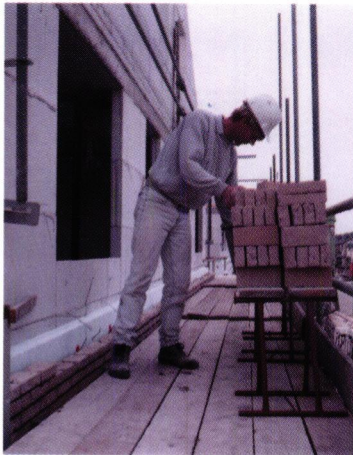
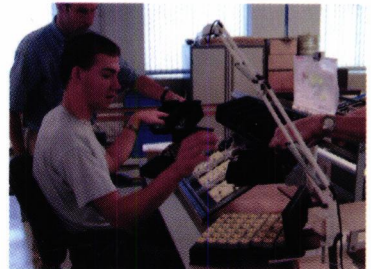


Comfort

12 juni 2002

Prof.dr. Peter Vink



COMFORT

Inaugurale rede

Uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van bijzonder hoogle-
raar in de Participatieve Ergonomie aan de faculteit Ontwerp, Con-
structie en Productie van de Technische Universiteit Delft op 12 juni
2002

door

Prof. dr. Peter Vink

“De eerste computer ... nam de gehele suite op de benedenverdieping in beslag en een gedeelte van de gang In mijn tijd kwam je met acht ton al een heel eind, als je met een tweedehands genoeg nam. Daar stond tegenover dat een enkel knopje het niet deed, maar er waren zoveel gleufjes waar wel wat uitkwam, dat we niet mochten mopperen en dat ook niet deden.”
Godfried Bomans in 'Zomers van toen', pagina 60, Amber Amsterdam, 1994.

ISBN: 90-6743-912-6

Keywords: comfort, ergonomie, productontwerp

Copyright © 2002 by P.Vink

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical including photo-copying, recording or by any other information storage and retrieval system, without permission from the author.

Druk: DocVision BV Delft

Mijnheer de Rector Magnificus en overige
Leden van het College van Bestuur,
Collegae hoogleraren en
andere leden van de universitaire gemeenschap,
Zeer gewaardeerde toehoorders,
Dames en heren.

Inleiding

Na lang zoeken heb ik iets kunnen vinden waarover u meer kennis hebt dan ik. Dat is uw comfort. De vraag of u comfortabel zit in deze Aula kan ik niet beantwoorden. Dat kunt u wel. U kunt nagaan in welke mate u zich comfortabel voelt. Wanneer u dat bij uzelf nagaat zullen verschillende gedachten bij u opkomen. Dat gevoel van comfort hangt namelijk af van vele factoren.

U kunt het in deze zaal oncomfortabel vinden doordat het tocht of omdat u het te warm vindt. U kunt zich oncomfortabel voelen omdat uw zitting onaangename drukpunten heeft. Wellicht past uw brede zitvlak niet eens in de stoel en misschien mist u een goede lendensteun. U kunt zich comfortabel voelen, omdat u zich thuis voelt in dit warme gezelschap. U voelt zich comfortabel door mijn prettige uitstraling. Of u geniet van de communicatief vaardige spreker en de wijze waarop ik u iets laat beleven. Normaal gesproken denkt u misschien helemaal niet aan comfort of discomfort. U voelt dan geen discomfort. De kans dat u dat tijdens deze lezing overkomt is klein, omdat ik u ervan bewust maak.

In deze rede probeer ik u te overtuigen dat meer kennis nodig is inzake comfort. Vooral experimenten bepleit ik als kennisontwikkelingsmiddel. Deze experimenten kunnen plaatsvinden in een ontwerptraject in een zo reëel mogelijke werksituatie. Daardoor wordt een comfortabel product ontwikkeld en ontstaat nieuwe kennis.

Comfort heeft zoals gezegd met veel factoren te maken. Dat betekent dat rekening houden met comfort in ontwerpen, marketing of management niet eenvoudig is. In veel gevallen is kennis over comfort wel belangrijk. Kennis over comfort is bijvoorbeeld nodig, wanneer u:

- een vliegtuiginterieur ontwerpt,

- op de marketingafdeling van een fabrikant van handgereedschappen werkt,
- als manager uw werknemers op kantoorstoelen optimaal wil laten functioneren, of
- als bestuurder in een sectororganisatie het discomfort als voorbode voor rugklachten wilt reduceren.

Voor topprestaties moet discomfort worden voorkomen. De tramcabine moet als het ware om de bestuurder worden gebouwd, opdat deze optimaal kan presteren. Datzelfde geldt voor de omgeving van de assemblagewerker en het software systeem van de kantoormedewerker. Topprestaties zijn nodig om de concurrentie het hoofd te bieden. Comfort kan daarbij helpen.

Rekening houden met comfort is dus belangrijk, maar niet eenvoudig. Er zijn tenminste drie problemen te noemen waarom dit rekening houden met comfort moeilijk is:

- Het is onbekend wat er voor zorgt dat comfort ontstaat. Er is geen model dat het ontstaan van comfort beschrijft.
- Ieder individu ervaart comfort anders. Comfort is een subjectief fenomeen.
- Het is onduidelijk hoe een ontwerpproces vormgegeven moet worden om tot een comfortabele werksituatie te komen. De aanpak is onbekend.

In deze rede bespreek ik alle drie de problemen. De drie problemen zijn moeilijk te scheiden, maar ik heb toch een soort ordening willen aanbrengen. Als vierde punt in deze rede zal ik mijn visie op toekomstig onderzoek beschrijven.

Comfortmodel

Het woord comfort betekent niet voor iedereen hetzelfde. Het Van Dale Groot Woordenboek der Nederlandse taal 2000 geeft als synoniem 'gerieflijkheid en gemak'. Daar staat ook de betekenis 'gerieflijke inrichting met betrekking tot dingen van het dagelijks gebruik'. Blijkbaar wordt bij comfort aan inrichting gedacht. Toch is veel comfortonderzoek ook gericht op bijvoorbeeld schoeisel, kleding en helmen (bijv. Daanen e.a., 1995) en klimaat (www.carrier.com). Interieur dekt dus niet volledig het toepassingsgebied. In de wetenschappelijke literatuur wordt comfort soms gezien als een gevoel van ontspannenheid, stimulering of plezier. Dan weer wordt comfort beschouwd als een gevoel van welzijn als reactie op de omgeving. Volgens Looze e.a. (2002) zijn er veel zienswijzen in de literatuur, maar op één punt is er overeenstemming. Comfort wordt door de meeste wetenschap-

pers beschouwd als een subjectief fenomeen. Een product kan op zichzelf dus nooit comfortabel zijn. Dat wordt het pas in zijn gebruik. De gebruiker bepaalt of hij zich comfortabel voelt.



Fig. 1. Een experiment naar discomfort en comfort in de ontwerpfase van een treininterieur (Bronkhorst & Krause, 2002)

Dat maakt het begrip comfort moeilijk, want het is onbekend hoe elk individu een product ervaart. Voor de ene passagier op de lange afstandsvlucht is bijvoorbeeld de last in de rug belangrijk. Voor een andere passagier moet het lawaai minder en de volgende wil meer bewegingsvrijheid. Toch is het geen onmogelijke opgave een comfortabel vliegtuiginterieur te ontwerpen. Recent is getracht een comfortabel interieur van treinen in New York te ontwerpen. De ontworpen inrichting werd uiteindelijk door 75% van de passagiers als comfortabel ervaren (Bronkhorst & Krause, 2002). Dit percentage werd bereikt door in het ontwerptraject experimenten op te nemen met vertegenwoordigers van de doelgroep als proefpersoon, uitgevoerd in een zo reëel mogelijke omgeving (zie fig. 1).

In deze rede wordt comfort gedefinieerd als 'de door de gebruiker benoemde geriefelijkheid tijdens of na het gebruik van het product'. Het product wordt hierbij breed gezien en kan een gebouw, een vervoermiddel, een werkplek, gebruiksartikel, kleding of meubelstuk zijn.

Wellicht zonder dat u er erg in hebt gehad heb ik in mijn inleiding drie vormen van comfortbeleving de revue laten passeren:

- oncomfortabel of discomfort,
- comfortabel of comfort,
- geen discomfort.

Deze drie begrippen zal ik in een theoretisch kader zetten. Omdat het theoretisch kader over comfort gelijkenis vertoont met de motivatietheorie van Herzberg, bespreek ik die eerst. Laat in de 50er jaren was Frederik Herzberg een pionier inzake motivatietheorieën. Hij onderzocht of werknemers tevreden (satisfied) of ontevreden (dissatisfied) waren over hun werk (Herzberg e.a., 1993). Daaruit blijkt dat dissatisfactie vooral samenhangt met factoren als bedrijfsbeleid en salaris. Bij satisfactie zijn het vooral motivatoren, die een rol spelen (zie tabel 1). Wanneer er geen dissatisfactie is, betekent dit niet automatisch dat er sprake is van satisfactie. Voor een hoge tevredenheid of satisfactie is meer nodig dan een goed bedrijfsbeleid en salaris. Daarvoor zijn ook motivatoren als 'erkenning' en 'ervaren van voortgang' nodig.

Tabel 1. Factoren, die de werksatisfactie en dissatisfactie beïnvloeden volgens Herzberg e.a. (1993)

Dissatisfactie	Satisfactie
- Bedrijfsbeleid	- Het werk zelf
- Administratieve procedures	- Prestaties
- Salaris	- Erkenning
- Arbeidsomstandigheden	- Voortgang

Bij comfort is een vergelijkbare indeling te maken. Geen discomfort is niet hetzelfde als comfort. Comfort wordt pas genoemd wanneer er meer beleefd wordt dan verwacht. Dit wordt ondersteund door onderzoek dat is uitgevoerd bij zitten door Zhang e.a. (1996) en Helander en Zhang (1997). Op basis van vragenlijsten blijkt dat discomfort bij zitten vooral samenhangt met fysieke karakteristieken van de mens, het product en de omgeving. Denk daarbij aan houding en beweging, stijfheid, vermoeidheid, vorm van het product en trillende omgeving in een voertuig. Bij volledige afwezigheid van discomfort is men zich vaak niet bewust van een comfortbeleving. Om comfort te ervaren moet er meer gebeuren. Comfort hangt meer samen met luxe, ontspanning en verfrissing (zie tabel 2).

Tabel 2. Factoren, die samenhangen met discomfort en comfort tijdens zitten volgens Zhang e.a. (1996)

Discomfort	Comfort
- Vermoeidheid	- Luxe, pluche
- Pijn	- Veilig
- Houding	- Verfrissend
- Stijf	- Welzijn
- Zware benen	- Ontspanning

In feite zijn er dus drie verschijningsvormen van comfort te onderscheiden:

- Discomfort: de betrokkene ervaart discomfort, omdat er fysieke factoren niet in orde zijn.
- Geen discomfort: de betrokkene is zich niet bewust van het feit dat er geen discomfort is. Discomfort is afwezig.
- Comfort: er is veel te beleven of er is boven verwachting veel comfort, waardoor het comfort opvalt en wordt ervaren.

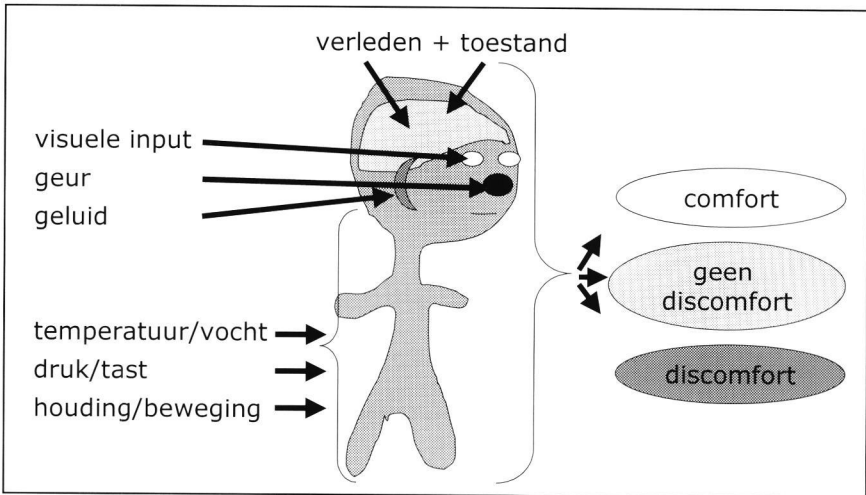


Fig. 2. Het comfortmodel. Het gevoel van (dis)comfort wordt bepaald door de input, die waargenomen wordt met sensoren, en een informatieverwerkingsproces, die beïnvloed wordt door het verleden en de toestand waarin we ons bevinden.

In Figuur 2 is een comfortmodel weergegeven. Het is gebaseerd op een model ontwikkeld door Looze e.a. (2002). Rechts in het model staat de output: comfort, geen discomfort of discomfort. De oorzaken van de ervaring comfort of discomfort liggen deels in onszelf, namelijk ons verleden en de toestand waarin we ons bevinden, en deels wordt dit veroorzaakt door externe prikkels (input). De input ziet u links in de figuur. Er wordt bijvoorbeeld druk waargenomen in druksensoren. Na de input volgen er selectie- of wegingsprocessen. De toestand waarin we ons bevinden en de ervaringen bepalen die informatieverwerking. Op basis van deze processen ontstaat de output rechts in de figuur. Een product geeft zo de beleving comfort of discomfort of er wordt niets bewust ervaren.

In het model staan de elementen apart beschreven. In werkelijkheid worden ze echter als een geheel ervaren. In een ontwerpproces zal daarom zoveel mogelijk het product als geheel in zijn echte omgeving getoetst dienen te worden. Enerzijds omdat de relatie tussen de elementen van het model nog onduidelijk is. Anderzijds om zo weinig mogelijk aspecten, die comfort beïnvloeden over het hoofd te zien.

- Het verleden bepaalt hoe we comfort en discomfort beleven. Voor ontwerpers is dat belangrijk te erkennen. Producten zullen minimaal het comfortniveau moeten hebben, waaraan mensen gewend zijn. Een niet-instelbare kantoorstoel zal in Nederland als niet comfortabel worden ervaren, terwijl holbewoners dit probleem niet kennen. Het bewijs hiervoor is overigens moeilijk vast te stellen in een experiment. Het uiterlijk van bepaalde producten beoordelen wij altijd met een eigen referentiekader dat reeds in het verleden is opgebouwd.
- De toestand waarin we zijn bepaalt ook hoe we comfort en discomfort ervaren. Na enkele uren wandelen voelt uw huidige stoel prettiger aan, dan wanneer u hiervoor reeds 3 uur in de auto hebt gezeten. Picard (1997) heeft in haar onderzoek aangetoond dat ook de stemming een rol speelt in de beoordeling. Een mock-up in een clean laboratorium kan een andere beoordeling krijgen dan een mock-up op de werkvloer.
- De visuele input bepaalt mede het comfort. Een groot deel van de input komt binnen via de ogen. Daardoor ontstaat een eerste indruk van comfort. In de ontwerpwereld neemt de visuele input een belangrijke rol in (zie fig. 3). De eerste ideeën communiceert de ontwerper vaak visueel met betrokkenen (Van der Lugt, 2001). Ook in latere stadia worden schetsen of computertekeningen veelvuldig gebruikt. Overigens kan de indruk die ontstaat op basis van visuele informatie afwijken van de indruk die ontstaat door het voelen. Kuijt-Evers (Bronkhorst e.a., 2001) toonde dit verschil aan bij 49 geoefende

kantoorwerkers. Eén van de vier stoelen werd op het uiterlijk negatief beoordeeld en tegen de verwachting in vonden de proefpersonen dat de stoel toch lekker zat.

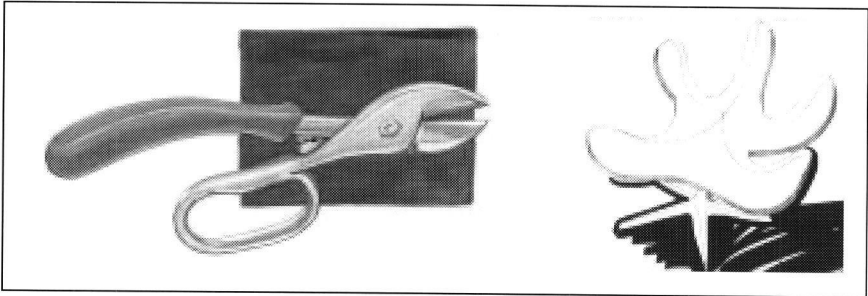


Fig. 3. Twee voorbeelden van schetsen, die gebruikt zijn om met gebruikers een nieuw comfortabel ontwerp te bespreken (links: ontwerp De Groot, TNO Arbeid; rechts: ontwerp Cheung, TU-Delft)

- De geur is ook een input die invloed op de comfortbeleving heeft. Verschillende auteurs (o.a. Theimer, 1982) melden dat geur een onbewuste maar grote invloed op onze beleving heeft. Het heeft zelfs invloed op seksuele activiteit, agressie en territoriumgedrag. Wanneer uw buurman flatuleert, schuift u onwillekeurig iets op om uit de geur te blijven. Net als bij andere input is de reactie per persoon verschillend. Veel mensen ervaren de geur van een nieuwe auto als prettig, maar dat geldt niet voor iedereen.

- Het geluid is een vorm van input, die de comfortbeleving positief en negatief kan beïnvloeden. Lawaai van de motor in graafmachines kan als vervelend en discomfortabel worden ervaren (Vink e.a., 2001(1)), terwijl het geluid van een motor ook juist aantrekkelijk kan zijn. Het geluid van de Harley Davidson klinkt verschillende mensen als muziek in de oren.

- Temperatuur en vocht hebben ook een relatie met comfort. Wanneer u op internet bij comfort zoekt, dan gaan de meeste sites over temperatuur. Airco's, kantoor temperatuur, huiskamertemperatuur en tocht worden snel met comfort geassocieerd. Een behaaglijk klimaat wordt vaak niet waargenomen, maar een te hoge of te lage temperatuur trekken aandacht en kunnen als discomfort worden beleefd. Volgens de grootste leverancier van apparatuur voor binnenklimaat in de USA, Carrier, is de belangrijkste reden waarom huurcontracten voor kantoren niet verlengd worden de binnentemperatuur

(www.carrier.com). Overigens komt deze stelling wel uit een verdachte hoek, maar een stukje van het belang wordt wel aangetoond.

- Verschillende studies leggen een relatie tussen druk en discomfort (Goossens e.a., 1998, 2002). Ook voor druk hebben we speciale sensoren in de huid. In het algemeen geldt dat een betere drukverdeling tot minder discomfort leidt. Uit een literatuurreview van Looze e.a. (2002) blijkt dat druk een belangrijke meetmethode is inzake zitdiscomfort. Van alle objectieve meetmethoden heeft drukverdeling het meest duidelijk een relatie met het subjectief ervaren discomfort. Op het terrein van zitten en drukverdeling is pionierswerk verricht hier op de TU-Delft. Goossens e.a. (2002) toonden recent aan dat proefpersonen in staat zijn kleine verschillen in druk in het zitvlak waar te nemen en dit te vertalen naar discomfort.

Naast druk is er ook tast. Een hoogpolig tapijt voelt aan de blote voeten anders aan dan een betonnen vloer en stoffen van bijvoorbeeld handvatten hebben alle een specifieke uitwerking. Sonneveld (2002) beschrijft in haar studies naar de ervaring van tast hoe in een ontwerp rekening gehouden kan worden met hoe producten aanvoelen.

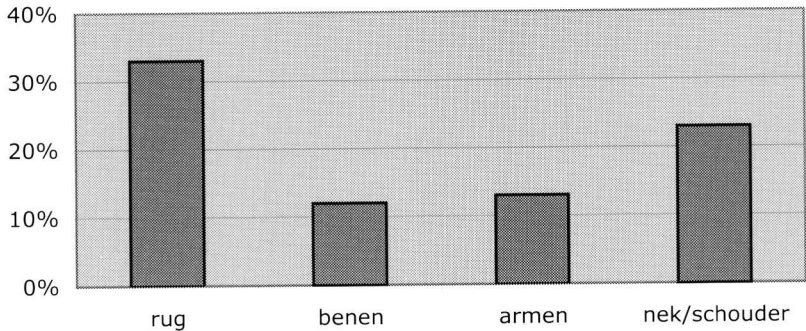


Fig. 4. Percentage mensen in de EU dat klachten heeft in de rug, benen, armen of nek/schouderregio gedurende meer dan 25% van de werktijd volgens een steekproef van ongeveer 1000 mensen per land (Merllié & Paoli, 2000).

- De houding die we aannemen of de beweging die zich herhaalt kan ook discomfort opleveren. Op den duur kan deze discomfort zelfs tot klachten en aandoeningen aan het bewegingsapparaat leiden (Proper e.a., 1999). In figuur 4 is te zien dat een derde van de werkende Europeanen last heeft van de rug en bijna een kwart in de nek/schou-

der regio. Niet alleen ervaren klachten zijn een probleem, maar ook de kosten. De kosten door aandoeningen van het bewegingsapparaat worden geraamd op 8 miljard Euro per jaar (Bongers e.a., 2000). Het probleem is dus groot genoeg om er iets aan te doen. Voor ontwerpers liggen er dus kansen om producten zo te ontwerpen dat de lichamelijke belasting verbeterd wordt en de klachten worden gereduceerd. Het experimenteel vaststellen van discomfort tijdens de ontwerpfase is dus ook noodzakelijk ter preventie van klachten aan het bewegingsapparaat.

De elementen van het comfortmodel zijn u getoond. Op basis van input in het lichaam, de toestand en het verleden kan verklaard worden waarom comfort, discomfort of niets worden ervaren. Verdere uitwerking van het model is in de toekomst nodig om beter zicht op het verklaren van comfort te krijgen. Aan de zijde van discomfort is al veel kennis aanwezig. Vooral voor het ontstaan van comfort is meer kennis nodig.

Ik heb u beloofd vier onderwerpen te bespreken. Het eerste onderwerp, het ontstaan, heb ik besproken aan de hand van een model. Het tweede onderwerp is 'comfort is subjectief'. Dat wil ik nu met u delen.

Comfort is subjectief

Iedereen heeft een mening over comfort. Nu we twintig minuten verder zijn in de rede, zullen sommigen van u discomfort gaan ervaren door gebrek aan beenruimte. Anderen voelen zich nu bijzonder comfortabel en genieten van het model, waardoor u het begrip comfort beter begrijpt dan ooit. Comfort wordt in deze rede gezien als een subjectief fenomeen. Het product kan alleen op comfort beoordeeld worden door de eindgebruiker. Daarom wordt veel aandacht besteed aan hoe de eindgebruiker betrokken wordt in het ontwerptraject. Daarbij moet u denken aan experimenten in een zo reëel mogelijke situatie. Straks vertel ik u hoe dat bij een tramcabine is uitgevoerd.

Maar het gaat niet alleen om de experimenten. Ook het hele ontwerpproces moet met betrokkenen samen worden vormgegeven. Dat is omdat de gebruiker de deskundige is over zijn taak, bezigheid of werk. Dat betrekken van de eindgebruiker wordt bestudeerd in het vakgebied participatieve ergonomie, mijn leeropdracht, die nieuw is aan de TU-Delft. Met behulp van kennis uit de participatieve ergonomie kan nagegaan worden hoe een comfortabel product ontwikkeld kan worden samen met gebruikers.

In arbeidssituaties is die gebruiker de werknemer. Ten opzichte van consumentenproducten heeft de arbeidssituatie een voordeel. De doelgroep in arbeid is goed te definiëren. Een ontwerp wordt zelfs specifiek gemaakt voor een metselaar, piloot of glaszetter. De werknemer is dus betrokken bij het ontwerp van een product dat tijdens werk gebruikt wordt. Maar er zijn meer partijen betrokken. Steeds vaker is er sprake van ontwerpteams.

Volgens Palacios van het bedrijf Steelcase is zo een team in een vroeg stadium al nodig (Palacios & Imada, 1998). In figuur 5 is te zien welke gegevens een team aanlevert voor een ontwerp van een kantoorstoel. In zo een team zit bijvoorbeeld het facility management of hoofd inkoop. Zij zijn specialist inzake de eisen van de koper. Gegevens over ergonomie en beweging kunnen worden geleverd door ergonomen of bewegingswetenschappers. Richtlijnen over eigen productiemogelijkheden zijn het best bekend bij productiemanagement en engineers. Zo zijn er voor ieder onderdeel specialisten aan te wijzen. Voor een goed product is dus een behoorlijk team nodig.

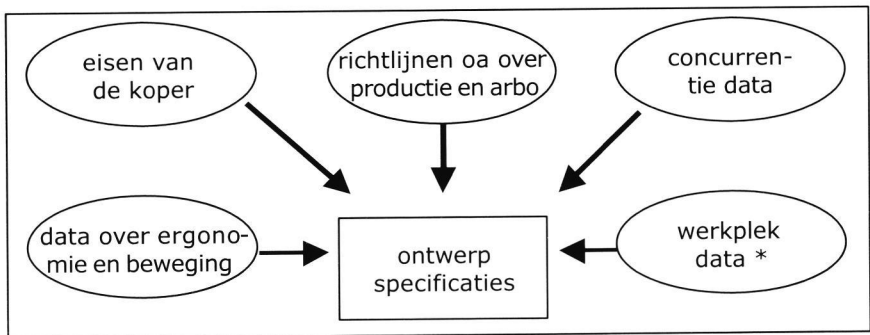


Fig. 5. In de eerste fase van ontwerp zijn diverse gegevens nodig, die een ontwerper moeilijk alleen kan bedenken. In deze figuur staan de volgens Palacios & Imada (1998) benodigde gegevens.

*werkplek data zijn: organisatie, gebruikte techniek in het werk, esthetiek, cultuur etc.

'Participatieve ergonomie' is het veld dat zich bezig houdt met hoe verschillende partijen betrokken moeten worden. Participatieve ergonomie is het aanpassen van de omgeving aan de mens –dat is ergonomie- samen met de juiste betrokkenen –dat zijn participanten (Vink e.a., 2001(2)). Let u even op de zeer betrouwbare bron. Zo

gedefinieerd is het duidelijk dat het begrip participatieve ergonomie een soort paraplu is waar verschillende aanpakken onder vallen. Dat blijkt ook uit de literatuur. Diverse auteurs definiëren participatieve ergonomie als een breed begrip. Kuorinka (1997) beschrijft 'participatory ergonomics' als 'practical ergonomics with necessary actors in problem solving'. Wilson (1995) ziet het nog breder. Hij zegt: 'It is the involvement of people in planning and controlling a significant amount of their own work activities, with sufficient knowledge and power to influence both processes and outcomes in order to achieve desirable goals'. Hij benadrukt het zelf controle hebben over de taken. Participatieve ergonomie is dus een paraplubegrip. Het gemeenschappelijke kenmerk is dat bij een ontwerptraject expliciet aandacht wordt geschonken aan de rol van ontwerpers, medewerkers vanuit het bedrijf, eindgebruikers, sectororganisaties en ergonomen.

In mijn leerstoel wil ik aansluiten bij de aanwezige kennis op dit terrein, maar die vooral uitbreiden en toepassen op het ontwerpen van professionele producten, die bijdragen aan beter comfort of minder discomfort. Hierbij kom ik tot een logische overgang naar het derde onderwerp van mijn lezing: hoe ontwerpt u nu een product dat uiteindelijk comfortabel ervaren moet worden?

Aanpak

Twee aanpakken komen relatief vaak voor:

- een participatief ontwerpproces geleid door de fabrikant, en
- een participatief proces geleid door het management van de eindgebruiker.

Van beide aanpakken zal ik een voorbeeld beschrijven. Bij beide aanpakken worden de doelen anders gedefinieerd. Indien het participatief proces geleid wordt door de fabrikant, bepaalt de fabrikant het doel van het project. Dit doel is vaak een product ontwerpen dat inspeelt op de behoefte aan comfort. Bij de tweede aanpak, geleid door het management is het juist belangrijk het doel te formuleren samen met de betrokkenen uit het bedrijf in het begin van het project.

Voorbeeld 1: Participatief proces geleid door een fabrikant: comfortabel verfrabben.

In Nederland werken ongeveer 20.000 schilders. Daarnaast zijn vele andere mensen in hun vrije tijd bezig met het verfrabben. Dit gebeurt meestal met een verfrabber met driehoekig schraapgedeelte

(zie fig. 6). Met deze driehoek krabt de schilder of doe-het-zelver langs bijvoorbeeld de kozijnen om oude verf eraf te halen. Soms vindt een voorbewerking plaats, denk aan verhitting. Meestal moet men bij dit type werk flink kracht leveren. Arbouw (1997) meldt dat veel onderhoudsschilders schouderklachten heeft. Dit is hoger dan in de rest van de bouwnijverheid en dat is weer hoger dan de rest van de werknemers in Nederland. Schilders geven zelf aan dat verfkrabben een fysiek zwaar onderdeel is van het werk.

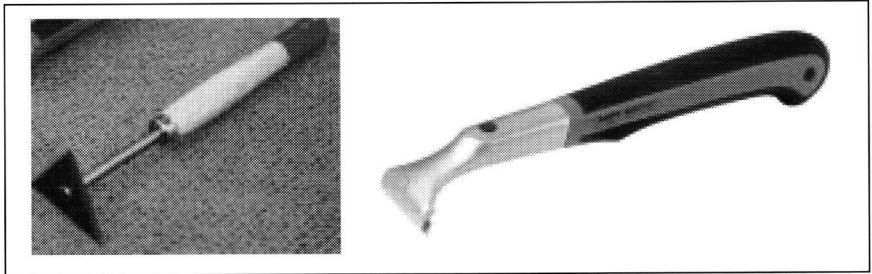


Fig. 6. Links de traditionele driehoekige verfkraaber. Rechts de nieuw ontwikkelde verfkraaber.

Bahco Tools heeft via een 11-stappenplan van Bobjer e.a. (1995) een nieuwe verfkraaber ontwikkeld. Het bijzondere aan deze stappen is dat de gebruiker een centrale rol inneemt. Bijvoorbeeld: de schilder is tijdens gebruik geobserveerd en gemeten en er is driemaal een gebruikstest uitgevoerd met voorgangers van de uiteindelijke kraaber. De nieuwe verfkraaber, die volgens dit proces is ontwikkeld, heeft een mesje van gesinterd hard metaal, waardoor het bijvoorbeeld minder vaak geslepen hoeft te worden. Daarnaast is het handvat in vorm aangepast. Een kenmerk van de driehoek is het handvat dun is dicht bij het lichaam waardoor het uit de hand kan glijden. De Bahco verfkraaber heeft een verdikking aan de lichaamszijde waardoor het beter in de hand ligt. Het materiaal heeft ook een hogere wrijvingscoëfficiënt en mede daardoor een betere grip.

Dit klinkt geweldig: een ideaal participatief ontwerpproces. Applaus!

De vraag blijft of het discomfort van de schilder echt minder wordt en het comfort toeneemt. Daarom zijn bij 20 professionele schilders tijdens meerdere weken op 7 locaties de nieuwe en oude verfkraaber getest door Eikhout e.a. (2001). Dit is zo een experiment in een ontwerptraject gericht op comfort. Daaruit blijkt (Eikhout e.a., 2001) dat de polsmomenten 21% lager zijn bij de nieuwe verfkraaber vergeleken

met de driehoek. De trekkracht is 17% lager en de houdingen van de pols zijn ook gunstiger geworden. Maar de verbeteringen zijn ook bemerkbaar door de eindgebruikers. Het lokaal ervaren discomfort is duidelijk verbeterd (zie fig. 7). In bovenarm en vingers was het significant verbeterd. Kortom, de kans op klachten is kleiner. Wellicht nog belangrijker: 70% ervaart de nieuwe verfkrabber als zeer comfortabel (Eikhout e.a., 2000).

Als input in het model is hier de druk genomen en houding/beweging. Door de input te optimaliseren is de output (het ervaren discomfort en comfort) verbeterd. Samen met gebruikers is zo tot een ontwerp gekomen, dat comfortabeler is en op termijn minder kans heeft op klachten.

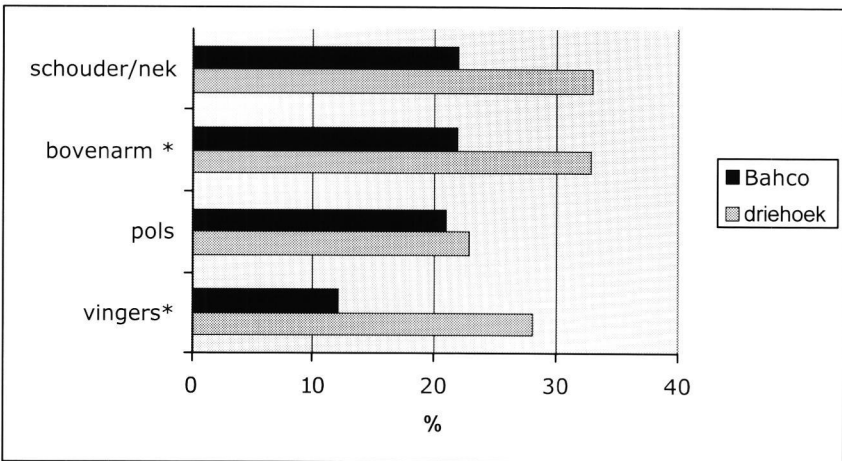


Fig. 7. Lokaal ervaren discomfort (in % van het maximale discomfort van 20 schilders) tijdens het werken met de traditionele driehoek en de nieuwe Bahco verfkrabber (*= significant, t-test, $p < 0,05$)

Voorbeeld 2: participatief proces geleid door het management: comfortabel en veilig trambesturen

Bij trams worden de eisen aan comfort, capaciteit en veiligheid steeds hoger. De tram moet voor passagiers comfortabel zijn, veilig zijn, makkelijk in- en uitstappen toelaten en veel (zit)ruimte bieden. De zitplaats voor de trambestuurder mag geen discomfort opleveren voor

kleine, lange, tengere en zware medewerkers. De tram moet goed en veilig besturen stimuleren en goed zicht bieden op de omgeving. Het Rotterdamse openbaarvervoerbedrijf RET (Rotterdamse Elektrische Tram) realiseert zich goed dat de eisen aan trams hoog zijn en besteedt daarom veel aandacht aan de aanschaf van een nieuwe tram. Een projectgroep bestaande uit 'manager tram' van de RET, een lid van de ondernemingsraad, een aantal bestuurders, een instructeur tramopleidingen en een arbeidsdeskundige heeft de inrichting van de bestuurderscabine begeleid. Zij hebben ervoor gezorgd dat in 5 stappen het ontwerpproces goed doorlopen is. Gedurende het proces is door Alstom een aantal mock-ups geleverd om de inrichting en uitvoering te kunnen beoordelen. Een mock-up is een schaalmodel op ware grootte, zoals in figuur 8 is te zien. Via de mock-ups konden bestuurders zitten in de nieuwe tramcabine ervaren en ook goed communiceren met de ontwerpers van Alstom over eisen en veranderingen.



Fig. 8. Een mock-up waarin trambestuurders kunnen nagaan of de tramcabine gaat voldoen.



Fig. 9. In hoogte verstelbare pedalen, waardoor de stoel bij kleine bestuurders hoger kan worden gezet en het zicht verbetert.

In dit ontwerptraject bleek het betrekken van bestuurders van bijzondere waarde. Zij geven aan wat belangrijk is om veilig te kunnen rijden. Kleine bestuurders kunnen soms moeilijk over het dashboard heen kijken. De verkeersbewegingen vlak om de tram zijn dan slecht te volgen. Dat is onveilig. Of de bestuurder zit oncomfortabel op het puntje van de stoel met gestrekt lichaam. Door pedalen in hoogte instelbaar te maken (zie fig. 9) krijgen kleine bestuurders ook een goed uitzicht.

Deze pedalen zijn in een mock-up (zie fig. 9) met 8 bestuurders van de RET getest. Om het instelbereik te testen werden bestuurders met extreme lichaamsmaten gekozen (zeer lange bestuurder, zeer kort, zeer breed etc). Daaruit bleek dat de in hoogte verstelbare pedalen en stoelen zo in te stellen waren, dat goed zicht op verkeer dichtbij de tram te krijgen is (Osinga e.a., 2002). In feite zou deze fit ook met de huidige software, waarin de menselijke maten en bewegingen zitten, getoetst kunnen worden. Toch kwamen nog verschillende andere problemen aan het licht, die alleen met echte proefpersonen bovenkomen. De knieruimte was bijvoorbeeld onvoldoende. Dit werd later opgelost door het dashboard meer een U-vorm te geven, zodat aan de voorzijde de benen meer bewegen kunnen.

In een andere stap zijn dynamische tests in bestaande trams uitgevoerd om twee stoelen te testen. Uit statische testen was gebleken dat de verstelmogelijkheden en het instelbereik voldoende waren om comfortabel te kunnen zitten. Uit deze dynamische testen bleek dat het rijcomfort te wensen overliet. Vooral één stoel viel door de mand. De stoel gaf tijdens het rijden onvoldoende steun, had een te harde zitting en dempte de trillingen slecht. De andere stoel scoorde op alle aspecten beter. Nog enkele verbeteringen zijn voorgesteld. De armleuningen moesten meer steun bieden, de voorzijde van de zitting moesten vlakker en de kussens iets zachter. Deze wensen zijn door de stoelfabrikant verder uitgewerkt en toegepast in de nieuwe stoel.

In dit project is in het ontwerpproces onderzoek uitgevoerd naar tramcabinecomfort en veiligheid. Input was hier visuele input of zicht, houding en drukverdeling. Door proefpersonen werd hun discomfort vastgesteld. Dit project toont aan dat gebruikers betrekken essentieel is in een ontwerpproces dat tot minder discomfort moet leiden. Eerder heb ik gezegd dat experimenten in een zo reëel mogelijke situatie dienen plaats te vinden. Tijdens statisch zitten en via antropometrische computermodellen wordt onvoldoende duidelijk in hoeverre cabines voldoen. Computermodellen met antropometrie en reikwijdtes zijn wel belangrijk. Het aantal mock-ups kan hierdoor gereduceerd worden, omdat de eerste versie beter is afgestemd op de menselijke maten.

Testen in een zo reëel mogelijke situatie blijkt belangrijk te zijn. Pas in de rijproeven komen de tekortkomingen naar voren. Dat betekent dat de ontwerper zich niet alleen in het ontwerpen in strikte zin moet bewaken, maar ook in het creatief nadenken over goede testmethoden. Dit gebied verdient nog veel aandacht. Ik heb daartoe een aanzet gegeven in mijn boek 'comfortabel en slim werken' (Vink, 2002), dat toevallig vandaag verschijnt. Wellicht dat dit onderwerp

een onderdeel van een keuzevak in Industrieel Ontwerpen kan worden. In feite staat dit werk nu nog in de kinderschoenen.

Ik heb u beloofd vier onderwerpen te behandelen: 1: een verklaringsmodel voor het ontstaan van comfort, 2: dat comfort subjectief is, 3: hoe u comfort inbedt in een ontwerptraject. Het vierde onderwerp komt nu: mijn visie op toekomstig onderzoek.

Toekomstig onderzoek

Zoals gesteld is, heeft comfort meer met beleving te maken en dis-comfort meer met de fysieke input. Over de relatie tussen fysieke factoren en discomfort is al wat bekend. De TU-Delft is internationaal toonaangevend op het terrein van zitten en druk in het bijzonder (Goossens e.a., 2002). Snijders en Goossens zijn bekende namen in dit veld. Daar wil ik de komende tijd graag bij aansluiten. Een ander aspect van druk, de tast, wordt momenteel ook verder onderzocht op deze faculteit. Ik heb de eer een proefschrift daarover te begeleiden. Tast en druk zijn vooral de inputkant, maar de belevingskant wordt ook bestudeerd bij de TU-Delft en TNO. Bij TNO Arbeid wordt momenteel nagegaan welke woorden het beste comfort bij handgereedschapsgebruik beschrijven. Voor de toekomst is het belangrijk aan te sluiten en het versterken van goed lopende kennisontwikkeling op dit terrein. Ik wil met name de kennis over discomfort toepassen in experimenten. Die experimenten worden in een zo reëel mogelijke situatie uitgevoerd in een participatief ergonomisch ontwerptraject. Denk daarbij aan de experimenten in de voorbeelden van de verkrabber en de tramcabine. Met kennis die uit die toepassing voortkomt is ook het model beter in te vullen.

Een stuk concretisering van hoe comfort en beleving verder onderzocht kunnen worden in experimenten wil ik u niet ontnemen. Ook daarbij wil ik aansluiten bij aanwezige kennis. Een onderzoekstechniek naar beleving die bij ontwerpen in de literatuur wordt genoemd is Kansei engineering. De techniek komt uit Japan. Nagamachi (1998) is een van de grondleggers. Kansei is Japans voor menselijke gevoelens. Met Kansei engineering kan, voordat een product gemaakt is, al nagegaan worden hoe mensen erop reageren. Ontwerpen van auto-interieurs van een Mazda zijn bijvoorbeeld op een beeldscherm getoond aan een groep potentiële kopers. De gebruikers geven in woorden weer wat hun beleving is bij de verschillende ontwerpen. Zo vond men welke vorm snelheidsmeters, welk lettertype en welke wijzers de voorkeur hadden van een bepaald type automobilist. Deze

auto bleek bijzonder goed te verkopen. Met Kansei engineering zijn ook gegevens verzameld over de beleving bij het zien van bierblikjes (Ishihara, 1998). Het bleek dat een groep vrouwen van 16 jaar, die nog nooit bier hadden gedronken al een smaak van het bier definiëerden op basis van het uiterlijk van de bierblikjes.

De omgekeerde werkwijze is gehanteerd door de TU Delft (Smets & Overbeeke, 1995). Studenten Industrieel Ontwerpen werden gevraagd een 3D model te ontwerpen van flesjes energiedrank. De emotie veroorzaakt door de smaak moest vertaald worden in de flesjes. De energiedrank werd geproefd en daarna werd het ontwerp gemaakt. De flesjes werden daarna getoond aan naïeve proefpersonen. Naïef wil zeggen dat zij de smaak nog niet kenden. De proefpersonen moesten de smaak met de flesjes matchen. Dit gaf een hoge matching. Dat betekent dat ook inzake beleving experimenten in een ontwerpproces mogelijk en zinvol zijn.

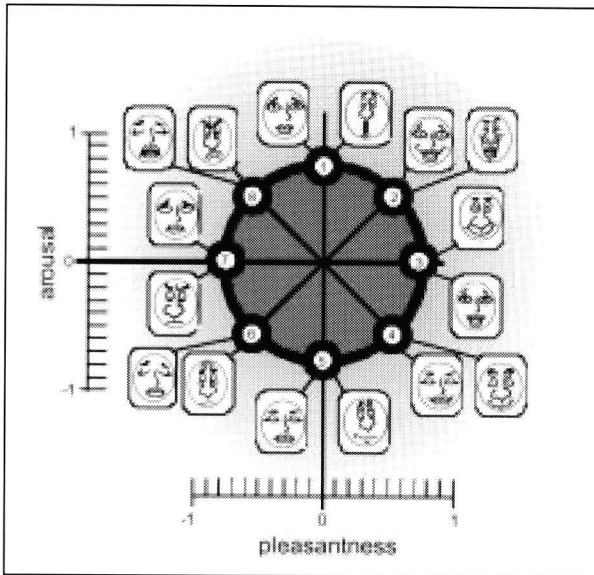


Fig. 10. De 16 emocards ontwikkeld door Desmet (2000), waarmee proefpersonen hun emotie kunnen indiceren.

Voor ontwikkeling van de kennis rondom comfort is het van groot belang aan te sluiten bij het werk van de TU-Delft op dit terrein. Internationaal is dit vooraanstaand, denk aan het door de TU-Delft opgestarte initiatief

'Design and Emotion', een congres in 1999 opgezet door TU-Delft (Overbeeke & Hekkert, 1999), dat zich nu jaarlijks voortzet. Die beleving is ook van belang voor werk. Producenten van machines en apparatuur spelen hierop in. In de zomer van 2001 was er een conferentie "affective human factors design" (Helander e.a., 2001), waarin deze aandacht duidelijk naar voren kwam. Er zijn bij de TU-Delft instrumenten ontwikkeld om vast te stellen, welke emotie mensen ervaren bij ontwerpen. Naast woorden, die in Kansei engineering worden gebruikt en door TNO in navolging van Zhang, kunnen beelden meer zeggen over beleving. Door Desmet e.a. (2000) zijn bijvoorbeeld de emocards ontwikkeld. In figuur 10 ziet u 16 kaartjes. Ieder kaartje is een soort emotie. Door een proefpersoon bij een product één van 16 kaartjes te laten aanwijzen, kan de emotionele reactie op een product worden vastgesteld. Dit soort instrumenten kunnen niet alleen gebruikt worden door de producenten van hulpmiddelen, machines en apparatuur, maar ook door de werknemers en managers als zij zelf participatief hun werkplek willen verbeteren.

Geachte toehoorders,

In deze rede heb ik u proberen te overtuigen van de noodzaak om meer kennis op te bouwen op het thema comfort. Streven naar comfort is geen luxe. Topprestaties in bedrijven worden alleen geleverd, wanneer werknemers zich niet ergeren aan discomfort. Discomfort kan tot klachten leiden, die de samenleving veel geld kosten. Zowel managers, marketeers en ontwerpers kunnen profiteren van de kennis over comfort. Managers kunnen comfort gebruiken om werknemers beter te laten presteren of werknemers aan te trekken. Marketing en sales medewerkers kunnen comfort als Unique Selling Point gebruiken en ontwerpers kunnen producten beter op de groeiende behoefte aan comfort laten aansluiten. Er zijn nogal wat aanbieders, die producten verkopen, die bijdragen aan comfort omdat, of een deskundige er naar gekeken heeft, of men beweert het zonder meer en denkt daardoor geld te verdienen. Dat is risicovol. Dat kan later tegenvallen. Zeker voor arbeidssituaties kan een bedrijf zich dat soort risico's niet veroorloven. Ontwerpers en ergonomen kunnen een unieke aanpak aanbieden waarin aangevoeld wordt hoeveel mensen het product comfortabel zullen vinden.

Ik pleit ervoor meer kennis over discomfort toe te passen in experimenten in participatief ergonomische ontwerptrajecten. Hierdoor ontstaat ook weer nieuwe kennis, die ingepast kan worden in het comfortmodel. Inzake comfort is nieuwe kennis nodig over de relatie tussen beleving en comfort. U moet daarbij denken aan de experimenten, waarbij vertegenwoordigers van de doelgroep in een zo reëel mogelijke situatie rapporteren over comfort. Alle kennis ontwikkelen op deze terreinen

is net iets teveel voor mij alleen. Ik beperk mij tot de kennis, die ontwikkeld kan worden in aansluiting bij topkennis aanwezig bij de TU-Delft. Denk aan de kennis over zitten en over de beleving van ontwerpen. Maar aansluiting bij de kennisbehoefte in de markt, zoals TNO die toepast, zal ik ook proberen te zoeken. Sommige bedrijven kunnen dan beter concurreren. Dit kan doordat zij passagiers en bestuurders meer comfort bieden, doordat zij producten verkopen, die zeer comfortabel worden ervaren, of doordat het discomfort in de werkomgeving nog maar sporadisch voorkomt. Het zogenaamde "wow"-werk.

Slotwoord

Mijnheer de Rector Magnificus, zeer gewaardeerde toehoorders, Aan het einde van deze rede wil ik graag nog enige persoonlijke woorden toevoegen.

Geacht College van Bestuur van de TU-Delft en de bestuurders van de faculteit Ontwerp, Constructie en Productie, professor Dalmijn, professor Jacobs en professor De Ridder, De instelling van deze leerstoel in samenwerking met het Lorentz-Van Itersonfonds TNO staan in een lange beleidstraditie om met TNO samen te werken. Het is mij een grote eer en een groot genoegen, om als bijzonder hoogleraar hier te mogen werken. Ik voel mij zeer comfortabel, wow.

Geacht bestuur van het Lorentz-Van Itersonfonds TNO en Kees Ekkers. Ik ben u zeer dankbaar dat u mij heeft willen uitnodigen om voor deze leerstoel kandidaat te zijn.

Beste professor Frank Pot. In het verlengde van het initiatief van professor Bill Green in de faculteit van het Industrieel Ontwerpen van de TU-Delft, heb jij alles in het werk gesteld om te komen tot deze leerstoel. Het beleid van TNO om op sommige terreinen strategisch samen te werken met universiteiten wordt ook in deze leerstoel gerealiseerd. Hartelijk dank daarvoor.

Geachte leden van het curatorium. Hooggeleerde Dalmijn en Pot. Ook jullie wil ik van harte danken voor het gestelde vertrouwen. Natuurlijk hoop ik jullie vertrouwen waardig te zijn.

Dames en heren van Industrieel Ontwerpen, nog voordat ik zo intensief met jullie samenwerkte genoot ik al van het vooruitzicht. Die samenwerking verloopt bijzonder goed. Denk aan het begeleiden van afstudeerders op onderwerpen, die voor TNO en andere marktpartijen

van belang zijn. Daarnaast ben ik onder de indruk van de kwaliteit en veelzijdigheid bij jullie ontwerpen in het algemeen en van jullie kennis op diverse deelgebieden, zoals drukverdeling en beleving. Maar ook jullie humor trekt mij aan.

Een woord van dank wil ik ook richten aan de mensen die bij de voorbereiding van deze rede hebben meegelezen: het team ergonomische innovatie van TNO Arbeid, Kees Overbeeke, Michiel de Looze, Johan Molenbroek en Hans Dirken.

Natuurlijk wil ik ook graag mijn vrouw, kinderen en ouders, van wie alleen mijn moeder aanwezig is, bedanken voor hun steun. Gigantisch bedankt.

Geachte toehoorders,

Natuurlijk dank ik u voor uw aanwezigheid en aandacht. Ik hoop dat u iets nieuws heeft gehoord over het comfortmodel, de subjectieve kant, de aanpak en de beleving. U bent in ieder geval de eerste die in het openbaar dit comfortmodel, dat ongetwijfeld zeer belangrijk gaat worden, uitgelegd krijgen. Dit is een historisch moment. Ik hoop dat u zich daar comfortabel bij voelt.

Ik heb gezegd

COMFORT

Inaugural address

Presented on the occasion of the formal acceptance of the function of professor in Participatory Ergonomics in the Faculty of Design, Construction and Production, Delft University of Technology, June 12th, 2002.

by

Prof. dr. Peter Vink

Rector Magnificus,
Members of the Board of Governors,
Fellow Professors,
Members of the university community,
Highly esteemed audience,
Ladies and Gentlemen,

Introduction

There is one thing on which you have more knowledge than I have. That is your comfort. I can't answer the question whether you feel comfortable in this room. You can. When considering your comfort several thoughts might occur to you.

You may experience discomfort in this room due to a draught or because it is too hot. You may feel pressure points in your bottom. Perhaps your bottom does not fit in the seat or maybe you do not have lumbar support.

You may feel comfortable, because you feel at home in this warm company. You feel comfortable due to my pleasant voice and attitude towards you. Or you feel thrilled by my enthusiasm.

Usually, you don't think about comfort at all. You experience no discomfort. The chance that this will happen in this meeting is small, because I am making you aware of the concept of comfort.

In this presentation I will try to convince you that more research is needed concerning comfort. In particular, experiments in design projects will be promoted as a means of knowledge development. In this way a comfortable product will be developed as well as new knowledge.

Comfort is influenced by many factors in the environment. That means that it is not easy to design, market or manage with a focus on comfort. However, knowledge about comfort is inevitable. Comfort knowledge is needed when:

- designing an aeroplane interior,
- working on the management department of a hand tool manufacturer,
- managing the optimal performance of office workers, or
- trying to measure discomfort as a precursor of back complaints in a sector.

To stimulate optimal human performance, discomfort should be prevented. The tram cabin should in fact be built around the driver to accommodate his performance. The same applies to the environment of the assembly worker and the software system of the office worker. Optimal human performance is needed to stay ahead of competitors and reducing discomfort can be of great support. So, striving for comfort is very important. However, at least three problems are faced in striving for comfort:

- The exact cause for discomfort or comfort is unknown. There is no model available that describes the cause of comfort.
- Every individual has their own meaning of comfort. Comfort is a subjective phenomenon.
- The comfort design process is not described. The approach is unknown.

In this presentation I will discuss these three problems. The three problems are linked to each other. Nevertheless, I do separate these for clarity in the presentation. The fourth subject of this presentation concerns my vision on future research in this area.

Model

The meaning of the word comfort differs. It is described as 'freedom from pain, well-being' in Dutch dictionaries (e.g. Van Dale 2000). In these dictionaries comfort is also translated as convenience of the interior. Probably many people associate comfort with the interior. However, comfort research is also focused on foot-wear and clothing (e.g. Daanen et al., 1995) and climate (www.carrier.com). So, interior is not the only area of comfort research. In the scientific literature comfort can be a pleasant state of physiological, psychological and physical harmony between a human being and its environment or a sense of subjective well-being. According to Looze et al. (2002) there are many definitions, but one point is not really under debate: comfort is a subjective experience. A product in itself can never be comfortable. It becomes comfortable (or not) in its use. The user decides whether or not a product is comfortable or leads to discomfort.

This complicates the construct of comfort, because it is not known how every individual will react to a product. This means that for passenger one on a long distance flight the back discomfort is of greater importance. Passenger two wants a reduction in noise and passenger three needs more space. This is a complication. However, it is not impossible to design a comfortable interior. Recently, a train interior was designed that was described as comfortable by 75% of the pas-

sengers (Bronkhorst & Krause, 2002). During the design of the interior, experiments were performed in an as naturalistic setting as possible to find the optimum comfort experienced by end-users (see fig. 1).

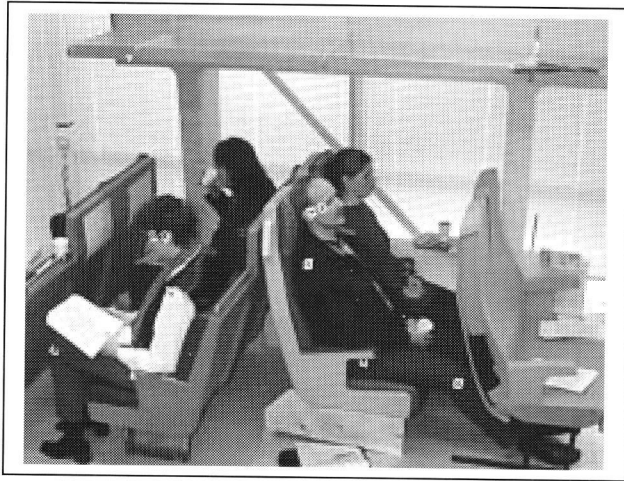


Fig. 1. An experiment establishing discomfort and comfort in the design phase of a train interior (Bronkhorst & Krause, 2002).

In this presentation comfort is defined as 'convenience experienced by the end-user during or just after working with the product'. The product can be a building, a means of conveyance, a utility article, work station, clothing or furniture.

Comfort could have three manifestations: discomfort (1), comfort or comfortable (2) and nothing is experienced, no discomfort (3). I will put these three appearances into a theoretical framework. The motivation theory of Herzberg et al. (1993) is described first, because of the similarity of this framework with this motivation theory. In the late 1950s Herzberg was considered by many to be a pioneer in motivation theory. He interviewed employees to find out what made them satisfied and dissatisfied on the job. Physical factors, according to Herzberg, cannot motivate employees but can minimize dissatisfaction, if handled properly. In other words, they can only dissatisfy if they are not all right. Dissatisfaction is related to company policies and salary (see table 1). Motivators, on the other hand, create

satisfaction by fulfilling individuals' needs for meaning and personal growth. These are issues such as the work itself and advancement and are related to satisfaction.

Table 1. Factors, influencing satisfaction or dissatisfaction according to Herzberg et al. (1993).

Dissatisfaction	Satisfaction
- Company policies	- The work itself
- Administrative procedures	- Achievement
- Salary	- Recognition
- Working conditions	- Advancement

In comfort a similar division can be made. Absence of discomfort does not automatically result in comfort. Comfort will be felt when more is experienced than expected. This is supported by research of Zhang et al. (1996) and Helander and Zhang (1997). Based on questionnaires they found that discomfort is more related to physical characteristics of the environment, like posture, stiffness and fatigue (see table 2). In case of absence of discomfort nothing is experienced. To notice comfort more should be experienced. Comfort is related to luxury, relaxation or refreshment.

Table 2. Factors, influencing comfort or discomfort during sitting according to Zhang et al. (1996).

Discomfort	Comfort
- Fatigue	- Luxury
- Pain	- Safe
- Posture	- Refreshment
- Stiffness	- Well-being
- Heavy legs	- Relaxation

In fact three conditions of comfort can be distinguished:

- discomfort: the participant experiences discomfort, because of physical disturbances in the environment,
- no discomfort: the participant is not aware of the fact that there is no discomfort,

- comfort: the participant experiences noticeably more comfort than expected and feels comfortable.

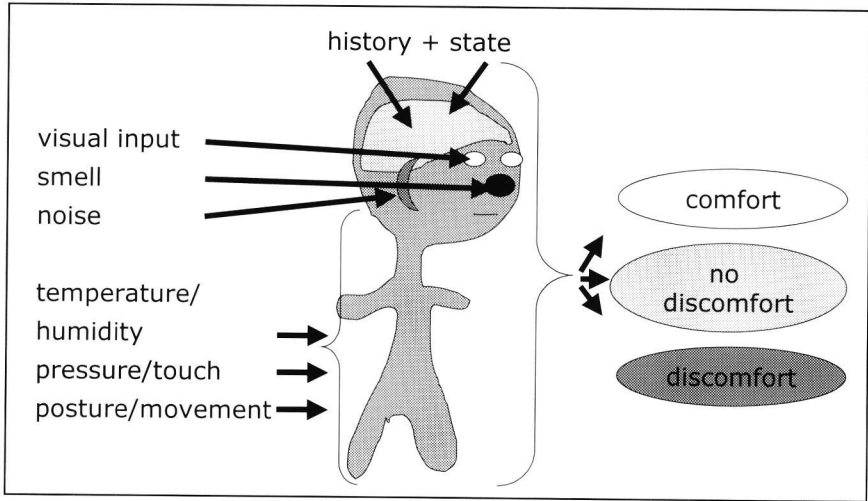


Fig. 2. The comfort model. The feeling of (dis)comfort is determined by the input recorded by sensors and the information processing that is influenced by the history and state of the participant.

The comfort model is shown in figure 2. It is based on a model developed by Looze et al. (2002). On the right side in the model we see the output: comfort, no discomfort and discomfort. The experience of discomfort or comfort is partly due to ourselves, the history of comfort experiences and our state. A state could be excited or relaxed. The experience of comfort and discomfort is also caused by external stimuli (input). The inputs are shown on the left side of the figure. To illustrate this with an example: our sensors receive the pressure. After this input selection and weighing processes start. The state of arousal or experiences in the past influence these weighing processes. Based on these processes the product causes comfort, discomfort or nothing.

In this section each element of the model is described separately. In reality these elements are not separated. It is not known how the elements are related to each other and what the contribution of each element is to the total experience. That is why it is important to per-

form experiments with products in the design phase in an environment as close to the naturalistic setting as possible.

- History influences the experience. This is important for product designers. Products should have at least the level of comfort people are used to. A non-adjustable office seat will be experienced as not comfortable in the Netherlands. A cave-man will not have this problem. However, the opinion of the cave-man is now difficult to verify in an experiment. We always evaluate the appearance and styling of a product with our past as a reference. That means that a product designer should know the history of the target group.

- Our state also influences whether we experience discomfort or comfort. After a few hours walking your seat is more comfortable than after sitting for three hours in the car. Picard (1997) showed in her research that emotions, feelings and mood play a role in the way someone evaluates a product. A mock-up in a clean laboratory can obtain a different evaluation from a mock-up on the shop floor.

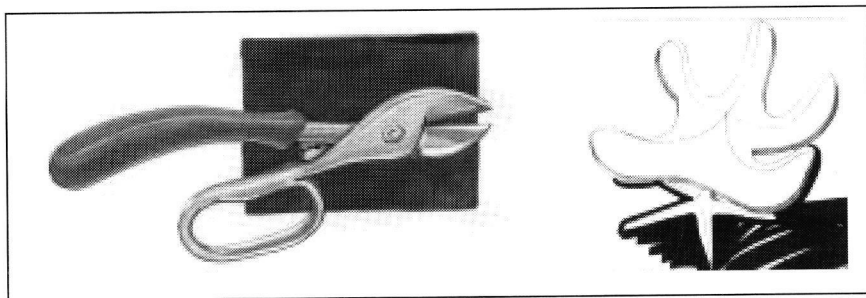


Fig. 3. Drawings used in discussions with users (left: design De Groot, TNO; right: design Cheung, TU-Delft)

- The visual input also influences our experiences. Visual information plays a major role. It is the first impression of comfort. In the design world visual information is important. The first ideas of a product are often communicated visually (Lugt, 2001), but also later on in the design process drawings or computer pictures are used (see fig. 3). It is important to realize that comfort is not only influenced by styling or appearance. Kuijt-Evers (Bronkhorst, 2001) showed that 49 experienced office workers evaluated one out of four office chairs negatively based on the visual information. Contrary to what was expected this chair was evaluated positively after using it.

- The smell is also of influence. Different authors (e.g. Theimer, 1982) report that smell influences our experiences and mostly we are not aware of this effect. It even influences our sexual activity, aggression and territorial behaviour. When your neighbour flatulates, you will involuntarily move your body to the other side, to avoid the smell. Just like other inputs, every person will react differently to the input. Most people like the scent of a new car, but some do not.
- Noise is a type of input, that can influence comfort positively or discomfort negatively. Noise of an engine while working in a earth moving machine can lead to discomfort (Vink et al., 2001(1)), while the sound of a Harley Davidson is a kind of music to some of us.
- Temperature and humidity are also related to (dis)comfort. Searching for comfort on the internet leads you mostly to temperature and climate issues. Air conditioning, office temperature, draught, humidity are often associated with comfort. A pleasant climate is often not noticed, but a high or low temperature attracts attention and the discomfort is perceived. According to Carrier, one of the largest manufacturers of indoor air quality systems, indoor air quality is the most important reason why office rental contracts are not extended (www.carrier.com). This is certainly not an objective source, but it indicates some importance.
- Different studies show the relationship between pressure and discomfort (Goossens et al., 1998, 2002). To feel pressure we have sensors, located in the skin. Generally, a better distribution of pressure between the seat or handle and the human body leads to less discomfort. A literature survey (Looze et al., 2002) showed that of all objective measuring methods pressure has the most clear relationship with discomfort. In this area Goossens et al. (2002) has done some impressive work. They showed that participants are able to perceive small differences in pressure in their bottoms and could translate this to discomfort. Apart from pressure we have also touch. A thick carpet is experienced as different to a concrete floor by our bare feet and textures of handles have an influence on the feeling of comfort. Sonneveld (2002) describes how we can take these feelings into account during the design process.
- The posture and movements determined by the product can also lead to discomfort. In the long run discomfort could even result in musculoskeletal disorders (Proper et al., 1999). Figure 4 shows that back pain is found in one third of all European workers. Neck/shoulder pain is found in almost one quarter of the European workers. Not only is the human side a problem, but also the costs. In the Netherlands musculoskeletal injuries costs 8 billion Euro each year (Bongers et al., 2000). Thus, the problem is large enough to do something about it. This is an opportunity for designers: design products that reduce

musculoskeletal injuries. So, establishing the reduction in discomfort in experiments during the design process is also needed to prevent musculoskeletal injuries.

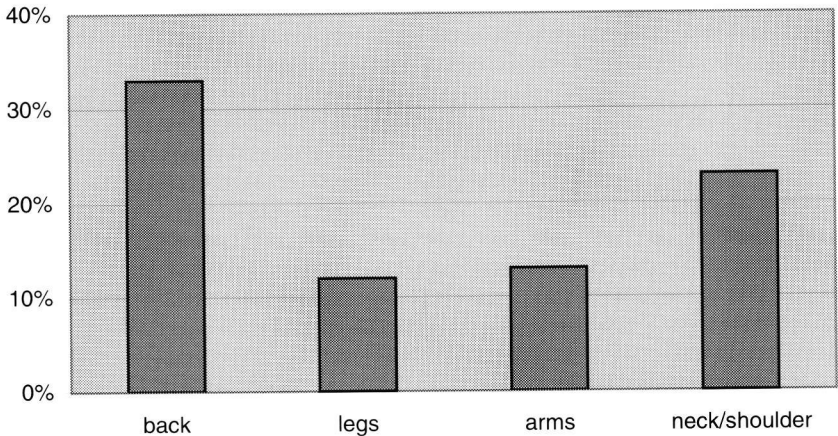


Fig. 4. Percentage of workers in the EU having pain in the back, legs, arms or neck/shoulder during more than 25% of the working time based on 1000 workers in each EU country (Merllié & Paoli, 2000).

I have shown you the elements of the comfort model. Based on sensory input, our state and history, we can explain why comfort, discomfort or nothing is experienced. Further elaboration of the model will be needed in the future to explain the reasons for (dis)comfort. Some knowledge is available regarding the physical aspects and discomfort, but regarding comfort more knowledge is needed.

Subjective phenomenon

Everyone has an opinion about comfort. Twenty minutes later on in the lecture, some of you will experience discomfort due to the lack of leg space. Others will feel incredibly comfortable and enjoy the beautiful model in combination with my excellent presentation. Comfort is seen in this presentation as a subjective phenomenon. The

comfort of a product can only be evaluated by the user. A product in itself can never be comfortable. That is why much attention is paid to how a user should be involved in the design process. The end-user should be involved, because he is the expert on his task and work. This end-user involvement is studied in the area 'participatory ergonomics'. Participatory ergonomics will be my chair, which is new at the TU-Delft. With the help of participatory ergonomics, the design process can be designed with special attention on how to take the participants into account, especially the end-user.

In work situations this end-user is the worker. This is an advantage compared to consumer products. The target group is more homogenous and clearly defined. A design is made specifically for a brick layer, pilot or glazier. My point of view is that this employee is heavily involved in the design process, but there are more participants involved in the design process. More and more design processes have design teams.

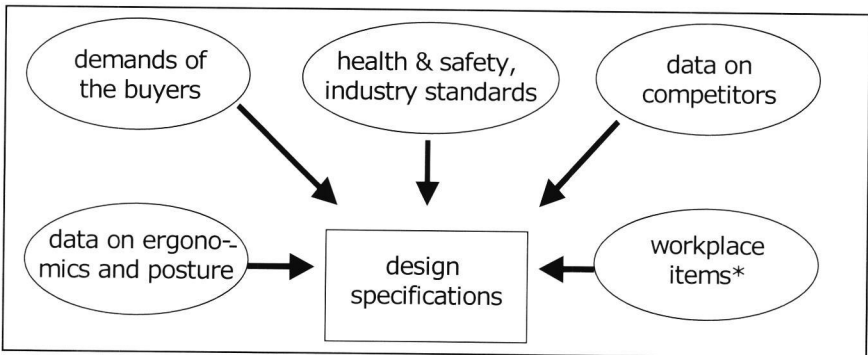


Fig. 5. In an early stage of the design process data are needed, which compels a design team. In this figure the several kinds of data are described according to Palacios & Imada (1998).

**work place items are: organisation, used methods and techniques in the work, aesthetics, culture etc*

According to Palacios of Steelcase, a large office furniture manufacturer in the USA, this team is needed at a very early stage. Figure 5 shows why several participants should be involved in an early stage of the design process. Facility management is the part of the team that supplies information on the demands of the buyers. Ergonomics and

posture data can be provided by ergonomists or human movement specialists. Guidelines on production possibilities can be delivered by production management and engineers. Health and safety experts or labour inspectorate could be added to supply guidelines on working conditions. Marketing specialists have or have access to information on competitors. Management and employees could supply information on the work and workplace. So, for a good product a rather large team is needed.

Participatory ergonomics is the discipline that studies how different parties should be involved in a design process. Participatory ergonomics is the adaptation of the environment to the human (that is ergonomics) together with the proper persons in question (participants) (Vink et al., 2001(2)). Please note the reliable source. Defined in this way participatory ergonomics is more an umbrella under which different approaches are found. That is also found in the literature. Kuorinka (1997) describes 'participatory ergonomics' as 'practical ergonomics with necessary actors in problem solving'. Wilson (1995) puts it into a wider perspective: 'It is the involvement of people in planning and controlling a significant amount of their own work activities, with sufficient knowledge and power to influence both processes and outcomes in order to achieve desirable goals'. Thus, Wilson stresses the fact that the employee should have control over his task. Thus, participatory ergonomics is an umbrella concept. The common characteristic is that in a design process attention is paid explicitly to the role of designers, employees, end-users and others involved.

In this chair I would like to connect to the available knowledge regarding participatory ergonomics and apply and extend it to the design of professional products, that contribute to increase in comfort and reduction in discomfort. This brings me to a next step in my presentation: how do you design a product that is experienced as more comfortable or reduces discomfort?

Approach

Two approaches are seen in the design practice:

- a participatory design process led by a manufacturer, and
- a participatory process led by the management of the end-user.

Both approaches will be illustrated in an example.

There is an important difference between the approaches in setting the goals. When the process is guided by the manufacturer, the manufacturer defines the goal of the design process. Often this is a product that anticipates on a forthcoming customer need for comfort. In the second approach it is important that the goal is defined by the management together with employees of the company.

Example 1: a participatory design process led by a manufacturer
Comfortable paint scraping

There are 20,000 painters in the Netherlands. In fact more people paint if we add the non-professionals. A part of the painters' job is paint scraping. Mostly after a preparation such as heating, the old paint is scraped with a triangular paint scraper (see fig. 6) from for instance a window-frame. The forces used during this scraping are high. Renovation painters, who scrape a relatively large amount, have a high incidence of shoulder complaints (Arbouw, 1997). Painters report that scraping is one of the heaviest tasks in their work. Bahco Tools developed by an 11-step programme (Bobjer et al., 1995) a new paint scraper. The special feature of the 11-step programme is the specific attention paid to the end-user. The painter is observed, questioned and measurements are taken. Three times a user test was performed with precursors of the new scraper.

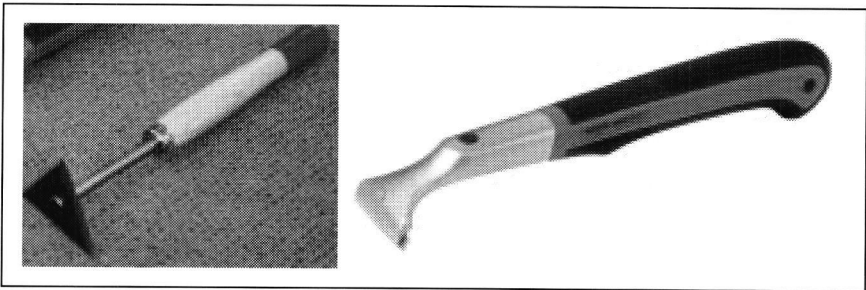


Fig. 6. Left: the traditional triangular paint scraper. Right: The new developed paint scraper.

The new scraper that is developed in the 11-steps has a blade of hard sintered metal. Thereby, blade grinding is not needed as much anymore. The shape of the handle is also different. The triangular scraper has the largest diameter close to the blade, while the new scraper is thick close to the body. This reduces slip between hand and tool. The

form of the handle is also better adapted to its use in the task to improve grip.

This sounds wonderful: an ideal participatory design process and a good product: applause!!

The question is whether the discomfort of the painter is really reduced and the comfort improved. Therefore, an experiment in a naturalistic setting was set-up. 20 professional painters tested on the two scrapers in 7 locations (Eikhout et al., 2001). The results showed that the wrist moments were 21% lower with the new scraper compared with the old. The pulling forces were reduced by 17% and the postures were closer to neutral. Objectively, improvements were proven and the chance of getting complaints should be reduced. Also, subjectively the results were positive. The local perceived discomfort was reduced (see fig. 7). In the upper arm and fingers a significant improvement was shown. Probably more importantly, 70% experienced the new paint scraper as very comfortable.

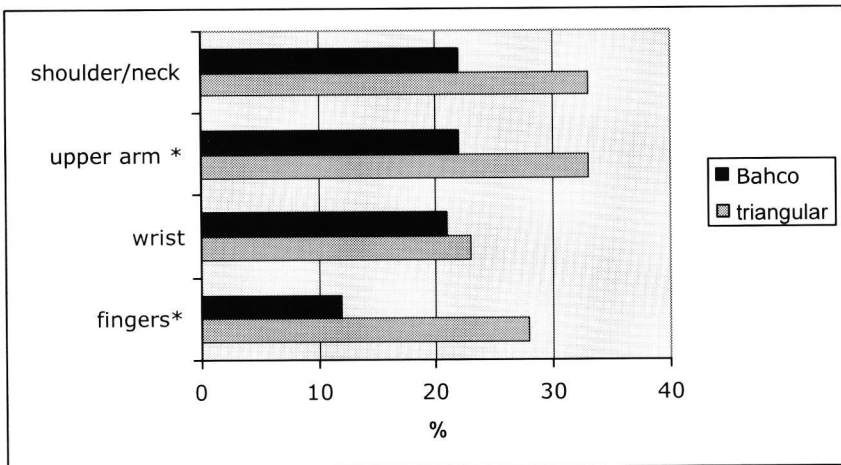


Fig 7. Local perceived discomfort (in % of the maximal discomfort of 20 painters) working with the traditional triangular shaped paint scraper and the new Bahco paint scraper (*= significant, t -test, $p < 0,05$).

The inputs in the comfort model were pressure, posture and movement. By optimising this input, the output became less uncomfortable as well as more comfortable. A tool has been designed with much end-

user involvement, that is experienced as comfortable and reduces the chance of complaints in the long run.

Example 2: a participatory process led by the management of the end-user.

Comfortable and safe tram driving

The requirements put on trams regarding comfort, safety and capacity are high and numerous at the same time. Trams should be comfortable and safe for passengers and should allow fast getting in and out. The drivers' cab should be comfortable for small, long, tender and corpulent drivers and should stimulate safe driving and have a good sight and clearance. The public transport enterprise of Rotterdam (RET) is confronted with the changing demands and has paid much attention to the design of new trams, also in this case.

A project group guided the design of a drivers' cab in the new Alstom tram. The project group consisted of a 'manager tram' of the RET, a union representative, an instructor, drivers and a specialist concerning work research. Sometimes a TNO ergonomist and Alstom designers were included in the meeting. The project group led the process and followed five steps. During the process Alstom delivered mock-ups to test the interior design. In the mock-up (see fig. 8) the drivers could experience sitting in the new tram. The drivers simulated the handling and discussed proposals for change with the designers.

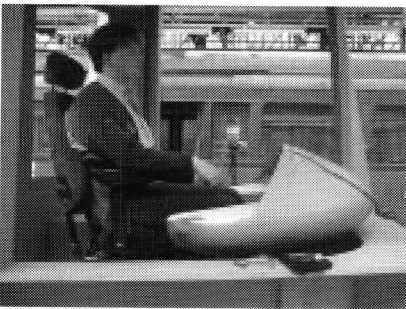


Fig. 8. A mock-up in which tram drivers test the new cab.



Fig. 9. Height adjustable pedals could increase sight for smaller tram drivers

The participation of drivers in the design process was of high value. Drivers know what is important for safe driving. A problem foreseen was that small drivers will not be able to see an object of 1 metre high

1 metre in front and on the left and right of the driver, which is in terms of safe tram driving essential according to the RET. By making the pedal heights adjustable, the seat could be positioned higher (the seat was already height adjustable) and the sight of smaller drivers is also satisfactory. So, the sight lines of the drivers relative to the dashboard and coach-work could be fixed independently of the anthropometrics of the driver. This innovation was tested in the mock-up and evaluated positively by the eight drivers (Osinga et al., 2002). In fact this could be tested by available software packages as well. However, new problems came up in the evaluation. Theoretically, the knee space was enough, but the real drivers' behaviour showed that knee space was too small. Based on this discussion the dashboard was changed into an U-shaped one to create more space in front of the driver.

In another step dynamic experiments were performed. New seats were tested during driving in existing trams. Static experiments showed that adjustability possibilities were enough for both seats that were selected. The dynamic tests showed that discomfort occurred. In particular, one seat did not provide enough support during lateral movements of the tram, did not damp the vibrations and the cushion was too solid. The other seat was experienced as better, but some improvements were suggested: the armrests could be redesigned to increase support of the arm, the front of the seat should be less high and the cushion somewhat softer. These suggestions were taken on by the manufacturer.

In this project the input was visual input, posture and pressure to reduce discomfort. This project shows that the involvement of end-users is crucial. Computer models support the design and could reduce the number of mock-ups, but a real subject is the only one who can evaluate the discomfort and will always be needed. They know the work best and can identify improvement possibilities to drive more safely and with less discomfort. This project also shows that experiments should be performed in an as realistic a situation as possible. The dynamic seat experiment showed the need for some improvements that were not found statically.

This means that a designer should not only be capable of designing a product, but should also have some knowledge on how to test comfort in an early stage of the design process. This area needs attention in the future. I have tried to support this by writing a book 'comfortable and smart working' in which different examples of experiments are

written. This book happens to be available today. Perhaps this area could be part of the curriculum in Industrial Design.

I promised to present four subjects to you: 1. a model that explains why comfort or discomfort is experienced, 2. comfort is a subjective phenomenon, 3. how is a design process focused on (dis)comfort and 4. a vision on future research. The last subject will now be presented.

Future research

As is said, comfort has more to do with emotion and discomfort is more related to physical factors. On the relationship between discomfort and physical factors some knowledge is available. The TU-Delft performs impressive research in this area regarding sitting (Goossens et al., 2002). Of course I would like to strengthen collaboration with this research in future. Another aspect – ‘touch’ is now studied in a PhD project at the same faculty. I have the honour to guide this project.

Pressure and touch are more on the input side, but the TU-Delft also has much knowledge in the area of emotion. The relationship between comfort and emotion is not so heavily studied as the relationship between discomfort and physical factors. To study both relationships in a broad sense is a little bit too much for me. Therefore, I would like to connect comfort knowledge development to the work of the TU-Delft in future. Also at TNO research is done regarding words in which comfort and discomfort can be expressed. Of course I would like to connect to that too.

For both relationships, comfort-emotion and discomfort-physical factors, I would like to increase knowledge by experiments in the design process. This leads to a better product regarding (dis)comfort and could give new information to fill in the comfort model. The experiments should be done in an as naturalistic setting as possible using knowledge from participatory ergonomics, as is said before.

Now, I would like to present to you more specific the details of how future research can be done regarding comfort and emotion. Kansei engineering is one method used to study human emotions in an early

stage of the design process. One of the founders of the method is Nagamachi (1998) from Japan. Kansei is Japanese for human emotions. With Kansei engineering designs of parts of the vehicle interiors of a Mazda were shown on a computer screen to future users. The users attribute words to what they see in various designs. Speed indicators were shown in various designs: round, long, with gothic numbers etc. In this way the emotions of car drivers as a reaction on speed indicators in the dashboard could be recorded and used as input in the design. With Kansei engineering data were also gathered on the reaction to beer cans (Ishihara, 1998). A group of women of 16 year that never had drunk beer before could typify the taste.

A similar but opposite study was performed by Smets & Overbeeke (1995). Students Industrial Design were asked to design a 3D model of bottles for energy drinks. The emotion caused by the taste should be expressed in the bottle. The drinks were tasted and based on the taste, the bottles were designed. These bottles were showed to naïve subjects. Naïve means that they did not know which taste was coupled to which bottle. The subjects were asked to match the bottles and tastes. The matching appeared to be very high. This means that it is possible to incorporate emotion experiments in the early stage of the design process.

For the development of comfort and emotion it is important to collaborate with these researchers of the TU-Delft. Internationally this work is impressive. In 1999 'Design and emotion' (Overbeeke & Hekkert, 1999) was initiated, which is yearly repeated in other parts of the world.

For work emotional design is also important. Manufacturers of professional products and machines anticipate this trend, which was also shown in a conference 'affective human factors design' (Helander et al., 2001). At the TU-Delft systems are now under development to study emotions in experiments. Desmet et al. (2000) developed emotion cards (see fig. 10). 16 cards show faces with emotions and a subject should choose the card fitting with his emotion on seeing the product or a precursor of the product in drawing or on a computer screen. This method is not only worthwhile for product design, but can also be used by management and employees in participatory work station optimisation.

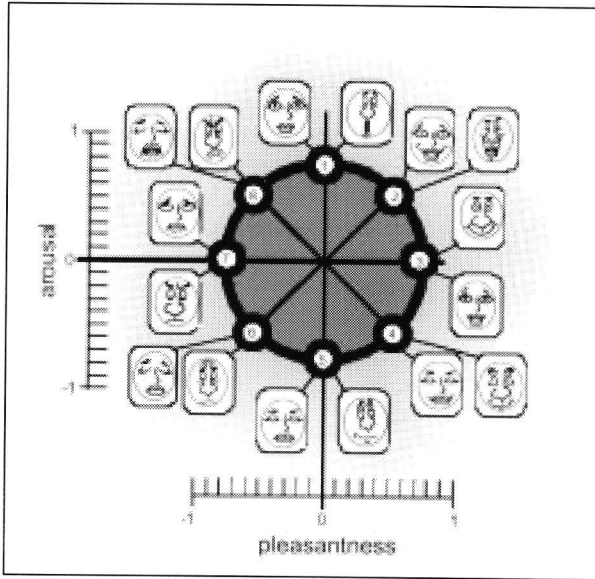


Fig. 10. The 16 emocardes developed by Desmet (2000) that support finding emotional reactions on products

Dear auditors,

In this presentation I have tried to convince you that more knowledge is needed on the subjects of comfort and discomfort. Discomfort reduction is not only a luxury issue. Top performance of companies will only be achieved when employees are not disturbed by discomfort. Also, discomfort can lead to musculoskeletal problems, that cost society a lot of money. Management, marketers and designers can benefit from comfort knowledge. Designers arrive at products that increase convenience. Marketing and sales can prove that their product really contributes to discomfort reduction or comfort increase, which can increase sales. Managers can use comfort to optimise performance in their department and stay ahead of competitors. Sector organizations can use the knowledge to reduce discomfort as a precursor to musculoskeletal injuries. There are of course manufacturers mentioning that their product increases comfort, because they say that they have a special sensor for that or because an expert looked at it. For professional situations this is hazardous. These kinds

of risks should not be taken in working situations. Therefore, an experiment with the real end-user is inevitable.

I plead for more experiments in an as naturalistic setting as possible regarding comfort and discomfort to develop better products and new knowledge. For discomfort application in design processes is possible. For comfort next to the experiments new knowledge should be developed on establishing the relationship between emotion and comfort. To develop all knowledge in this area is just a little bit too much for me. I will focus on knowledge development connected to:

- the existing knowledge on pressure in sitting and emotions of the TU-Delft, and
- the knowledge TNO supplies to the market.

Of course this knowledge will contribute to enterprises to be more competitive. They can compete better because passengers and drivers feel more comfortable, or because they will sell products that are experienced as very comfortable or because there is almost no discomfort in the work. The so-called 'wow'-work.

Final word

Rector Magnificus, Highly esteemed audience, At the end of this presentation I would like to share with you some personal words.

Dear Members of the Board of Governors of the TU-Delft and governors of the Faculty of Design, Construction and Production, professor Dalmijn, Jacobs and De Ridder, The TU-Delft appointed this chair in collaboration with the Lorentz-Van Itersonfonds TNO. There is a long tradition of the TU-Delft to collaborate with TNO and this chair is a concretisation. It is of a great honour and pleasure to be appointed here. I feel very comfortable, wow.

Dear Members of the Board of Governors of the Lorentz-Van Itersonfonds TNO and Kees Ekkers, I am very grateful that you have invited me to be candidate for this chair.

Dear professor Frank Pot, In alignment with the initiative of professor Bill Green in the Faculty Design, Construction and Production of the TU-Delft, you have done everything possible to appoint this chair. The policy of TNO for strategic collaboration with the universities realized in this chair. Thank you for your efforts.

Dear members of the curatorium, professor Dalmijn and Pot, I would like to thank you also for the trust in me. Of course I hope to be trustworthy.

Ladies and gentlemen of the Faculty of Industrial Design, Even before working here I enjoyed the collaboration, especially the high quality and fun. After being here a while I am still enjoying it.

I also would like to thank the persons that supported me in the preparation of this inaugural address: the team Ergonomics and Innovation at TNO Work and Employment, Hans Dirken, Kees Overbeeke, Johan Molenbroek, Michiel de Looze and Sarah Nichols.

Of course I would like to thank my wife, children and my parents, of whom only my mother is here, for their support: thanks

Highly esteemed audience,

Of course I would like to thank you for your presence and attention. I hope you have heard something new about the comfort model, its subjective phenomenon, the design process and the future research concerning emotion. You are the first people that have seen this comfort model presented in public. That is special because the model will be very famous in the future. I hope you are feeling comfortable with that thought.

I have spoken

Literatuur/References

- Arbouw, Bedrijfsatlas. Arbeid en gezondheid bouwnijverheid. Arbouw, Amsterdam, 1996
- Bobjer O., Bergkvist H. Lohmiller W.R. Development of prototype tools for field testing. Proc. 2nd Int Sc Conf on Prevention of Musculoskeletal Disorders PREMUS 95, Montreal, Canada, 1995
- Bongers P.M. e.a.: Risicofactoren voor lage rugklachten: resultaten van een longitudinaal onderzoek, TNO Arbeid, Hoofddorp, 2000
- Bronkhorst R.E., Krause F. End-Users Help Design Mass Transport Seats. In: Human Factors in Seating and Automotive Telematics (SP-1670). SAE World Congress Detroit, Michigan, March 4-7. Warrendale (PA): SAE, 2002:1-6. SAE Technical Paper Series 2002-01-0780, 2002
- Bronkhorst R.E., Kuijt-Evers L.F.M., Cremer R., Rhijn J.W. van, Krause F., Looze M.P. de, Rebel J. Emotie en comfort in cabines: rapportage TNO basisfinanciering 2000, team 40. Hoofddorp: TNO Arbeid. Publ.nr. R2014871/4020054. Vertrouwelijk, 2001
- Daanen, H.A.M., Den Hartog, E.A. Ventilation and thermal comfort of soccer garments. Abstract submitted to the Xth ICEE conference, sept. Fukuoka, Japan, 1995
- Desmet, P.M.A. 'Emotion through expression; designing mobile telephones with an emotional fit'. Report of Modeling the Evaluation Structure of KANSEI, 3, 103-110. Tsukuba: University of Tsukuba, 2000
- Eikhout S.M., Bronkhorst R.E., Grinten M.P. van der. Evaluation of a new scraper. Proceedings of the 45th HFES congress 2001. Minneapolis (US): HFES, 2001:CD rom:722-726. 2001
- Eikhout S.M., Bronkhorst R.E., Grinten M.P. van der. Evaluatie van een nieuwe verfkraabber. Tijdschrift voor Ergonomie 2000;25:149-57, 2000
- Goossens, R.H.M. Measuring factors of discomfort in office chairs. In: Global ergonomics. Proc of the ergonomics conference (ed. P.A.Scott e.a.), Elsevier Science, Amsterdam, 1998
- Goossens R.H.M., Teeuw, R., Sniijders, C.J. Sensitivity for pressure difference on the ischial tuberosity, submitted to Ergonomics, 2002
- Helander, M.G., Khalid, H.M., Ming, T. Proceedings of the international conference on affective human factors design. June 27-29, Singapore, 2001
- Helander, M.G. and Zhang, L. Field studies of comfort and discomfort in sitting, Ergonomics, 40: 895-915, 1997
- Herzberg, F., Mausner, B., Snyderman, B.B. The Motivation to Work. Somerset, NJ: Transaction Publishers, 1993

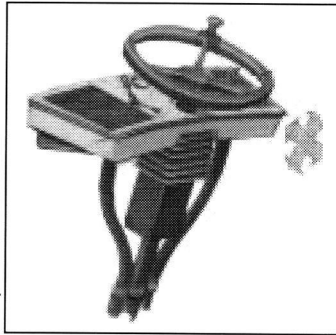
- Ishihara, S., Ishihara, K., Nagamachi, M. Hierarchical kansei analysis of beer can using neural networks. In: Vink P, Koningsveld EAP, Dhondt S, eds. Human factors in organizational design and management - IV. Amsterdam (etc.): Elsevier, 1998: 421-426, 1998
- Kuorinka, I. Tools and means of implementing participatory ergonomics. International Journal of Industrial Ergonomics 15:365-370, 1997
- Looze M.P. de, Kuijt-Evers L.F.M., Dieën J.H. van. Sitting comfort and discomfort and the relationships with objective measures. Submitted to Ergonomics, 2002
- Lugt R. van der. Sketching in design idea generation meetings, proefschrift TU Delft, Delft, 2001
- Merllié, M., Paoli, P. Working conditions in the European Union, European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, Dublin, 2000
- Nagamachi, M., Sakata, Y., Imamoto, Y. Virtual kansei engineering applied in the house designing. In: Vink P, Koningsveld EAP, Dhondt S, eds. Human factors in organizational design and management - IV. Amsterdam (etc.): Elsevier, 1998:399-404, 1998
- Osinga D.S.C., Becker J.C., Vink P.. Design einer komfortablen und sicheren Strassenbahn-Fahrerkabine. Stadtverkehr 2002;47(05/02):24-26, 2002
- Overbeeke, C.J., Hekkert, P. Proceedings of the first international conference on Design and Emotion, Delft University Press, Delft, 1999
- Palacios, N., Imada, A.S., A macroergonomic approach to product design. In: Vink P, Koningsveld EAP, Dhondt S, eds. Human factors in organizational design and management - IV. Amsterdam (etc.): Elsevier, 1998: 439-444.
- Picard, R.W. Affective Computing, Cambridge Ma: MIT Press, 1997
- Proper, K.I., Bongers, P.M., Grinten, M.P. van der. Longitudinaal onderzoek naar rug-, nek- en schouderklachten. Deelrapport 5: Lokaal ervaren ongemak. De relatie met en de voorspelling van klachten aan het bewegingsapparaat, publ nr 1070.111/R990308, 1999
- Smets, G.J.F., Overbeeke, C.J. Expressing tastes in packages. Design Studies, 16, 349-365, 1995
- Sonneveld, M.H. Tactiele beleving van de gebouwde omgeving. In: ergonomie van de gebouwde omgeving, congresboek 2002, Pikaar R.N. (red), ErgoS. Enschede, 2002: 157-164, 2002
- Theimer, E. T. (ed). Fragrance Chemistry: The Science of the Sense of Smell. New York: Academic Press, 1982
- Vink, P. ,Comfortabel en slim werken, Kerckebosch, Zeist, 2002

- Vink P., Hark T.A. ter, Krause F. Future demands on comfort in construction vehicles' interiors according to manufacturers. Hoofddorp: TNO Work and Employment, 2001(1). Publ.nr. R2015764/4090174, 2001 (1)
- Vink P., Pennock H., Scheijndel P. van, Dort B. van. Verschillende rollen bij het toepassen van participatieve ergonomie. Tijdschrift voor Ergonomie 2001(2); 26(3):19-23, 2001 (2)
- Wilson J.R. Solution ownership in participative work design: the case of a crane control room. International Journal of Industrial Ergonomics 15 p.329-344, 1995
- Zhang, L., Helander, M.G., Drury, C.G. Identifying factors of comfort and discomfort in sitting, Human Factors, 38(3): 377-389, 1996

Foto's omslag:
aangetoonde
effecten op comfort
(Vink, 2002)

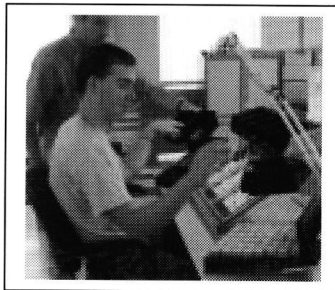
Cover page pictures:
proven effects on
comfort (Vink, 2002)

Een instelbare
stuurkolom voor
een graafmachine
verbetert zicht en
vermindert discom-
fort.



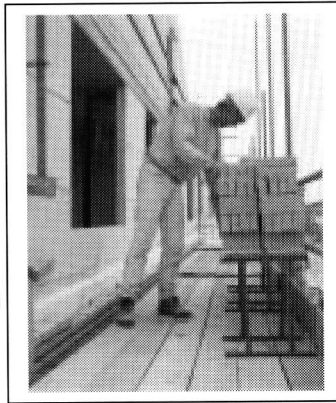
An adjustable
steering column
for an earth moving
machine improves
sight and reduces
discomfort.

Deze nieuwe as-
semblage werkplek
resulteerde in
meer comfort en
hogere producti-
viteit.



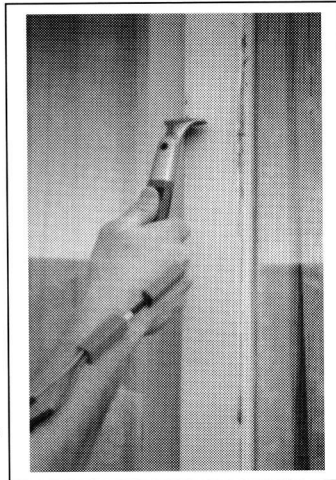
This new assembly
work station resulted
in higher productivity
and more comfort.

Minder discomfort en hogere productiviteit bij metselen met een 50 cm opgehoogde stenen tas.



Less discomfort and higher productivity with bricks 50 cm raised.

Meer comfort en gunstiger houdingen door een nieuwe verfkrabber.



More comfort and better postures working with the new paint scraper.

Bron/source: Vink, P. Comfortabel en slim werken, Kerckebosch, Zeist, 2002.