

# 21

## Veilig productgebruik

### **Samenvatting**

De vierde ergonomische gebruikskwaliteit: veiligheid, verdient een aparte behandeling. De interacties tussen een product en zijn gebruikers geven meestal een grote spreiding te zien. Afwijkingen van de door de ontwerper verwachte gebruikswijze of gebruikssituatie kunnen soms zodanig zijn, dat de kans op lichamelijk letsel sterk toeneemt. Gebruiksgoederen worden relatief vaak genoemd in de ongevalsstatistieken. De mogelijke factoren worden nagelopen uit elk van de sectoren van het mens-product-interactie model: mens, product, interactie en omgeving. Factoren zijn te onderscheiden in meer en minder relevant voor ongevallen, maar elk heeft slechts een kleine kans om als oorzaak van een ongeval op te treden. Een ongeval wordt bijna altijd veroorzaakt door een combinatie van factoren. Met een ongevalsanalyse is achteraf zulk een reeks of netwerk van gebeurtenissen soms te reconstrueren. Een preventieve aanpak richt zich eerst op de bron van gevaar, daarna op de interactie tussen product en gebruiker en in de derde plaats pas op een te dragen beschermingsmiddel. Enkele overwegingen en werkwijzen voor productveilig ontwerpen worden tenslotte kort aangegeven.

### **21.1 Productveiligheid en ergonomie**

Ergonomie streeft naar het zodanig ontworpen worden van producten of systemen dat voor de verwachte gebruikersgroep de omgang ermee nuttig, efficiënt, comfortabel en veilig zal zijn. Veiligheid is hierbij een zeer belangrijk aspect, omdat een onveilig product ernstige gevolgen kan hebben, veel ernstiger dan een oncomfortabel of een inefficiënt product.

‘Veilig’ wil in dit verband niet alleen zeggen dat er geen letsel aan personen kan worden toegebracht, maar ook dat het product en de omgeving niet beschadigd kunnen worden.

Bij het beschouwen van veiligheid moeten zowel mens, product, interactie en omgeving worden meegenomen. Een product moet overigens niet alleen veilig zijn voor de bestemde doelgroep en de verwachte mogelijke omgevingen en gebruikswijzen, maar liefst voor alle mogelijke en zelfs de minder waarschijnlijke doelgroepen, omgevingen en gebruikswijzen. De ergonomie richt zich niet speciaal op onwaarschijnlijke situaties, maar toch wordt geprobeerd in alle gevallen letsel of beschadiging te voorkomen. Dit is niet altijd mogelijk, maar de ontwerper moet zich tenminste realiseren welke onveilige situaties zich kunnen voordoen en wat, hoe en wanneer het fout kan gaan. Hoe ernstiger de mogelijke gevolgen, des te meer moet men aandacht besteden aan veiligheid, en des te meer moet daarbij met

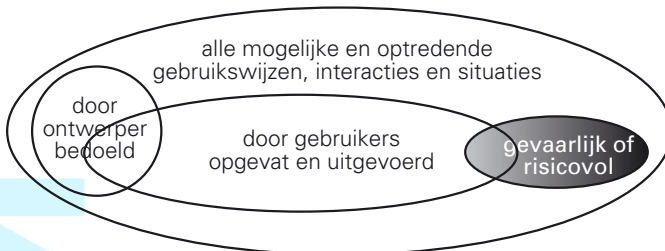
afwijkende en weinig voorkomende situaties rekening worden gehouden. Vervolgens kunnen er een bewuste afweging en een gefundeerde keuze worden gemaakt welke mogelijk gevaarlijke situaties met het product geaccepteerd worden. Hierbij kan of moet soms gebruik gemaakt worden van wettelijke bepalingen op het gebied van producten. Een ontwerper moet zich in ieder geval bewust zijn van de gevolgen van zijn ontwerp, en moet deze kunnen verantwoorden jegens zijn opdrachtgever, de gebruikers en de wet. Dit alles wordt in het volgende nader toegelicht en uitgewerkt.

## 21.2 Variatie in mens-product interactie

### *Het 'productbeeld'*

Bij een gegeven product(idee) worden een bepaalde gebruikersgroep, situatie en interactie-patroon verwacht, maar binnen zekere grenzen. Er moet rekening gehouden worden met de variatie binnen de gebruikersgroep, en met de veranderlijkheid in de productwerking en gebruiksomgeving. Het product krijgt een bedoeling mee en de ontwerper vormt zich daarbij een beeld over hoe het zal functioneren, in welke omgeving en welke gebruikswijzen daarbij betrokken zullen zijn (zie § 18.3, 'Het product in het brein'). De verzameling van door de ontwerper bedoelde gebruikssituaties wordt links aangegeven in figuur 21.1.

Daarnaast hebben ook de gebruikers beelden van de manier waarop het product bediend dient te worden, van de medegebruikers, van de mogelijke omgeving en de interactie. Hun beelden kunnen afwijken van het productbeeld dat de ontwerper heeft. Iedereen heeft een eigen en vaak andere opvatting over wat 'gewoon' is (dat is namelijk wat hij of zij zelf zou doen). Ontwerpers moeten zich terdege realiseren dat datgene wat zij als een 'normale gebruikshandeling' zien, door sommige gebruikers vreemd wordt gevonden. De productbeelden van gebruikers kunnen zelfs leiden tot gevaarlijke situaties. Ook de verzameling van door de gebruikers gedachte en gerealiseerde gebruikssituaties, -wijzen wordt aangegeven in figuur 21.1.



*Figuur 21.1 Venn-diagram van alle mogelijke en optredende gebruikswijzen, interacties en situaties.*

Het daadwerkelijk gebruik van het product en ook de feitelijke gebruikers en omgevingen, zullen echter gewoonlijk nog meer variëren dan het beeld dat ontwerpers en gebruikers daarvan hebben. Haast, vermoeidheid, onoplettendheid of



*Figuur 21.2 Er gebeurt (nog steeds) van alles met een bierkrat.*

te zijn. De oorzaken zelf van een ongeluk zijn lang niet altijd dramatisch, ook al zijn de gevolgen dat soms wel. Het is uit dit Venn-diagram van figuur 21.1 wèl duidelijk dat de kans op een gevaarlijke situatie, en dus de kans op een ongeval, groter is als het product niet gebruikt wordt zoals de ontwerper bedoeld heeft. Uiteraard geeft deze figuur een algemeen beeld, dat nogal zal verschillen afhankelijk van type product, ontwerper, doelgroep enzovoort.

De ontwerper dient te anticiperen op de gebruikswijzen die het meest door de gebruikers toegepast zullen worden. Hij/zij moet proberen het eigen productbeeld zoveel mogelijk overeen te laten stemmen met het beeld dat de gebruikers er van zullen hebben en hij moet daar in het ontwerp rekening mee houden. Hierbij moeten gevaarlijke situaties zo min mogelijk kunnen vóórkomen. Eigenlijk zou geen enkele gebruikswijze mogen leiden tot letsel, maar dit is niet altijd haalbaar. Een keukenmes is nu eenmaal door zijn functie een inherent gevaarlijk product. Bovendien kunnen gebruikers ook zulke vreemde dingen doen dat je daar als ontwerper niet verantwoordelijk voor kunt zijn. De ontwerper moet niettemin proberen zoveel mogelijk van de productbeelden van gebruikers en over het mogelijk en werkelijk gebruik, te weten zien te komen en dus het eigen productbeeld zo breed mogelijk te maken.

paniek kunnen bijvoorbeeld de oorzaak zijn van een menselijke actie die niet tot het productbeeld van de gebruikers hoort. Het gebruik kan ook bijvoorbeeld, als er geen geschikte omgeving beschikbaar is, niet gaan zoals de gebruikers zich in gedachten hadden. Hoe rijdt het boodschappenkarretje op het mulle pad; hoe zet je de elektrische boor uit in het donker? Er kan dus van alles gebeuren met een product en dat blijft niet beperkt tot het mogelijk voorspelbare (figuur 21.2).

Binnen de verzameling van alle mogelijke en voorgevallen soorten van productgebruik bevindt zich ook een verzameling 'gevaarlijke situaties'. Per definitie overlapt het productbeeld van de ontwerper niet met de verzameling gevaarlijke situaties, omdat die nooit door de ontwerper bedoeld kunnen zijn. Dit wil overigens niet zeggen dat er dan geen ongelukken kunnen gebeuren, want de kans op ongelukken is nooit nul.

Ongelukken kunnen ook ontstaan bij normale handelingen door gewone mensen in dagelijkse situaties, kortom omstandigheden waaronder een product zéker geacht wordt veilig

### *Letsel als kosten*

Over het algemeen houdt de wetenschap, en dus ook de productergonomie, zich bezig met invarianten. Dat zijn voorspelbare en telkens terugkerende gebeurtenissen. In de productveiligheid hebben we te maken met interacties die letsel of beschadiging tot gevolg hebben. Deze gebeurtenissen zijn zeldzamer en minder voorspelbaar. Toch is de ergonomie in deze min of meer unieke interacties geïnteresseerd, omdat ze voorzien en voorkómen moeten worden. Het gaat dan in de eerste, maar niet enige, plaats om het voorkómen van schade aan de gebruiker. Productveilig ontwerpen beoogt echter ook beschadiging van het product, de omgeving en de omstanders te voorkómen! In hoofdstuk 10 werd bij de kosten van productgebruik gesproken van ‘excessieve prikkels’, als een derde en zeer ongewenste kostensoort. Deze excessieve prikkels bewerkstelligen structurele, ongewenste en niet- of moeilijk herstelbare, veranderingen in het menselijk functioneren. De gevolgen kunnen variëren van verwonding, breuk, ziekte en handicap tot zelfs de dood. In de behandeling van het nutquotiënt in het vorige hoofdstuk (20.3, ‘Nut van gebruiksgoederen’) en bij de doelmatigheid van productgebruik (20.4, ‘Efficiëntie en effectiviteit’) werd eveneens van (te) hoge kosten gesproken, die soms in één of meer van de gebruiksfasen of achteraf moeten worden opgebracht. We concentreren ons in de volgende paragraaf op de lichamelijke schade die door productgebruik kan worden veroorzaakt.

### *Ongevalsbetrokkenheid van gebruiksgoederen*

Uit de registratie van ongevallen komt een lange en bonte rij van voorvallen en oorzaken naar voren: vallen, botsen, snijden, beklemmen, hitte en vuur, elektriciteit, vergif, verstikking, (bijna) verdrinking, explosie e.d. Het jaarlijkse (1994) aantal dodelijke ongevallen in Nederland in de privé-sfeer, verkeer en bedrijfs sfeer wordt geschat op ca. 3.300. Het aantal ongevallen met ernstig letsel waarvoor ziekenhuis-opname nodig was, wordt geschat op ca. 75.000. Ieder jaar zijn er bovendien naar schatting ongeveer bijna twee miljoen ongevallen met licht letsel, die poliklinisch of door de huisarts behandeld worden (SCV, 1995). Zie ook figuur 21.12. Deze cijfers hebben betrekking op ongevallen. In de meerderheid van de gevallen was daar een of ander technisch product (weg, vloer, trap, werktuig etcetera) bij betrokken, zij het niet steeds als primaire oorzaak. Dat is niet verwonderlijk, aangezien we leven in een door techniek gevulde wereld.

Indien het alleen om producten gaat, wijzen schattingen erop dat de producten die vaak op de een of andere wijze bij een ongeval betrokken zijn, de producten zijn die het onderwerp vormen van het industrieel ontwerpen van duurzame gebruiksgoederen. Dit zijn alledaagse gebruiksgoederen die onder ieders handbereik zijn. Dat hier relatief veel ongelukken mee gebeuren, valt ook wel te verwachten, omdat er met deze consumenten- en professionele hulpmiddelen intensief en frequent wordt omgegaan: men wordt er relatief vaak aan blootgesteld.



Figuur 21.3 Riskant productgebruik (Stichting Consument en Veiligheid, 1989).

### *Ernst van gevolgen*

Onder risico wordt verstaan: de grootte van de kans maal de ernst van het gevolg, kortweg ‘risico = kans  $\times$  gevolg’. Bij producten behelst het risico vaak zowel een grote kans op kleine verwondingen als een kleine kans op ernstiger effecten (zie ook de statistieken in figuur 21.12). Voor het individu kunnen die kosten aanzienlijk zijn en tot uitdrukking komen in bijvoorbeeld pijn, extreem discomfort en tijdelijk of permanent functieverlies. De kosten betreffen echter ook de niet gerealiseerde productie, de vermindering van waardevolle sociale contacten en dergelijke. Toename in afhankelijkheid en financiële gevolgen kunnen daaraan vaak worden toegevoegd. De maatschappelijke kosten zijn evenmin gering, als gedacht wordt aan de bezetting van medische voorzieningen. Economische schattingen omtrent ongevalskosten belopen landelijk tientallen miljarden euro’s per jaar.

### *Regelgeving en verantwoordelijkheid van ontwerpers*

De betrokkenheid van producten bij ongelukken dient ontwerpers een zorg te zijn. Dat geldt vanuit de professionele verantwoordelijkheid en persoonlijke ethiek, maar wordt ook opgelegd door regelgeving. Er zijn verschillende wetten, normen, voorschriften en keurende instanties die productveiligheid beogen. In de consumentensector zijn er de warenwet en uitvoeringsbesluiten en de wet op productaansprakelijkheid. Op de werkvloer heeft men te maken met de ARBO (Arbeidsomstandigheden)-wetten (Gies et al, 1997). In het verkeer gelden de verkeersreglementen. Voor elektrische apparaten is er het KEMA-keur en voor apparaten met water het KIWA-keur.

Indien producten als onveilig bekend staan, maken ze ook weinig kans op aanvaarding door de markt, of op commercieel succes. Het zou ideaal zijn als er geen onveilige producten op de markt komen, zodat gebruikers daar blindelings op kunnen vertrouwen. Maar zelfs al zou dat ideaal gerealiseerd zijn, dan zullen de ongevallen niet verdwijnen en slechts voor een deel verminderen. Het product is over het algemeen niet de enige oorzaak of de enige factor die een rol speelt bij het

ontstaan van een ongeluk. Daar zijn immers zowel de vaste eigenschappen van mens en product, als de wisselende interactie en omgeving bij betrokken. Onbelangrijk is het product echter zeker niet. Er wordt geschat dat in bijna alle gevallen een product een of andere rol speelt in de toedracht van het ongeval (SCV, 1993). Ontwerpers dragen de verantwoordelijkheid voor het ontwikkelen van veilige producten en daardoor mede de verantwoordelijkheid voor het welzijn van de gebruikers en andere betrokken personen. Het risico van productgebruik dient zo veel mogelijk beperkt te worden, volgens de beste inzichten uit de veiligheidskunde en de ergonomie. Dit houdt in dat zowel de kans op een ongeval als de gevolgen ervan zo klein mogelijk moeten worden gehouden. Dat betekent voor het ontwerpen, herontwerpen en aanpassen van gebruiksgoederen dat de ontwerper in zijn ontwerp zo goed mogelijk moet anticiperen op riskante gebruikswijzen en gebruikssituaties. Voor een deel kan dat gebeuren met een veiliger ontwerp. Voor een ander deel is dat een zaak van waarschuwingen op of bij het product, van een gebruiksaanwijzing of van voorlichting. Een bijzondere categorie vormen de ontwerpen van persoonlijke beschermingsmiddelen (valhelm en dergelijke) en beschermingsonderdelen (noodstop, afscherming en dergelijke), waarop straks zal worden teruggekomen. Eerst is voor het verkrijgen van inzicht wat meer kijk op de mens-, product-, interactie- en omgevings-factoren geboden.

### **21.3 Factoren bij product(on)veiligheid**

#### *Mens-factoren*

Gebruikers verschillen onderling, zo weten we, in menig kenmerk dat voor productgebruik van belang is. Er zijn vele kenmerken te onderscheiden op onder andere sensorisch, fysiek, psychisch, motorisch en sociaal gebied. Ervaring, technisch inzicht en gewoonten zullen per persoon verschillen. Daarnaast speelt ook het uiteindelijke gedrag van de gebruiker een rol. Een aantal van de voornoemde kenmerken zal bovendien per individu sterk wisselen in de tijd, afhankelijk van bijvoorbeeld het activatie-niveau, de motivatie en de belangstelling van het moment. Voor bijna alle kenmerken geldt dat zij slechts in beperkte mate bijdragen aan het ontstaan van ongelukken, en dat meestal van te voren niet aan te geven is welke specifieke kenmerken van de gebruikers tot een riskante situatie kunnen bijdragen. Dit kan echter verschillen per product, en zelfs per ongeluk.

Steenbekkers (1993) onderzocht kinderen, die wat karaktereigenschappen en gedragskenmerken betreft beoordeeld werden op de dimensie: risico-mijdend versus risico-nemend (zie figuur 21.4). Dat betekent niet dat een persoon altijd en jegens alle producten op dezelfde wijze handelt (gebruiksstijl), maar wel dat het iemand in het algemeen kan typeren. Het ziet er ook naar uit dat er enige blijvendheid is in die kenmerken en dat die enigermate tot het karakter van een persoon behoren. De kinderen die over het algemeen meer ongelukjes kregen (volgens ouders en leerkrachten), bleken meer risico-nemende gedragskenmerken toegekend te krijgen dan degenen die weinig ongelukjes kregen.

Het verband tussen karakter of gedragskenmerken enerzijds en de kans op ongevallen anderzijds (zie brokkenmaker theorie op de volgende bladzijde) is echter nog lang niet bewezen, aangezien de in de literatuur gevonden onderzoeken van uitkomst verschillen en de meningen verdeeld zijn.

<b>Risico-nemend</b>	<b>Risico-mijdend</b>
impulsief	afwachtend
gauw afgeleid	geconcentreerd
onvoorzichtig	voorzichtig
onrustig	rustig
neemt veel risico	neemt geen risico
struikelt vaak	struikelt nooit
onstuimig	beheerst
meestal onvoorbereid	kijkt en denkt vooruit
doenerig en druk	stil en teruggetrokken
zeer ondernemend	neemt weinig initiatief
snel uit balans	evenwichtig karakter

*Figuur 21.4 Gedragskenmerken met als uitersten risico-mijdend en risico-nemend (Steenbekkers, 1993)*

### *Perceptie van risico*

De gebruiker wordt in zijn gedrag beïnvloed door zijn perceptie van risico. Een ongeluk met een product is meestal onvoorzien door de gebruiker ervan. Niemand krijgt tenslotte voor zijn plezier een ongeluk. Het kan ook zijn dat de kans op een ongeluk weliswaar onderkend, maar onderschat wordt, of dat het risico dat men loopt gewoon geaccepteerd wordt. In de praktijk lijkt het er op dat ontwerpers er van uit gaan dat de perceptie van risico door gebruikers bijzonder goed is: de gebruikers zouden makkelijk inzien dat bepaalde handelingen gevaar opleveren en deze dan ook achterwege laten. Wagenaar (1992) veronderstelt echter dat mensen zich over het algemeen in het geheel níét bezig houden met de risico's die zij lopen in het dagelijks leven en dat daarom ongelukken niet geweten kunnen worden aan (bewust) onderschatte of geaccepteerde risico's. Als gebruikers in het geheel niet nadenken over de risico's, betekent dat dat ook de perceptie van dat risico afwezig is en er zeker niet zo'n accurate waarneming of verwachting is als ontwerpers vaak denken.

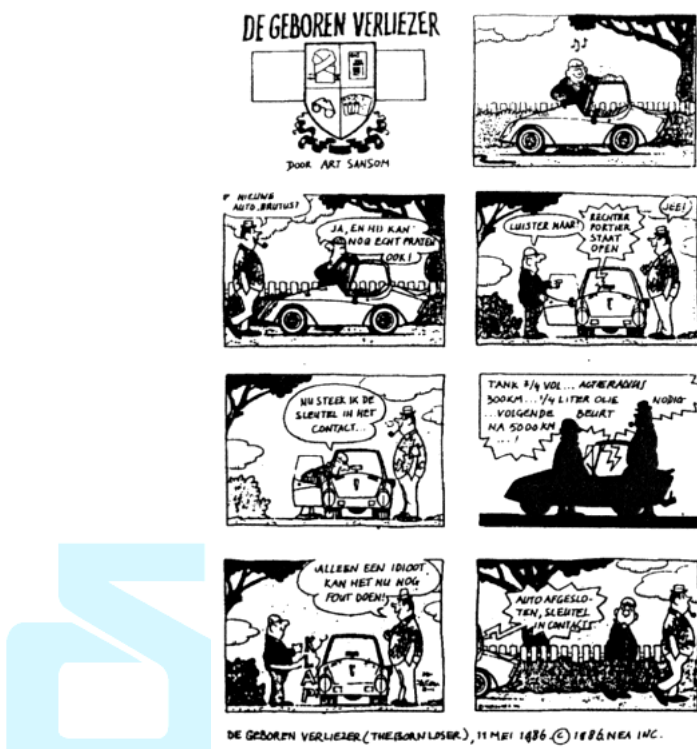
Ondanks de veronderstelling van Wagenaar wordt er ook wel gesteld dat de mens zijn gedrag aanpast aan het geschatte risico. Een bestuurder zal wellicht eerder besluiten tot een riskante inhaalmanoeuvre met een auto die een veilige indruk maakt (stevige deuren en een degelijke kreukelzone) dan met een auto die licht en gammel is. Met een veilige auto en daardoor opgewekt onveilig gedrag, wordt het uiteindelijke risico dat men loopt zo niet kleiner.

### *Brokkenmaker-theorie*

Er zijn theorieën over 'accident-proneness', die inhouden dat er brokkenmaker-

karakters zijn, personen die altijd in zeven sloten tegelijk lopen. Onderzoek bevestigt dat niet of nauwelijks. Het is moeilijk bij personen te registreren hoeveel ongevallen en van welke ernst hen over langere tijd is overkomen en nog moeilijker is het dan te analyseren welk aandeel zij zelf in het veroorzaken hebben gehad. Het is immers waarschijnlijk dat personen ook aanmerkelijk verschillen in de hoeveelheid risico die bij hun dagelijks leven past (exposure). Een circus-acrobaat, auto-coureur, verhuizer of houtbewerker leiden waarschijnlijk een onveiliger leven dan een telefoniste, boekhouder, professor of bibliothecaris. Of zou het zijn dat 'accident-prone' personen riskante situaties en beroepen uitzoeken? De kleine kans op een ongeval, dat bovendien door vele uiteenlopende factoren lijkt te worden veroorzaakt, leidt ertoe dat de risico-mijdenden en risico-nemenden niet eens zoveel hoeven te verschillen: waaghalsen komen er meestal wel goed vanaf en de uiterst zorgvuldigen kunnen soms ook pech hebben. Van belang is niet alleen het belanden in een riskante situatie. Het vermogen een riskante situatie snel te ontdekken en te voorzien en meteen weten te compenseren of te herstellen (remedial response), is vaak nog meer van belang dan hoe vaak men in zo'n situatie terecht komt. Risico-nemers of slaperigen kunnen soms uitstekend compenseren en zorgvuldige opletters af en toe niet.

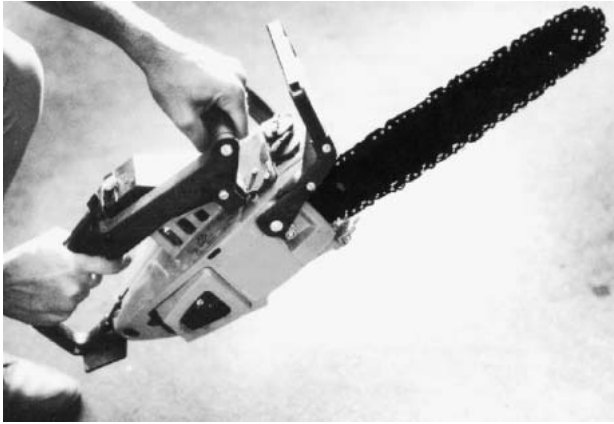
Er zijn dus wel degelijk mens-factoren betrokken bij de oorzaken van ongevallen met producten, maar ze wisselen door de tijd en zijn zeer divers.



Figuur 21.5 Persoonlijkheid en productgebruik.

### Product-factoren

Met een rubberen toneelmes valt weinig schade te berokkenen, maar blijkens de ongevalsstatistieken met een motorzaag wel (figuur 21.6).



Figuur 21.6 Kettingzaag.

Bij de product-factoren kan men denken aan een onderscheid in veiligere en onveiligere producten (zie figuur 21.7).

<b>veilig</b>	<b>onveilig</b>
←	→
handzaam	moeilijk te hanteren
beschermd	onbeschermd
overzichtelijk	complex
gebruikstolerant	star
bedrijfszeker	onbetrouwbaar
voorspelbaar	grillig

Figuur 21.7 Dimensie van productveiligheid op basis van productkenmerken.

Aan de veilige zijde geldt dan met enig recht: ze zijn handzaam, beschermd (bijvoorbeeld 'fail-safe', dat wil zeggen: komt bij falen automatisch in veiliger toestand), overzichtelijk, gebruikstolerant (verdraagt uiteenlopende behandelingen zonder dat er brokken van komen), bedrijfszeker (minieme kans op fout of breuk) en voorspelbaar. Aan de andere zijde bevinden zich producten die ongeveer beoordeeld kunnen worden als: moeilijk te hanteren, onbeschermd, complex, star, onbetrouwbaar en grillig. Er zullen overigens weinig of geen producten in de handel zijn, die alle laatstgenoemde eigenschappen in overtuigende mate bezitten; die zijn verboden en worden niet aangeschaft. Bij geldigheid van één of enkele van die negatieve eigenschappen zal het risico echter wel toenemen. Er zijn ook producten die nu eenmaal bedoeld zijn om 'ietsel' aan ander materiaal toe te brengen en die daardoor inherent gevaarlijk zijn. Dat zijn bijvoorbeeld producten die bedoeld zijn om te snijden, breken, zagen, slijpen, boren, pletten en branden. Bij veel van dergelijke producten is het niet goed mogelijk de gevaarlijke zijde

absoluut af te schermen; bijvoorbeeld omdat men er zicht op moet houden, of omdat een gevaarlijke onderdeel zijn nuttige functie anders niet kan uitoefenen. De gebruiker van een inherent gevaarlijk product zal zich gewoonlijk gewaarschuwd voelen. Er zijn daarentegen ook zeer onschuldige producten, waarbij de gebruiker weinig op z'n hoede is. Zo blijkt uit de ongevalsstatistieken bijvoorbeeld dat de combinatie van een, al dan niet wankel, keukentrapje en een oudere huisvrouw zeer riskant is.

### *Fail-safe*

Indien het product faalt en daardoor in een riskante toestand geraakt, is het – net zoals bij de mens-factoren – van belang dat er direct bescherming of correctie optreedt, opdat de situatie niet escaleert. Zodra de liftkabel breekt, wordt de lift automatisch vastgehouden; wanneer het vat overkookt stopt het proces direct en wordt de koeling gestart; als een hand tijdens de persslag tussen stempel en plaat komt, stopt een signaal van de infra-rood-detector de slag; bij een plotselinge schok vult de airbag in de auto zich met gas.

Niet alles is te voorzien en tegen niet alles is een kruid gewassen. Ouderdom van materialen en verbindingen kan plotselinge breuk veroorzaken of elektrische onveiligheid. Bij een wegschietende beitel, het breken van een zaag of het doorzakken van een laddersport zal het van diverse andere factoren afhangen of het optredende risico een ongeval tot gevolg zal hebben.

De conclusie bij deze groep van factoren is dus min of meer gelijk aan die bij de mens-factoren. Er zijn wel degelijk product-factoren die kunnen bijdragen tot het ontstaan van een ongeval, maar deze zijn zeer divers. De product-factoren zijn echter de enige waar de ontwerper direct zelf invloed op kan uitoefenen.

### *Interactie-factoren*

In het mens-product-interactie model gaat het bij interactie om de acties en reacties van mensen en producten op elkaar tijdens gebruik van het product. Dat gebruik heeft een aantal vrijheidsgraden en is dus niet volledig voorspelbaar uit de eigenschappen van mensen en producten. Interacties kunnen door vele factoren beïnvloed worden: niet, of niet op tijd of verkeerd waarnemen; verkeerd interpreteren; onjuist gedragsprogramma uit het geheugen halen of niet tijdig de juiste beslissing nemen; te laat (re)ageren; wisselen van een handelingsvolgorde; verkeerd activeren van controls; onjuiste beweging of krachtdosering en dergelijke. Deze factoren kunnen soms enigermate voor een bepaald product en gebruiksmoment worden gespecificeerd. Of de gebruiker daarna corrigeert, of dat het product dat doet, vormt de volgende stap in de interactie-spiraal. Er kunnen soms nog diverse stappen volgen en heel soms mondt dat uit tot letsel aan mens of product. Drie speciale vormen van interactie verdienen hierbij aandacht: onverwachte confrontatie, oneigenlijk gebruik en meervoudig gebruik.

1. **onverwacht gebruik**
2. **oneigenlijk gebruik**
3. **meervoudig gebruik**

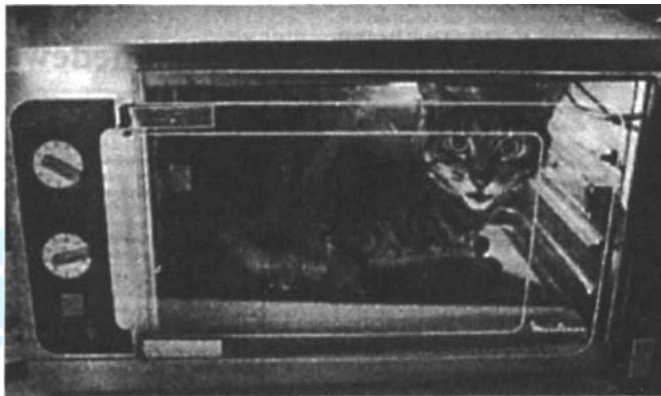
*Figuur 21.8 Speciale vormen van interactie.*

### *Onverwachte confrontatie*

Onverwachte, al dan niet door de gebruiker gewenste, confrontatie met een product, kan riskant zijn. Enkele voorbeelden: als men tijdens het blootsvoets wieden van een tuin met een voet op de tanden van een hark stapt; als men tijdens een routineloopje na het omgaan van een hoek tegen een bak botst die daar nooit eerder stond. Of als tijdens groente snijden op een aanrecht acuut iets in de oven moet worden gedaan. Bij solderen wordt in de ooghoek plots een schuivende stapel planken waargenomen, enzovoorts. Er is in zulke gevallen geen of te weinig tijd voor omschakelen of voorbereiden, de eerste actie kan niet tijdig worden gestopt of de nieuwe actie niet meer adequaat gestuurd. Toch kan het ook hier weer goed aflopen.

### *Oneigenlijk gebruik*

Producten hebben een primaire functie, maar worden soms toch voor een ander doel (figuur 21.9) gebruikt. Dat andere gebruik kan soms riskant zijn, omdat de producteigenschappen meestal weinig geëigend zijn voor het nieuwe doel. Het kan ook zijn dat bij deze kleine quasi ‘productinnovatie’ geen passend gebruiksprogram aanwezig is, dat de improvisatie verkeerd is of dat het toch inzetten van het program voor de primaire functie riskant is. Als voorbeelden: op een iele stoel gaan staan om bij een hoge lamp te kunnen. Slechts even hameren met de elektrische, aangesloten heggschaar. Bij haast, niet de vertrouwde doseerder halen, maar de bijtende vloeistof direct uit de grote container gieten. Bij sommige van die situaties vraagt men om ellende, maar de vraag wordt gelukkig niet altijd gehonoreerd.



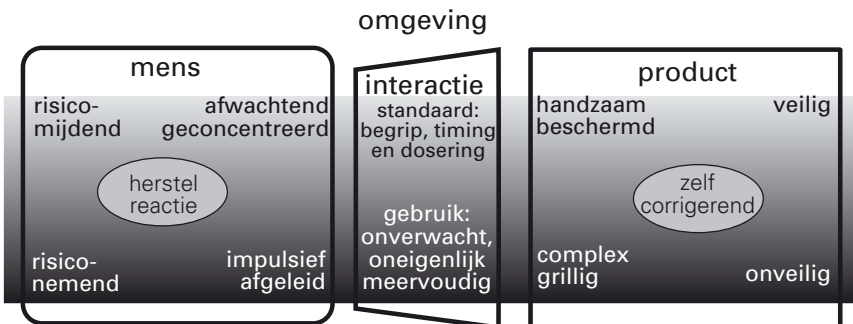
*Figuur 21.9 Oneigenlijk gebruik.*

### Meervoudig gebruik

Mensen kunnen vele dingen tegelijkertijd doen, maar niet elke combinatie is zonder risico. Het omschakelen op, of juist verdelen van aandacht over, verschillend productgebruik kan wel eens tekortschieten. Bijvoorbeeld met een priem in een blok hout prikken en het blok in een wankelende positie houden met de andere hand door middel van een tang. Onder het bestijgen van een ladder alvast een boor in de boormachine verwisselen. Of verder uiteenliggende doelen: bellen met de autotelefoon terwijl men een inhaalmanoeuvre uitvoert; een appel schillen onder het kijken naar een boeiend TV-programma; een vruchtenpers bedienen en tegelijkertijd een kookboek doorbladeren. Men komt soms handen, maar vaker nog brein, tekort bij dubbeltaken of neventaken.

### Plaats van de factoren in het model

We vatten alvast enkele van de factoren samen door ze in het mens-product-interactie model te plaatsen. Hierbij moet worden opgemerkt dat de waarde van iedere factor moeilijk te schatten is voor een bepaald product en dat de bijdrage van elke factor (aan de voorspelling van de kans op een ongeluk) gering is. Het is derhalve niet de bedoeling om er veiligheid van producten mee te berekenen. Desalniettemin is het goed om de factoren te zien in het perspectief van het model dat als leidraad wordt gebruikt.



Figuur 21.10 De veiligheidsfactoren in het Mens-Product Interactie-model.

### Omgevingsfactoren

Zowel de fysieke omgeving als de sociale omgeving kunnen bij het ontstaan van ongevallen bij productgebruik een belangrijke schakel of oorzaak vormen. Om evidente voorbeelden te noemen van fysieke omgeving: bij lawaai wordt het waarschuwingsalarm niet gehoord; bij lage verlichting ontwaart men niet dat de elektrische spanning nog ingeschakeld staat; bij felle koude verliest men de greep op het handvat; bij extreme schokken schiet het mes uit e.d. En voorbeelden van sociale omgeving: bij het schoonmaken van een snijmachine roept iemand anders om de aandacht; in het spitsverkeer beginnen de kinderen op de achterbank te vechten; onder het zagen schiet de dreiging van de baas levendig te binnen.

Er zijn ook vele situaties waar de grens tussen omgeving of product(en) minder

scherp is. Zwaar torsend, struikelt men over een achtergelaten tang of bananenschil; een hendel is glad van smeerolie en kan niet tijdig worden overgehaald e.d. Het patroon kan dus neerkomen op het onverwachts en plots storen van een routine, maar ook kan het zijn dat de omgevingscondities voor het productgebruik niet optimaal zijn.

### *Zijn er hoofdschuldigen?*

Elk van de hiervoor behandelde vier groepen van factoren kan in principe een hoofdschuldige leveren voor het ontstaan van een ongeval. Grote kanshebbers kunnen niet worden aangewezen, omdat elk van die vier groepen vele verschillende factoren inhoudt, die ook nog wisselen voor verschillende personen, producten, interacties en omgevingen, die evenmin alle constant zijn. De kansen dat er één hoofdoorzaak kan worden aangewezen, ook in één bepaald geval, wordt nog kleiner als men zich realiseert dat, zelfs bij eenvoudige gevallen, in de werkelijkheid er meestal een samenloop van omstandigheden is. Er is met andere woorden een gezamenlijke beïnvloeding door diverse factoren, zowel uit dezelfde groep als uit verschillende groepen. Die samenloop is er verder slechts zelden op één moment, maar bestaat gewoonlijk uit een reeks van gebeurtenissen die elkaar beïnvloeden.

## **21.4 Multi-causaliteit, ketens en netwerken van voorvallen**

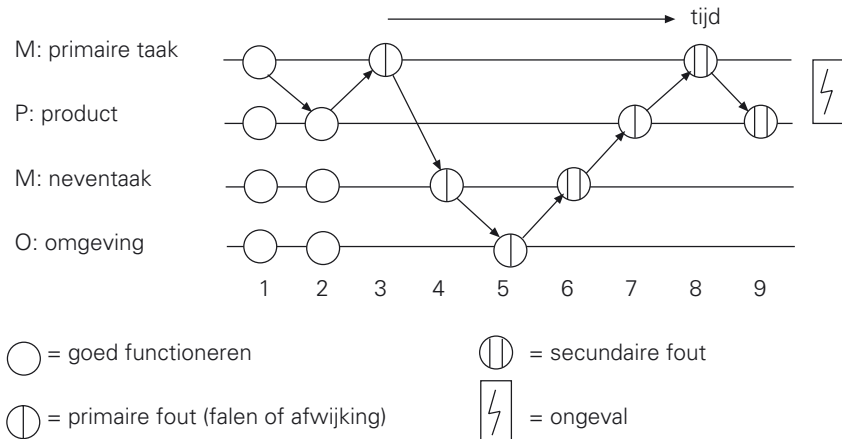
### *Reconstructie van een reeks van gebeurtenissen*

Het analyseren van een ongeval brengt al gauw aan het licht hoe aan de situatie van het ongeval verschillende andere situaties voorafgingen waarin een wisselend geheel van grotere en kleinere factoren de toon zet. Er zijn soms verschillende oorzaken tegelijk of in openvolging. Dat heet multi-causaliteit. Zie bijvoorbeeld de beschrijving in figuur 21.11. Dan bedenkt men zich pas welk een bont verloop gewone gebeurtenissen plegen te hebben bij nadere inspectie, ook als er geen ongeval of 'bijna-ongeval' optreedt. Dat maakt eveneens duidelijk dat ongevalsanalyse zeer moeilijk is. Doordat de reconstructie achteraf plaatsvindt, loopt men het risico het bonte verloop niet te kunnen achterhalen, factoren over het hoofd te zien, of 'false positives' aan te wijzen. Daar kunnen verschillende oorzaken voor zijn, bijvoorbeeld onvolledige of onjuiste herinnering van betrokkenen (het geheugen heeft nu eenmaal niet de accuratesse van een videocamera, of soms geeft men niet graag fouten toe), of onvolledige of onjuiste inspectie van product en situatie. Ofschoon de arts, de ongevallenstatisticus of de rechter graag één schuldige vindt, kan dat begrip schuldige bij een veelheid van invloeden zijn zin verliezen. Een indeling van ongevallen in: productgebonden, mensgebonden, situatie-gebonden, kan dus weinig zuiver zijn. In werkelijkheid is een indeling in 'oorzaak velerlei' en 'oorzaak onbekend' weliswaar minder bevredigend, maar vaker juist. Dat neemt niet weg dat een product of productonderdeel waaraan iemand zich verwond heeft, hoe dat dan ook is veroorzaakt, een nadere

ergonomische inspectie altijd waard is. Ook het onschuldige mes verdient aandacht van de ontwerper.

### Ongevalsanalyse

Bij de ongevalsanalyse worden verschillende methoden gebruikt om de verknoping van oorzaken, zoals die zich in de tijd ontwikkelt, in kaart te brengen. Uit de methoden die bij technische bedrijfszekerheidsanalyse worden gebruikt, komen 'faalbomen' voort. De verschillende mechanismen en onderdelen van een werktuig worden dan als een systeem gezien. Men analyseert waar falen van componenten kan optreden. Vervolgens berekent men de kansen van afzonderlijk of gezamenlijk optreden en de kans op het doorgeleiden van falen. Het is eenvoudiger en soms nuttig, als een eerste benadering een stroomschema te maken van een gebeurtenissenreeks en van de voornaamste actoren: product, taken en omgeving. Een voorbeeld wordt gegeven in figuur 21.11.



1. In een dik karton gaat iemand met een stanley-mes volgens een aangegeven lijn een cirkel uitsnijden. De linkerhand houdt het karton vast en draait het af en toe bij. Een lamp met strak gespannen snoer langs de tafelrand verlicht het werkvlak.
2. Normaal verloop volgens plan ○.
3. De veel kracht zettende hand wijkt van de cirkellijn af ⊖.
4. Van schrik trekt de linkerhand het karton wat opzij ⊖
5. Het karton trekt de stekker van de lamp uit het stopcontact en het licht valt uit ⊖
6. De linkerhand corrigeert te ver terug naar de plaats van het karton ⊖
7. De mespunt breekt ⊖ en snijhand schiet uit, mes vasthoudend
8. In het donker gaat de snijhand naar vorige positie ⊖
9. Uit karton stekende mespunt haalt onderzijde van de snijhand open ⊖

**Figuur 21.11** Een voorbeeld van een gebeurtenissenreeks en ongeval.

Het voorbeeld beschrijft een kleine keten van oorzaken die gezamenlijk tot een ongeval voeren. Hoe was dit te voorkomen geweest? Een sterker mes, of de verlichting op een andere plaats, of minder kracht zetten met de handen, of twee ervan, of alle drie? Bij veranderen van alle drie zou het risico het kleinst zijn

geweest. Een gebruiksaanwijzing zou in dit geval waarschijnlijk niets geholpen hebben. De invloed van de ontwerper blijft beperkt tot het maken van een steviger mes of een klem op het werkstuk.

## 21.5 Ongevalsstatistiek

Om het niet alleen bij voorbeelden te laten en de ernst van veiligheid nog eens te onderstrepen, volgen enkele statistische Nederlandse gegevens. Ongevallen worden in vele landen systematisch en zo volledig mogelijk geregistreerd, vanwege het vele menselijke leed en de hoge kosten die er mee gemoeid zijn. Her en der worden eveneens, al of niet steekproefsgewijs, analyses verricht van de ongevalsituaties en de aard van het letsel. Soms wordt dan ook bepaald welke typen van producten daarbij zijn betrokken. Voor de landelijke statistieken vormen medische registratie van huisartsen en ziekenhuizen de bron van gegevens. Kleinere ongevallen, waarvan men het letsel zelf verzorgt of waarvan men zonder meer de genezing afwacht, komen niet bij instanties terecht en worden derhalve niet in de tellingen opgenomen.

Voor de Nederlandse ongevalsstatistiek wordt vaak een indeling gemaakt in vijf sectoren waar de ongevallen hebben plaats gevonden. Het gaat dan om de sectoren: privé, sport, verkeer, arbeid en geweld. In elk daarvan zijn ook vele dagelijkse gebruiksgoederen aan te treffen, die een rol bij een ongeval kunnen spelen.

Sector:	privé	sport	verkeer	arbeid	geweld	totaal
aantal x 1000 :	578	186	141	114	54	1.090
%:	54	17	13	11	5	100

*Figuur 21.12 Slachtoffers van ongevallen, behandeld op spoedeisende-hulpafdelingen van ziekenhuizen, 1997 (naar: Centraal Bureau Statistiek 2000).*

Opmerkelijk is dus dat van de ruim één miljoen – althans op deze wijze geregistreerde – ongevallen per jaar meer dan de helft vóórkomt in de privé-sfeer en dat verkeer en arbeid elk minder dan een kwart daarvan aan slachtoffers eisen. De laatste categorie “geweld en zelfverminking” telt jaarlijks toch nog steeds 54.000 personen en 1500 overleden er door zelfdoding. Het aantal dodelijke ongevallen in de privé-sector is ongeveer 1× op de duizend ongevallen in die sector.

Het aantal ongevallen is niet gelijkmatig over de sexen en leeftijdsgroepen verdeeld: Mannen 57% en vrouwen 43 %. In de volgende tabel worden per leeftijdsgroep het percentage van het totaal aantal ongevalsslachtoffers vergeleken met het percentage van de bevolking in die leeftijdsgroep:

Leeftijd (jaren):	0-4	5-14	15-24	25-44	45-64	> 64
% ongevalsslachtoffers:	6	15	21	34	15	10
% van bevolking (15,9 miljoen):	8	12	12	32	24	13

*Figuur 21.13 Ongevalsslachtoffers (1997) per leeftijdsgroep en bevolkingspercentage (naar: Centraal Bureau Statistiek, 2000).*

Uit deze tabel blijkt dus dat de drie leeftijdsgroepen tussen 4 en 45 jaar relatief meer ongevallen overkomt dan op grond van het aantal personen valt te verwachten. Dat geldt in het bijzonder voor de groep van 15-24 jarigen, die kennelijk door meer blootstelling aan gevaarlijke situaties en/of minder voorzichtigheid en minder ontwikkelde vaardigheden bijna een verdubbelde ongevalsfrequentie hebben.

De Stichting Consument en Veiligheid verzamelt statistieken over ongevallen via een landelijk "Letsel Informatie Systeem", met de nadruk op de privé-sector. In een publicatie over het type ongeval (naar 'letselmechanisme') blijkt in die privé-sector per jaar, gemiddeld

over de periode 1998-2002 en bij een jaarlijks totaal van 540.000 ongevallen de volgende frequentie per type:

- vallen, zwikken, struikelen, uitglijden e.d.	280.000,
- stoten tegen of geraakt worden door object	68.000,
- snijden aan object	56.000,
- beknelling	23.000,
- verbranding	10.000,
- overige gevallen	103.000.

In diezelfde publicatie is ook de "top 10" van producten te vinden, die betrokken waren bij die privé ongevallen. Daarbij wordt er onderscheid gemaakt tussen consumentenproducten en overige producten:

Consumentenproducten	behandelingen	Overige producten	behandelingen
Glas, niet gespecificeerd	9.000	Vaste trap	35.000
Bed	7.300	Hond	13.000
Stoel	6.600	Straat/rijweg/trottoir	12.000
Mes, niet gespecificeerd	6.100	Vloer, niet gespecif.	10.000
Alcoholische drank, niet gesp.	6.00	Muur	7.400
Tafel	6.000	Trap, niet gespecif	5.000.
Kast	4.500	Stoeprand	4.900
Bank	4.200	Lichaam	4.500
Autoportier	4.000	Steen	3.300
Auto	4.000	Drempel	3.100
	57.800		98.200

*Figuur 21.14 Top tien van consumenten- en van overige producten, betrokken bij ongevallen per jaar, gemiddeld over de periode 1998-2002 (St. Consument & Veiligheid 2004).*

Deze twee lijstjes beschrijven overigens slechts 11 en 18 % van het totale aantal ongevallen in die sector. Veel blijft onbepaald bij de registratie of betreft andere producten. De rangorde van de Top tien geeft echter wel een interessant beeld.

Door middel van onderzoek dat uitgebreider is dan alleen registratie, wordt door verschillende instituten getracht meer wetmatigheden te ontdekken in het ontstaan van ongevallen. De preventie door beter, veiliger ontwerpen zou dan gericht kunnen gebeuren. De ontwerpbijdrage zal beperkt, maar zeker waardevol kunnen zijn.

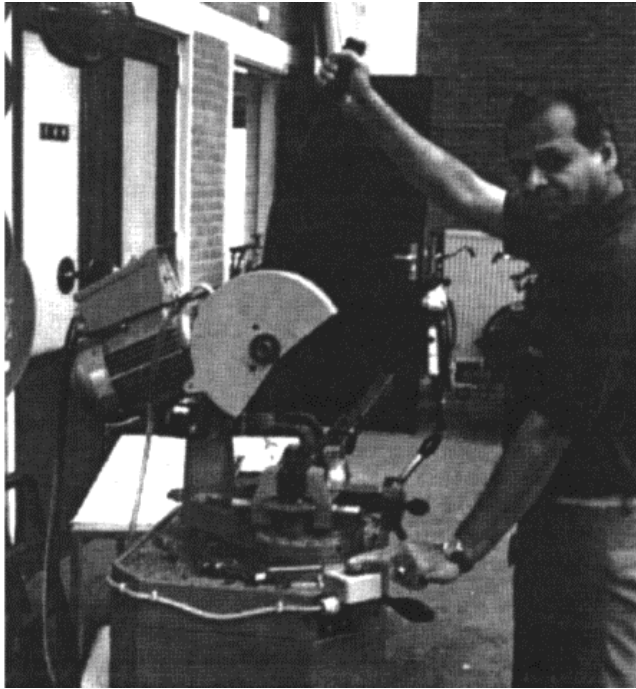
## 21.6 Bescherming

### *Bron, weg en gebruiker*

Zoals al behandeld werd in hoofdstuk 14 bij lawaai, is het beter te voorkómen dan te genezen. Het heeft de voorkeur éérst de bron aan te pakken en pas daarna de weg tussen bron en blootgestelde mens. Uiteindelijk in de derde plaats moet men aan de mens zelf bescherming geven. Bij lawaai dus eerst proberen de lawaaiige motor zelf te verbeteren; indien dat niet of onvoldoende lukt, kan men denken aan een isolerende omkasting of een tussenscherm; en pas daarna kan men gaan denken aan oorbeschermers. Lawaai is overigens een gevarenbron doordat het de concentratie stoort, doordat het belangrijker geluidssignalen maskeert en door het ‘lange-termijn ongeval’ beroepsdoofheid. Bij lawaai wordt een beschermingsmiddel dubbel noodzakelijk bevonden om de kans op bovengenoemde gevaren te verminderen. Bij dit type van beoordeling moet men niet alleen de aandacht richten op de fase van het gebruik in strikte zin, maar moet men ook de voorbereidende fasen en de navolgende gebruiksfasen erbij betrekken. Juist bij vervoeren, installeren, aansluiten, of reinigen, demonteren en opbergen, kunnen gevaarlijke situaties ontstaan. De gebruiker ervaart soms die andere fasen als noodzakelijk kwaad, concentreert zich op het strikte gebruik, of wil er snel vanaf zijn. De gebruiker let daarom minder op en er zal dus eerder iets gevaarlijks gebeuren.

### *Aanpak van de bron*

Bij de aanpak van het gevaar bij de bron is de eerste vraag of het denkbaar is dat door een samenloop van omstandigheden ledematen in aanraking kunnen komen met productdelen die letsel zouden kunnen veroorzaken, bijvoorbeeld elektriciteit, bijtende vloeistof of onderdelen die snijden, steken, klemmen of verbranden. Dit moet uiteraard voorkómen worden. De volgende vraag is, of het absoluut noodzakelijk is dat het gevaarlijke onderdeel bereikbaar is voor de gebruiker. Het is vaak mogelijk het product zó te maken dat de gevaarlijke delen minder toegankelijk zijn, of eventueel minder toegankelijk worden zodra het product werkt. Die gevaarlijke delen liggen dan bijvoorbeeld dieper, verzonken of achter een rand. Bij een werkend product valt te denken aan afscherming van het gevaarlijke gedeelte. Dat kan bijvoorbeeld ook door op andere wijze de handen uit de weg te laten houden. Zo werken sommige apparaten, zoals een koffiemolen, alleen met goed gesloten deksel en doen andere apparaten het alleen zolang beide handen contact maken met een knop of handvat buiten de gevarenzone (zie figuur 21.15). Er kunnen ook aspecten aan een product zitten, waarbij niet de interactie met de gebruiker gevaarlijk is, maar waarvan de veiligheid wél bij de bron aangepakt moet worden. Een voorbeeld is de waakvlam van een geysier, waarbij de gastoevoer wordt afgesneden als de vlam per ongeluk uitwaait. Dit voorkomt explosies.



*Figuur 21.15 Beide handen elders bij cirkelzaag.*

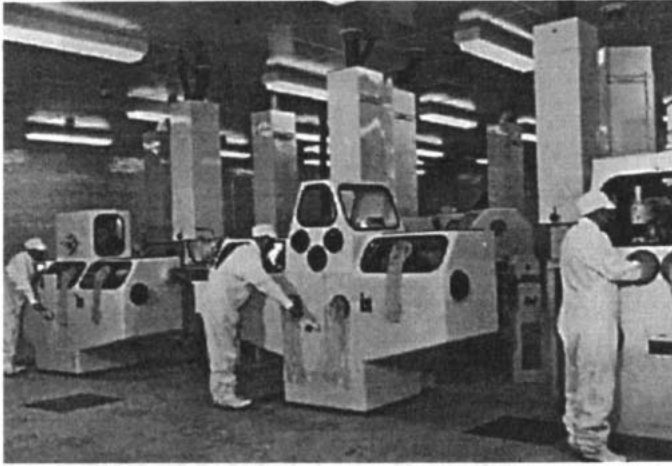
### ***Aanpak van de weg***

Tussen ledematen of het hele lichaam enerzijds en de gevarenbron anderzijds wordt een beschermer geplaatst (figuur 21.16). Dat kan dichtbij of veraf zijn. Hierna zijn enkele voorbeelden uitgewerkt. Een isolerend handvat van een handwerktuig voor reparatie van elektrische toestellen; een beschermkap over het grootste deel van een cirkelzaag, zodat de opening hopelijk alleen het te bewerken materiaal doorlaat, terwijl de zaag uitsluitend kan roteren als de kap in goede positie staat; de eerder genoemde infra-rood detector in de platenpers, die de persslag tegenhoudt of stopt, indien warme, levende materie op een gevaarlijke plaats aanwezig is.

Deze voorbeelden kunnen gedeeltelijk ook beschouwd worden als aanpak van de bron, want de beschermende onderdelen zitten aan het product (de bron) vast. Er zijn ook voorbeelden waarbij de bescherming echt tussen product en mens in zit. Denk bijvoorbeeld aan de schermen, die geplaatst worden rond een lasser om de omgeving te beschermen; het scherm met loodglas, waarachter men moet staan, voordat de röntgenstraler of andere gevaarlijke stralingsbron geactiveerd kan worden; geluidswallen langs de snelweg.

Ook zijn er voorbeelden van oplossingen waarbij het toestel of de machine op afstand gehanteerd wordt. Men noemt dat 'telemanipulatie'. Zo denke men aan een cabine rond de verspaner, die gietstukken ontbraamt en die door een joy-stick aan de buitenzijde kan worden gestuurd. Of de oplossing van twee kunsthanden die men kan omvatten om radio-actief materiaal te pakken, positioneren, over te gieten

e.d. en waarbij die eind-actie op grote afstand plaatsvindt en alleen via een TV-circuit waar te nemen valt.



*Figuur 21.16 Aanpak van de weg.*

### ***Aanpak van de gebruiker***

Indien geen goede oplossing kon worden gevonden voor bron of weg, kan aan een 'tweede huid' voor de gebruiker worden gedacht (zie ook §§ 6.6 en 7.6, ontwerpen van persoonlijke uitrusting). Hittebestendige handschoenen bij brand, rubber handschoenen tegen zuur, werkhandschoenen tegen splinters of doorns. Veiligheids gordels (figuur 21.17) en val-koorden zijn middelen om te grote versnelling van de gebruiker (te pletter slaan of vallen) te voorkomen, of de effecten ervan te verminderen. De laskap beschermt tegen verblinden en vonken. Het loodschort dient ter bescherming tegen röntgenstraling; oorbeschermers tegen luid lawaai; valhelmen, kniebeschermers en kogel-vrije vesten tegen impact van buitenaf. Bij deze oplossingen is het niet alleen van belang dat de gedragen beschermingsmiddelen goed isoleren en passen, maar ook dat zij niet, of zo min mogelijk, het normale functioneren noch de bedoelde interactie tussen mens en product hinderen. Hinder kan bijvoorbeeld ontstaan doordat de bescherm-middelen het zicht belemmeren, de bewegingen beperken, of dat zij door hun gewicht vermoeien, veel transpiratie veroorzaken en zo voort.

Bescherming kost iets. Zowel de ontwerper als de gebruiker dienen dus een verstandige afweging te maken, gezien de kans op een ongeval en de mogelijke ernst van de gevolgen. Omdat gebruikers daar veelal lichtvaardig over denken, is het goed dat er vele wetten en voorschriften zijn.



## 21.7 Ontwerpen van veilige producten

### *Werkwijzen*

Het ontwerpen met aandacht voor veilig productgebruik hoort thuis in de rij van ergonomische gebruiksfunctionaliteiten, waarvan de overigen zijn: nut, doelmatigheid en comfort. Alle vier zijn het belangrijke en onmisbare doelstellingen in elk ontwerpproces, die in een of andere vorm in het programma van eisen verwerkt moeten worden. We hebben echter gezien dat elk van die productkwaliteiten ook wel speciale denkwijzen en analyse-methoden vergt. Zo is het dus ook gesteld met het veilig gebruik. Het bijzondere daarbij is dat er rekening moet worden gehouden met zeer kleine kansen en met een diversiteit van wisselende factoren. Productfactoren vormen daar, zoals gezegd, slechts een deel van. Desalniettemin ligt het binnen de professionele verantwoordelijkheid van productontwikkelaars om de gebruiksveiligheid bewust en kundig af te wegen en de beste garanties te geven die mogelijk zijn, gezien de stand van de kennis uit de productergonomie, veiligheidskunde en techniek. Hoe schat men dat een product ‘fool-proof’ (bestand tegen gekken) of ‘child-proof’ (bestand tegen kinderen) behoort te zijn, en hoe realiseert men dat? In het volgende worden kort de eerste handreikingen gedaan.



*Figuur 21.17 Aanpak van de gebruiker.*

### *Analyse van gebruiks- en levensfasen*

Er is enige kennis nodig van wetten, normen en voorschriften, maar ook van de ongevalsstatistiek, om reeds bij een vaag idee voor een nieuw product te weten of men in een gevarezone kan belanden. Is dat het geval, dan is men als ontwerper extra gewaarschuwd. In ieder geval kan het productidee, zodra er een eerste aftekening is van gebruikssituaties en gebruikersgroep, worden ingeschat op de dimensie veiliger-onveiliger, zoals dat in § 21.3 ‘factoren bij product(on)veiligheid’ is aangegeven. Dat schatten moet fantasierijk en misschien zelfs wat pessimistisch geschieden. Naarmate het ontwerpproces concreter en gedetailleerder wordt, zal die inschatting (assessment) over product, onderdelen, systeem en gebruikswijzen gewoonlijk nader kunnen worden gefundeerd. In alle gebruiksfasen, de voorbereidende, de fase van gebruik in strikte zin en de nazorg-fasen, zullen de mogelijkheden tot letsel moeten worden geïnventariseerd. Het is zelfs geboden die analyse uit te breiden naar de overige fasen van de productlevenscyclus: die welke voorafgaan aan het gebruik (de fasen van makelij en distributie) en de fasen die op het gebruik volgen (de fasen van afdanking, demontage en hergebruik). De – zij het gedeelde – verantwoordelijkheid van de ontwerper gaat dus ver!

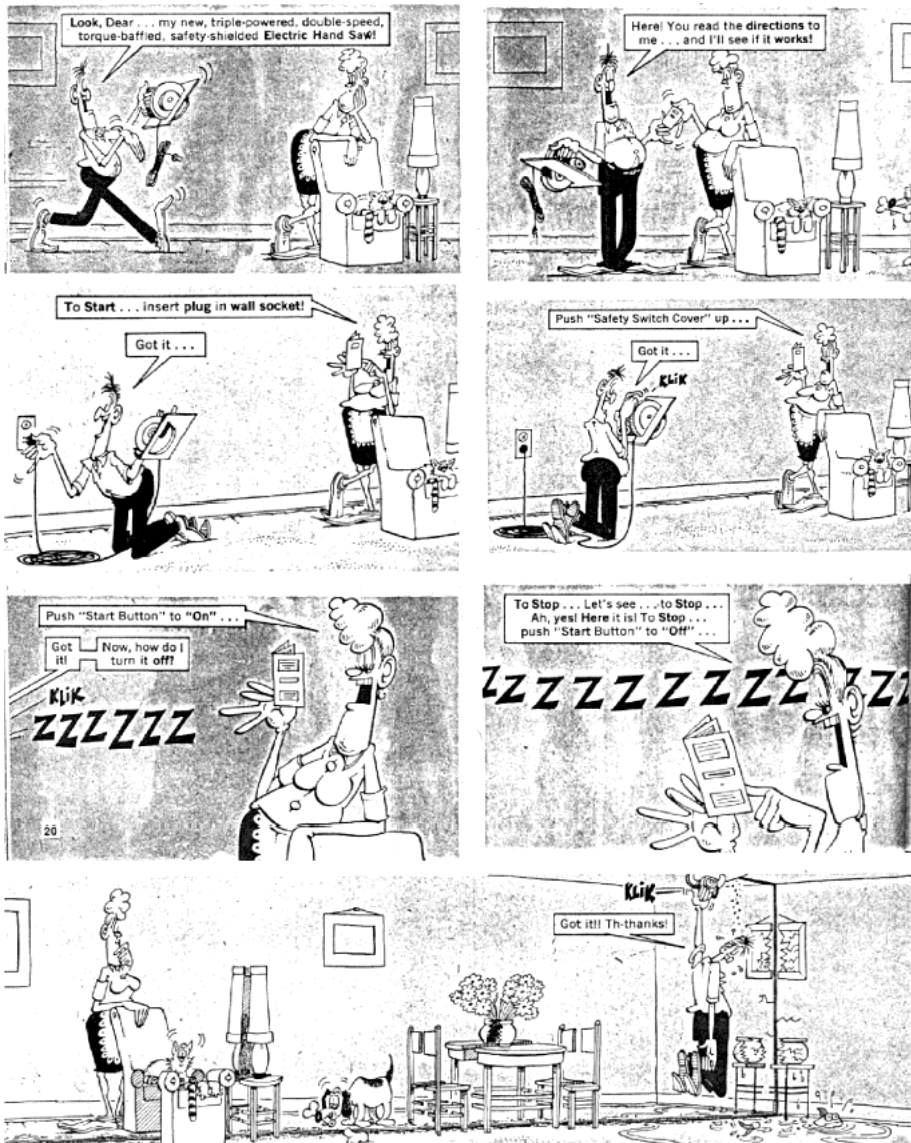
### *Reeks van veiligheidsbevorderende oplossingen*

Wat door keuze van vorm, werking, materiaal, opbouw en keuze van onderdelen kan bijdragen tot minder riskante mens-product interactie is velerlei, maar is niet in enkele regels te vangen. Als wij ons concentreren op de interactie tussen mens en product – en dus op de gebruikers –, komt het erop neer dat de denkwijze dient te worden gevolgd zoals die verbeeld is in de opsomming van figuur 21.18. Er dient dus in het proces van eerste idee tot gereed product, specifiek en stapsgewijs te worden geanalyseerd, bedacht, getoetst, veranderd, getoetst enzovoort. Als globale regel voor de volgorde van verbeteringen geldt dat bij voorkeur éérst de bron moet worden aangepakt, dan de weg en, als dat daarna nog nodig is, een tweede huid voor de gebruiker. Daarnaast kan men gebruik maken van het principe ‘if exposed, show’, dat wil zeggen dat, indien de gebruiker dan toch in een riskante situatie komt, het product dat zo duidelijk mogelijk toont ter waarschuwing. Maak onderdelen met letsel-potentie dus liefst onbereikbaar, maar als dat niet kan laat het gevaar dan zichtbaar en opvallend zijn, of bouw een alarmerende signaalgever in. Een waarschuwingsaanduiding op het product of, nog erger, een gebruiksaanwijzing (die zelden gelezen wordt, zie figuur 21.19) mag niet gebruikt worden om tekortkomingen van product, van de weg of van een eventuele tweede huid te vergoelijken. Wèl kan een waarschuwing en/of gebruiksaanwijzing een aanvulling zijn op een reeds zo goed mogelijk verbeterd product. Evenals het ongeval het resultaat is van een netwerk van gebeurtenissen en dus multi-causaal is, is het een goed product-ergonomisch principe om een reeks of netwerk van veiligheidsbevorderende oplossingen tegelijkertijd in en op en bij het ‘onveilige product’ aan te brengen.

- Aanpak van prioriteiten:**
1. aanpak van de bron
  2. aanpak van de weg
  3. een tweede huid

- Toevoegingen:**
1. if exposed, show
  2. waarschuwingsaanduiding
  3. gebruiksaanwijzing

Figuur 21.18 Reeks van veiligheidsbevorderende ontwerp-strategieën.



Figuur 21.19 Iemand die de gebruiksaanwijzing wèl las.

### *Productveiligheid in het ontwerpproces*

Hoe groter de vrijheidsgraad van het product, des te groter de vrijheidsgraad van handelen voor de gebruikers en des te groter de variatie in gebruik. Een hendel op een nagelvast apparaat heeft weinig vrijheidsgraden; hij kan alleen maar overgehaald worden. De gebruiker wordt daarbij beperkt door de vaste plaats, oriëntatie en bewegingsrichting van de hendel en de restricties die de omgeving oplegt (misschien kan de gebruiker niet overal staan). Een schaar heeft daarentegen veel vrijheidsgraden, daar kan van alles mee gedaan worden. De gebruiker kan de schaar oppakken, overal mee naar toe nemen, op allerlei manieren vasthouden en in alle richtingen bewegen.

Het moge duidelijk zijn, dat men bij het vormen van een productbeeld van het ontwerp er niet onder uit komt om rekening te houden met mogelijk gevaarlijke situaties. Bij producten met veel vrijheidsgraden moet er daarom ook rekening gehouden worden met de mate van vrijheid in gebruik en de mogelijke risico's die daaraan verbonden kunnen zijn.

De volgende noodzakelijke stap is aandacht geven aan die risico's in de productvisie, die vooraf gaat aan het programma van eisen (P.v.E.). In dat P.v.E. moeten de risico's met zo expliciet mogelijke eisen worden bestreden. Aan de hand van het P.v.E. kunnen er concepten gemaakt worden, waarbij de prioriteiten voor de productveiligheids-aspecten zijn zoals hiervoor beschreven. Het beste concept, waaruit het uiteindelijke product zal groeien, moet opnieuw worden geëvalueerd en op risico worden geanalyseerd. In vele ontwerpprocessen zal gebruiksonderzoek (zie onder meer 18.5 'Gebruiksonderzoek') nuttig of zelfs onmisbaar zijn, om de onzekerheden te verminderen. Enkele onhandige of nonchalante proefpersonen los te laten op proefmodellen, kan goud waard zijn. De bevindingen van evaluatie en gebruiksonderzoek kunnen worden gebruikt om de puntjes op het P.v.E. te zetten en het product weer een slag te verbeteren, ofwel veiliger te maken. Dit cyclische proces kan eventueel worden herhaald tot het resultaat bevredigend is, waarna verdere detaillering van het ontwerp kan plaatsvinden.

Ontwerpen van gebruikskwaliteit blijkt dus wederom niet eenvoudig te zijn, noch via eenduidige recepten te verwezenlijken. Met enige aandacht valt er echter veel goed werk te doen.

### **Begrippen**

Mens-Product Interactie:

- i1 (on)voorspelbaarheid van interactie
- i1 productbeeld van ontwerper (bedoeling)
- i1 productbeeld van gebruikers (opvatting)
- i1 gebruikswijzen/interacties en situaties (mogelijk en werkelijk)
- i1 gevaarlijke situaties
- k1 lichamelijke schade wegens productgebruik
- k1 risico = kans  $\times$  gevolg
- k2 kostensoorten van ongeval

## k2 veiligheidsvoorschriften

## Factoren bij productveiligheid:

- i2 Mens: risico-mijdend versus risico-nemend (dimensie)
- k2 accident-proneness
- k2 verschil in blootstelling (exposure)
- i1 remedial response
- i2 Product: veiliger versus onveiliger (dimensie)
- k1 fail-safe, zelf corrigerend
- k1 gebruikstolerant
- k1 bedrijfszeker
- k1 onderdeel met letsel-potentie
- k2 Interactie: onverwacht, oneigenlijk, meervoudig
- k3 Omgeving: onderscheid omgeving en product

## Multi-causaliteit:

- i1 gebeurtenissenreeks
- k1 netwerk van factoren
- i2 productgebondenheid?
- k2 faalboom
- k2 stroomschema
- i2 primaire en secundaire fout

## Ongevalsestatistiek:

- k3 sector indeling
- k3 leeftijdsfactor
- k2 ongevalstype
- i2 product als aanleiding of 'oorzaak'

## Bescherming:

- k1 bron, weg, tweede huid
- k2 risico in verschillende gebruiksfasen
- k3 registreerbaarheid letseloorzaken
- k3 isolatie en afstand
- k1 beschermingsmiddelen: gedragen worden, isoleren, passen, niet hinderen

## Ontwerpen:

- k1 de vier kwaliteiten van gebruiksfunctionaliteit
- i1 ontwerpverantwoordelijkheid
- k2 risico-inschatting
- k2 overige fasen product-levenscyclus
- k1 risico's in productvisie en P.v.E.

- k1 rol gebruiksonderzoek
- k2 'if exposed, show'
- k2 waarschuwingsaanduiding en gebruiksaanwijzing
- k2 beschermingsnetwerk

### Vragen en suggesties

- 21.1. Bedenk welk gevaar een pingpongballetje wellicht kan opleveren door onvoorspelbaar gebruik.
- 21.2. Welk productbeeld zal de ontwerper van de pingpongbal hebben gehad?
- 21.3. Wat is het productbeeld van verschillende gebruikers bij een pingpong bal?
- 21.4. Waarom bevatten de productbeelden van gebruikers zelden gevaarlijke situaties?
- 21.5. Meent u een of meer 'brokkenmakers' te kennen? Zo ja, ligt dat dan aan karakter of leefsituatie (exposure) of beide?
- 21.6. Bedenk zelf een voorbeeld van risico bij onverwacht, bij oneigenlijk en bij meervoudig gebruik van een product.
- 21.7. Bij de grote ramp met de Russische kernergie-centrale te Tsjernobyl werd eerst aan het personeel de schuld gegeven en dat werd later weer teruggetrokken. Waarop kan dat wijzen?
- 21.8. Kunt u een soortgelijk plausibel voorbeeld bedenken en in een stroomschema zetten, zoals het voorbeeld van het Stanley-mes en het karton?
- 21.9. Verbaast u zich over de percentages in de tabel met de drie sectoren en ernst van letsel? Kunt u verklaringen geven voor die verhoudingen en uw verbazing?
- 21.10. Waarom zou het ongevalstype 'struikelen, uitglijden, vallen, verstappen' in de privé-sector zo domineren?
- 21.11. Maak een gebeurtenissenreeks van het gebruik van een douche. Waar zitten risicovolle gebeurtenissen?
- 21.12. Kunt u een voorbeeld geven van een ontwerpaspect dat de productveiligheid in de distributiefase beïnvloedt, en in de afdankingsfase?
- 21.13. Is het gaspedaal van een auto 'fail safe'?
- 21.14. Is een huishoudmes foolproof en childproof te maken?
- 21.15. Geef voorbeelden van maatregelen waarbij men respectievelijk de bron, de weg en de gebruiker heeft aangepakt.
- 21.16. Als de gebruiker wordt beschermd tegen gevaar, op welke aspecten moet men dan extra letten?
- 21.17. Beschrijf aan de hand van een eigen ervaring met een product het netwerk van gebeurtenissen dat bijdroeg aan het ongeval en geef aan of, en zo ja hoe en waar, dit voorkomen had kunnen worden.
- 21.18. Welke vier kwaliteiten zijn onmisbare doelstellingen in het ontwerpproces? Welk product uit uw omgeving voldoet niet aan minstens een van deze doelstellingen?
- 21.19. In welk geval hoeft de ontwerper zich totaal geen zorgen te maken over de

veiligheid van zijn ontwerp?

- 21.20. Schrijf een productvisie van een airbag voor de mede-inzittende; neem daarin de risico's op.
- 21.21. Plan een kort gebruiksonderzoek voor een alledaags gebruiksvoorwerp dat door iemand uit uw dagelijkse omgeving wordt gehanteerd; noteer punten en momenten van uw observaties, vragen en eventuele metingen.
- 21.22. Bedenk welke risico's waarschijnlijk vaak optreden bij het gebruik van verpakkingen.
- 21.23. Als vallen en vloeren zo dominant zijn in ongevalsstatistieken, kunnen er dan voor het ontwerpen algemene oplossingsrichtingen worden bedacht?
- 21.24. Beredeneer wat productveilig ontwerpen ook van doen heeft met Design for All.

