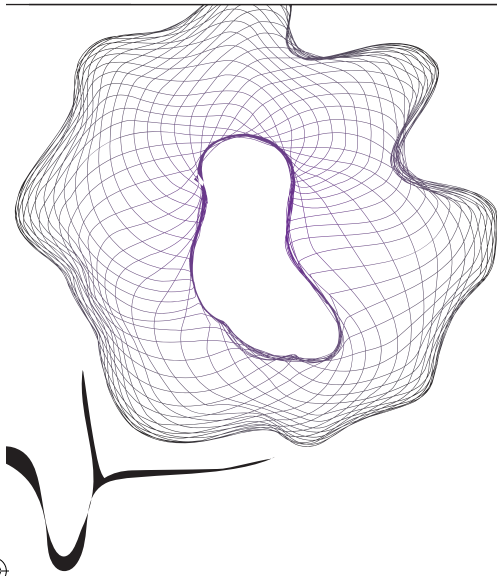


UNIVERSITEIT TWENTE.
CONCERNDIRECTIE STRATEGIE & COMMUNICATIE
GEBOUW: DE SPIEGEL
ANTWOORDNUMMER 323
7500 VB ENSCHEDE



ORATIE
17 SEPTEMBER 2009



MACHT EN ONMACHT DER GEWOONTE

DOOR PROF. DR. J.M.C. SCHRAAGEN

UNIVERSITEIT TWENTE.



PROF.DR. J.M.C. SCHRAAGEN

MACHT EN ONMACHT DER GEWOONTE

3

17 SEPTEMBER 2009



MACHT EN ONMACHT DER GEWOONTE

MIJNHEER DE RECTOR MAGNIFICUS, BESTUUR EN VERTEGENWOORDIGERS VAN DE STICHTING LIFT, COLLEGA'S, VAKGENOTEN, STUDENTEN, FAMILIE, VRIENDEN, DAMES EN HEREN,

Van harte welkom bij deze oratie ter gelegenheid van het aanvaarden van het ambt van bijzonder hoogleraar Toegepaste Functieleer met bijzondere aandacht voor de cognitieve aspecten van mens-machine interactie. Het is mij een groot genoegen een overzicht te geven van het vakgebied, datgene wat we in de afgelopen jaren hebben bereikt, waar we nu mee bezig zijn en wat we nog willen bereiken.

De functieleer is een oude tak van de psychologie. Het object van onderzoek omvat de algemene mogelijkheden en beperkingen van de mens. Het gaat dus niet in de eerste plaats om de specifieke geaardheid van een individu, maar de persoon wordt gezien als een toevallig exemplaar van de soort. De belangstelling gaat dan ook uit naar het waarnemen in het algemeen, het leren, het vergeten, het taalgebruik, het beslissen, het denken enzovoort.

De functieleer wordt vanouds op verschillende terreinen toegepast. Laat ik u een voorbeeld uit mijn eigen onderzoek geven. Enige jaren geleden vroeg de Rijksdienst voor het Wegverkeer TNO om advies over een nieuwe serie kentekens. De oude serie met de bekende groepjes van twee letters en twee cijfers zou binnen een paar jaar door zijn natuurlijke reeks combinaties heen zijn

en men zocht naar alternatieven die goed onthoudbaar zouden zijn. Onthoudbaarheid is een belangrijk criterium omdat mensen in bijzondere situaties een kenteken moeten kunnen rapporteren aan de politie. Het gaat er dus niet om of u uw eigen kenteken weet, maar of u het kenteken van een andere auto die u slechts kort hebt gezien enige tijd kunt onthouden. Binnen de functieleer spreken we van het 'korte-termijngeheugen.' Mijn collega Kees van Dongen en ik hebben een experiment gedaan waarin we een groot aantal verschillende letter-cijfer combinaties hebben vergeleken op onthoudbaarheid¹. Daaruit is het huidige kenteken, sinds vorig jaar mei in gebruik genomen voor personenauto's (zie figuur 1), naar voren gekomen als het best onthoudbare, zelfs nog een fractie beter dan de oude serie. Dit is een klassiek voorbeeld van toegepaste functieleer: we hebben ons gericht op de geheugenfunctie en gaan er vanuit dat de resultaten geldig zijn voor de gehele Nederlandse populatie.



Figuur 1: Kentekencombinaties in Nederland (Bron: Rijksdienst voor het Wegverkeer)

Toepassingen van de functieleer vinden in het algemeen plaats onder de brede noemer van de 'ergonomie' of 'human factors' zoals de Amerikanen liever zeggen. Mijn TNO-thuisbasis in Soesterberg heet in het Engels "Human Factors", waarbij de 'T' van TNO staat voor 'toegepast'. Toegepaste functieleer en het TNO-instituut² Human Factors zijn dus natuurlijke partners, en dat al meer dan 50 jaar. In die jaren zijn hypermoderne scheepsbruggen ontworpen en geëvalueerd, commandocentrales voor fregatten en centrales van waaruit het verkeer te water, te spoor of op de weg gemonitord en aangestuurd kan worden. In al deze ontwerpen is de gebruiker van deze systemen het begin- en eindpunt van de analyse. Dit geeft een indruk van wat wij in het vakgebied bereikt hebben.

De maatschappelijke impact van human factors als discipline kan men onder andere afmeten aan de mate waarin zij erin slaagt technologie aan te passen aan de behoeftes van de gebruiker³. Iedereen die wel eens een tv-programma met een DVD-recorder heeft willen opnemen weet dat de bediening van een dergelijk relatief eenvoudig apparaat geen sinecure is. Alle apparatuur waarmee we ons omringen en die ons het leven gemakkelijker moet maken, maakt ons leven vaak alleen maar moeilijker. De introductie van Vista leidde bij veel mensen tot verminderde productiviteit en sinds ik digitale televisie heb kan ik geen programma's meer opnemen op mijn DVD-recorder terwijl ik inmiddels wel vier afstandsbedieningen heb, ieder met een eigen functie.

In veel beroepen moeten mensen geavanceerde technologie gebruiken om hun werk uit te kunnen voeren. Soms wordt die technologie zonder veel uitleg op de werkplek geïntroduceerd en moet men zich maar zien te redden⁴. Steeds vaker neemt de technologie allerlei taken over en verliezen mensen vaardigheden die ze vroeger nog wel hadden⁵, of verrast de technologie hen⁶. In de meeste gevallen leren mensen zich aan te passen aan de technologie. En wanneer dat niet gebeurt, en er een ongeval plaatsvindt, is de

reactie meestal om de betreffende professionals de schuld te geven, en ze naar een training te sturen of ze te ontslaan. Als verpleegkundigen rekenfouten maken met infuuspompen, moeten ze leren hoofdrekennen. Niemand vraagt zich af of die infuuspompen wel goed ontworpen zijn.

Het zou echter een grote fout zijn om het begrip 'technologie' te beperken tot fysieke spullen als computers, recorders of pompen⁷. Die spullen werken (of werken niet) binnen een veel bredere context. We kunnen infuuspompen zo gebruiksvriendelijk maken als we willen, als verpleegkundigen oververmoeid hun diensten moeten draaien of te maken krijgen met overdrachtsproblemen als gevolg van personeelstekort, blijft het risico op zogenaamd 'menselijk falen' bestaan. Ik zeg met nadruk 'zogenaamd menselijk falen', omdat er sprake is van systeemfalen⁸, niet van menselijk falen. Technologie heeft dus te maken met werk- en rustschema's, informatie, bemensing, verdeling van verantwoordelijkheid tussen mens en machine, wet- en regelgeving, cultuur, onderhoud van systemen, training en opleiding en ook nog een beetje met de interactie tussen mens en machine.

Binnen deze context worden goedwillende mensen vaak geconfronteerd met onderbezetting, overwerk, gebrek aan informatie, een cultuur van productie draaien, gebrekkig onderhoud aan systemen en weinig training. Deze structurele factoren, of latente condities, zijn voortdurend op de achtergrond aanwezig en mensen proberen zich zo goed en zo kwaad als het kan aan deze factoren aan te passen. In combinatie met een uitdagende omgeving ontstaat er zo nu en dan een dodelijke cocktail, waarbij goedwillende mensen zich tijdelijk niet aan de structurele factoren hebben kunnen aanpassen. Deze mensen, piloten, verpleegkundigen, automobilisten, vormen de laatste verdedigingslinie in een keten waar latente condities al langer aanwezig waren. Als plakken ronddraaiende emmentaler gatenkaas komen de gaten soms op één lijn te staan en loopt een serie gebeurtenissen

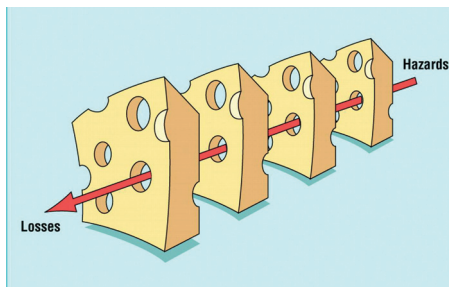
ongehinderd door de gaten heen om schade te berokkenen. Dit wordt het Zwitserse-kaasmodel van ongevallen genoemd (figuur 2)⁹.

Dat er “zo nu en dan” een dodelijke cocktail ontstaat hangt overigens van ieders perceptie af: als er zo om de dag, 180 keer per jaar, een groot verkeersvliegtuig neerstort, jaar in jaar uit, zonder overlevenden, dan krijgt het gezegde “waar gehakt wordt vallen spaanders” wel een heel cynische bijklank. Toch vormen al die 180 vliegtuigen bij elkaar het jaarlijkse aantal vermijdbare doden in Amerikaanse ziekenhuizen¹⁰.

Ik wil u in deze lezing een aantal voorbeelden geven van ongevallen waarbij technologie in de brede zin van het woord betrokken was. Hieruit kunnen we lering trekken over de factoren die betrokken zijn bij dergelijke ongevallen en kunnen we maatregelen treffen om ongevallen te voorkomen. Om echter goed te kunnen begrijpen hoe goedwillende mensen zich voortdurend proberen aan te passen aan alle eisen die aan hen gesteld worden, moet u ook iets weten over hoe het menselijk brein werkt. Daar zal ik dan ook mee beginnen.

TWEE SYSTEMEN

Een populaire samenvatting van veel onderzoek naar de menselijke cognitie is het onderscheid tussen twee hersensystemen: een analytisch systeem en een intuïtief systeem¹¹. Het analytisch



Figuur 2: “Swiss cheese model” van ongevallen (Bron: Reason, 1997. *Managing the risks of organizational accidents*. Aldershot: Ashgate).

systeem is langzaam, bewust, gecontroleerd, terwijl het intuïtieve systeem snel, onbewust en automatisch is. Patroonherkenning is een kenmerk van het intuïtieve systeem; alles wat met de beperkingen van ons denkvermogen te maken heeft, is een kenmerk van het analytische systeem. Het intuïtieve systeem is gewoontegedreven, associatief en daarom moeilijk te veranderen. Het analytische systeem is regelgedreven en relatief flexibel. De beperkingen van ons denkvermogen komen goed tot uiting in ons onvermogen om ingewikkelde berekeningen in ons hoofd uit te voeren. Probeer vanavond in bed met uw ogen dicht maar eens 1568 te vermenigvuldigen met 1648, de begin- en eindjaren van de Tachtigjarige Oorlog. Dat geeft wel ongeveer de beperkingen van ons denkvermogen aan.

Ik zal nog een paar voorbeelden geven: het grootste deel van de wereld heeft een intuïtief gevoel bij een temperatuur die in graden Celcius wordt uitgedrukt. Een temperatuur in graden Fahrenheit vereist meer nadenken en gebruik van het analytisch systeem. Voor Amerikanen is dit echter precies omgekeerd. Schaakgrootmeesters gebruiken hun intuïtieve systeem bij het schaken, maar zullen hun analytisch systeem moeten gebruiken bij het dammen. De stroming die Naturalistic Decision Making wordt genoemd heeft talloze experts bestudeerd in allerlei beroepsgroepen en geconcludeerd dat meer dan 80% van de beslissingen in de praktijk van deze experts genomen worden op basis van het intuïtieve systeem¹². Experts herkennen typische situaties en roepen onmiddellijk uit hun geheugen een schema op dat een oplossing voorstelt. En ook al denkt u dat u een rationele afweging maakt bij het aannemen van die sollicitant, het stemmen op een bepaalde kandidaat, of het kopen van dat huis of die auto, ons intuïtieve systeem is ook bij dit soort beslissingen vaak dominant¹³.

De beide systemen staan echter niet los van elkaar. U merkt dat zelf goed als u naar een woord op zoek bent en dan met een woord opkomt dat net niet helemaal goed is. Het goede woord ligt

op het puntje van uw tong, zoals dat heet. We weten dat het gevonden woord fout is, we weten vaak wel de beginletter of het aantal lettergrepen van het gezochte woord, maar we kunnen er maar niet op komen. Ons intuïtieve systeem komt vaak met iets op dat lijkt op hetgeen we zoeken; ons analytisch systeem kan dan beoordelen of het al dan niet klopt.

Neem nu het volgende voorbeeld¹⁴: pen en papier kosten samen euro 1.10. De pen kost 1 euro meer dan het papier. Hoeveel kost het papier? De kans is groot dat u antwoordt: 10 cent. Maar dan zou de pen euro 1.10 kosten en de pen en papier samen euro 1.20. Hier is uw intuïtieve systeem aan het werk dat heel snel 1.10 opdeelt in de twee bekende patronen 1 euro en 10 cent. Het is echter ook mogelijk dat u in eerste instantie 10 cent antwoordde, maar onmiddellijk daarna uw eigen fout inzagt¹⁵. In dat geval is uw analytisch systeem aan het werk gegaan met de output van uw intuïtief systeem. Uw eerste, intuïtieve, antwoord van 10 cent wordt meteen daarna gecontroleerd door uw analytisch systeem en als 'fout' beoordeeld. Ons intuïtieve systeem komt dus soms spontaan op met antwoorden die onjuist zijn¹⁶. En mensen zijn niet altijd gewend om hard na te denken en zijn vaak tevreden met een plausibel antwoord dat snel 'opkomt'. Ons analytisch systeem is als een slimme maar luie tiener: in staat tot grootse dingen, als hij maar uit z'n bed zou komen¹⁷.

Nog een voorbeeld: als het vijf machines vijf minuten kost om vijf mallen te maken, hoeveel minuten kost het dan 100 machines om 100 mallen te maken? Nu u geattendeerd bent op dit soort problemen, zult u waarschijnlijk niet zo snel meer de fout maken om 100 minuten te antwoorden¹⁸. Mensen zijn dus in staat om de uitkomsten van hun intuïtieve systeem te controleren en desgewenst terzijde te zetten. Sterker nog: het analytische systeem monitort voortdurend de voorlopige oordelen en intenties van het intuïtieve systeem. Dit kost echter aandacht en omdat onze aandacht beperkt is, en beïnvloed kan worden door bijvoorbeeld slaapprobleem, het gelijktijdig bezig zijn met een

tweede taak of tijdsdruk, kunnen we terugvallen op routines als we moe zijn of anderszins onvoldoende aandacht kunnen besteden aan de taak^{19,20}.

Het is van belang iets te weten over beide hersensystemen omdat die kennis ons in staat stelt te begrijpen hoe mensen zich aanpassen aan de eisen die de omgeving aan hen stelt en hoe dat soms mis gaat. Als we als leek een taak voor het eerst uitvoeren is vooral ons analytisch systeem actief: we hebben overal onze aandacht bij nodig, zijn langzaam en maken fouten. Denk hierbij aan uw eerste autorijlessen. Als we een scan van onze hersenen zouden maken, zouden we vooral hersenactiviteit in het voorste gedeelte van onze hersenen zien. Na verloop van tijd worden andere, specialistische hersengebieden actief. Deze gebieden, die achterin de hersenen liggen, zijn in staat de taak automatisch uit te voeren, zonder tussenkomst van de voorste hersengebieden²¹. We kunnen schakelen terwijl we tegelijkertijd een conversatie kunnen voeren en de weg voor ons in de gaten kunnen houden. We kunnen dit omschrijven als een verschuiving van analytisch naar intuïtief denken.

Onze hersenen zijn voortdurend bezig om patronen te ontdekken in de omgeving en die patronen op te slaan. Dit is wat ons adaptief maakt. Als we na jaren oefening en studie alle patronen op een bepaald gebied hebben ontdekt en we weten wat de juiste handeling is bij ieder patroon, dan mogen we onszelf 'expert' noemen²². En hoewel die patronen in ons intuïtieve systeem zitten opgeslagen, vormen ze feitelijk een weerspiegeling van de buitenwereld. Het gedrag van een expert lijkt complex, maar kan verklaard worden vanuit de eisen die de omgeving stelt²³. Het spelen van een fuga van Bach lijkt complex, maar de complexiteit zit in de noten, niet in de bewegingen van de vingers. Die vingers doen gewoon de weinige dingen die vingers kunnen doen²⁴. Dit impliceert het een en ander voor hoe de toegepaste functionele omgevingen moet ontwerpen die aan de behoeften van mensen voldoen. Belangrijk is allereerst om een taakanalyse uit te voeren, omdat de taakeisen voor

een groot deel het gedrag van mensen bepalen²⁵. Daarnaast is het een handige strategie om verschillen tussen beginners en experts te bestuderen, omdat we hiermee een indruk krijgen van de weg die nodig is om van het analytische naar het intuïtieve systeem te gaan.

Voor ongevalsanalyses impliceert dit dat ons uitgangspunt moet zijn de aanpassing van het intuïtieve systeem aan de omgeving in zijn totaliteit. Dit is ook precies de link tussen het individu en de omgeving: die omgeving is gerepresenteerd in het individu en maakt daarbij integraal deel uit van het individu. Daarbij moeten we ons echter realiseren dat menselijk gedrag nooit voor de volle honderd procent is aangepast aan de omgeving, juist vanwege de beperkingen van ons analytisch systeem²⁶. We kunnen eenvoudigweg niet alle informatie in ons opnemen en verwerken, daarvoor ontbreekt meestal de tijd en daarvoor hebben we de mentale capaciteit niet.

Maar ons analytisch systeem, als luie tiener, is niet alleen een zwakte, het is ook onze kracht omdat dit systeem ons in staat stelt doelen te stellen en onze aandacht te richten op datgene dat werkelijk van belang is om onze taak uit te kunnen voeren of onder de knie te krijgen. Ons analytisch systeem maakt dat we adaptief kunnen zijn, ons kunnen aanpassen aan nieuwe situaties. Daar zal ik het nu over hebben.

ADAPTIEVE EXPERTISE

Het zou prachtig zijn als mensen zich altijd aan veranderende omstandigheden zouden kunnen aanpassen. En natuurlijk kunnen wij dat ook. Zet ons in een ander land neer en na een paar maanden hebben we ons de gewoontes en gebruiken eigen gemaakt. Zelfs in Londen kijken we na een half jaar bij het oversteken niet meer eerst naar links, maar hebben we geleerd eerst naar rechts te kijken.

De vraag is echter of er zoiets bestaat als 'adaptieve expertise'²⁷. Dat er routinematige expertise is, is wel duidelijk. Experts doen er tien jaar over om patronen te leren herkennen en

oefenen bewust op moeilijke problemen om die onder de knie te krijgen: musici oefenen dagelijks enkele uren op lastige passages en sporters proberen op die manier complexe motorische patronen te beheersen²⁸. Maar kunnen experts op een bepaald gebied hun specialistische kennis net zo succesvol inzetten op een ander gebied? Als dit de definitie is van adaptieve expertise, dan is de conclusie van jaren onderzoek duidelijk: expertise is domeinspecifiek en kan niet worden overgedragen naar een ander gebied²⁹. Een schaakgrootmeester kan niet ook nog wereldkampioen dammen zijn, als hij zich daar niet specifiek op heeft toegelegd.

Maar wellicht is er een andere definitie van adaptieve expertise, namelijk dat sommige mensen, binnen een bepaald expertisegebied, steeds weer in staat zijn de lastige, onbekende, nieuwe problemen op te lossen die zich voordoen. Hoe kan dit, waar is dit van afhankelijk?

In mijn onderzoek bij TNO heb ik jarenlang allerlei experts bestudeerd, variërend van damage control officieren aan boord van schepen van de Koninklijke Marine³⁰, tot loodsen³¹, forensisch analisten³², onderhoudsmonteurs³³, en collega-onderzoekers³⁴. In al deze gevallen was de vraag hoe deze experts met de complexiteit in hun omgeving omgingen en hoe zij zich aanpasten aan nieuwe situaties. De rode draad was dat professionals de complexiteit van de omgeving in hun hoofd zodanig hadden weergegeven dat zij in staat waren ook nieuwe, onbekende problemen succesvol het hoofd te kunnen bieden.

Laten we eens kijken hoe deze professionals problemen oplossen.

Damage control officieren werken onder grote tijdsdruk en in hectische situaties: zij zijn immers verantwoordelijk voor de brand- en calamiteitenbestrijding aan boord van hun schip. Iedere calamiteit is anders en in hoge mate onvoorspelbaar. Hoe gaan zij adaptief om met die onvoorspelbaarheid? Het blijkt dat zij op grond van hun kennis van het schip kunnen voorspellen wat de gevolgen van bijvoorbeeld een raketinslag

zijn voor de nabijgelegen compartimenten en zij kunnen op grond van deze kennis hun brandbestrijding aanpassen. Als een raket is ingeslagen boven een munitiedepot, dan moet dat munitiedepot onmiddellijk gekoeld worden. Onervaren officieren weten niet meteen dat er een munitiedepot onder de locatie van de raketinslag ligt. Adaptieve brandbestrijding is dus afhankelijk van hoe de professional allerlei locaties van het schip mentaal aan elkaar gekoppeld heeft. Het gaat niet alleen om de hoeveelheid kennis, maar ook om de manier waarop de kennis is georganiseerd die maakt of iemand een adaptieve expert is.

Loodsen die een zeeschip de Rotterdamse haven invaren, passen zich aan aan verschillende condities van wind en stroming, door het traject in hun hoofd in segmenten op te delen en bij ieder segment te weten wat de koerswijziging moet zijn en hoe het schip daar op moet reageren.

Complexe berekeningen zijn niet nodig, evenmin als gedetailleerde kennis van het schip. Wat een loods doet in plaats van voorspellen is reageren op hoe een schip zich gedraagt nadat hij een bepaalde koerswijziging heeft ingezet. Aan de draaisnelheid van het schip kan de loods aflezen hoe alle factoren die op het schip inwerken effect hebben. Een adaptieve loods heeft een gevoel voor de normale draaisnelheid van een schip en kan dus adaptief reageren op bijzondere combinaties van wind en stroming.

Forensisch analisten vormen op grond van de beschrijving van een misdrijf een verhaal over wat er gebeurd zou kunnen zijn. Dit verhaal stuurt vervolgens het zoeken naar sporen op kleding, schoenen of wapens. De verwachtingen van de analisten maken dat zij binnen een paar minuten al veel sporen hebben gevonden. Patroonherkenning gestuurd door schema's speelt dus ook hier een belangrijke rol. Maar het is mogelijk dat belangrijke sporen nog niet gevonden zijn in die eerste minuten of dat de verwachtingen niet kloppen. De adaptieve analist is zich bewust van haar eigen zoekstrategieën en past deze aan de situatie aan: analytische, tijdrovende, zoekstrategieën met verschillende instrumenten zullen worden afgewisseld met intuïtieve, snelle,

strategieën. Om niet in de val van de tunnelvisie te trappen, zullen analisten zich altijd bewust moeten zijn van alternatieve verhalen. Omdat ons intuïtieve systeem zo krachtig werkt bij herkenning van bekende situaties, moeten analisten soms met computerondersteuning worden geattendeerd op het bestaan van alternatieve interpretaties. Mijn collega Josine van de Ven en ik hebben aangetoond dat een dergelijk beslissondersteunend systeem goed kan werken in dynamische situaties, wanneer onder tijdsdruk beslissingen genomen moeten worden. Analisten die met een beslissondersteunend systeem werken, hebben minder last van tunnelvisie en kiezen vaker het juiste verhaal³⁵.

Onderhoudsmonteurs herkennen storingen vaak als 'oude vrienden'. Ze weten onmiddellijk wat er aan de hand is en hoe ze een bekende storing moeten verhelpen. Als er echter onbekende storingen optreden wordt het lastiger. Marcel van Berlo, Alma Schaafstal en ik hebben in de jaren negentig voor de Koninklijke Marine een nieuwe opleiding in storingzoeken ontwikkeld waarmee monteurs aantoonbaar betere prestaties behalen, juist bij onbekende storingen. De nieuwe opleiding stoelt op een gestructureerde manier van redeneren bij storingzoeken, gekoppeld aan een representatie van het technisch systeem op verschillende niveaus van abstractie. De leerlingen leren op deze manier gestructureerd grote blokken uit te sluiten en zich te richten op de mogelijke onderdelen die vervangen moeten worden. We hebben de opleidingen volgens deze principes met gemiddeld een derde ingekort en het onderwijs praktijkgericht gemaakt. Leerlingen die op de nieuwe manier zijn opgeleid lossen meer dan twee keer zoveel storingen op, in veel kortere tijd, en na een opleiding die een derde korter is. Adaptief storingzoeken betekent ook hier: kennis op een bepaalde manier in je hoofd ordenen en je een systematische manier van werken eigen maken.

Tenslotte: in mijn eigen dissertatie-onderzoek stelde ik mij de vraag of ervaren onderzoekers bij TNO ook een goed experiment op konden zetten in een vakgebied waarmee ze iets minder bekend

waren of vrijwel onbekend. Wat bleek? Ervaren onderzoekers beschikken over een rijk arsenaal aan strategieën en een grote variëteit aan kennis, gekoppeld aan een systematische probleemaanpak. Al deze algemene kennis kan adaptief worden aangewend om nieuw onderzoek op te zetten, ook op terreinen waar de onderzoekers onbekend mee zijn. Voorwaarde voor een expert-oplossing is wel dat een onderzoeker in de gelegenheid gesteld wordt voldoende domeinkennis op te doen.

Vanuit een toegepast perspectief rijst nu de vraag: hoe kunnen wij als human factors experts die context zodanig vormgeven dat iemand zo lang mogelijk adaptief kan blijven?

COGNITIE IN HET WILD

Laten we eens een serie bekende ongevallen kort beschouwen door de bril van de twee systemen en het omgaan met onbekende situaties. Ik kies hier voor de ramp met de Titanic³⁶, de botsing tussen twee vliegtuigen boven Überlingen³⁷, de botsing op de grond tussen twee vliegtuigen in Tenerife³⁸, en de ramp met de space shuttle Challenger³⁹.

In het geval van de Titanic (figuur 3) voer de kapitein, Smith, in vol vertrouwen en met hoge snelheid recht op een uitgestrekt ijsveld af. Onder zekere druk van Bruce Ismay, de hoogste baas van de eigenaar van de Titanic, probeerde hij een snelle tijd neer te zetten voor de overtocht naar New York. Het was niet dat hij zich niet bewust was van die ijsvelden, maar hij kreeg de informatie mondjesmaat binnen, versnipperd, als zwakke signalen. Hoewel het zijn laatste reis was en hij zeer ervaren was, had hij feitelijk in zijn carrière nog nooit met ijsvelden te maken gehad. Er gingen dus bij hem geen alarmbellen rinkelen toen hij via de radiotelegraaf van andere schepen berichten kreeg over ijsvelden. Hij had een groot, naar later bleek, overmatig, vertrouwen in zijn schip, dat door iedereen als onzinkbaar werd beschouwd. Als je niet verwacht dat er iets fout kan gaan, als je geen feedback krijgt dat je in de gevarezone terecht komt, als de informatie die je krijgt je niet in staat stelt een beslissing te nemen,

dan vertrouw je op je intuïtieve systeem en sus je je analytische systeem in slaap. Zo iets kan bij kapitein Smith goed gebeurd zijn.

In het geval van de ramp boven het Zuidduitse Überlingen in 2002 verkeerde de luchtverkeersleider, Peter Nielsen, in de veronderstelling dat hij wel gewaarschuwd zou worden als twee vliegtuigen elkaar te dicht zouden naderen. Toevallig waren er die avond onderhoudswerkzaamheden gaande aan het radarsysteem, waardoor de visuele waarschuwing op het radarscherm afwezig was. Niets op het radarscherm lichtte op toen de twee vliegtuigen op botskoers lagen, iets wat zonder het onderhoud wel gebeurd zou zijn en waar Nielsen op vertrouwde. Nielsen's analytische systeem was overbelast door een onverwacht derde vliegtuig dat hij in zijn eentje moest afhandelen omdat zijn collega was gaan slapen. De technologie waar hij normaliter een perfecte eenheid mee vormde, was deze avond de grote afwezige: als gevolg van het onderhoud deed de telefoon het niet meer, hij kreeg geen feedback over zijn instructies, omdat de radarschermen met vertraging ververst, de twee vliegtuigen die hij dacht van elkaar gescheiden te hebben vlogen in een vrijwel leeg



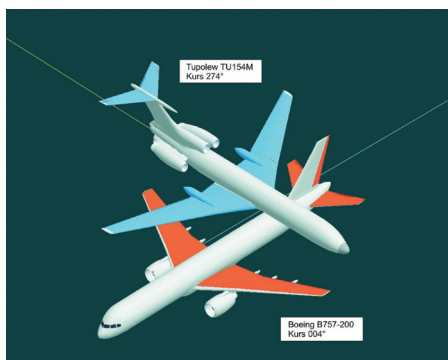
Figuur 3: Titanic aan de kade, April 1912 (bron: Anoniem)

luchtruim op elkaar (figuur 4). Nielsen deed niets verkeerd: hij was de laatste schakel in een serie structurele tekortkomingen: eenmansbezetting 's nachts (formeel niet toegestaan, maar gedoogd), onvoldoende briefing over de gevolgen van het onderhoud, en afwezige instructies aan piloten over hoe om te gaan met het systeem dat vliegtuigen automatisch van elkaar moet scheiden als ze elkaar te dicht naderen (de Russen volgden de instructies van het systeem niet op, de Britse piloot wel). Nielsen had zijn kennis ongetwijfeld goed geordend en werkte zeer aandachtig. Hij was potentieel zeer adaptief. Alleen gaf de omgeving geen duidelijk signaal af dat er iets veranderd was. Nielsen was adaptief aan een andere omgeving dan hij had moeten zijn.

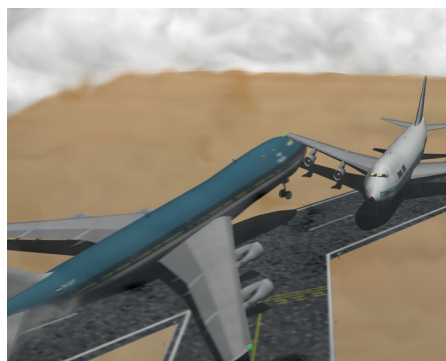
In het geval van de ramp op Tenerife in 1977 vertrok de gezagvoerder van de Nederlandse KLM, Veldhuyzen van Zanten, in een tijdelijke dichte mist, terwijl de Amerikaanse Pan Am nog op de startbaan reed (figuur 5). Het analytische systeem van Veldhuyzen van Zanten stond onder grote druk: de gezagvoerder wilde per se vertrekken omdat hij anders niet meer kon doorvliegen naar Schiphol. De mist verhinderde dat signalen over de aanwezigheid van de Pan Am op de startbaan de bemanning van de KLM bereikte. Ook de toren kon niets zien wegens de

afwezigheid van een grondradar. Communicatieproblemen en berichten die elkaar stoorden leidden bij Veldhuyzen van Zanten tot de aanname dat hij toestemming had om te vertrekken en dat de Pan Am van de baan was, hetgeen niet het geval was. Veldhuyzen van Zanten was alom gerespecteerd en werd beschouwd als één van de beste piloten van de KLM. Zijn kennis van zaken moet uitmuntend geweest zijn. Hij onderschatte echter de gevaren van de mist en negeerde signalen van zijn boordwerktuigkundige die zich afvroeg of de Pan Am wel van de startbaan was. Zijn intuïtieve systeem had het schema voor 'vertrek' al klaargezet en zonder duidelijk bewijs voor het tegendeel werd dit schema uiteindelijk geactiveerd, met de bekende fatale afloop.

In het geval van de Challenger (figuur 6) was er een geschiedenis van enkele jaren voorafgaand aan het ongeval in 1986 waarin evidentie dat de O-ringen door konden branden na een start bij een lage buitentemperatuur als normaal en acceptabel werd gezien. Omdat technologie rommelig en onzeker is, verwachtten ingenieurs afwijkingen. Iedere keer dat er een technische afwijking optrad, werd dit gezien als bevestiging van een normale gang van zaken. Signalen waren bovendien gemengd en zwak en verdwenen soms weer een paar jaar. Dit bevestigde het



Figuur 4: Computerreconstructie van het ongeval boven Überlingen (bron: Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung)



Figuur 5: Computer-gegenereerd beeld vlak voor de botsing van de PanAm en de KLM-Boeings 747 op Tenerife (bron: GNU Free Documentation License)

vermoeden dat alles goed ging. Iedere keer dat een shuttle heelhuids terugkwam, was een verdere versterking van het geloof in de werking van redundantie als veiligheidssysteem. De belangrijkste strategie om met de complexiteit van de shuttle om te gaan was het herkennen van patronen in de voorafgaande 25 vluchten. Temperatuur kon hierbij echter niet als discriminerende factor worden aangemerkt, daarvoor waren de signalen te zwak en te variabel. Deze normalisering van afwijkingen is een zeer krachtig cognitief fenomeen waarbij juist afwijkende informatie als bevestiging wordt gezien van bestaande theorieën en veronderstellingen.

Nietzsche schreef in *Morgenrood*: "Waarom zien mensen de dingen niet? Ze staan zelf in de weg, ze bedekken de dingen"⁴⁰. Alles wat we in ons hoofd hebben aan patronen maakt dat we onszelf in de weg staan op die momenten waarop de patronen niet meer geldig zijn. We bedekken de dingen met onze verwachtingen en intuïties, zien ze niet meer voor wat ze zijn. Pas na afloop, als er iets verschrikkelijks is gebeurd, zien we hoe we de signalen hadden moeten interpreteren, als we daar nog de kans voor krijgen⁴¹.

Alle besproken ongevallen hebben gemeen dat professionals zichzelf in de weg stonden omdat ze



Figuur 6: Space Shuttle Challenger explodeert kort na lancering op 28 januari 1986 (bron: NASA)

geen sterke signalen kregen dat hun favoriete patronen niet meer geldig waren. Willen we adaptief zijn aan nieuwe situaties, dan zullen we dus naar middelen moeten zoeken om die signalen te versterken.

WEERBAARHEID

In veel ziekenhuizen wordt tegenwoordig een zogenaamde time-out procedure ingevoerd⁴². Dit is een moment van reflectie waarbij wordt nagegaan of aan alle voorwaarden is voldaan om met een operatie te beginnen. De procedure is vergelijkbaar met het nalopen van de checklist in een vliegtuig voor de start.

Hoewel er op zich niets mis is met een time-out procedure, kleven er toch bezwaren aan. Ten eerste worden ziekenhuizen wellicht in slaap gesust omdat ze denken dat ze nu wel een veilige cultuur hebben. Ze kunnen aan de Inspectie voor de Gezondheidszorg laten zien dat ze iets doen aan veiligheid, en nog wel een door de World Health Organization empirisch onderbouwde procedure volgen. Er kunnen echter vraagtekens geplaatst worden bij de wetenschappelijke onderbouwing van de effectiviteit van de procedure⁴³. Een belangrijker bezwaar is echter dat de procedure slechts de meest basale randvoorwaarden rondom operaties regelt en geen enkele garantie biedt op weerbaarheid tegen onverwachte situaties. Daarvoor is goed gestructureerde kennis en een gestructureerde manier van werken nodig, plus de onderkenning dat bepaalde schema's die men volgt niet meer geldig zijn.

Hoe kunnen wij nu signalen versterken dat de situatie veranderd is en er een nieuwe interpretatie van de werkelijkheid nodig is? Ik geef hier slechts enkele aanzetten omdat hier grote onderzoeksuitdagingen liggen voor de toekomst.

Individueen zouden kunnen leren een situatie anders te 'lezen', bijvoorbeeld door een training in kritisch denken⁴⁴. De functie van kritisch denken kan ook door een systeem worden vervuld. Belangrijk is daarbij om de schema's of hypo-

thesen die het intuïtieve systeem voorstelt te expliciteren en aan te geven welke informatie al dan niet ondersteunend is aan deze hypothesen.

Vaak komen individuen niet zelf op een andere lezing van de situatie en moeten zij hier door anderen op worden gewezen. Een open cultuur waarin teamleden elkaar kunnen corrigeren is dan van essentieel belang. Geen wonder dat na Tenerife de crew resource management trainingen in de luchtvaart zijn ingevoerd en dat de trainingen steeds vaker ook in de scheepvaart en in de operatiekamer worden gehanteerd⁴⁶.

Een andere strategie is die van de 'cross checks'⁴⁶. Hierbij geeft een persoon of groep feedback over de haalbaarheid van de plannen, besluiten of activiteiten van een ander. Cross checking wordt b.v. regelmatig uitgevoerd door leden van operatiekamerteams die kleine incidenten tijdig corrigeren. Hierdoor wordt voorkomen dat deze kleine incidenten zich ongecorrigeerd voortzetten en uitgroeien tot grote incidenten. Deze strategieën hebben tot gevolg dat de weerbaarheid van een team of organisatie toeneemt.

We zien dus dat individuen bewust gemaakt moeten worden van hun beperkingen en moeten leren tijdig hulp in te roepen en hulp te geven. Ons analytisch systeem moet versterkt worden om ons intuïtieve systeem te kunnen blijven controleren. Hiervoor zijn transparantie en feedback nodig, zowel van de systemen waarmee we werken als van de collega's met wie we werken.

TOEKOMST

Volgens het Amerikaanse Institute for the Future zullen werkprocessen van de toekomst zich richten rondom de kernbegrippen 'empathie', 'dialoog', 'vertrouwen' en 'samenwerking'⁴⁷. Vertrouwen is een essentieel begrip, omdat het de smeerolie in onze maatschappij is. Niet voor niets is de kredietcrisis een 'vertrouwenscrisis' genoemd. Vertrouwen is het gevoel dat ontstaat als wij ons afhankelijk maken van iets of iemand anders en die ander volgens onze verwachtingen handelt⁴⁸. Ons intuïtieve systeem bouwt vertrouwen op op grond van een regelmatig patroon van

consistente handelingen van die- of datgene waar we ons van afhankelijk hebben gemaakt.

Personen die hun afspraken niet nakomen verliezen hun geloofwaardigheid en wij verliezen ons vertrouwen in hen. Vertrouwen komt te voet en gaat te paard. Hetzelfde geldt voor apparaten: navigatiesystemen die ons de verkeerde kant opsturen kunnen ons vertrouwen al snel niet meer genieten. Ons analytisch systeem heeft feilloos door wanneer het bedonderd wordt.

Als iedereen in de toekomst snel toegang heeft tot alle informatie, iets wat nu al bijna het geval is, heeft iedereen ook toegang tot alle desinformatie. Hoe weten we of we informatie kunnen vertrouwen die bijvoorbeeld op Internet geplaatst is? Voor veel mensen is het beoordelen van de geloofwaardigheid van informatie een nieuwe taak, iets waarvoor ze geen expertise hebben ontwikkeld. Toch zullen veel mensen deze taak kunnen en moeten uitvoeren. Hiervoor zullen ze strategieën moeten ontwikkelen. Aan de andere kant zullen ingenieurs algoritmes ontwikkelen die automatisch een indicatie van betrouwbaarheid van informatie kunnen geven. Wie moeten mensen vertrouwen? De algoritmes of hun eigen strategieën? Waar baseren ze dat vertrouwensoordeel op en van welke factoren is dat afhankelijk? Dit zijn enkele van de vragen die in mijn toekomstig onderzoek aan de Universiteit Twente centraal zullen staan.

TOT BESLUIT

Ik kom tot een afronding. Ik heb u langs een bonte stoet dieren van diverse pluimage gevoerd. We hebben gezien hoe weldenkende mensen in omstandigheden terecht kunnen komen waarin ze fouten kunnen maken met grote gevolgen. Maar als mensen alert zijn op signalen uit hun omgeving en hun analytisch systeem gebruiken om hun routines in toom te houden, zijn zij juist in staat om ongevallen te voorkomen. De tijd dat we eenzijdig de kracht van het intuïtieve systeem bejubelden, is voorbij. Daarvoor zet dit systeem ons iets te vaak op het verkeerde been, juist in nieuwe situaties. De tijd dat we eenzijdig de schuld voor ongevallen bij ofwel individuen legden, ofwel bij zo iets abstracts als 'het systeem'

is ook voorbij⁴⁹. We kunnen mensen leren de situatie te lezen zodat ze tijdig gevaar kunnen onderkennen en daarnaar kunnen handelen. De toegepaste cognitieve psychologie draagt bij aan het ontwerp van veilige omgevingen zodat mensen in staat worden gesteld de juiste beslissingen te nemen. Cognitief-psychologen zijn keuze-architecten⁵⁰.

Ons vakgebied kan een grote toegevoegde waarde hebben om de veiligheid te vergroten in allerlei werksituaties. Dan moeten wij ons echter niet als ingenieur, fysicus of klusjesman opstellen. De grootste invloed hebben die psychologen gehad die andere beroepsgroepen met andere ogen naar hun eigen werksituatie lieten kijken. De modellen en metaforen van Reason en Rasmussen en het onderzoek van Ericsson en Klein hebben naar mijn mening een vele malen grotere impact dan een ergonomisch ontworpen apparaat of interface. Cognitief-psychologen moeten nieuwe concepten ontwikkelen en die bruikbaar verpakken voor de rest van de wereld.

Dat mensen tegelijkertijd zo slim en zo dom zijn, komt door onze twee systemen, zo wordt door talloze wetenschappers betoogd⁵¹. Dat wij echter de opgave in het leven hebben om slimmer te worden en te proberen minder dom te zijn, is een buitenwetenschappelijke uitspraak. En voor buitenwetenschappelijke uitspraken grijpen wij naar de dichters. Wat wij moeten, wat onze opdracht is, wat 'men moet', zoals de dichter Kouwenaar zegt in zijn gelijknamige gedicht⁵², is: "ijswater koken leren". Een onmogelijke opdracht, zoals wij ook niet aan de werking van ons brein kunnen ontsnappen met zijn niet te stoppen vermogen om overal patronen in te zien, overal vaste schema's op te leggen, kortom: ons te ketenen aan de macht der gewoonte. En toch: men moet ijswater koken leren. Veiligheid, zo besluit James Reason zijn laatste boek, is een guerilla-oorlog die wij waarschijnlijk zullen verliezen, maar waarvoor wij toch, met de begrensde rationaliteit waarover wij beschikken, ons best moeten doen^{53,54}.

DANKWOORD

Mijnheer de rector magnificus, dames en heren!

Aan het einde van mijn rede gekomen wil ik graag van de gelegenheid gebruik maken enkele mensen te bedanken.

Hooggeleerde Michon, beste John,

Ik ben niet bij je gepromoveerd en ik ben zelfs niet bij je afgestudeerd. Toch heb je mijn intellectuele leven dermate beïnvloed dat ik je daar op deze plaats graag voor wil bedanken. En hoe kan ik dat beter samenvatten dan met de woorden: Carnegie-Mellon University. Jij hebt mij in aanraking gebracht met het gedachtegoed van Simon, Newell en Anderson. Deze rede is doortrokken van dat gedachtegoed, ook al heb ik dat niet op iedere plaats vermeld. De interesse in complexe taken en het vertrouwen die te kunnen analyseren heb ik aan jou te danken.

Hooggeleerde Raaijmakers, beste Jeroen,

Jij was de eerste met wie ik een kamer deelde toen ik in 1986 bij TNO kwam werken. Jij hebt mij gestimuleerd en geholpen waar je kon, vooral op het vlak van methodologie en statistiek. Hoewel je uit een iets andere hoek van de cognitieve psychologie kwam, liet je mij vrij om mijn eigen weg te ontdekken. Ik heb dat altijd zeer in je gewaardeerd.

Collega's van TNO Human Factors in Soesterberg

Wij hebben de mooiste baan van de wereld, zoals Hans Godthelp eerder dit jaar bij zijn afscheid zei. En zo voel ik dat ook. Ik had in 1986 ook op Carnegie-Mellon kunnen blijven als promovendus, maar ik heb bewust gekozen voor het toegepaste onderzoek zoals dat op TNO wordt bedreven. Dat is een fantastische wereld, want waar anders kun je door een helicopter afgezet worden boven een containerschip in de Noordzee om onderzoek te doen naar hoe loodsen hun werk doen? In het bijzonder wil ik mijn collega's bedanken voor het prettige werkklimaat en de mogelijkheid om regelmatig cross checks bij elkaar uit te voeren. Jullie maken het waard om bij TNO te willen

werken.

Studenten van de Universiteit Twente

Ik vind het een voorrecht om jullie college te mogen geven. Afgelopen jaar heb ik dat voor het eerst gedaan en ik heb minstens zo veel geleerd als jullie! Conform mijn filosofie wil ik jullie in contact brengen met complexe taken en de rol van de mens daarin. Er moet een moment zijn in de studie waarop je alle concepten die je geleerd hebt kunt toepassen in integrale praktijksituaties. Ik zie het als mijn taak om jullie voor te bereiden op de praktijk van alledag en kijk uit naar verdere samenwerking met jullie.

Medewerkers van de afdeling Cognitieve Psychologie en Ergonomie

Jullie hebben me al snel thuis laten voelen in Enschede. Ik kijk uit naar verdere intensivering van het cognitief-ergonomisch onderzoek, in het bijzonder het onderzoek naar het vertrouwen dat mensen ontwikkelen in Wikipedia-pagina's. Ik prijs mij gelukkig op dit gebied samen te kunnen werken met een uitstekende promovendus, Teun Lucassen.

Hooggeleerde Verwey, beste Willem,

We kennen elkaar nog van onze beginjaren bij TNO. Die gemeenschappelijke achtergrond schept een band. Hoewel we ieder heel ander onderzoek doen, vullen we elkaar mooi aan: jij meer perceptueel-motorisch, ik meer cognitief. Jij meer vanuit de theorie, ik meer vanuit de praktijk. Als we beiden onze schouders eronder zetten, doen we back-to-back onderzoek! De samenwerking tussen TNO en de Universiteit Twente biedt veel potentie en ik zal mij inzetten om die samenwerking waar mogelijk te stimuleren en gestalte te geven. De eerste stimulerende contacten met de opleiding Technische Geneeskunde wil ik hierbij niet onvermeld laten.

Tot slot dank ik het College van Bestuur van de Universiteit Twente, en namens haar de Faculteit der Gedragwetenschappen, samen met de Stichting Lorentz-Van Iterson Fonds TNO, de stichting LIFT, voor het in mij gestelde vertrouwen. Ik zal naar mijn vermogen en oordeel

handelen om dat vertrouwen niet te beschamen.

Beste papa en mama,

Wat fijn dat jullie in goede gezondheid dit nog mee mogen maken. Ik zou hier niet hebben kunnen staan zonder jullie voortdurende steun. Dank jullie wel daarvoor.

Lieve Anne, Margreet en Joke,

Ga op je gevoel af, maar gebruik regelmatig je verstand om dat gevoel te controleren. "Oh, was dat wat je wilde zeggen", hoor ik jullie vragen. Ja, als professor heb je soms veel woorden nodig om iets simpels te zeggen. Maar het belangrijkste is wel: wees moedig en heb zelfvertrouwen. Mijn vertrouwen in jullie is eindeloos.

Lieve Alma,

Als geen ander ben jij in staat de macht der gewoonte te doorbreken. En het ijswater dan? Samen kunnen we dat vast koken leren.

Ik heb gezegd.

¹Schraagen, J.M. & Van Dongen, K. (2005). Designing a licence plate for memorability. *Ergonomics*, 48(7), 796-806.

²Om precies te zijn: TNO Defensie en Veiligheid, Business Unit Human Factors.

³Zie bijvoorbeeld Vicente, K. (2003). *The human factor: Revolutionizing the way people live with technology*. New York: Routledge.

⁴Zoals de Inspectie voor de Gezondheidszorg in oktober 2008 concludeerde over de introductie van medische technologie in haar rapport "Staat van de Gezondheidszorg 2008, Risico's van medische technologie onderschat".

⁵Zie Bainbridge, L. (1983). Ironies of automation. *Automatica*, 19(6), 775-779.

⁶Zie Woods, D.D., & Sarter, N.B. (2000). Learning from automation surprises and going sour accidents. In N. Sarter & R. Amalberti (red.), *Cognitive engineering in the aviation domain*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

⁷Argumenten voor deze bredere opvatting van technologie worden gegeven door Vicente (2003), blz. 20-21.

⁸Zie bijvoorbeeld Reason, J.T. (1997). *Managing the risks of organizational accidents*. Aldershot, UK: Ashgate Publishing Limited.

⁹Reason, J.T. (1997) geeft de laatste versie van het model dat een serie wijzigingen heeft ondergaan.

¹⁰Het aantal vermijdbare sterftegevallen in Amerikaanse ziekenhuizen wordt conservatief geschat op 44.000 tot 98.000 per jaar. Zie Brennan, T.A. et al. (1991). Incidence of adverse events and negligence in hospitalized patients: Results of the

Harvard Medical Practice Study I. *New England Journal of Medicine*, 324, 370-376; Leape, L.L. et al. (1991). The nature of adverse events in hospitalized patients: Results of the Harvard Medical Practice Study II. *New England Journal of Medicine*, 324, 377-384. Voor Nederland ligt dit getal tussen de 1500 en 2000 patiënten per jaar, zie De Bruijne, M.C., Zegers, M., Hoonhout, L.H.F., & Wagner, C. (2007). Onbedoelde schade in Nederlandse ziekenhuizen. Dossieronderzoek van ziekenhuisopnames in 2004. Amsterdam/Utrecht: EMGO Instituut/VUmc en NIVEL.

¹¹Dit onderscheid is primair beschrijvend van aard en niet verklarend. Het is bovendien een oversimplificatie. Zie Evans, J. St. B. T. (2008). Dual-processing accounts of reasoning, judgment, and social cognition. *Annual Review of Psychology*, 59, 255-278. Voor verklaringen van de waargenomen fenomenen dienen we ons te wenden tot cognitieve architecturen als ACT-R, zie b.v. Anderson, J.R. (2007). *How can the human mind occur in the physical universe?* New York: Oxford University Press. Toegankelijke boeken met de nadruk op het intuïtieve systeem zijn o.a. Wilson, T.D. (2002). *Strangers to ourselves: Discovering the adaptive unconscious*. Cambridge, MA: The Belknap Press of Harvard University Press; Dijksterhuis, A. (2007). *Het slimme onbewuste: Denken met gevoel*. Amsterdam: Uitgeverij Bert Bakker.

¹²Voor een overzicht, zie Ross, K.G., Shafer, J.L., & Klein, G. (2006). Professional judgments and "Naturalistic Decision Making", in K. Anders Ericsson, N. Charness, P.J. Feltovich, & R.R. Hoffman (red.), *The Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance* (blz.403-419). Cambridge, NY: Cambridge University Press. Een wat toegankelijker overzicht biedt Klein, G. (2003). *Intuition at work: Why developing your gut instincts will make you better at what you do*. New York: A Currency Book/ Doubleday.

- ¹³Zie b.v. Bargh, J.A., & Chartrand, T.I. (1999). The unbearable automaticity of being. *American Psychologist*, 54, 462-476. Dijksterhuis (2007) geeft ook enkele voorbeelden.
- ¹⁴Afkomstig van: Frederick, S. (2005). Cognitive reflection and decision making. *Journal of Economic Perspectives*, 19(4), 24-42.
- ¹⁵Volgens Frederick (2005) geeft 50% van Princeton studenten en 56% van University of Michigan studenten het verkeerde antwoord.
- ¹⁶De studie naar 'heuristics and biases' richt zich op onjuiste intuïtieve oordelen, maar doet geen uitspraak over de frequentie waarmee dit soort onjuiste oordelen voorkomen. Veel intuïtieve oordelen zijn correct en leiden soms tot een beter resultaat dan wanneer men eindeloos delibereert (Dijksterhuis, 2007; Klein, 2003; Wilson, 2002).
- ¹⁷De beeldspraak is afkomstig uit: Gardner, D. (2009). The science of fear: How the culture of fear manipulates your brain (p.30). New York: Plume.
- ¹⁸Kahneman (2003) beargumenteert daarom terecht dat wie het intuïtieve systeem wil bestuderen, proefpersonen niet meerdere van dergelijke problemen achter elkaar moet geven, en zeker geen factorieel design moet gebruiken, omdat proefpersonen snel doorkrijgen dat wat systematisch gevarieerd wordt hoogstwaarschijnlijk een belangrijke cue zal zijn om het probleem op te lossen. Kahneman, D. (2003). A perspective on judgment and choice: Mapping bounded rationality. *American Psychologist*, 58(9), 697-720.
- ¹⁹Zie Kahneman (2003).
- ²⁰Om een dramatisch voorbeeld te geven: als mensen vermoed zijn en afgeleid worden, rijden ze soms automatisch naar hun werk en vergeten ze zelfs hun kind af te zetten bij het kinderdagverblijf. Ieder jaar sterven in de Verenigde Staten gemiddeld 38 kinderen in auto's als gevolg van oververhitting. De helft is door hun ouders 'vergeten' (zie <http://ggweather.com/heat/index.htm>). Er is zelfs een officiële naam voor: forgotten baby syndrome (zie http://www.theweek.com/article/index/94741/The_last_word_Forgotten_baby_syndrome)
- ²¹Zie Hill, N.M., & Schneider, W. (2006). Brain changes in the development of expertise: Neuroanatomical and neurophysiological evidence about skill-based adaptations. In K. Anders Ericsson, N. Charness, P.J. Feltovich, & R.R. Hoffman (red.), *The Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance* (blz.653-682). Cambridge, NY: Cambridge University Press.
- ²²Zie Feltovich, P.J., Prietula, M.J., & Anders Ericsson, K. (2006). Studies of expertise from psychological perspectives. In K. Anders Ericsson, N. Charness, P.J. Feltovich, & R.R. Hoffman (red.), *The Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance* (blz. 41-67). Cambridge, NY: Cambridge University Press.
- ²³Dit grijpt terug op Simon's beroemde zinsnede: 'A man, viewed as a behaving system, is quite simple. The apparent complexity of his behavior over time is largely a reflection of the complexity of the environment in which he finds himself'. In Simon, H.A. (1982). *The sciences of the artificial* (2nd ed.). Cambridge, MA: The MIT Press, blz. 65. Wat hierbij vaak wordt vergeten zijn de twee caveats die Simon meteen na deze zinnen noemt: ten eerste, dat hij zich beperkt tot de "denkende mens", en, belangrijker nog, ten tweede, dat hij alles wat in ons geheugen is opgeslagen rekent tot de buitenwereld.
- ²⁴Het voorbeeld komt uit een interview met Simon uit 1994, zie: www.astralgalia.com/webportfolio/omnimoment/archives/interviews/simon.html
- ²⁵Zie voor een algemeen overzicht over taakanalyse, Schraagen, J.M. (2006). Task analysis. In K. Anders Ericsson, N. Charness, P.J. Feltovich, & R.R. Hoffman (red.), *The Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance* (blz. 185-201). Cambridge, NY: Cambridge University Press. Zie meer specifiek voor cognitieve taakanalyse, Schraagen, J.M., Chipman, S.F., & Shalin, V.L. (2000). *Cognitive task analysis*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- ²⁶Simon, H.A. (1990). Invariants of human behavior. *Annual Review of Psychology*, 41, 1-19. Hieruit het volgende citaat: 'Because of the limits on their computing speeds and power, intelligent systems must use approximate methods to handle most tasks. Their rationality is bounded' (p. 6).
- ²⁷Zie Holyoak, K.J. (1991). Symbolic connectionism: Toward third-generation theories of expertise. In K. Anders Ericsson & J. Smith (red.), *Toward a general theory of expertise: Prospects and*

limits (p. 301-335). Cambridge, NY: Cambridge University Press.

²⁸Zie voor een recent overzicht: Ericsson, K.A. (2009). Enhancing the development of professional performance: Implications from the study of deliberate practice. In K.A. Ericsson (red.), *Development of professional expertise: Toward measurement of expert performance and design of optimal learning environments* (pp. 405-431). Cambridge, MA: Cambridge University Press.

²⁹Zie Feltoovich, P.J., Prietula, M.J., & Anders Ericsson, K. (2006).

³⁰Schraagen, J.M.C. (1997). Obtaining requirements for a naval damage control decision-support system. In C. Zsombok and G. Klein (red.), *Naturalistic Decision Making* (pp. 227-232). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

³¹Schraagen, J.M.C. (1993). What information do river pilots use? In *Proceedings of the International Conference on Marine Simulation and Ship Manoeuvrability MARSIM '93* (Vol. II, pp. 509-517). St. John's, Newfoundland: Fisheries and Marine Institute of Memorial University.

³²Schraagen, J.M.C., & Leijenhorst, H. (2001). Searching for evidence: Knowledge and search strategies used by forensic scientists. In E. Salas & G. Klein (red.), *Linking expertise and naturalistic decision making* (pp. 263-274). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

³³Schaafstal, A.M., Schraagen, J.M., & Van Berlo, M. (2000). Cognitive task analysis and innovation of training: The case of structured troubleshooting. *Human Factors*, 42, 75-86. Voor meer detail over het ontwerp van een praktijkopleiding, zie Schraagen, J.M. (2009). Designing training for professionals based on subject matter experts and cognitive task analysis. In K.A. Ericsson (red.), *Development of professional expertise: Toward measurement of expert performance and design of optimal learning environments* (pp. 157-179). Cambridge, MA: Cambridge University Press.

³⁴Schraagen, J.M.C. (1993). How experts solve a novel problem in experimental design. *Cognitive Science*, 17, 285-309.

³⁵Schraagen, J.M., & Van de Ven, J.G.M. (2008). Improving decision making in crisis response through critical thinking support. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 2(4), 311-327.

³⁶Zie b.v. Butler, D.A. (1998). "Unsinkable": The full story of RMS Titanic. Mechanicsburg, PA: Stackpole Books. In het bijzonder waren er geen procedures voor het omgaan met binnenkomende Morse-berichten. De operators behandelden deze berichten naar eigen goeddunken, tenzij ze direct aan de kapitein gericht waren. De operators waren slecht betaald, werkten in vermoeiende 12 uur op – 12 uur af schema's en moesten een groot aantal privé-berichten versturen die interfereerden met de serieuze berichten over ijsvelden. Tot overmaat van ramp was de radiotelegraaf die fatale dag buiten werking van 12 uur 's middags tot 19.00 uur 's avonds. Hierdoor ontstond een achterstand in het aantal te verzenden berichten en bleven berichten over ijsvelden liggen. Al met al zijn de binnenkomende berichten van andere schepen niet systematisch geplot op de kaart in de brug. Als dit wel gebeurd zou zijn, zou dit tot een veel betere situation awareness hebben geleid bij kapitein Smith en wellicht een verdere aanpassing van koers en snelheid (Smith had uit voorzorg de koers al tien mijl naar het zuiden verlegd).

³⁷Het officiële rapport van de Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung is te vinden op http://www.bfu-web.de/cln_015/nn_226462/EN/Publications/Investigation_20Report/2002/Report_02_AX001-1-2_C3_9Cberlingen_Report,templated=raw,property=publicationFile.pdf/Report_02_AX001-1-2_Überlingen_Report.pdf. Andere overzichtelijke publicaties zijn: Lee, R. (2004). Mid-air collision. *Flight Safety Australia*, July-August, 22-29. Brooker, P. (2008). The Überlingen accident: Macro-level safety lessons. *Safety Science*, 46, 1483-1508. Nunes, A, & Laursen, T. (2004). Identifying the factors that contributed to the Ueberlingen midair collision: implications for overall system safety. *Proceedings of the 48th Annual Chapter Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society*, September 20-24, 2004, New Orleans, LA, USA.

³⁸Zie <http://www.project-tenerife.com> voor alle relevante onderzoeksrapporten. Zie verder voor een goede analyse: Weick, K.E. (1990). The vulnerable system: An analysis of the Tenerife air disaster. *Journal of Management*, 16(3), 571-593.

³⁹De beste bron is ongetwijfeld: Vaughan, D. (1996). *The Challenger launch decision: Risky technology, culture, and deviance at NASA*. Chicago: The University of Chicago Press.

⁴⁰Nietzsche, F. (1979/1881). *Morgenröte: Gedanken über die moralischen Vorurteile*. München: Wilhelm Goldmann Verlag. Aforisme 438: Mensch und Dinge. – Warum sieht der Mensch die Dinge nicht? Er steht selber im Wege: Er verdeckt die Dinge.

- ⁴¹ Er moet een onderscheid gemaakt worden tussen situaties waarbij mensen zich afvragen: "wat is er gebeurd?", situaties waarbij mensen zich afvragen: "wat is er aan de hand?", en situaties waarbij mensen zich nauwelijks iets afvragen omdat ze niet doorhebben dat de situatie zich in een ongewenste richting aan het ontwikkelen is. De hier besproken ongevallen behoren tot de laatste categorie. De eerste categorie vraagt om een diagnoseproces, zie b.v. Groenewegen, A.J.M. (1990). *What happened? Diagnosing unfamiliar real-life situations*. Leiden: DSWO Press. Groenewegen komt overigens tot soortgelijke conclusies als ik, hetgeen erop wijst dat het cognitieve systeem identiek opereert in beide soorten situaties, namelijk door terugredeneren en patroonherkenning. De twee laatste categorieën situaties zijn complexer om te ondersteunen dan de diagnostische situatie die Groenewegen voor ogen had, omdat de ondersteuning in real-time plaats moet vinden, nog voordat het tot een ongeval is gekomen.
- ⁴² Haynes, A.B. et al. (2009). A surgical safety checklist to reduce morbidity and mortality in a global population. *The New England Journal of Medicine*, 360, 491-499.
- ⁴³ Het is bijvoorbeeld onduidelijk of een willekeurige andere procedure niet tot dezelfde effecten had geleid, of zelfs dat het aantal sterfgevallen in de onderzochte periode ook vanzelf wel zou zijn gedaald. De onderzochte teams waren zich in alle gevallen ten volle bewust van het feit dat hun gedrag geobserveerd werd, hetgeen op zich al tot betere uitkomsten kan hebben geleid, het zogenaamde Hawthorne-effect. Andere bezwaren van meer praktische aard zijn dat de verantwoordelijkheid voor het uitvoeren en handhaven van de procedure niet altijd helder zijn belegd (wie spreekt wie aan op het niet uitvoeren van de procedure?) en dat de procedure een 'mindless routine' kan worden.
- ⁴⁴ Zie Cohen, M.S., Freeman, J.T., & Thompson, B. (1998). Critical thinking skills in tactical decision making: A model and a training strategy. In J. A. Cannon-Bowers & E. Salas (red), *Making decisions under stress: Implications for individual and team training* (pp. 155-189). Washington, DC: American Psychological Association.
- ⁴⁵ Zie b.v. Salas, E., Wilson, K.A., Burke, C.S., & Wightman, D.C. (2006). Does crew resource management training work? An update, an extension, and some critical needs. *Human Factors*, 48(2), 392-412.
- ⁴⁶ Zie b.v. Patterson, E.S., Woods, D.D., Cook, R.I., & Render, M.L. (2007). Collaborative cross-checking to enhance resilience. *Cognition, Technology & Work*, 9(3), 155-162.
- ⁴⁷ *The future of work: Perspectives* (2007). Technology Horizons Program. Palo Alto, CA: Institute for the Future. Zie <http://www.iftf.org> www.iftf.org.
- ⁴⁸ Vergelijkbaar met de definitie van Marsh, S. & Dibben, M.R. (2003). The role of trust in information science and technology. In *Annual Review of Information Science and Technology*, 37, 465-498. "[T]rust concerns a positive expectation regarding the behavior of somebody or something in a situation that entails risk to the trusting party." (p. 470).
- ⁴⁹ Zie Reason, J. T. (2008). *The human contribution: Unsafe acts, accidents, and heroic recoveries*. Farnham: Ashgate Publishing Limited.
- ⁵⁰ De term is afkomstig van Thaler, R.H., & Sunstein, C.R. (2009). *Nudge: Improving decisions about health, wealth and happiness*. London: Penguin Books.
- ⁵¹ Zie b.v. Marcus, G. (2009). How does the mind work? Insights from biology. *Topics in Cognitive Science*, 1, 145-172.
- ⁵² Kouwenaar, G. (2002). *Helder maar grijzer. Gedichten 1978-1996*. Amsterdam: Em. Querido's Uitgeverij b.v. Het gedicht 'men moet' is afkomstig uit de bundel 'de tijd staat open' (1996).
- ⁵³ Reason (2008), p. 288.
- ⁵⁴ In zijn inaugurele rede, gehouden op 18 oktober 1965, beantwoordde Nico Frijda zijn eigen vraag: "Kunnen mensen denken?" met: '(...) ja, een beetje. We doen ons best. (...) Maar het is niet iets om ons als diersoort over op de borst te slaan. (...) De tekortkomingen geven duidelijk aan, hoe primitief de menselijke informatieverwerking toch nog is, en in welke richting men zich de evolutie naar die nieuwe diersoort, de homo vere sapiens, zou kunnen denken.' (p.23). Bijna 45 jaar na dato doen we nog steeds ons best. Het enige verschil is dat Frijda sprak over 'beginners', terwijl ik het heb over 'experts in nieuwe

situaties'. Zie Frijda, N.H. (1965). Kunnen mensen denken? Rede uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van gewoon hoogleraar aan de Gemeentelijke Universiteit van Amsterdam op maandag 18 oktober 1965. Amsterdam: G.A. van Oorschot.



