk in het midden te rijden. Het midden van het fietspad is de 'norm'. Het middel waarmee de fietser 'regelt', is het fietsstuur. Een bepaalde stand van het stuur komt echter niet overeen met een bepaalde dwarsafstand tot het midden van het fietspad, maar met een bepaalde draaicirkel van de fiets. Stel, de fietser dreigt van het fietspad af te rijden. Het kort aanhouden van een bepaalde draaicirkel leidt tot een wijziging van de rijrichting; de fietser beweegt zich meer naar het midden van het fietspad. Bij het midden aangekomen is er een wijziging van de rijrichting nodig om te zorgen dat de fiets op het midden blijft rijden. Dat het hier inderdaad om een ingewikkeld stuurproces gaat, vergt enig voorstellingsvermogen; we kennen het sturen van een fiets uit de praktijk niet als een moeilijke taak. Ook bij andere vervoermiddelen dan de fiets zien we vaak dat de 'norm' van een hogere orde is dan datgene wat men regelt. Zo is bij schepen de norm bijvoorbeeld een gewenste koers en datgene wat men regelt de roerstand.

Het karakter van de stuurtaak hangt sterk af van de snelheid van het proces. Bij snelle processen, bijvoorbeeld bij het sturen van een auto, is het effect van een stuurbeweging direct merkbaar. Bij zulke processen is de menselijke snelheid van waarnemen, beslissen en ingrijpen een beperkende factor. Het is dan ook zaak, de bestuurderscabine en de hulpmiddelen zo te ontwerpen, dat de techniek het snel waarnemen, beslissen en ingrijpen zo veel mogelijk ondersteunt.

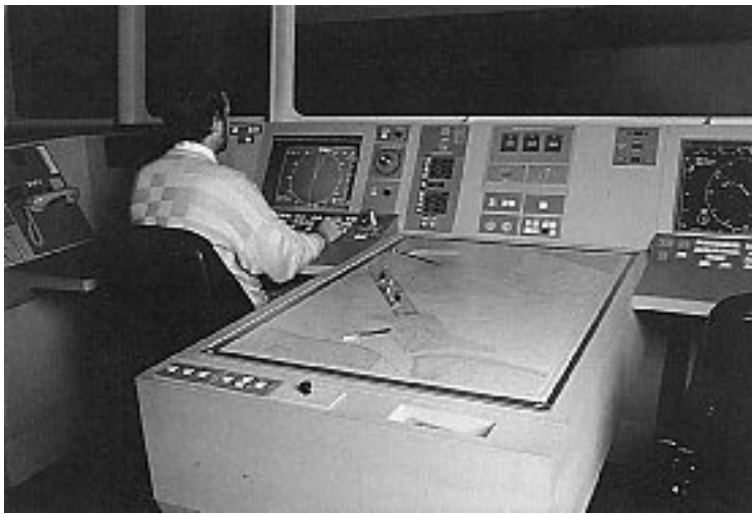
Bij trage processen is het effect van een sturbeweging pas na verloop van tijd merkbaar. Wanneer het roer van een groot schip tien graden schuin wordt gezet, duurt het ruim tien seconden voordat het schip merkbaar begint te draaien (Wagenaar, 1973). En omgekeerd, wanneer het roer weer recht wordt gezet, blijft het schip nog enige tijd doordraaien. Bij dit soort processen is de reactiesnelheid van de bestuurder minder belangrijk; het komt niet op de tienden van seconden. De ergonomische problemen liggen hier bij het voorspellen van het effect van een stuurhandeling. Hoe lastig het voorspellen van de baan van een groot schip is, wordt duidelijk wanneer men zich realiseert dat hierbij niet alleen de vaareigenschappen van het schip, maar ook factoren zoals de belading, wind en stromingen van invloed zijn.

Een stuurman die slecht 'voorspelt' heeft geen controle over het schip. Dat sturen gaat dan bijvoorbeeld als volgt. De stuurman ziet de haveningang schuin voor zich aan stuurboord en geeft roer naar stuurboord. Het schip reageert niet direct. De stuurman

geeft nog wat extra roer naar stuurboord. Na enige tijd begint het schip naar stuurboord te draaien. Weer wat later ligt de haveningang bijna recht voor de boeg. De stuurman geeft 'tegenroer'. Het 'trage' schip blijft echter naar stuurboord doordraaien, zodat na verloop van tijd de haven schuin voor aan bakboord ligt.

Ervaren stuurlieden daarentegen hebben geleerd wat een juiste aanloop van de haven is (Schuffel, 1986). Door de waargenomen scheepsbewegingen te extrapoleren en te toetsen aan dit gewenste verloop kunnen zij stuurfouten corrigeren en het schip onder controle houden.

Ergonomisch gezien is ondersteuning hierbij met een apparaat aan te bevelen. De behoefte aan zo'n hulpmiddel is het sterkst bij grote koerswijzigingen, omdat extrapolaties dan het minst nauwkeurig zijn. Afbeelding 6.1 laat een hulpmiddel zien dat



Figuur 6.1: Een hulpmiddel dat de voorspelde baan van een schip afbeeldt op een zeekaart.

op een zeekaart niet alleen de huidige positie van het schip vertoont maar ook de gextrapoleerde baan van het schip wanneer het roer in de huidige stand blijft. Eventueel kan ook de 'speelruimte' zichtbaar gemaakt worden die de stuurman via koerswijzigingen nog heeft. Een ander hulpmiddel om trage processen beter onder controle te krijgen, is een stuurautomaat waarop de gewenste draaisnelheid of koers van het schip ingesteld kan worden in plaats van de roerhoek.

Manoeuvres uitvoeren

Het uitvoeren van manoeuvres is het taakniveau boven dat van het 'sturen'. Een manoeuvre houdt meestal een combinatie van sturbewegingen in. Bij het autorijden komen geplande manoeuvres voor zoals inhalen, invoegen, voorsorteren en afslaan, maar ook noodmanoeuvres zoals het uitwijken voor een onverwacht gevaar. De aandacht van de automobilist is hierbij niet alleen naar voren gericht, maar ook naar de omgeving en de andere weggebruikers om de auto heen; om een manoeuvre uit te voeren, moet de automobilist de situatie kunnen beoordelen. Er wordt wel gesteld, dat

negentig procent van de ongelukken met achterop rijdend of kruisend verkeer en zestig procent van de ongelukken met tegenliggers voorkomen kunnen worden, wanneer automobilisten in seconde eerder kunnen reageren. De automobilist moet de situatie dus zo ver mogelijk 'vooruit' kunnen beoordelen.

Het ontwerp van de omgeving speelt dan ook een rol bij het manoeuvreren. Het gaat dan om factoren zoals een voorspelbaar wegverloop, afwezigheid van zichtbelemmeringen langs de weg en goed ontworpen informatiedragers (zoals signaleringen, markeringen en borden).

Wat het ontwerp van het vervoermiddel betreft gaat het bijvoorbeeld om het vermijden van 'dode hoeken', het toepassen van spiegels en, meer geavanceerd, het inbouwen van elektronische systemen die (in bepaalde opzichten) beter vooruit kunnen kijken dan de automobilist zelf. Daarnaast is de uitvoering van de bedieningsmiddelen van invloed op het manoeuvreren. De ligging van de gas- en de rempedaal ten opzichte van elkaar bepaalt bijvoorbeeld mede hoe veel tijd een noodstop vergt.

Ook bij het ontwerp van andere vervoermiddelen moet met de uit te voeren manoeuvres rekening worden gehouden. Grote schepen hebben een brug over de volle breedte van het schip onder andere voor het aanmeren. Aan de uiteinden van de brug moeten zich de bedieningsmiddelen voor het uitvoeren van manoeuvres bevinden. Met treinen wordt gemanoeuvreed tijdens het rangeren. In paragraaf blijkt, hoe de met een rangeerlokotief uit te voeren manoeuvres het cabine-ontwerp beïnvloeden.

Bewaken en bedienen van de technische systemen

Net als het manoeuvreren bestaat het bewaken en bedienen van de technische systemen van een vervoermiddel uit een combinatie van waarnemingen, beslissingen en bedieningen. Bij personenauto's gaat het hoofdzakelijk om het bewaken van de koelwatertemperatuur, het brandstofpeil, de oliedruk en de laadspanning van de accu en het bedienen van de verlichting, de klimaatregeling, de autoradio en dergelijke. Bij sommige andere vervoermiddelen is het aantal te bewaken en te bedienen technische systemen zeer omvangrijk.

Om informatie te geven over de toestand van een technisch systeem kan men variabelen voortdurend weergeven of meldingen geven wanneer variabelen een kritische waarde bereiken.

Het voortdurend tonen van een variabele heeft als belangrijk voordeel, dat een inzicht in het verloop wordt gegeven. Een voorbeeld is de benzine-meter in auto's. Doordat het brandstofniveau voortdurend wordt getoond, kunnen automobilisten schatten wanneer tanken nodig is en kunnen ze daarmee rekening houden. Ook de koelwatertemperatuur wordt veelal voortdurend getoond. De gebruiker ziet oververhitting van de motor aankomen (bijvoorbeeld op een warme dag; in de bergen) en kan er rekening mee houden.

Het alternatief is het geven van een melding wanneer een variabele een kritische waarde heeft bereikt. Zo wordt de acculaadstroom in veel auto's bewaakt met een lampje. Komt de laadstroom onder een bepaalde kritische waarde, dan gaat het lampje branden. Het voordeel van deze wijze van informatie aanbieden is de aandacht-trekkende waarde. De gebruikers hebben echter niet, zoals bij meters, inzicht in het verloop.

In vliegtuigen is het aantal te bewaken variabelen zeer groot. Afbeelding 6.1 laat



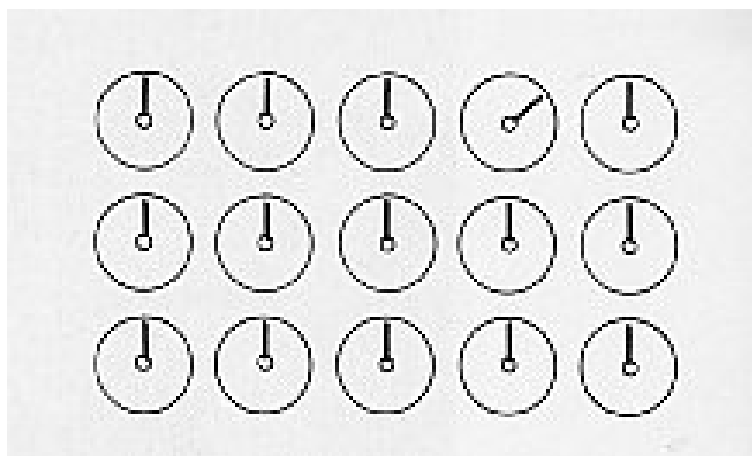
Figuur 6.2: Een 'conventionele' vliegtuigcockpit.

een 'conventionele' cockpit zien. Een groot aantal variabelen wordt via afzonderlijke meters zichtbaar gemaakt. De bemanning kan zich een beeld vormen van de toestand van de technische systemen, maar moet daarvoor wel de meters langsgaan. De geringe aandachttrekkende waarde van een gewijzigde meterstand is hier een nadeel. Hoe wordt de aandacht van de boordwerktuigkundige precies naar die ene meter getrokken waarvan de wijzer een ongewenste situatie weergeeft?

Een eerste maatregel is het uniformeren van de 'normale stand' van alle meters. In afbeelding 6.1 wordt een paneel getoond met meters die gewoonlijk recht omhoog wijzen. Een schuinstaande meter valt goed op. Verdere verbetering is mogelijk door de uitvoering van de meterschaal. Zo kan de schaalverdeling van de benzinemeter zijn voorzien van een rood gedeelte. Komt de wijzer in het rode gedeelte, dan is tanken binnenkort nodig.

Nog beter is, alleen di variabelen via meters te tonen waarvan het verloop echt van belang is en de andere variabelen met meer aandachttrekkende meldingen te bewaken. Het aandachttrekken lukt het best, wanneer consequent 'lamp uit' voor de normale toestand en 'lamp aan' voor de afwijking wordt gereserveerd. Dit principe wordt 'all dark' genoemd; als alles in orde is, zijn alle lampjes gedoofd. Regelmatige controle van de lampen is bij dit principe overigens heel belangrijk.

Ten slotte, van sommige variabelen zijn zowel het verloop als bepaalde kritische waarden van belang. Men kan dan besluiten, zowel continue te tonen als aandacht-



Figuur 6.3: Een paneel met meters waarvan de 'normale' stand is geuniformeerd. Afwijkingen vallen daardoor goed op.

trekkend te melden, door bijvoorbeeld een meldlampje in te bouwen in een meter. Men kiest soms zelfs voor een drievoudige presentatiewijze. Een kortdurend geluidsignaal waarschuwt dat met n van de technische systemen iets mis is, een meldlampje richt de aandacht op de juiste meter en de meter geeft de feitelijke overschrijding weer.

In moderne cockpits past men beeldschermen toe (zie afbeelding 6.1). Op zulke schermen kunnen meldingen worden gegeven. Ook kan, eventueel op aanvraag, het verloop van variabelen worden getoond. Het scherm vervangt dus zowel meldlampen als meters.

Er is echter nog meer mogelijk. Naast de melding van een ongewenste toestand ('brand in motor 3') kan een advies worden gegeven ('sluit brandstofkraan B3'). Bovendien kan de computer zo worden geprogrammeerd, dat niet altijd alle meldingen direkt worden gegeven. Wanneer gelijktijdig motor 3 heeft vlamgevat en de verlichting in de cabine uitvalt, kan het beter zijn, eerst alleen de brandmelding te geven en de bemanning niet af te leiden met een tweede, minder belangrijke melding. Pas wanneer het urgente probleem is verholpen, wordt het minder urgente probleem gemeld. Ook komt het voor, dat verschillende meldingen n oorspronkelijke oorzaak hebben. In zo'n geval zou het beter zijn, n 'gentegreerde' melding te geven (Edwards, 1977). Het zal duidelijk zijn, dat het vaststellen van 'rangordes' en 'samenhang' van meldingen zeer nauw luistert en inzicht vergt in alle denkbare (combinaties van) problemen die zich kunnen voordoen. Het voordeel van rangordenen en integreren is echter ook duidelijk; de kans op overbelasting van de bemanning wordt verkleind.

Dit alles betekent dat het 'bewaken van de technische systemen van het vliegtuig' een heel andere taak is geworden dan vroeger. Omdat ook bij het sturen, manoevreren en routebepalen steeds meer automaten hun intrede doen, en de piloten hierdoor minder in beslag worden genomen, gaat men er steeds meer toe over, ook het bewaken van de technische systemen aan hen over te laten. De functie van 'boordwerktuigkundige' komt daarmee te vervallen. Deze trend heeft in de vliegwereld tot heftige discussies geleid. De tegenstanders vragen zich bijvoorbeeld af, wat gebeurt wanneer problemen met het sturen en met de technische systemen zich gelijktijdig aandienen, of wanneer



Figuur 6.4: Een moderne vliegtuigcockpit met beeldschermen.

automaten uitvallen. De rol van ergonomen hierin is, objectief de taakuitvoering en -belasting van de bemanning te onderzoeken en vast te stellen welke rol hulpmiddelen hierbij kunnen spelen.

Routebepaling

Routebepaling is het taakniveau boven het manoeuvreren. Deze taak speelt vr maar ook tijdens de reis, omdat op veranderende gegevens moet worden ingespeeld of omdat de route vr vertrek slechts globaal is bepaald. Bij het kiezen van de route telt de reistijd meestal zwaar. Deze wordt bepaald door factoren zoals de afstand, de reissnelheid, files en vertragingen, aansluitingen en overstaptijden. Bij andere reizen gaat het om de bezienswaardigheden langs de route. Ter besparing van brandstof houdt men bij de scheepvaart rekening met stromingen en bij de luchtvaart met windrichtingen. Verder moet de route geschikt zijn voor het vervoermiddel; de doorrijhoogtes of vaargeuldieptes moeten voldoende zijn. Soms speelt veiligheid een rol bij de routekeuze, bijvoorbeeld bij het vervoer van gevaarlijke stoffen. Routekeuze omvat dus het verzamelen en tegen elkaar afwegen van nogal uiteenlopende gegevens. Met name het afwegen maakt routebepaling een moeilijke taak; mensen neigen ernaar, op basis van slechts n of enkele criteria te beslissen.

Goed ontworpen hulpmiddelen kunnen hierbij van pas komen; hulpmiddelen die laten zien waar men momenteel is, welke vervolgmogelijkheden er zijn en wat de voor- en nadelen van die vervolgmogelijkheden zijn. De hulpmiddelen kunnen zich buiten het vervoermiddel bevinden, zoals de ANWB-bewegwijzering en de boeien en bakens voor de scheepvaart. Afbeelding 6.1 toont een bewegwijzering die de reiziger naar



Figuur 6.5: Bewegwijzering die de reiziger naar Malmdy aan het twijfelen kan brengen.

Malmdy aan het twijfelen kan brengen. De plaatsing van tegengesteld gerichte pijlen onder elkaar is overigens ook niet optimaal. Beter is het, de naar rechts verwijzende borden rechts van de naar links verwijzende borden te plaatsen. Afbeelding 6.1 geeft een ander voorbeeld van hoe het niet moet.



Figuur 6.6: Strijdige informatie: kan men hier wel of niet rechtsaf slaan?

Andere hulpmiddelen voor routebepaling bevinden zich in het vervoermiddel, zoals kaarten en reisgidsen, radio, kompas en peilapparatuur.

De verkeersinformatie op de autoradio kan bijvoorbeeld helpen, files te ontwijken. Akerboom en anderen (1988) hebben onderzocht, welke radioverkeersinformatie de automobilist zich in het bericht nog herinnert. Wanneer de plaats van de file met wegnummers is aangeduid blijkt deze slecht onthouden te worden. De meeste weggebruikers zijn slecht op de hoogte van de wegnummers. Een melding zoals 'op de A-2, Den Bosch richting Maastricht, staat tussen de aansluiting met de A-58 en de A-67 een file van 4 km' is dan ook niet effectief. Beter is het, de aanduiding van wegen, knelpunten en afslagen aan te laten sluiten bij de aanwezige aardrijkskundige kennis. Plaatsnamen zijn hiervoor het meest geschikt, stelt Akerboom. Blijkbaar kan men ook bij gesproken informatie van goede en slechte 'ontwerpen' spreken.

Een nieuw hulpmiddel bij de routebepaling is het 'Travelpilot' systeem van Bosch. Dit apparaat bevat een Compact-Disk waarop het complete wegennet van een groot gebied (bijvoorbeeld de Benelux) is vastgelegd. De automobilist kan aan het systeem een gewenste bestemming opgeven. Om veiligheidsredenen is dit slechts mogelijk wanneer de auto stilstaat. Tijdens de rit wordt op een klein beeldscherm een kaart vertoond (zie afbeelding 6.1). Een pijl geeft de positie van de auto weer en een ster



Figuur 6.7: De 'Travelpilot' van Bosch.

geeft de plaats van bestemming aan. Een tweede pijl op een afzonderlijk deel van het beeldscherm geeft weer in welke richting de bestemming ligt. Deze laatste aanduiding is overigens hemelsbreed; wanneer de bestemming links ligt maar men naar rechts moet om deze te bereiken (bijvoorbeeld in verband met eenrichtingsverkeer) wordt dit niet aangegeven.

Een ergonomisch dilemma betreft de oriëntatie van de kaart op het beeldscherm. Kaarten en plattegronden worden vaak toegepast in situaties waar een directe vergelijking met de omgeving nodig is. Dit is bijvoorbeeld het geval bij plattegronden bij de ingang van een wijk, een ziekenhuis of een bedrijfsterrein. In zulke gevallen wordt de

vergelijking vergemakkelijkt wanneer de bovenzijde van de plattegrond overeenkomt met de kijkrichting van de gebruiker op het moment dat deze voor de plattegrond staat (Levine, 1982). Afbeelding 6.1 toont dus een minder goede oplossing: de bovenzijde



Figuur 6.8: Plattegronden waarvan de bovenzijde niet overeenstemt met de kijkrichting van de gebruiker.

van de lokale plattegrond links komt overeen met het westen en de bovenzijde van de overzichtsplattegrond komt overeen met het noorden. De kijkrichting van de gebruiker voor de borden komt met geen van beide overeen.

Bij de Travelpilot wordt de kaart afhankelijk van de bewegingen van de auto steeds zo gedraaid dat de rijrichting naar boven is. Dit maakt vergelijking van de informatie op de kaart met de omgeving buiten de auto dus gemakkelijk. Het probleem is echter dat men hier met een dynamische situatie te maken heeft: na elke bocht is de kaart op het beeldscherm gedraaid. Het weer herkennen van het beeld van de kaart kost aandacht die ten koste gaat van aandacht voor het verkeer.

De 'CARIN' routewijzer van Philips (zie afbeelding 6.1) moet nog op de markt gintroduceerd worden. CARIN gaat een stap verder dan de Travelpilot. Het systeem beperkt zich niet tot een aanduiding van de hemelsbrede ligging van de bestemming, maar geeft een routebegeleiding die rekening houdt met noodzakelijke omwegen, eenrichtingsverkeer en dergelijke. Het systeem is allereerst op bepaalde professionele gebruikers zoals brandweer- en politiekorpsen gericht. Voor hen zal het systeem worden gecombineerd met communicatie-apparatuur. Op deze wijze heeft een centrale het overzicht over de posities van de met CARIN uitgeruste voertuigen. De centrale kan besluiten, een bepaald voertuig naar een bepaalde bestemming (een ongeluk; een brand) te sturen. Deze bestemming wordt dan op afstand door de centrale ingevoerd in het CARIN systeem van het betreffende voertuig. Toepassing van het systeem bij andere gebruikersgroepen en zonder de bovenbeschreven verknoping met communicatieapparatuur zal pas in tweede instantie gebeuren.

De rijrichting bij naderende kruisingen wordt door CARIN auditief gepresenteerd: het systeem geeft gedurende de rit met korte gesproken instructies aan, hoe de automobilist de bestemming kan bereiken. Het streven is dat de automobilist voortdurend de weg in de gaten kan blijven houden.



Figuur 6.9: Het CARIN-systeem.

Is deze auditieve presentatiewijze inderdaad beter dan een visuele, bijvoorbeeld met pijlen op een beeldscherm? Het Instituut voor Zintuigfysiologie TNO heeft in een experiment met een speciaal genstrumenteerd voertuig het gebruik van een wegenkaart vergeleken met gebruik van een visuele en van een auditieve routewijzer (Verwey, 1988). Het rijden met de wegenkaart leidde tot de slechtste prestaties. Echter ook tussen de visuele en de auditieve routewijzer werden verschillen gemeten. De auditieve routewijzer leidde tot minder fouten en een gelijkmatiger rijstijl dan de visuele routewijzer. Deze uitkomsten lijken de bij CARIN gevolgde aanpak te ondersteunen.

De onderzoekers maken echter de kanttekening, dat de resultaten mede kunnen afhangen van de mate waarin de bestuurder het raadplegen van de routewijzer kan integreren met zijn overige bestuurderstaken. Zolang het raadplegen een afzonderlijke taak blijft, zou de auditieve routewijzer in het voordeel kunnen zijn. De kans op overbelasting van de bestuurder is kleiner wanneer afzonderlijke en gelijktijdige taken aanspraak doen op afzonderlijke menselijke capaciteiten. Aangezien bij sturen en manoeuvreren vooral de ogen worden ingezet, is het beter wanneer de routewijzer van het gehoor gebruik maakt. Men mag echter verwachten dat bestuurders het gebruik van de routewijzer meer verweven met de andere bestuurderstaken naarmate ze meer ervaring met de routewijzer hebben. In dat geval zou het een nadeel kunnen worden dat de bestuurder voortdurend visuele en auditieve informatieverwerking moet afwisselen.

Terwijl in eerste instantie dus de voorkeur lijkt uit te gaan naar een auditieve routewijzer, is bij nader inzien de strijd tussen de auditieve en de visuele routewijzer nog onbeslist.

Bij het CARIN-systeem heeft men besloten, alsnog een visuele routebegeleiding toe te voegen aan de auditieve. Een ander argument hiervoor was dat sommige situaties auditief moeilijk zijn uit te leggen, bijvoorbeeld de keuze van de juiste afslag op een vijsprong. De visuele weergave is om veiligheidsredenen schematisch en eenvoudig; als criterium is gehanteerd dat de afbeelding binnen zeven-tiende seconde genterpreteerd moet kunnen worden.

De inzet van automaten.

In vervoermiddelen worden steeds vaker automaten ingezet om bepaalde taken van de bestuurder over te nemen. Meestal blijft de bestuurder echter nodig, bijvoorbeeld omdat automaten complexe verkeerssituaties niet kunnen waarnemen en analyseren, omdat automaten niet over het menselijk improvisatievermogen beschikken dat in onvoorziene situaties onontbeerlijk is of eenvoudigweg omdat ook automaten bediend en gecontroleerd moeten worden. De inzet van automaten beïnvloedt dus het takenpakket van de nog steeds aanwezige bestuurder. Het risico bestaat dat dit takenpakket een soort restverzameling wordt van taken die niet aan automaten waren toe te delen. Het is dan de vraag of deze resttaken menselijkerwijs nog uitvoerbaar zijn.

Technisch gezien is het bijvoorbeeld mogelijk, treinen onbemand te laten rijden. Een automaat neemt dan het waarnemen van de seinen en regelen van de snelheid over van de machinist. De machinist blijft echter nodig om in te grijpen in gevaarlijke situaties die niet door de automaat kunnen worden gedetecteerd. Zo'n situatie zou zich heel af en toe kunnen voordoen. Als nu de enige taak van de machinist is, hier op te letten, dan is het een illusie te denken dat hij voortdurend alert kan en zal zijn. Zo'n taak is bovendien niet meer 'menswaardig' te noemen; er is sprake van 99% verveling (onderbelasting) en 1% crisis (overbelasting). Veel beter is het daarom, wanneer de machinist zelf voortdurend actief betrokken blijft bij het laten rijden van de trein. 'Zo ver mogelijk automatiseren' kan een zeer slechte oplossing zijn (Stassen, 1981). Ook bij vliegtuigen wordt dit onderkend. Zo pleit Wiener (1980 en 1985) ervoor, de piloot niet slechts als 'bewaker' van de automaat in te schakelen, maar hem een actieve rol in het vliegen te laten blijven spelen. De mens door een automaat vervangen en deze automaat vervolgens weer door die mens te laten bewaken, is niet het elimineren maar het verplaatsen van 'menselijk falen'.

Bij te ver doorgevoerde automatisering verliest de bestuurder niet alleen zijn alertheid maar ook de vaardigheden die hij nodig heeft om te kunnen ingrijpen. Dit speelt onder andere bij piloten (Edwards, 1977; Vuijsje, 1984). Zo kwamen de co-piloten die op moderne, hoog-geautomatiseerde vliegtuigen waren getraind na hun bevordering tot gezagvoerder van een ouder type vliegtuig tot de ontdekking dat hun vliegvaardigheid was achteruitgegaan (Bullock, 1982). Piloten moeten daarom een bepaald percentage landingen handmatig uitvoeren, hoewel moderne verkeersvliegtuigen in staat zijn om automatisch te landen. Op deze wijze behouden zij de vaardigheid om handmatig in te grijpen wanneer iets met de automaat misgaat.

Uit dit alles blijkt dat het niet eenvoudig is om vast te stellen tot hoever automatisering moet gaan. Fitts heeft ooit een lijst opgesteld van taken waarin mensen beter zijn dan automaten, en omgekeerd. Sommige taken blijken echter voor beiden een probleem te zijn. Verder kunnen in de praktijk taken vaak niet alléén aan de mens of aan de automaat worden toegedeeld; meestal gaat het om een samenspel van beiden. En tenslotte is van groot belang, wat het resulterende takenpakket betekent voor de mens, in termen van over- en onderbelasting en van plezier in het werk (Price, 1985).

6.2 Auto's

De zitplaats van de bestuurder

Nadat in de voorgaande paragrafen de taken van bestuurders in algemene zin zijn besproken, komt nu een specifiek vervoermiddel aan de orde, de auto.

Volgens de auto-advertenties zijn er twee soorten auto's; de auto's die dankzij hun grote buitenmaten een ruim interieur bieden en die, die een ruim interieur bieden ondanks hun kleine buitenmaten. Ook sommige ergonomen houden zich bezig met het auto-interieur. De meest kritische plek daarin is de bestuurdersplek, waar niet alleen de beschikbare ruimte voldoende moet zijn maar tevens de bereikbaarheid van bedieningsmiddelen en het zicht naar buiten gewaarborgd moeten zijn, voor grote en kleine automobilisten. Ontwerpers gebruiken daarbij meestal gegevens van lichaamsafmetingen van de totale volwassen bevolking, hoewel automobilisten geen willekeurige greep zijn uit die bevolking. Specifiek onderzoek naar afmetingen van automobilisten is echter nog nauwelijks uitgevoerd (Haslegrave, 1979 en 1980).

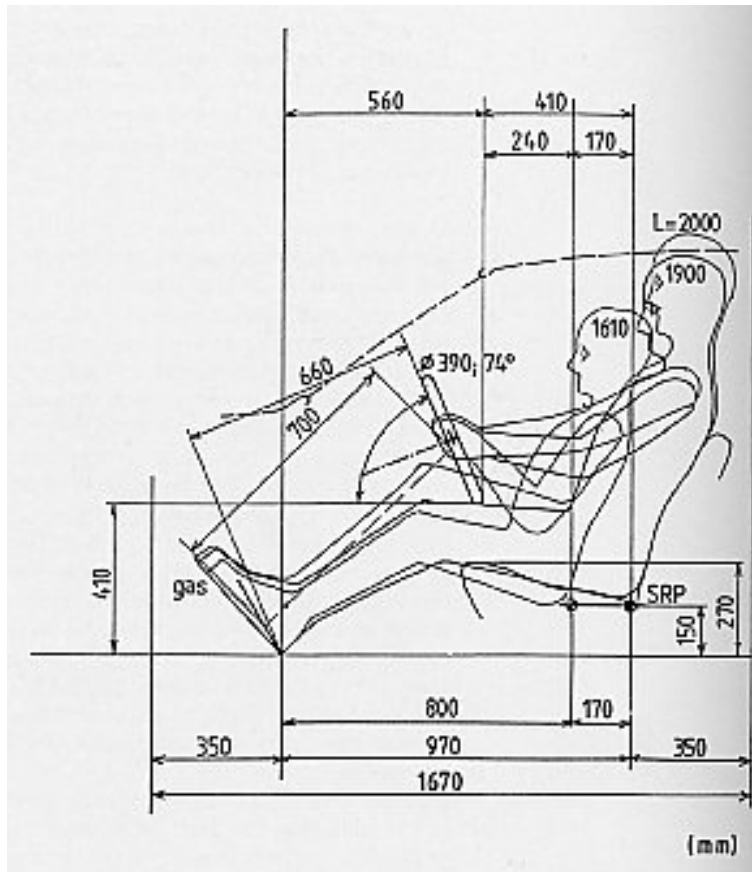
Hetzelfde auto-ontwerp wordt tegenwoordig gebruikt door mensen uit steeds meer uiteenlopende landen. Ontwerpers moeten er bijvoorbeeld rekening mee houden dat het bovenlichaam van Japanners niet veel kleiner is dan dat van Europeanen maar hun benen wel aanmerkelijk korter zijn (Grandjean, 1980). Van veel niet-westerse bevolkingen zijn echter nauwelijks gegevens beschikbaar betreffende lichaamsafmetingen.

Zo zijn veel bussen in Hong-Kong tweedehands bussen, gempporteerd uit Engeland. Door de ontwerpers was niet voorzien dat deze bussen hergebruikt zouden worden in het verre oosten. De chauffeurs gebruiken een grote variëteit aan gemproviseerde hulpmiddelen om de tekortkomingen in het ontwerp te compenseren. In verband met de te hoge zitting gebruiken ze bakstenen of blokken hout als voetensteun, en wigvormige kussens op de zitting. Sommigen laten het linkerbeen op de motorkap rusten omdat de vloer niet bereikbaar is en de chauffeur deed zijn werk staand. Er zijn ook ter plekke gebouwde bussen in Hong-Kong. Deze hebben even slechte afmetingen omdat goede gegevens betreffende lichaamsafmetingen ontbraken. Inmiddels zijn aanbevelingen opgesteld voor nieuwe cabines, door de resultaten van opmeting van buschauffeurs uit Hong-Kong te combineren met bestaande gegevens betreffende Amerikanen (Courtney, 1985). Voor ontwerpers is het een gebruikelijke werkwijze, de onvolledige gegevens over sommige bevolkingen aan te vullen met verstandige aannamen en met gecorrigeerde gegevens betreffende bevolkingen die wel uitgebreid zijn opgemeten.

Welke verstelmogelijkheden zijn nodig op de bestuurdersplaats en waarom? In essentie gelden hier dezelfde argumenten als bij de keuken in hoofdstuk 1 of het kantoormeubilair in hoofdstuk 3. Verstelbaarheid kan nodig zijn vanwege variatie in afmetingen van de gebruikers, vanwege variatie in de taak en de omstandigheden n vanwege de menselijke behoefte aan variatie van de lichaamshouding.

De belangrijkste verstelling is de aanpassing aan de beenlengte van de automobilist. De plaats van de voeten ten zichte van de pedalen luistert namelijk nauw. Op dit punt verschillen personenauto's van vrachtauto's en bussen. Bij personenauto's probeert men over het algemeen de hoogte van het voertuig te beperken om de luchtweerstand laag te houden. De zithouding van de bestuurder moet dus ook weinig hoogte innemen.

Men bereikt dit met een zitting die zich dicht boven de weg bevindt en met een schuin naar voren wijzende stand van de onder- en bovenbenen, zodat de hielen niet veel lager zijn dan de zitting. Bij zo'n zithouding kan lengtevariatie in de bovenbenen en in de onderbenen met n verstelling redelijk worden opgevangen, namelijk door het naar voren of achteren schuiven van de stoel. Afbeelding 6.2 toont de maatvoering van een

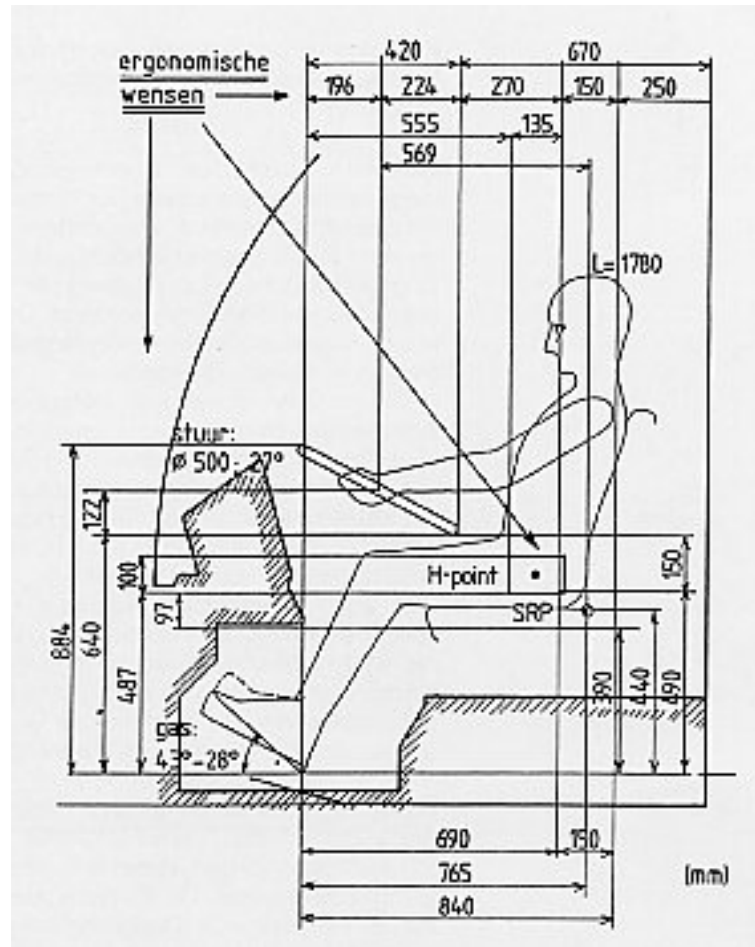


Figuur 6.10: De maatvoering van een kenmerkende zithouding in een personenauto.

kenmerkende zithouding in een personenauto.

Bij vrachtauto's en bussen is niet de cabinehoogte maar de cabinelengte kritisch omdat deze ten koste van de lengte van de passagiers- of laadruimte gaat. Men probeert daarom de 'lengte' van de zithouding van de chauffeur te beperken. De onderbenen staan steiler dan in een personenauto en de rugleuning is ook rechter (zie afbeelding 6.2). Bij zo'n houding vergen de onderbenen en de bovenbenen een verticale en een horizontale verstelling van de zitting. De rechthoek rond het 'Seat Reference Point' (SRP) in afbeelding 92 geeft de grootte weer van het verticale en horizontale versteltraject van de zitting.

Zou men de verticale en de horizontale verstelmogelijkheid van de zitting in de vrachtwagen kunnen combineren middels een naar achteren oplopende slede? Dit verondersteld dan in feite dat iemand met lange bovenbenen ook lange onderbenen



Figuur 6.11: De maatvoering die als uitgangspunt diende voor de cabine van de nieuwe stads- en streekvervoersbussen.

heeft. Of deze aanname verantwoord is, hangt af van de 'correlatie', de samenhang tussen de bovenbeen- en de onderbeenlengte. Er zijn tabellen die de samenhang van verschillende lichaamsmaten getalsmatig weergeven (Churchill, 1978; Roebuck, 1975). De onder- en bovenbeenlengte blijken redelijk sterk gecorreleerd te zijn, althans in vergelijking met veel andere combinaties van lichaamsafmetingen. Omdat ze onafhankelijk van elkaar toch nog een flinke variatie vertonen en het hier om zeer kritische maten van de bestuurdersplek gaat, is er voldoende aanleiding om de 'schuine slede' voor de chauffeursstoel af te wijzen en toch twee onafhankelijke verstelmogelijkheden in te bouwen.

Mensen met lange benen zetten de stoel in hun personenauto ver naar achteren. Maar is het stuur voor hen even goed bereikbaar als voor kleine mensen? Ook hier gaat het om de 'correlatie' tussen lichaamsafmetingen, in dit geval tussen beenlengte en armlengte. Ook deze is niet bijzonder sterk en men moet dus rekening houden met automobilisten met lange benen en korte armen, en omgekeerd.

De rugleuningverstelling is een antwoord hierop. Iemand met lange benen en korte armen zet de stoel naar achteren en de leuning recht, iemand met korte benen en lange armen zet de stoel naar voren en de leuning schuin.

De stand van de rugleuning heeft echter ook met persoonlijke voorkeur te maken. Een steilere rugleuning biedt een meer 'aktieve' zithouding, een schuinere rugleuning een meer 'ontspannen' zithouding. Automobilisten met lange benen en korte armen krijgen dus een meer 'aktieve' zithouding opgedrongen, of ze willen of niet. Een goede oplossing biedt het verstelbare stuur. Dankzij zo'n stuur hebben automobilisten van verschillende afmetingen het stuur binnen handbereik en kunnen ze hun voorkeurshouding kiezen wat betreft de schuinstand van de rugleuning. De stuurverstelling omvat soms zelfs twee bewegingsmogelijkheden: het kantelen en het instellen van de hoogte van het stuur.

Een andere verstelmogelijkheid die slechts in een beperkt deel van het 'wagenpark' voorkomt, is de verstelling van de lumbaalsteun-kromming. De functie van de lumbaalsteun kwam in hoofdstuk 3 aan de orde. De mate waarin de lumbale wervelkolom is gekromd, verschilt van persoon tot persoon. Er is dan ook niet een rugleuningvorm die iedereen past (Branton, 1984). Mensen met een meer uitgesproken kromming van de lumbale wervelkolom kunnen de verstelbare lumbaalsteun verder naar voren brengen ten opzichte van de rest van de rugleuning.

Ook met in- en uitstappen moet rekening worden gehouden bij het ontwerp van de bestuurdersplek. De afmetingen en de draai van het portier moeten voldoende zijn en handgrepen en steunpunten moeten op de juiste plaats zitten. Daarnaast is de hoogte van de zitting een belangrijke faktor bij het in- en uitstappen. Een hoge zitting leidt tot een hoge auto met meer luchtweerstand. De luchtweerstand speelt echter pas bij hogere snelheden een belangrijke rol. Vooral oudere mensen, mensen met bepaalde handicaps en mensen die weinig met hoge snelheden rijden en veel in- en uitstappen hebben meer aan een hoge zitting en een comfortabele in- en uitstap. Auto's zoals de Fiat Panda en de Renault Espace (zie afbeelding 6.2) spelen in op deze behoefte. Ook de Amerikaanse taxi in afbeelding 6.2 biedt door zijn hoogte een gemakkelijke in- en uitstap. Nederlandse taxi-ondernemers lijken zich bij de keuze van hun voertuigen minder zorgen te maken over het in- en uitstapgemak van hun klanten.

Ook vrachtwagencabines worden niet op het rijden alleen ontworpen. DAF besteedt veel aandacht aan de beschikbare ruimte in cabines voor lange-afstandsvervoer. In



Figuur 6.12: De Renault Espace.



Figuur 6.13: Een relatief hoge Amerikaanse taxi.

zulke cabines moet de chauffeur kunnen eten en slapen en zich kunnen aan- en uitkleden. De 'Space-cab' cabine van DAF biedt ook de lange chauffeur de mogelijkheid om zich rechtop staand om te kleden (zie afbeelding 6.2).



Figuur 6.14: Staruimte in de DAF Spacecab.

Een ander aspect van de 'zit' is de demping van trillingen en schokken. Auto's zijn voorzien van verschillende maatregelen om trillingen en schokken op te vangen, zoals de luchtbanden, de schokbrekers en de vering in de autostoel. Deze maatregelen moeten op elkaar afgestemd zijn. Bij een verkeerde afstemming kan de stoelvering zelfs tot een afname van het rijcomfort leiden (Hontschik, 1972). Welke maatregelen men moet treffen hangt mede af van het soort voertuig. Bij tractoren, bijvoorbeeld, is de vering van de stoel extra belangrijk. Tractoren rijden veelal op hobbelig terrein en bovendien zijn de grote achterwielen (waarboven de stoel zich bevindt) niet geveerd. Het opvangen van trillingen en schokken is een specialisme op zich, waarop hier niet nader wordt ingegaan. Ook het 'stoelklimaat' is een comfortfactor die belangrijk is maar die hier slechts wordt genoemd (zie bijvoorbeeld Faust, 1984).

Overigens vergt het woord 'comfort' een kanttekening. Branton (1969) stelt dat comfort niet meetbaar is, maar 'discomfort', ongemak, wel. De achtergrond hierbij is, dat de gebruiker een stoel zonder ongemakken niet gewaar wordt. De stoel gaat pas aandacht trekken wanneer zich discomfort voordoet. De 'schaal' loopt dus van 'neutraal' tot 'extreem oncomfortabel'. Het onderscheid lijkt misschien theoretisch, maar is bij het opzetten van een onderzoek van groot belang. Dit is een aardig voorbeeld van het feit dat de onderzoeker er voor moet oppassen, klakkeloos populaire begrippen zoals 'comfort' of 'gebruiksvriendelijkheid' te hanteren zonder eerst vast te stellen wat zo'n begrip precies inhoudt.

Het zicht

Een essentieel aspect van het ontwerp van de bestuurdersplaats is het zicht op de weg, op medeweggebruikers en op informatiedragers binnen en buiten de auto. Voor dat de ontwerper kan discussieren over zaken zoals het ruitoppervlak, het gereduceerde ruitoppervlak (wanneer slechts met ruitenwissers en ruitverwarming zicht mogelijk is), de plaats en uitvoering van spiegels of de zichtbaarheid van meters en lampjes op het dashboard moet bekend zijn waar zich de ogen van de gebruiker bevinden. Hierbij gaat het niet om de gemiddelde positie maar juist om de variatie ten gevolge van variatie in de lichaamsafmetingen, de zithouding en de stoelinstelling. Het resulterende gebied waarbinnen de ogen zich bevinden wordt als de 'oogpuntenverzameling' aangeduid.

De positie van de oogpuntenverzameling wordt gerelateerd aan het draaipunt van de heupen (het H-point in afbeelding 92) en de plaats van dit draaipunt weer aan de plaats van de schoenhakken van de bestuurder (Ruffel Smith, 1973; Rhmann, 1982).

Wanneer de oogpuntenverzameling is vastgesteld en men ook beschikt over normen voor de waar te nemen punten in de omgeving (zoals een verkeerslicht op een bepaalde hoogte en een bepaalde afstand van de auto), dan begint het passen en meten. Op de ontwerptekeningen worden zichtlijnen getrokken vanaf de grenzen van de oogpuntenverzameling naar de waar te nemen punten binnen en buiten de auto. Blijkt bijvoorbeeld dat de motorkap te zeer het zicht van de kleine bestuurder belemmert, dan is een wijziging in het ontwerp nodig; misschien moet de stoel hoger geplaatst worden of moet de voorruit verder naar beneden doorlopen. Gaat het om een personenauto, dus met een 'lage zit', dan zou men ook nog kunnen besluiten, de stoel in de hoogte verstelbaar te maken. De kleine chauffeur kan de stoel dan wat hoger zetten dan de grote chauffeur. Deze verstelling is dus tegengesteld aan die in de autobus, waar de kleine chauffeur de stoel juist lager zet om goed bij de pedalen te kunnen.

Aanvullend zicht kan worden geboden via spiegels. Van spiegels moeten de plaats en de verstelbaarheid maar ook de vorm worden bepaald. Een bolle spiegel geeft een wijdere zichthoek. Dankzij deze wijdere zichthoek worden 'dode hoeken' verkleind of gelimineerd, zodat de kans kleiner is dat een andere weggebruiker over het hoofd gezien wordt. Aan de andere kant geeft zo'n bolle spiegel een vertekening waardoor andere auto's verder weg lijken dan ze in werkelijkheid zijn. Fisher (1984) onderzocht het effect van de kromming van de spiegel op het afstand schatten door automobilisten. Proefpersonen kregen een film te zien van een achteropkomende auto, gezien via een spiegel. Hoe boller de spiegel, hoe langer men het acceptabel vindt om van rijstrook te veranderen, bleek uit het experiment. En, misschien nog zorgwekkender, hoe harder de achteropkomende auto rijdt, hoe langer men het acceptabel vindt om van rijstrook te veranderen.

Kortom, een bolle spiegel geeft in n opzicht extra veiligheid en werkt in een ander opzicht juist veiligheidsverlagend. De twee effecten verwijzen naar de twee taken die men met de spiegel uitvoert: enerzijds waarnemen van andere weggebruikers zijn en anderzijds het schatten van hun afstand en snelheid. Bij sommige automerken worden tegenwoordig zijspiegels toegepast waarvan het binnenste deel vlak is, om afstand en snelheid van de achteropkomer goed te kunnen schatten, en waarvan het buitenste deel gekromd is, ter voorkoming van dode hoeken.

Bij het waarborgen van goed zicht hoort ook het vermijden van hinderlijke reflecties in de ruiten. Reflecties treden altijd op, maar meestal zijn ze niet merkbaar omdat de helderheid van het door de ruit komende licht veel groter is dan de helderheid van het gereflecteerde licht. Als vuistregel geldt dat reflecties hinderlijk worden wanneer de helderheid van het gereflecteerde beeld meer dan een-tiende is van de helderheid van het waar te nemen beeld (Leebeek, 1980). Kans op hinderlijke reflecties is er vooral s' nachts. Dan is de helderheid van het waar te nemen beeld, de buitenomgeving, laag. Lichtbronnen binnen de auto zoals interieurverlichting of signaallampjes, of lichtbronnen achter de auto zoals de koplampen van achteropkomend verkeer zijn dan potentiële veroorzakers van hinderlijke reflecties. Reflecties worden op verschillende manieren voorkomen. Een gebruikelijke manier is het kiezen van de juiste vorm van de ruit. Deze maatregel wordt bijvoorbeeld getroffen bij stads- en streekbussen. Zulke bussen zijn wat reflecties betreft zeer kritisch omdat het interieur op de bestuurdersplek na s' nachts verlicht is. De nieuwere stads- en streekbussen zijn om deze reden voorzien van speciaal gekromde ruiten, die weliswaar duurder zijn maar een betere bescherming bieden tegen reflecties dan de vlakke schuine ruiten van de oudere bussen (zie afbeelding 6.2



Figuur 6.15: De gekromde ruit van de stads- en streekbussen: uitgekiend om reflectiehinder te voorkomen.

).

Auto's moeten goed uitzicht bieden maar moeten ook goed zichtbaar zijn. Een van de middelen hiervoor is de achterverlichting. Het belang van deze verlichting blijkt uit het feit dat circa 40 procent van de botsingen s' nachts kop-staartbotsingen zijn. Waaraan merkt de automobilist het duidelijkst dat de afstand tot zijn voorligger afneemt, aan de groter wordende afstand tussen de achterlichten, aan de toenemende grootte van de achterlichten of aan de toenemende helderheid ervan? In de praktijk is zo'n vraag moeilijk te beantwoorden, omdat de effecten samengaan. In een laboratoriumexperiment werden de effecten kunstmatig gescheiden. We blijken het vooral van het eerstgenoemde effect te moeten hebben, de toenemende afstand tussen de achterlichten (Janssen, 1976). Het advies aan auto-ontwerpers is, te zorgen dat de achterlichten ver uit elkaar liggen. De achteropkomende automobilist neemt dan het vroegst

de afnemende tussenafstand tussen de voorligger en hemzelf waar. Vanuit dit oogpunt is het eigenlijk verbazend dat veel auto's slechts n mistachterlicht hebben; wanneer luistert het 'afstand waarnemen tot de voorligger' nauwer dan bij dichte mist?

Bedieningsmiddelen in de auto

Het verdraaien van het stuur van een groot voertuig, zoals een bus of vrachtwagen, vergt veel kracht wanneer er geen stuurbekrachtiging is. Meestal past men in zulke voertuigen vrij horizontale sturen met een grote diameter toe, omdat dan de benodigde krachten het gemakkelijkst opgebracht kunnen worden (Dupuis, 1968). De methode van hanteren van het stuur maakt echter ook veel uit. Wanneer de chauffeur het stuur omhaalt door het op n plek vast te pakken en met de hand 'de klok rond te gaan', dan bevindt de hand zich halverwege de draai ver vr de chauffeur en komt de rug tijdens de draaibeweging van de rugleuning los. De belasting van de wervelkolom is dan groot. Het advies aan chauffeurs is dan ook, het stuur niet in n keer om te halen maar de handen steeds in de buurt van het lichaam te houden en het stuur in korte slagen te verdraaien door het van de ene in de andere hand door te geven, ofte wel door het stuur te 'melken'.

Goed beschouwd is dit geen voorbeeld van ergonomie, van het aanpassen van de hulpmiddelen aan de gebruiker, maar van het aanpassen van de werkwijze van de gebruiker aan de hulpmiddelen door scholing. De praktijk is, dat ergonomie en scholing elkaar aanvullen en deels op dezelfde 'menskunde' zijn gebaseerd. Ontwerpers creëren met elk gebruiksvoorwerp behalve ergonomische eigenschappen ook een scholingsbehoefte. Het streven is wel, problemen zo veel als mogelijk door 'goed ontwerpen' op te lossen, bijvoorbeeld door toepassing van een stuurbekrachtiging, en niet door scholing van de gebruiker.

Bij het 'ontwerpen' van het autostuur gaat het overigens niet alleen om de benodigde kracht, maar ook om de nauwkeurigheid en snelheid waarmee sturbewegingen kunnen worden uitgevoerd. Zo zou men een stuur kunnen maken dat enkele malen rondgedraaid moet worden om een bepaalde hoek om te gaan. Met zo'n stuur zou men zeer nauwkeurig kunnen sturen, maar snel uitwijken is dan niet mogelijk. Anderzijds zou men een stuur kunnen maken dat bij een geringe verdraaiing al tot een scherpe bocht leidt. Snel uitwijken is nu mogelijk, maar nu komt de nauwkeurigheid van het sturen in het gedrang. Kortom, de juiste verhouding moet worden gevonden tussen 'hoeveel je erin stopt' (stuurverdraaiing) en 'hoeveel eruit komt' (bocht die de auto neemt). Een enigszins verwarrende vakterm voor deze verhouding is de 'control-display ratio'. Verwarrend, omdat er hier geen 'display' (informatiemiddel) is, maar wel een waarneembaar effect van een bedieningshandeling (Willems, 1981).

Wat de pedalen betreft, aan het gaspedaal worden andere eisen gesteld dan aan het rem- en het koppelingspedaal. Het gaspedaal moet immers langdurig ingedrukt gehouden worden. Is de pedaalkracht te hoog, dan is het ingedrukt houden op den duur vermoeiend. Het probleem van dergelijke statische spierarbeid is dat de doorbloeding van de spieren minder goed is en afvalstoffen van de spierversbranding minder goed worden afgevoerd dan bij dynamische spierarbeid. Is de pedaalkracht echter te laag, dan is k statische spierkracht nodig, namelijk om te voorkomen dat het pedaal door het gewicht van het been omlaag wordt gedrukt (waarbij de voet voorover kantelt ten

opzichte van het punt waar de hak op de vloer rust). Het vinden van het compromis wordt bemoeilijkt doordat de gebruikers uiteenlopen wat hun beengewicht betreft.

Een ander aspect van de pedaalbediening is de slag van het pedaal. Deze mag de bewegingsmogelijkheden van de betrokken gewrichten oftewel de 'maximale gewrichtsexcursies' niet overschrijden (Nowak, 1972).

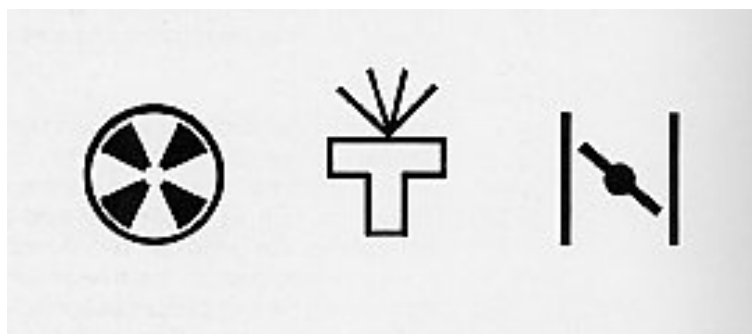
Afzonderlijk goed ontworpen pedalen zijn niet voldoende. De positie van het rem- en het gaspedaal ten opzichte van elkaar is van groot belang, omdat de voet moet 'overstappen'. Bij deze overstap tellen fracties van een seconde wanneer het gaat om het voorkomen van een botsing. De pedalen zo dicht mogelijk bij elkaar zetten leidt tot een korte 'overstaptijd' maar tevens tot een grote kans dat bij het intrappen van het ene pedaal per ongeluk ook het andere pedaal wordt bediend. Uit onderzoek is gebleken dat de overstaptijden het kortst zijn wanneer het rempedaal wat lager ligt dan het gaspedaal in ingedrukte stand. In bestaande auto's bevindt het rempedaal zich gewoonlijk juist wat hoger.

Als alternatief is gexperimenteerd met n pedaal voor remmen n gasgeven. Gasgeven gebeurt door het pedaal naar voren te kantelen rond een scharnierpunt midden onder het pedaal. Remmen doet men door het gehele pedaal in te drukken. Dit pedaal bleek een tijdwinst van 0,1 seconde op te leveren ten opzichte van de gangbare pedalenconfiguratie, dus een remwegverkorting van 3,3 meter bij een snelheid van 120 kilometer per uur (Glass, 1977).

Informatiemiddelen in de auto

De historische ontwikkeling van informatiemiddelen in de auto is in de volgende stappen verlopen (Fowkes, 1984). Oorspronkelijk bevatten autodashboards voornamelijk meters omdat deze eenvoudig te fabriceren waren. Deze meters waren qua grootte, schaalverdeling, bewegingsrichting en dergelijke zonder enige afstemming ontworpen. Dankzij de opkomst van waarschuwinglampjes konden verschillende meters vervallen en kon het dashboard compacter worden uitgevoerd. Gedurende de veertiger jaren is veel energie gestoken in het onderzoek naar informatiemiddelen. Dit resulteerde bij de naoorlogse generatie auto's in beter afleesbare en meer uniforme instrumentpanelen. Men ging symbolen gebruiken om de betekenis aan te geven van de verschillende meters en lampjes. Aan internationale standaardisatie ontbrak het in eerste instantie nog wel. Afbeelding 6.2 toont drie symbolen die werden gebruikt om de 'choke' aan te duiden. In de zeventiger jaren kwamen internationale afspraken tot stand; zo werd het derde symbool uit afbeelding 97 gekozen als internationale standaard.

De jaren zeventig gaven ook de komst van de eerste informatiemiddelen volgens nieuwe technieken zoals 'liquid cristal displays (LCD's)', 'fluorescentiedisplays' en 'light emitting diodes (LED's)'. De toepassing van deze nieuwe technieken ging niet zonder problemen. De omgevingscondities in de auto zijn zeer uiteenlopend. Zo blijken sommige van deze informatiemiddelen niet meer afleesbaar te zijn bij direct erop vallend zonlicht (een probleem dat ook wel optreedt bij verkeerslichten, wanneer de zon laag staat). Op dit moment lijken de LCD's de meeste kansen te bieden; in autoradio's worden ze al veelvuldig toegepast.



Figuur 6.16: Drie symbolen voor het begrip 'choke'.

Zolang deze nieuwe displays niets meer doen dan de elektromechanische meters en tellers imiteren, zit de 'winst' niet zo zeer in het gebruik maar in kosten- en ruimtebesparing. Een wezenlijke verandering vindt echter plaats, wanneer 'universele' schermen worden ingebouwd, waarop allerhande verschillende informatie kan worden getoond. In vliegtuigen gebeurt dit al, zoals eerder in dit hoofdstuk bleek. Zo'n scherm zou gewoonlijk bepaalde standaard informatie kunnen tonen, maar op verzoek aanvullende informatie. Deze mogelijkheden sluiten aan bij de ontwikkeling dat steeds meer informatie ter beschikking komt in de auto; een gevolg van het toenemende aantal sensoren en elektronische systemen dat in auto's wordt ingebouwd (Hinlopen, 1986). Hieronder vallen diagnosesystemen (die storingen melden en die eventueel adviseren, hoe deze storingen zijn te verhelpen), aan communicatiehulpmiddelen (zoals de autotelefoon) en aan systemen die helpen, de weg te vinden (zoals de eerderbeschreven Travelpilot- en CARIN-systemen).

Geluidssignalen worden al langer toegepast in de auto, bijvoorbeeld om automobilisten eraan te herinneren dat ze de veiligheidsgordel niet om hebben. Er is nu ook elektronica die 'spraak kan genereren'. Het CARIN-systeem is een toepassing hiervan. Een andere mogelijke toepassing betreft 'sprekende toetsen' (Geiser, 1985). De betekenis van elke toets wordt door de elektronica 'uitgesproken' wanneer deze toets half wordt ingedrukt. Op deze wijze kan de automobilist het verkeer in het oog houden en ondertussen de juiste toetsen vinden.

Daarnaast is er ook elektronica die spraak kan verstaan, vooralsnog van n specifieke spreker en met een beperkte woordenschat. Zo'n systeem moet eerst 'leren' hoe die spreker de verschillende woorden uitspreekt en kan de woorden daarna 'herkennen'. Een dergelijk systeem zou kunnen worden gebruikt voor het bedienen van allerlei 'nevenfuncties' (zoals ruitenwissers, lampen, verwarming enzovoorts).

De toepassing van deze nieuwe technologie roept nieuwe vragen op ergonomisch gebied op. Zijn al deze bedienings- en informatiemogelijkheden wel zinvol voor de automobilist? En hoeveel aandacht houdt de automobilist over voor het autorijden zelf? Wanneer dient visuele, en wanneer auditieve informatie te worden toegepast? Hoe voorkom je 'schrik-effecten' door onverwachte auditieve meldingen? Via welke bedieningswijze kan de automobilist het beste keuzes kenbaar maken aan de apparatuur in de auto, via een reeks ja/nee keuzes of via n keuze uit een groot aantal mogelijkheden?

Wordt autorijden steeds veiliger?

Uit het voorgaande blijkt dat de afgelopen decennia auto's uit ergonomisch oogpunt zijn verbeterd. Daarnaast zijn er ontwikkelingen geweest zoals betere remmen, het verplichte gebruik van veiligheidsgordels en veiliger ontworpen wegen. Dit roept de vraag op, of autorijden steeds veiliger wordt. Het antwoord is geen volmondig 'ja'. Tegenover deze positieve ontwikkelingen staat de toegenomen drukte op de wegen. De tijd voor handelen is in het huidige verkeer zeer kort geworden (Asmussen, 1988). Er speelt echter nog wat anders. Veel mensen neigen het veiligheidsverhogende effect van maatregelen te overschatten omdat ze een 'mechanistische' redenering volgen. Ze nemen aan dat ongelukken ontleed kunnen worden in oorzaken en gevolgen en dat de gevolgen evenredig verminderen wanneer men oorzaken wegneemt, bijvoorbeeld door 'beter ontwerp'. Er is echter een theorie die stelt dat mensen een 'risico-evenwicht' zoeken en dat ze veiligheidsmaatregelen zoals betere remmen en veiligere wegen compenseren met riskanter gedrag, zoals harder rijden, minder afstand houden en gevaarlijkere manoeuvres uitvoeren (Rasmussen, 1985). De voor sommige ontwerpers wat onthutsende conclusie is dat de positieve effecten van hun veilige ontwerpen tegenvallen.

6.3 Ergonomie tussen de rails

De werkplek van de machinist.

De werkplek van de machinist van de traditionele stoomlokomotief biedt fraaie voorbeelden van 'aanpassing van de gebruiker aan het produkt' (Coombs, 1973). Bij deze lokomotieven waren de bedieningsmiddelen veelal direkt mechanisch gekoppeld aan de machine, waardoor er weinig speelruimte was om ze voor de machinist gunstig te positioneren. Over het algemeen hadden stoomlokomotieven de ketel voor de cabine. Dit dwong de machinist in een ongelukkige houding voor het uitzicht naar voren; hij moest immers langs de ketel kijken. Informatiemiddelen zoals een snelheidsmeter waren er niet. Het was een van de vaardigheden van de machinist om de snelheid van de lokomotief te schatten.

Na de tweede wereldoorlog is de stoomlokomotief geleidelijk vervangen door diesel- en elektrische lokomotieven. Uit literatuur uit de jaren '70 en '80 blijkt, dat ook de werkplek van de machinist is veranderd, maar dat er uit ergonomisch oogpunt toch nog heel wat valt op- en aan te merken (Gamst, 1975; Heino, 1978; Austin, 1986). Kenmerkende problemen op de werkplek van de machinist zijn lawaai, trillingen, koude, tocht en slechte werkhoudingen ten gevolge van de plaatsing van de bedieningsmiddelen, lichaamsondersteuning en ramen. Het werk is veelal monotoon, hetgeen het risico van aandachtsvermindering met zich meebrengt. Het verdwijnen van de stoker heeft van treinbesturing een sociaal gesoleerd eenmansbedrijf gemaakt. Het werken op onregelmatige tijdstippen maakt de taak er ook niet lichter op. En tenslotte zit er ook een element van machteloosheid in het werk. Door de lange remweg van een zware trein is een ongeluk soms al ruim van tevoren te voorzien, maar niet meer te voorkomen.

In de navolgende paragrafen worden twee 'praktijkgevallen' beschreven van ergonomie op de werkplek van de machinist. Eerst komt een specifiek onderdeel van de machinistenwerkplek aan de orde: de dodemanspedaal. Daarna komt de ontwikkeling van de cabine van een nieuwe diesellokomotief aan de orde.

De dodemanspedaal: veiligheid en ergonomie

Veiligheid en ergonomie worden vaak in n adem genoemd. Veelal veronderstelt men dat ergonomische verbeteringen veiligheidverhogend zijn. De ergonomie kreeg bijvoorbeeld een stimulans na de 'bijna-ramp' met de kerncentrale op Three Mile Island in 1979, waarbij ergonomische tekortkomingen een belangrijke rol speelden (Moraal, 1983). Bij de dodemanspedaal lijkt veiligheid echter ten koste te gaan van ergonomie.

Wanneer de machinist van een trein onwel wordt en de stand van de hendels op de bedieningstafel niet wordt veranderd, blijft de trein gewoon doorrijden. Er is daarom een apparaat nodig dat 'merkt' dat de machinist zijn taak niet meer uitvoert en dat de trein dan tot stilstand brengt. De oplossing die men hiervoor heeft gevonden, heet de 'dodemanspedaal'. Dit is een bolvormige pedaal die continu tegen een bepaalde veerkracht in ingedrukt gehouden moet worden (zie afbeelding 6.3). Wanneer de ma-



Figuur 6.17: Bediening van de 'continue dodemanspedaal' met de linkervoet. De pedaal is bolvormig en vergt een vrij hoge indrukkkracht.

chinist onwel wordt, drukt de pedaal de voet van de machinist omhoog f glijdt de voet van de pedaal af. Vervolgens maakt de trein een noodstop.

Het ingedrukt houden van de dodemanspedaal vergt statische spierarbeid. De schokken en stoten die tijdens het rijden optreden vormen een verzwarende omstandigheid hierbij. Door de bolle vorm van de pedaal is de kans groot, dat de voet bij een abrupte beweging van de pedaal schiet. De machinist moet de pedaal met extra kracht ingedrukt houden om dit te voorkomen.

Deze uit veiligheidsoogpunt gewenste dodemanspedaal leidde bij machinisten aanhoudend tot been- en rugklachten. Daarom besloot de NS, de dodemanspedaal door ergonomen te laten analyseren. Deze analyse maakte een dilemma zichtbaar. Maakt men de veerkracht van de pedaal zo groot, dat het pedaal een zwaar been kan optillen, dan wordt van een machinist met een licht been al gauw een te hoge statische spierkracht gevergd. Uit praktijkmetingen van de veerkracht bleek dat de pedalen te zwaar waren voor de lichte en minder sterke machinisten, maar te licht om zware benen op te tillen. In verband met die 'zware benen' is de bolvorm van de pedaal dus uit veiligheidsoogpunt onmisbaar. En dat is uit ergonomisch oogpunt weer jammer, want juist die bolvorm draagt bij tot de klachten: de voet staat instabiel, hetgeen een extra belasting van de enkel geeft, en de bolvorm is na verloop van tijd pijnlijk aan de voetzool. Kortom, zijn ergonomie en veiligheid hier strijdig?

Een acceptabel compromis bestaat in zo'n situatie eigenlijk niet. De enige uitweg is dan, een principe toe te passen dat de tegenstelling tussen de eisen van veiligheid en ergonomie opheft. De 'intermitterende dodemanspedaal' vertegenwoordigt zo'n principe. Dit type pedaal is vlak en is in de vloer ingebouwd (zie afbeelding 6.3). De



Figuur 6.18: De 'intermitterende dodemanspedaal': de vlakke pedaal links.

veerkracht is laag; de pedaal kan zelfs de lichtste voet niet optillen. Het zal duidelijk zijn dat deze pedaal minder ongemak geeft dan de traditionele dodemanspedaal. De veiligheid is echter ook gewaarborgd. De machinist moet tenminste eens in de minuut de pedaal even loslaten. Laat de machinist de pedaal te lang los, dan grijpt de installatie in. Laat de machinist de pedaal te lang nit los, dan grijpt de installatie eveneens in. Deze intermitterende dodemanspedaal wordt sinds een tiental jaar toegepast bij nieuw te bouwen lokomotieven en treinstellen.

Blijkens de ergonomische vakliteratuur is hiermee nog niet alles over dodemanspedalen gezegd. De dodeman grijpt in wanneer de machinist onwel wordt, maar garandeert niet dat de machinist waakzaam is. Zo bleek uit onderzoek dat mensen een intermitterende

dodemanspedaal korrekt kunnen bedienen, zelfs wanneer hun waakzaamheid is verminderd (Fruhstorfer, 1977). Er is dan sprake van een soort routinebeweging.

In de literatuur worden andere principes genoemd om 'waakzaamheid te bewaken' (Wilde, 1983). Er bestaan bijvoorbeeld brillen met een ingebouwde voorziening die kijkt naar de oogknippering van de drager van de bril. Ook zou men bijvoorbeeld naar de taakuitvoering kunnen kijken. Zolang de hendels voor de rem en de trekkracht regelmatig bediend worden, zou men kunnen aannemen dat de machinist voldoende waakzaam is. Pas als gewone bedieningen langere tijd uitblijven, zou de machinist om bediening van een dodemansvoorziening gevraagd moeten worden.

Tenslotte moet nog worden opgemerkt, dat de NS niet alleen dodemansinstallaties in de cabines heeft, maar het grootste deel van het spoorwegnet ook van ATB (Automatische Trein Benvloeding) heeft voorzien. De ATB brengt, globaal gezegd, de trein tot stilstand wanneer deze door een rood sein rijdt of harder rijdt dan is toegestaan.

De cabine van de nieuwe NS diesellokomotief

Eerder in dit hoofdstuk werd een beeld gegeven van de ergonomische tekortkomingen van de traditionele stoomlokomotief. Ook de oudere NS diesellokomotieven uit de jaren '50 hebben een nogal primitieve werkplek voor de machinist. Zo is het uitzicht uit deze lokomotieven slecht wanneer ze met de lange neus naar voren worden gebruikt (zie afbeelding 6.3). Het zicht naar links is dan belemmerd. Verder moeten machinis-



Figuur 6.19: Een ouder type NS diesellokomotief: de hoge neus belemmert het uitzicht.

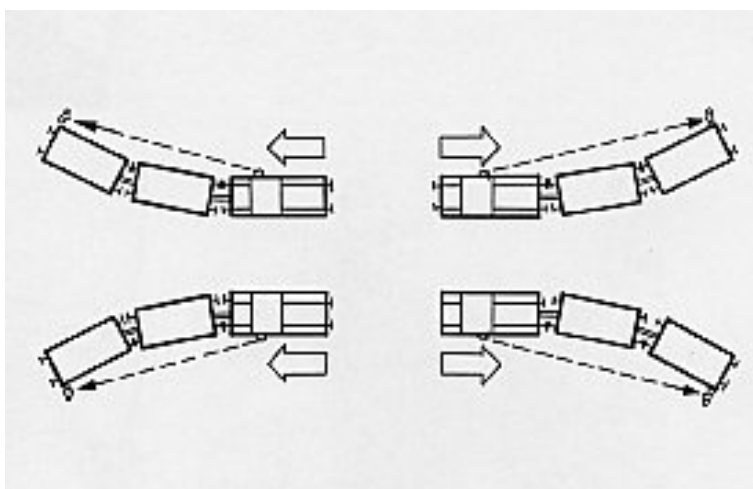
ten in deze lokomotieven soms langere tijd achtereen met een getordeerd bovenlichaam werken, met name bij het rangeren. Ook andere problemen doen zich voor, zoals tocht, lawaai en een slechte indeling van de werkplek. Die indeling is mettertijd verder verslechterd doordat verschillende apparaten tijdens de levensduur van de lokomotief werden toegevoegd, waarmee in het oorspronkelijk ontwerp geen rekening was gehouden.

In 1984 werd besloten, de vervanger van deze lokomotieven te baseren op het ontwerp van een bestaande moderne lokomotief. Dit ontwerp voorzag al in een uitstekende geluids- en trillingsdemping. Wat de maatvoering en indeling van de cabine moest echter een compromis worden gezocht tussen 'het beperkt houden van de aanpassingen' en 'het rekening houden met de specifieke gebruiksomstandigheden en wensen van de NS'. Het geselecteerde lokomotieftype heeft een cabine tussen twee neuzen in. De cabine steekt boven de neuzen uit. De machinist heeft daardoor rondom vrij uitzicht. De neuzen ontnemen wel een deel van het zicht schuin naar beneden; een van de compromissen die geaccepteerd moesten worden. De hoofdmaten van de cabine lagen vast, inclusief de plaats van de ramen en deuren, de stahoogte in de cabine en de versmalling van de cabine naar boven toe. Binnen deze hoofdlijnen diende een cabineontwerp tot stand te komen.

De nieuwe lokomotief moest voor drie taken geschikt zijn, voor 'treindienst', 'rangeerwerk' en 'radiolokbedrijf'. Treindienst is het trekken van treinen over langere afstand. Rangeerwerk betreft het sorteren en over korte afstand verplaatsen van wagens. De machinist in de cabine werkt hierbij nauw samen met de rangeerder, die wagens koppelt en ontkoppelt en wissels omlegt. Bij radiolokbedrijf bedient een rangeerder de lokomotief op afstand met een radiozender; de cabine is dan in principe onbemand.

De uit treindienst en uit rangeren voortvloeiende eisen aan de inrichting van de cabine verschillen wat het zicht, de werkhouding en de bedieningsmiddelen betreft.

Bij treindienst is vooral de voorruit van belang voor het zicht. Deze moet zicht bieden op de seinen en op de omgeving van de lokomotief. Bij rangeren bevindt de rangeerder zich veelal bij het andere eind van de trein. Hij fungeert dan als de 'ogen' van de machinist en geeft met armseinen aan wat de machinist moet doen. Dit betekent dat de machinist door een zijraam naar buiten moet kunnen leunen om langs de trein kijkend de rangeerder in het oog te kunnen houden. Wanneer het rangeerterrein in een bocht ligt, zit de machinist meestal aan de zijde van de binnenbocht. Omdat de trein zich aan de voor- of achterkant van de lokomotief kan bevinden en de bocht een linker- of rechterbocht kan zijn, resulteren vier verschillende bedieningssituaties (zie afbeelding 6.3).



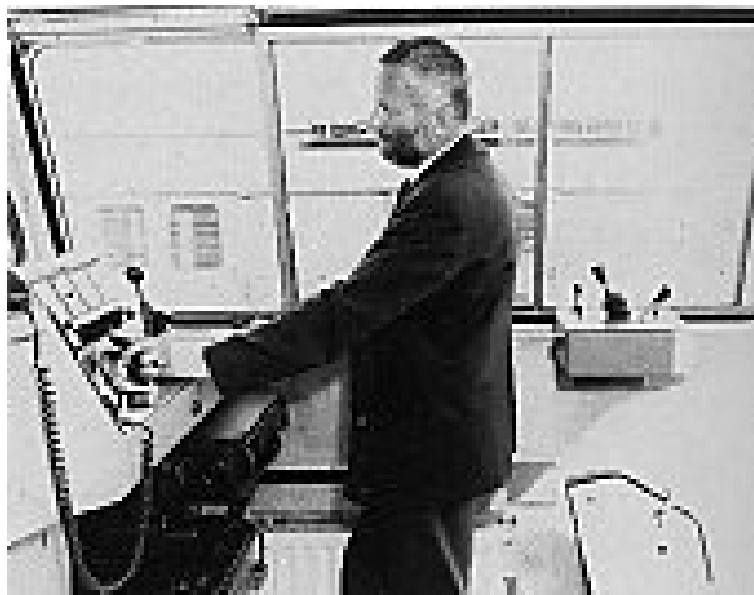
Figuur 6.20: Vier verschillende bedieningssituaties bij rangeren.

Wat de werkhouding betreft, bij treindienst moet men gedurende langere tijd comfortabel kunnen zitten. Rangeren moet zittend maar ook staand kunnen gebeuren. Staan is gunstig wanneer niet lang achtereen, maar steeds kortdurend moet worden gerangeerd en wanneer het nodig is om vaak van de ene naar de andere zijwand over te steken.

Bij de treindienst worden meer bedienings- en informatiemiddelen gebruikt dan bij rangeren. Dit vergt een groter paneeloppervlak. Rangeren gebeurt met slechts enkele bedieningsmiddelen. Die moeten echter wel z zijn gepositioneerd, dat de machinist ze blindelings kan vinden en kan bedienen terwijl hij uit het zijraam leunt.

Het cabine-ontwerp diende verder voldoende overeen te stemmen met de bestaande cabines. Machinisten rijden op n dag vaak in verschillende materieeltypen. Om verwarring te voorkomen moeten bedienings- en informatiemiddelen zo veel mogelijk hetzelfde uitgevoerd en gepositioneerd worden. Dit punt leidt wel tot discussies, omdat men slechte oplossingen niet wil overnemen, alleen omwille van de overeenstemming met het bestaande. Bovendien zijn de bestaande cabines onderling ook niet volledig met elkaar in overeenstemming.

Deze uitgangspunten leidden ertoe, voor treindienst 'hoofdbedienposities' te realiseren in twee schuin tegenover elkaar liggende hoeken van de cabine, n voor elke rijrichting. Deze twee hoofdbedienposities zijn ook bruikbaar voor twee van de vier rangeersituaties uit afbeelding 101. In de andere twee situaties zou gebruik van de hoofdbedienposities leiden tot verdraaiing van de nek en de rug van de machinist, zoals in de oudere rangeerlokomotieven. Daarom zijn twee 'hulpbedienposities' voorzien met de voor rangeren benodigde informatie- en bedieningsmiddelen. De resulterende indeling wordt getoond in afbeeldingen 6.3 , 6.3 en 6.3 . Aan elke zijwand is n stoel



Figuur 6.21: Drie standen van de stoel in de lokomotiefcabine.

geplaatst. Deze kan naar de hoofd- en de hulpbedienpositie gekeerd worden. Ook kan



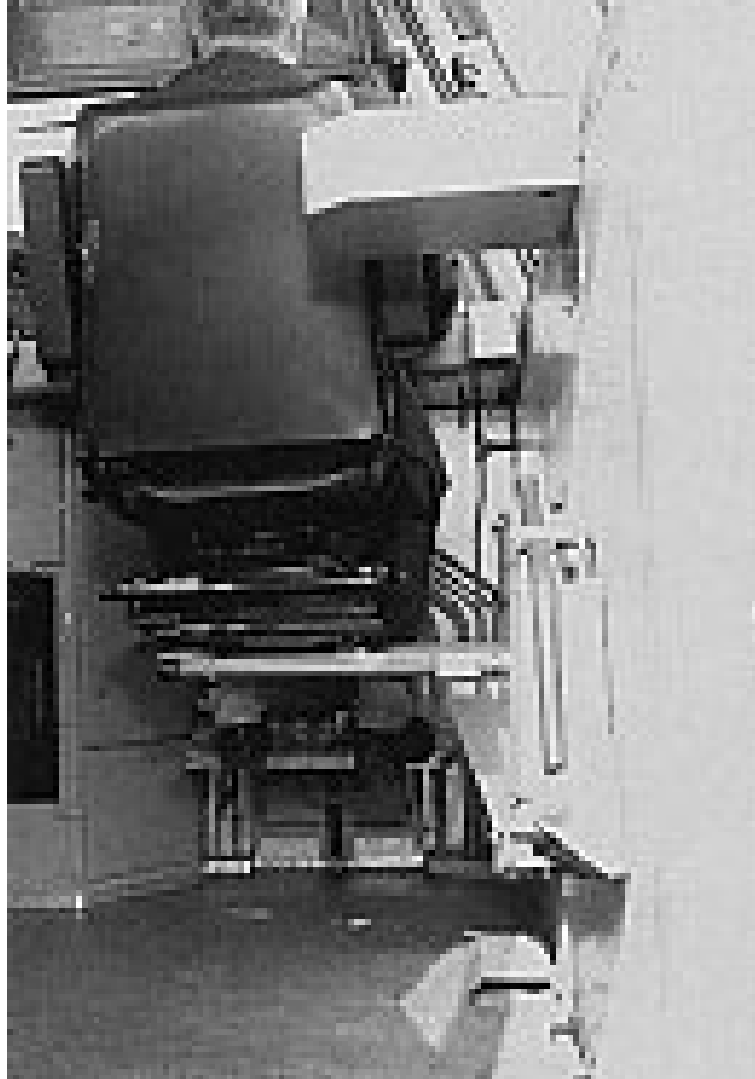
Figuur 6.22: Drie standen van de stoel in de lokomotiefcabine.



Figuur 6.23: Drie standen van de stoel in de lokomotiefcabine.

de stoel onder de hoofdbedientafel worden geschoven om ruimte vrij te maken voor staande bediening.

De informatie- en bedieningsmiddelen voor de treindienst vergen een groot paneeloppervlak. Om de bedieningsmiddelen toch binnen handbereik te kunnen onderbrengen, bleek een stoelpositie op enige afstand van de zijwand noodzakelijk. Voor rangeren moet de stoel echter zo dicht mogelijk tegen zijwand staan. Daarom is de stoel in dwarsrichting verschuifbaar (zie afbeelding 6.3 en 6.3).



Figuur 6.24: Dwarsverstelling en -kanteling van de stoel in de lokomotiefcabine ten behoeve van het naar buiten leunend rangeren.

Bij het op een vlakke zitting naar buiten leunen blijkt men de rug zijdelings te krommen. Het handhaven van deze houding kost statische spierarbeid en geeft een extra belasting van de tussenwervelschijven. Om dit probleem te elimineren is een mogelijkheid ingebouwd om de stoel over maximaal 10 graden dwars te kantelen. Op



Figuur 6.25: Dwarsverstelling en -kanteling van de stoel in de lokomotiefcabine ten behoeve van het naar buiten leunend rangeren.

deze wijze is het mogelijk uit te leunen met een volledige ondersteund zitvlak.

In verband met de variatie in de onderbeenlengte van machinisten moet het hoogteverschil tussen de zitting en de pedalen ingesteld kunnen worden. De gangbare oplossing hiervoor is hoogteverstelling van de zitting. Men heeft dan immers alle verstellingen in n produkt (de stoel). Dat het voetenvlak niet versteld hoeft te worden, is prettig in verband met de inbouw van de pedalen en de bijbehorende leidingen en bedradingen.

De verstelbare zitting zou in dit geval echter tot zichtbelemmeringen leiden. Lange machinisten zullen de zitting hoog, en korte machinisten de zitting laag zetten. Bij de gegeven afmetingen van het raam zou dit ertoe leiden dat het zicht van grote machinisten door de bovenrand van het raam en dat van kleine machinisten door de neus van de lokomotief en de onderrand van het raam belemmerd zou worden.

Ook zou een verstelbare zittinghoogte in dit geval tot minder gunstige werkhoudingen leiden. Grote machinisten zouden minder hoofdruimte overhouden en kleine machinisten zouden meer hinder van de onderrand van het raam ondervinden bij het naar buiten leunen. Vanwege de voordelen voor het zicht n voor de werkhouding is gekozen voor een vaste zittinghoogte plus hoogteverstelling van het voetenvlak. Een verstelbaar voetenvlak werd ontworpen dat zittend met de voet is te bedienen.

Bij treindienst worden beide handen voor bediening gebruikt, bij rangers slechts n. De arm aan de raanzijde wordt namelijk gebruikt als ondersteuning bij het naar buiten leunen. Of, zoals machinisten zeggen: "een hand voor het bedrijf, de ander voor mezelf". De positionering van de bedieningsmiddelen op de hoofdbedienpositie luistert nauw, omdat ze zowel tweehandig bij treindienst als nhandig bij rangers worden gebruikt. De machinist moet de bedieningsmiddelen op de tast kunnen vinden en onderscheiden, zodat hij de rangeerder en de seinen buiten in het oog kan blijven houden. De bedieningshendels hebben daarom behalve een uitgekiende plaats verschillende steellengtes en knopvormen gekregen.

Middels een mock-up, een model op ware grootte, kon een groep machinisten met het ontwerp kennismaken. Zij gaven niet alleen hun mening over het ontwerp maar voerden ook een nagebootste rangeertaak uit. De schermen voor en achter de mock-up van de cabine geven goederenwagens weer, waarlangs de machinist naar de rangeerder moet kijken (zie afbeelding 6.3 en 6.3). Voorbij deze schermen werden seinen van de rangeerder op videoschermen nagebootst. De machinisten dienden de benodigde bedieningshandelingen uit te voeren. Dit werd met video geregistreerd en achteraf geanalyseerd.

Op basis van deze mock-up beproeving werd de maatvoering hier en daar nog bijgesteld. Ook werden enkele bedieningsmiddelen opnieuw gerangschikt. Afbeelding 6.3 toont een van de aldus uitgevoerde en inmiddels dienstdoende diesellokomotieven.

Ten slotte, uit deze beschrijving blijkt dat het benodigde oogcontact tussen de machinist en de rangeerder een grote invloed heeft gehad op het ontwerp. Dit roept de vraag op of rangers niet zonder direkt oogcontact tussen machinist en rangeerder zou kunnen, door bijvoorbeeld van radio of video gebruik te maken. Dergelijke technieken zijn bij de bovenbeschreven ontwikkeling niet overwogen. Het is echter duidelijk dat technische ontwikkelingen de rangeertaak en dus ook het cabine-ontwerp sterk kunnen beïnvloeden.



Figuur 6.26: De mock-up van de cabine van de serie 6400 diesellokomotief.



Figuur 6.27: De mock-up van de cabine van de serie 6400 diesellokomotief.



Figuur 6.28: Een lokomotief van de serie 6400.

Hoofdstuk 7

Ergonomie en ontwerpen

7.1 Ontwerpen

Vondsten en methoden

In de inleiding van dit boek is de ergonomie omschreven als een van de disciplines binnen het ontwerpen, en wel de discipline die zich bezighoudt met 'ontwerpen voor gebruik'. De daaropvolgende hoofdstukken gaven een reeks voorbeelden van toepassing van ergonomie bij het ontwerpen. Hoe het ontwerpen verloopt is daarbij impliciet aan de orde geweest. Hier zullen we echter nog enige expliciete aandacht besteden aan het ontwerpen; allereerst aan de vraag, in hoeverre ontwerpen een kwestie is van 'het doen van vondsten' danwel 'het hanteren van methoden'. Deze vraag is zeker van belang voor diegenen die zich bezighouden met de toepassing van ergonomie bij het ontwikkelen van produkten en werkplekken. Sommigen van hen hebben een wetenschappelijke achtergrond die hen een sterke gerichtheid op methoden heeft gegeven. Anderen hebben uiteenlopende ontwerpopleidingen achter de rug waarin meer of minder accent op de methodische benadering heeft gelegen.

Hoe werkt een 'ontwerper'? Een traditionele en in ieder geval romantische visie is die van de ontwerper als artiest of uitvinder. Volgens deze visie zijn ontwerpen vondsten; niet op bestelling leverbaar en het resultaat van inspiratie.

Sommigen nemen in samenhang hiermee aan, dat ontwerpen een talent is en geen verworven vaardigheid. Dit zou met name voor 'vormgeven' gelden. Zo doet Jacobs (1988) in zijn inaugurele rede als hoogleraar in de vormgeving een uitspraak die de poten onder zijn nieuwe stoel afzaagt: 'Vormgeven is dan wel geen kunst, maar je kan het of je kunt het niet'. Deze visie lijkt door verschillende feiten ondersteund te worden. Zo zijn er veel uitstekende ontwerpers die niet kunnen uitleggen hoe zij tot hun uitstekende ontwerpen komen. Bovendien blijkt uit de geschiedenis van de vormgeving en van de techniek dat we inderdaad veel aan vondsten en intuïties te danken hebben.

Een bijzonderheid hierbij is verder, dat veel vondsten zijn gedaan terwijl men eigenlijk naar wat anders zocht.

Hier tegenover lijkt het 'methodisch ontwerpen' te staan. Volgens de mensen die het methodisch ontwerpen aanhangen, is ontwerpen een proces dat gecontroleerd kan verlopen door systematisch een aantal opeenvolgende fasen te doorlopen. In elke fase vinden bepaalde activiteiten plaats. Veelal stelt men verder, dat het uitvoeren van deze activiteiten is te beschrijven en aan te leren. De meningen over het aantal en de benaming van de fasen lopen uiteen. Een gangbare reeks omvat 'vooronderzoek', 'conceptontwerp', 'gedetailleerd ontwerp', 'prototypebouw en -beproeving', 'revisie' en 'productie'. Kijken we in detail naar de handelingen die gedurende het ontwerpen steeds terugkomen, dan zijn volgens de 'methodisten' vier basisactiviteiten te onderscheiden: analyse, synthese, simulatie en evaluatie (Eekels, 1978). 'analyse' is het onderzoeken aan welke eisen het ontwerp moet voldoen, 'synthese' het samenstellen van ontwerpen, 'simuleren' het voorspellen wat de eigenschappen van de ontwerpen zullen zijn en 'evalueren' het vaststellen of de ontwerpen aan de gestelde eisen voldoen. De 'methodisten' stellen dat het ontwerpen 'cyclisch' van karakter is. De 'basiscyclus' van de vier bovengenoemde activiteiten wordt herhaaldelijk doorlopen; op evaluatie volgt een nieuwe analyse, het verzamelen van nieuwe ideeën enzovoorts.

Lawson (1980) heeft kritiek op dit soort schematiseringen van het ontwerpproces. Hij stelt bijvoorbeeld dat analyse en synthese veel meer verweven zijn. Juist door het bedenken van oplossingen (synthese) komt men ook meer te weten over de eisen die aan het ontwerp worden gesteld (analyse). Bovendien is het een geforceerde werkwijze wanneer men de tijdens het formuleren van eisen opkomende oplossingen negeert. Hij heeft dan ook groot bezwaar tegen ontwerpopleidingen waar men leert, zich eerst diepgaand aan 'eisen' te wijden en zich daarna pas om 'oplossingen' te bekommeren.

Verder stelt Lawson dat ontwerpen in belangrijke mate een 'vaardigheid' is die door oefening aangeleerd moet worden. Ontwerpen leer je niet of maar heel gedeeltelijk uit de theorieboeken. Een ervaren ontwerper heeft zich zijn methoden z eigen gemaakt, dat hij ze kan toepassen zonder er expliciet over na te denken, zoals een hardloper tijdens de wedstrijd niet over zijn looptechniek nadenkt. Sommige van zijn ontwerpbeslissingen neemt hij niet op basis van analyse en redenering, maar op basis van intuïtie. Het is dus niet verbazend dat er uitstekende ontwerpers zijn die niet kunnen uitleggen hoe zij tot hun uitstekende ontwerpen komen, maar dat betekent niet dat deze ontwerpers geen methoden hebben. Willen deze ontwerpers hun vaardigheden op een hoger niveau brengen, dan zullen ze af en toe wel expliciet moeten nadenken over hun methoden. De wedstrijdhardloper zal zich om nog sneller te worden soms in zijn looptechniek moeten verdiepen, ofschoon hij al sinds zijn peuterjaren loopt. Expliciet gehanteerde methoden zijn dus onmisbaar bij het ontwerpen. Het belang van onbewust gehanteerde methoden, van intuïties en van vondsten mag echter niet worden onderschat.

De vondst kan niet worden afgedwongen, maar het is wel mogelijk, gunstige condities te creëren voor het krijgen van vondsten. Zo stelt Buijs (1988): 'Lange tijd is het sprongsgewijze karakter van innovatieprocessen voor mij zowel een raadsel als iets zeer fascinerends geweest. Ik heb vele springmomenten meegemaakt, maar kon achteraf geen bevredigende verklaring geven, waarom die juist op dat moment en onder die omstandigheden plaats vonden. Wel bleek ik te kunnen stimuleren dat de sprong plaats vond.'

Ook voor dat 'stimuleren van de sprong' bestaan uiteenlopende methoden. Deze

methoden zijn van een meer bescheiden karakter dan de methoden die pretenderen, een recept te bieden voor het gehele ontwerpproces. Ze hebben meer het karakter van gereedschappen uit de gereedschapskist van de ontwerper. Of van 'reisbenodigheden', wanneer je 'reizen' als metafoor voor 'ontwerpen' ziet, zoals Koberg en Bagnall (1976) doen in hun boek over ontwerpmethoden.

De conclusie van dit alles is dat ontwerpers, dus ook zij die zich bezighouden met het 'ontwerpen voor gebruik', over methoden moeten beschikken maar ook de beperkingen van de methodische aanpak moeten kennen. Ze zullen vondsten, creativiteit en intuïtie ook een plaats moeten geven in hun aanpak.

Eisen en oplossingen

Bij de eerdergenoemde vier basisactiviteiten van het ontwerpen draait het om eisen en oplossingen. Eisen worden vastgesteld, oplossingen worden bedacht en vervolgens beproefd en de resultaten van de beproeving worden vergeleken met de gestelde eisen. Elke eis vertegenwoordigt echter een gekozen oplossing op een hoger, abstracter niveau. Men noemt dit wel de 'doel-middel hiërarchie' (de Heij, 1986); de gestelde eisen leggen het doel vast, de beschikbare oplossingen zijn middelen om dit doel te realiseren. Wat de ontwikkeling van de diesellokomotief uit het vorige hoofdstuk betreft zou zo'n doel-middel hiërarchie er uit kunnen zien zoals op de volgende bladzijde weergegeven. Bij voorbaat moet worden opgemerkt dat deze weergave een vereenvoudiging is en dat in werkelijkheid altijd verschillende, soms strijdige doelen naast elkaar staan.

Ontwerpers dienen zich bewust te zijn van het bestaan van de doel-middel hiërarchie. Ze worden door hun opdrachtgevers benaderd met een vraagstelling op een bepaald niveau in die hiërarchie. Dit niveau hoeft echter niet het meest geschikte beginpunt te zijn voor het ontwerpwerk. Een laag aangrijpingspunt kan tot praktische, snelle en direct toepasbare resultaten leiden. Begint het ontwerpen op een hoger niveau dan kunnen de resultaten een meer fundamentele stap vooruit zijn. Ontwerpers die elke hen voorgelegde vraag blindweg beantwoorden missen kansen om fundamentele verbeteringen te realiseren. Het andere uiterste vormen de ontwerpers die vinden dat hun inbreng altijd op een hoog niveau moet beginnen. Zulk dogmatisme is in feite suboptimalisatie; het kan bijvoorbeeld voor een onderneming van levensbelang zijn, een bepaald ontwerp snel en binnen een beperkt budget gereed te hebben met concessies aan de kwaliteit. Kortom, het ontwerpproces hoeft niet altijd op hoog niveau te beginnen, maar enige bezinning op 'de vraag achter de vraag' mag eigenlijk nooit achterwege blijven.

Een voorbeeld van een doel-middel hiërarchie.

- | | | |
|---------------|---|---|
| doel | : | inkomstenverwerving voor de NS |
| middel | : | goederenvervoer per trein |
| doel | : | goederen van verschillende klanten op efficiënte wijze per trein vervoeren |
| middel | : | goederenwagens van verschillende klanten gekombineerd tot één trein verplaatsen |
| doel | : | goederenwagens van verschillende klanten combineren en sorteren |
| middel | : | goederenwagens rangeren door ze met een diesellokomotief te trekken en te duwen |
| doel | : | goederenwagens op veilige wijze met een diesellokomotief voortduwen |
| middel | : | een rangeerder aan het andere eind van de trein dienst laten doen als 'ogen' van de machinist |
| doel | : | zorgen dat de machinist de aanwijzingen van de rangeerder waarneemt |
| middel | : | de rangeerder arm- of lampsignalen laten geven en zorgen dat de machinist, langs de trein kijkend, de rangeerder in het oog heeft |
| doel | : | zorgen dat de machinist bij het langs de trein kijken een acceptabele werkhouding kan aannemen |
| middel | : | goede lichaamsondersteuning bieden, o.a. met een dwarskantelende zitting, en voorkomen dat de machinist met getordeerde rug moet werken |
| doel | : | een betrouwbare en goedkope dwarskanteling van de zitting realiseren |
| middel | : | de bestaande zittinghoek-verstelling 90 graden gedraaid toepassen |

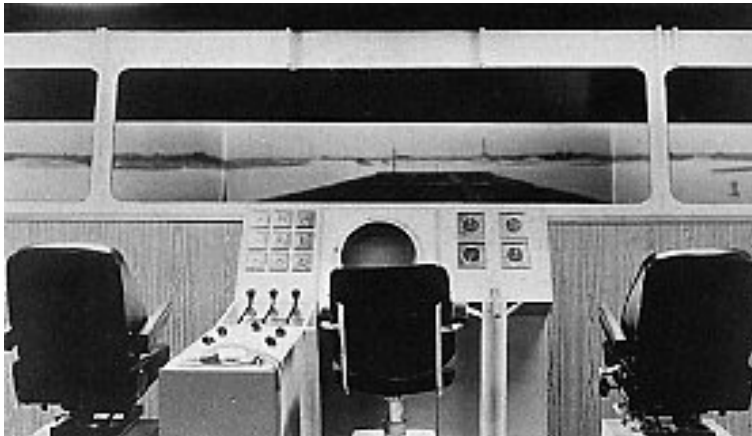
7.2 Ergonomie binnen het ontwerpproces

Ergonomie: onderzoek of ontwerpen?

Volgens de Nederlandse Vereniging voor Ergonomie streeft de ergonomie naar 'het zodanig ontwerpen van gebruiksvoorwerpen, technische systemen en taken, dat de veiligheid, de gezondheid, het comfort en het doeltreffend functioneren van mensen wor-

den bevorderd'. Deze omschrijving maakt duidelijk dat het ontwerpen centraal staat binnen de ergonomie. Toch wordt door ergonomen veel onderzoekswerk verricht. Dit komt omdat de standaard-gegevens uit de ergonomische literatuur vaak geen pasklare antwoorden geven op praktische vragen die tijdens het ontwerpen naar boven komen. Gegevens zijn meestal sterk afhankelijk van de groep mensen waarbij en de condities waaronder ze vergaard zijn en waarop ze betrekking hebben. Soms kunnen de gegevens worden gecorrigeerd voor een andere gebruikersgroep en gebruikssituatie. Zo niet, dan moet de ergonoom via een of andere vorm van onderzoek eigen gegevens vergaren die wel betrekking hebben op de situatie waarin zijn ontwerp moet functioneren. Hij doet dergelijk onderzoek bijvoorbeeld door lichaamsafmetingen of krachten te meten, door mensen een taak uit te laten voeren in een mock-up, een simulator of een proefopstelling, door mensen te observeren in de praktijk of door hen vragen te stellen.

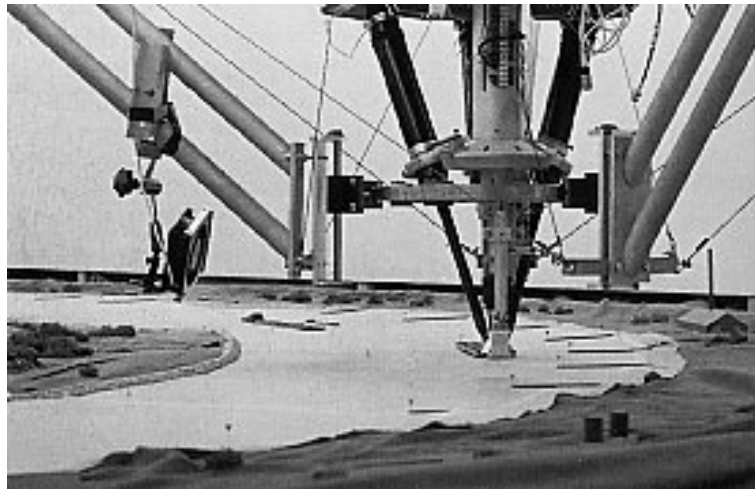
Voorbeelden hiervan zijn in de vorige hoofdstukken aan de orde geweest. Het tachistoscopisch uittesten van verschillende matrixletters, beschreven in hoofdstuk 4, is zulk onderzoek, evenals het beproeven van varianten van de 'Self-scanner' in hoofdstuk 5. In hoofdstuk 6 kwam het onderzoek ter sprake met de mock-up van de nieuwe NS-diesellokomotief. Soms zijn de onderzoeksmiddelen omvangrijk en houdt de uitvoering van het onderzoek veel werk in: afbeelding 7.2 en 7.2 tonen een scheepssimu-



Figuur 7.1: Een proefopstelling voor het testen van een apparaat voor het verkopen van kaartjes in de bus.

lator, een hulpmiddel voor relatief complexe onderzoeken. Op een groot videoscherm vr de nagebouwde scheepsbrug wordt het uitzicht geprojecteerd. Dit uitzicht wordt opgenomen met videocamera's die elders door een schaalmodel van een vaargebied worden gestuurd. De bewegingen van de camera's worden afgeleid van de bedieningshandelingen van de proefpersonen op de nagebootste scheepsbrug. Soms zijn de middelen eenvoudiger: afbeelding 7.2 toont een bagagewagentje waar bovenin een video-camera was ingebouwd. Deze werd gebruikt om onopvallend vast te leggen hoe reizigers kaartjes kopen bij de NS plaatskaarten-automaat, en op welke punten zij moeite hadden met dit apparaat.

Deze voorbeelden laten nogmaals zien dat onderzoeken een deel van het werk van ergonomen is. Op basis van de resultaten van het onderzoekswerk worden vervolgens



Figuur 7.2: Een scheepssimulator waarmee brugindelingen en navigatiehulpmiddelen beproefd kunnen worden. Links de nagebootste brug. Rechts het schaalmodel van het vaargebied.

ontwerpbeslissingen genomen. Een ergonoom moet dus zowel ontwerp- als onderzoeksvaardigheden hebben. Dat veel mensen ergonomie als wetenschap en niet als ontwerpen zien, komt deels door de rol van dit toegepast onderzoek binnen het vak.

Het misverstand is echter mede verklaarbaar uit de wijze waarop ergonomen zich aan de buitenwereld presenteren. Ergonomen blijken vooral hun onderzoekswerk naar buiten te brengen. Van een steekproef uit enkele ergonomische vakbladen van 35 artikelen over veiligheid en ongevallen bleken slechts 4 van de 35 artikelen te gaan over vraagstukken van praktisch ergonomisch ontwerp (Moraal, 1985). Het is ook illustratief dat tabellen en grafieken een belangrijkere rol spelen in de ergonomische vakliteratuur dan foto's en tekeningen van produkten en werkplekken. Dit blijkt duidelijk wanneer men een gerenommeerd ergonomie-vaktijdschrift zoals 'Ergonomics' vergelijkt met een ontwerptijdschrift zoals 'Design'. De onderzoeksaspecten binnen de ergonomie blijken meer en beter aan de buitenwereld gepresenteerd te worden dan de ontwerpaspecten (Lombaers, 1990).

Ergonomie als voorspel of finale.

Op welk moment in de produktontwikkeling is inbreng van de ergonomie gewenst? Dat inbreng in latere fasen van het ontwerpen zinvol is, is voor de meeste mensen vanzelfsprekend. In de latere fasen worden namelijk de details van het ontwerp vastgelegd en doen zich vragen voor zoals 'welke aanduiding hoort bij deze knop' of 'welke diameter moet deze handgreep krijgen'. Dat de ergonomie ook heeft bij te dragen aan het begin van het ontwikkelingsproces, lijkt minder duidelijk. Uit verschillende voorbeelden in dit boek blijkt echter dat bij de eerste probleemanalyses en het bedenken van de eerste globale oplossingen zich al vragen voordoen zoals 'hoe kunnen we taken over mensen en machines verdelen', 'welke globale oplossingen komen de begrijpelijkheid



Figuur 7.3: Een bagagekarretje met bovenin een verborgen camera.

het beste tegemoet' of 'hoe kunnen we inspelen op de variatie van gebruikers'.

Een te late inbreng van de ergonomie kan hoge kosten met zich meebrengen (Gerissen, 1986). De speelruimte voor verbeteringen van het ontwerp neemt af gedurende het ontwerpen. Het ontwerp wordt steeds meer vastgelegd naarmate de ontwikkeling vordert, zoals ook blijkt uit de hiërarchie van doelen en middelen, eerder in dit hoofdstuk. Het idee om een keukenaanrecht niet vast maar in hoogte verstelbaar te maken, vergt in het begin van het ontwerpen bijvoorbeeld slechts wijziging van specificaties en schetsen. Besluit men hiertoe in een volgende fase, dan is wijziging van het pakket van technische tekeningen nodig. Nog later moet het prototype gewijzigd worden. Is het produkt (bijna) in productie dan vergt de beslissing zelfs wijziging van mallen, matrijzen en andere produktiemiddelen. Dit pleit voor een vroege bijdrage van de ergonoom. Het leveren van een vroege bijdrage is overigens niet gemakkelijk. De hoeveelheid beschikbare informatie is op dat moment gering en de methoden die in dat stadium bruikbaar zijn, zijn grof (Meister, 1982).

Is de ergonomische inbreng bij de produktontwikkeling voldoende?

Men kan zich afvragen hoeveel aandacht bij het ontwerpen van produkten moet worden besteed aan ergonomie. Een visie op ergonomie is, dat het een luxe is. Een produkt moet het allereerst 'doen'; een schaar moet knippen, een vliegtuig vliegen. Wanneer er geld en tijd over is, kan men tijdens het ontwerpen van scharen en vliegtuigen tevens aandacht aan de ergonomie besteden, bij wijze van 'vriendelijkheid naar de gebruiker'. Incidenteel komt men zelfs de extreme visie tegen, dat toepassing van ergonomie tot slechtere ontwerpen leidt. Zo stelde een opleidingsdeskundige met betrekking tot regelkamers voor kerncentrales: 'Een regelkamer is een uitdaging tegen de verveling. Bij een ergonomisch ontwerp verliest de operator zijn waakzaamheid' (Moraal, 1985).

De tegenovergestelde visie is, dat het de plicht van producenten is, aandacht aan de ergonomie te besteden en dat consumenten hier recht op hebben. Volgens deze visie moeten producenten er voor zorgen dat een produkt de gezondheid niet schaadt en zo veilig, hanteerbaar, comfortabel en begrijpelijk mogelijk is. Deze visie vinden we gedeeltelijk terug in wetgeving. Zo eist de Nederlandse ARBO-wet, dat werkgevers bij het realiseren van arbeidsomstandigheden mede 'de stand van de wetenschap op het gebied van de ergonomie' betrekken. Wat consumentenprodukten betreft gaat met name de aansprakelijkheidswetgeving in de Verenigde Staten ver. Echter ook in Europa heeft de consument mogelijkheden om schade ten gevolge van onveilige produkten op de producent te verhalen. De EG-richtlijn van 25 juli 1985 stelt dat een produkt gebrekkig is wanneer het 'niet de veiligheid biedt die men gerechtigd is te verwachten, alle omstandigheden in aanmerking genomen'. Volgens deze richtlijn hoeft de consument niet meer te bewijzen dat de schuld onmiskenbaar bij de producent ligt; het is voldoende om aan te tonen dat de schade veroorzaakt is door het betreffende produkt (Anon, 1987). Wel zal duidelijk zijn dat 'gebruiksgemak' en 'comfort' zich minder gemakkelijk als consumentenrecht laten afdwingen dan 'veiligheid'.

Al met al is er geen vaste maat voor de aandacht die ergonomie binnen het ontwerpen moet krijgen. Ergonomie is n aspekt van het ontwerp, dat afgewogen moet

worden tegen andere. Onder die afweging komt men bij vrijwel geen enkel ontwerp uit; ontwerpen is een klus klaren met een beperkt budget en in beperkte tijd. Ontwerpen is prioriteiten stellen. Dat er geen vaste maat is voor de aandacht die ergonomie moet krijgen, ontslaat de ontwerper overigens niet van zijn verantwoordelijkheid om een juiste afweging te maken. Ok om te kunnen inschatten of 'minder aandacht voor ergonomische aspecten' binnen een bepaalde ontwikkeling acceptabel is, is ergonomische deskundigheid nodig. Het is niet acceptabel dat een ontwerper uit onkunde of op basis van een verkeerde afweging te weinig aandacht aan de ergonomie besteedt. In de praktijk komt dit nog veel te veel voor. We worden omringd door grote hoeveelheden producten en werkplekken die niet voor gebruik ontworpen lijken te zijn. Met weinig extra moeite en met toepassing van beschikbare ergonomische kennis is al veel verbetering te bereiken.

In de praktijk blijkt de rol van de ergonomie overigens te verschillen per toepassingsgebied, zoals uit de vorige hoofdstukken is gebleken. Om enkele voorbeelden te noemen: de inbreng van ergonomie bij het ontwerp van vervoermiddelen is meestal goed. Ook aan kantoormeubilair wordt over het algemeen veel ergonomische zorg besteed. De inbreng van ergonomie bij de ontwikkeling van programmatuur is ondermaats, maar sterk groeiend. De invloed van ergonomie op werkplekken en taken in de industrie is sterk wisselend. Ook de ergonomische kwaliteit van consumentenproducten is nogal wisselend. Bij het ontwerpen en inrichten van gebouwen of bij het ontwerpen van consumentenmeubilair komt de ergonomie absoluut onvoldoende aan bod.

Norman (1990) noemt in zijn boek 'Dictatuur van het design' drie mogelijke oorzaken waarom ontwerpers tot ergonomisch slechte ontwerpen komen. De ontwerpersgemeenschap waardeert en beloont vooral de esthetica, het uiterlijk van de ontwerpen. Ten tweede zijn ontwerpers geen doorsnee-gebruikers; ze hebben moeite zich de problemen voor te stellen die gebruikers hebben met hun ontwerpen. Ten derde moet de ontwerper het zijn klant naar de zin maken, maar deze is vaak niet de latere gebruiker van het ontwerp. Deze oorzaken lijken geldig. Toch moeten ergonomen de oorzaak ook deels bij henzelf zoeken. Brengen ze de ergonomie wel goed aan de man? Simpson (1985) stelt dat ergonomen over het algemeen beter zijn in 'interne publiciteit' (onder vakgenoten) dan in 'externe publiciteit'. En stellen ze zich voldoende ontwerpgericht op, of verschansen ze zich achter normen, richtlijnen en vrijblijvende adviezen? Brown (1985) stelt dat er in ontwerpteams barrières betreffende taal en filosofie te overwinnen zijn tussen ergonomen en niet-ergonomen.

Verder wordt wel gesteld, dat ergonomie meer aandacht zal krijgen als ergonomen de baten van hun inspanningen 'hard' kunnen maken. Ontwerpen worden vaak alleen op de ontwerp- en produktiekosten beoordeeld. Zou men tevens op alle kosten letten die samenhangen met het gebruik van het ontwerp, dan zou in veel gevallen kunnen blijken dat extra uitgaven voor 'ergonomie' worden overtroffen door de daaruit volgende besparingen in gebruikskosten. Deze besparingen zijn mogelijk doordat taken sneller en beter worden uitgevoerd, minder fouten en ongelukken ontstaan en minder ziekteverzuim optreedt.

Misschien is het waar dat inschatting van de 'gebruikskosten' in een aantal gevallen het belang van de ergonomie beter zichtbaar maakt. In de meeste gevallen gaat het echter om zaken die niet goed in vergelijkbare getallen zijn uit te drukken en kunnen pogingen daartoe beter achterwege blijven. Het blijft nodig, mensen 'principiële' van

het belang van ergonomisch verantwoorde ontwerpen te overtuigen. Wat dit betreft zitten ergonomen in hetzelfde schuitje als vormgevers, die mensen moeten overtuigen van het belang van esthetisch verantwoorde ontwerpen.

Ten slotte, sinds een jaar of tien heeft de reclame zich het begrip 'ergonomie' eigen gemaakt. Het begrip 'ergonomie' heeft verkoopkracht gekregen. Dat het vakgebied hierdoor een grotere naamsbekendheid verwerft is op zich een goede zaak. In een aantal gevallen zal de verwachte verkoopwaarde van ergonomie inderdaad ertoe leiden, dat ergonomie meer aandacht krijgt tijdens de produktontwikkeling. Of de aanprijzing 'ergonomisch verantwoord' samengaat met ergonomische kwaliteiten van het produkt is in veel andere gevallen twijfelachtig. Immers, wie zal een producent verbieden, een willekeurig produkt op die manier aan te prijzen?

Waar zit de ergonoom?

Veel bedrijven vinden het belangrijk, aandacht aan ergonomie te besteden, hetzij wat de produktiemiddelen (werkplekken, machines, gereedschappen) betreft, hetzij wat de produkten betreft. Zij staan echter voor de vraag, hoe de ergonomische deskundigheid ondergebracht moet worden.

In de praktijk blijken verschillende oplossingen voor te komen die elk hun voor- en nadelen hebben. En mogelijkheid is, binnen het bedrijf een aparte deskundige of groep deskundigen in te stellen. Ergonomie is dan een duidelijk herkenbaar element binnen de organisatie. De groepsleden kunnen elkaar inhoudelijk ondersteunen en kunnen over gemeenschappelijke hulpmiddelen beschikken. Het risico van deze organisatievorm is dat de deskundige niet of pas in een laat stadium wordt raadpleegd omdat hij te ver van zijn opdrachtgevers af staat. In het ongunstigste geval raken de ergonomen als eigen machtscentrum verstrikt in een competentiestrijd met andere groepen in het bedrijf, en is er van integraal ontwerpen geen sprake meer.

Een tweede oplossing is, ergonomisch deskundigen over het bedrijf te verspreiden. Elke vestiging, divisie of ontwerpgroep heeft dan z'n eigen deskundige. Op deze wijze wordt de kans op een vroegtijdige bijdrage van hen vergroot. Een risico van deze organisatievorm is, dat men gelijktijdig op verschillende plaatsen bezig is met het oplossen van hetzelfde probleem, of van vergelijkbare problemen.

Ten derde zou men kunnen afzien van ergonomisch specialisten en daarvoor in de plaats kunnen zorgen voor beperkte ergonomische deskundigheid bij een grote groep medewerkers. Zo zou men er voor kunnen zorgen dat alle ontwerpers eenvoudige ergonomische problemen zelf kunnen oplossen. De kans op inbreng van ergonomie bij het ontwerpen is dan groot. De vraag is echter wel, wat er gebeurt met de meer complexe ergonomische problemen. Bovendien is de vraag, hoe goed deze 'beperkt deskundigen' de kennis over hun 'bijvak ergonomie' op peil houden.

Ten slotte is het mogelijk, ergonomische deskundigheid in te huren. Men heeft dan het voordeel, op het juiste moment over hoogwaardig specialisme te kunnen beschikken. Zo'n oplossing is vooral interessant voor bedrijven die slechts aan periodieke inbreng van ergonomie behoefte hebben. De ingehuurde specialist heeft meestal geen kennis

over specifieke problemen van zijn opdrachtgever. Hierin schuilt zijn zwakte n sterkte. Hij heeft veelal extra tijd nodig om zich in een probleem in te werken maar wordt niet gehinderd door de binnen veel bedrijven heersende vooringenomenheid voor bepaalde oplossingen.

Al met al kan geen van deze organisatievormen als 'de ideale' worden aangewezen. In de praktijk komen verschillende tussenvormen en combinaties voor. Maakt men zowel van interne als externe ergonomische deskundigheid gebruik dan is een goede stelregel, vooral de ergonomische kennis intern op te bouwen die specifiek is voor het bedrijf en zijn produkten.

De ergonoom

De voorbeelden in dit boek geven impliciet een visie op 'de ergonoom'. Volgens deze visie is de ergonoom iemand die een bijdrage levert aan ontwerpprocessen. Dit vergt kennis van ontwerpmethoden en het kunnen maken van afwegingen op basis van een mengeling van zekerheden en onzekerheden. Het aandragen van oplossingen hoort uitdrukkelijk bij het vak. Daarnaast is de ergonoom ook onderzoeker. Hij beperkt zich tot toegepast onderzoek naar de aanpassing van produkten aan gebruikers; onderzoek dat nodig is in het kader van het ontwerpen. Ergonomen moeten dus onderzoeken kunnen uitvoeren en moeten onderzoeken van anderen op waarde kunnen schatten. Fundamenteel onderzoek, bijvoorbeeld naar de visuele waarneming, de werking van het geheugen of de bewegingsmogelijkheden van de mens, gebeurt binnen andere disciplines die deze kennis toeleveren aan de ergonomie.

Naast vaardigheden in het ontwerpen en onderzoeken heeft de ergonoom inhoudelijke kennis nodig over de relatie tussen produkten en gebruikers. In de praktijk blijken veel mensen zich te specialiseren in een onderdeel van de ergonomie. Deze mensen zijn alleen als ergonomen te beschouwen wanneer ze naast hun specialisme voldoende kennis hebben over de volledige breedte van het vakgebied.

In de vierde plaats kan de ergonoom niet zonder voldoende technische kennis over de produkten, werkplekken en systemen waarbij hij betrokken is. Dit vergemakkelijkt de samenwerking met anderen in het ontwerpteam. Bovendien voorkomt dit dat hij zich met een kluitje in het riet laat sturen met opmerkingen zoals 'wat je voorstelt is technisch niet haalbaar'.

Ter afsluiting van dit boek zou men de echte ergonoom kunnen vragen om op te staan. Wat er dan gebeurt is moeilijker te voorspellen dan bij dezelfde soort vraag betreffende veel andere disciplines. In dit boek is over 'ergonomen' gesproken alsof het om een duidelijk gedefinieerde beroepsgroep gaat. De werkelijkheid is dat mensen met uiteenlopende opleidingen bij de ergonomie betrokken zijn. Een opleiding tot 'ergonoom' is er niet. Mensen blijken op uiteenlopende manieren en met wisselende intensiteit bij de ergonomie betrokken te zijn. Voor sommigen is het een 'bijvak', anderen zijn specialist in een deelgebied, weer anderen bestrijken de breedte van het vak. Die laatste groep heeft zich deze 'breedte' in de praktijk eigen gemaakt. Het is de verwachting dat over enige tijd meer duidelijkheid ontstaat op dit gebied. De Nederlandse Vereniging voor Ergonomie heeft in 1989 de eerste stappen gezet om te komen tot een certificering van ergonomen.

Nawoord

Geschreven voor gebruik

Dat slechts één naam op de omslag van dit boek staat mag niet verhullen dat veel mensen een bijdrage aan de totstandkoming ervan hebben geleverd.

Hans Dirken wil ik in de eerste plaats noemen. Hij gaf de aanzet tot het boek. Veel later, toen ik het boek al had afgeschreven, creëde hij de gelegenheid, het alsnog af te schrijven. In de tussenliggende tijd heeft hij mij voorzien van waardevolle kritiek op concept-versies. Ten slotte heeft hij bijgedragen met een voorwoord.

Ook enkele anderen hebben als kritische lezers en als toeleveranciers van aanvullende ideeën opgetreden. Ik ben Frank Leopold, Herke Schuffel, Pieter Rookmaaker en Ronald van Solt hier zeer dankbaar voor.

Pim Kragtwijk begaf zich als vormgever tijdelijk in het platte vlak en gaf dit boek zijn verbeeldende omslag.

Wat de afbeeldingen in dit boek betreft heb ik medewerking van velen gehad, zoals blijkt uit de voorgaande verantwoording van de illustraties. Toch wil ik hier enkele mensen apart noemen: Igno Ponsioen, Aad de Geus, Piet Venemans en Kees Plomp.

Paul Maas en Lydia ter Horst-ten Wolde van de Delftse Universitaire Pers ben ik dankbaar voor de prettige samenwerking en ondersteuning bij het vooruitgang maken van dit boek.

Ten slotte ben ik dank verschuldigd aan enkelen die op wat meer afstand van de inhoud van dit boek staan maar desalniettemin een essentiële bijdrage leverden. Marianne Vos creëerde de rust en ruimte voor dit project. Mijn ouders legden de basis voor de creativiteit en rationaliteit zonder welke je niet ontwerpen kunt. Aan hen is dit boek daarom opgedragen.

'Ontworpen voor gebruik' laat op heldere wijze zien hoe ontwerpers kunnen zorgen voor produkten die prettig, doeltreffend en veilig in het gebruik zijn. Uiteenlopende produkten en werkplekken komen in dit boek aan de orde, zoals stoelen, fornuizen, handgereedschap, het beeldscherm, de winkelkassa en de bestuurdersplek in een auto.'

Veel van dergelijke produkten zijn aanmerkelijk complexer dan vroeger. Het ontwerpen ervan is meestal een langdurig proces, waarbij veel verschillende disciplines samenwerken. Het is geen eenvoudige opgave een produkt te ontwerpen dat voor gebruik geschikt is. Het rekening houden met de mogelijkheden en beperkingen van toekomstige gebruikers is een afzonderlijk vakgebied geworden: de ergonomie.

In 'Ontworpen voor gebruik' wordt de ergonomie beschreven als een geïntegreerd onderdeel van de produktontwikkeling; niet als een geïsoleerd vakgebied met vrijblijvende adviezen aan ontwerpers. Dit boek geeft niet alleen geslaagde voorbeelden uit de praktijk, maar laat ook gevallen zien waar de ontwerper de gebruikers uit het oog heeft verloren.

Juist deze voorbeelden verduidelijken de belangrijke principes van analyseren, afwegen en oplossen van ontwerpproblemen. Dat dit altijd en direkt tot de enig juiste oplossing leidt wordt in deze publikatie niet betoogd, wèl dat ergonomisch vooruitdenken zeer vruchtbaar, zelfs onmisbaar is.

'Ontworpen voor gebruik' is bestemd voor mensen die in hun beroep of studie te maken hebben met het bedenken, verkopen of kiezen van gebruiksapparatuur of met het organiseren of inrichten van werkplekken. Voor wie van hen de ergonomische bril nog niet heeft opgezet, is dit boek een aangename en leerzame eerste instructie. Ook voor de verder gevorderden is deze publikatie aan te raden als een opfrisser en als verzameling van voorbeelden.

Dit boek verscheen oorspronkelijk in 1990 en is digitaal heruitgegeven door uitgeverij Undesigning in de serie 'Undesigning Klassiek'.

ISBN/EAN 978-90-816508-3-0



www.undesigning.nl

