

## Verslag van een studiereis naar Engeland

***Citation for published version (APA):***

Kragt, H., & Landeweerd, J. A. (1975). *Verslag van een studiereis naar Engeland*. (Technische Universiteit Eindhoven. Fac. der Bedrijfskunde. : rapport). Technische Hogeschool Eindhoven.

***Document status and date:***

Gepubliceerd: 01/01/1975

***Document Version:***

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

***Please check the document version of this publication:***

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

***General rights***

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

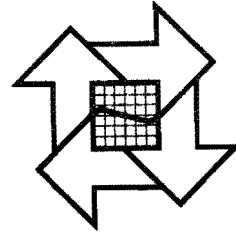
[www.tue.nl/taverne](http://www.tue.nl/taverne)

***Take down policy***

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

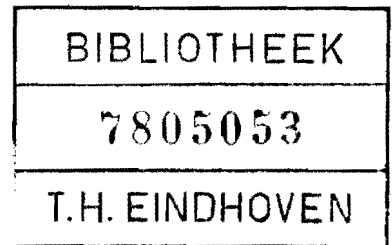
[openaccess@tue.nl](mailto:openaccess@tue.nl)

providing details and we will investigate your claim.



Werkgroep  
Onderzoek  
Mens-machine-  
Systemen -i.o.  
Rapport no. 7

VERSLAG VAN EEN STUDIEREIS  
NAAR ENGELAND



Vakgroep Organisatiepsychologie  
Eindhoven, september 1975

Ir. H. Kragt  
Drs. J.A. Landeweerd

INHOUDSOPGAVE

BLZ.

SAMENVATTING

VOORWOORD

1

1. UNIVERSITY OF HULL, DEPARTMENT OF PSYCHOLOGY

2

1.1. *Inleiding*

1.2. *De taakanalyse*

1.3. *Training*

1.4. *Methoden en Technieken*

1.5. *Conclusies*

2. UNIVERSITY OF MANCHESTER INSTITUTE OF SCIENCE & TECHNOLOGY

5

2.1. *Inleiding*

2.2. *De proeffabriek*

2.3. *Discussie n.a.v. verricht en de te ondernemen onderzoek*

2.4. *Discussie met Dr. D. Whitfield*

2.5. *Conclusies*

NAWOORD

12

LITERATUUR

## *SAMENVATTING*

In april 1975 maakten de schrijvers van dit verslag een studiereis naar Engeland. Bezocht werden de afdeling Psychologie aan de universiteit van Hull, en het instituut voor Wetenschap & Technologie aan de universiteit van Manchester. De reis werd mogelijk gemaakt door een subsidie van de Nederlandse organisatie voor zuiver-wetenschappelijk onderzoek (Z.W.O.). Het doel van deze reis was het voeren van discussies met deskundigen, en zodoende het verzamelen van informatie, over: analysetechnieken van "mentale" taken en vaardigheden, opleiding en training van operators en het verrichten van ergonomische experimenten aan gesimuleerde processen. De schrijvers hoopten hiermee toekomstig onderzoek in het laboratorium en in praktijksituaties beter te kunnen funderen. Dit onderzoek wordt verricht in het kader van de Werkgroep Onderzoek Mens-machinesystemen (W.O.M.)-i.o. aan de Afdeling der Bedrijfskunde van de Technische Hogeschool Eindhoven.

VOORWOORD

Als leden van de Werkgroep Onderzoek Mens-machinesystemen (W.O.M.)-i.o. hebben wij bezoeken gebracht aan een tweetal onderzoeksinstituten in Engeland. Wij verwachtten, dat de kennis aldaar opgedaan de onderzoekingen van genoemde werkgroep van dienst zouden zijn. De doelstelling van de W.O.M. is als volgt te omschrijven: Uit onderzoek van meer of minder geautomatiseerde mens-machinesystemen gegevens te verzamelen die het mogelijk maken, zulke systemen naar sociale en technisch-economische maatstaven te optimaliseren (Daniëls e.a., 1974). Met dat doel worden, zowel in praktijksituaties (voorlopig vooral de chemische procesindustrie van de D.S.M.), als in het bedrijfskundig laboratorium van de T.H.-Eindhoven, onderzoekingen uitgevoerd. In de aanvraag voor de Z.W.O.-subsidie is uitvoeriger uiteengezet wat wij met onze reis meer in detail beoogden. Wij presenteren hier het reisverslag over onze ervaringen en indrukken tijdens het studiebezoek; in het kort geven wij de conclusies weer die uit de gevoerde gesprekken te trekken zijn. (Dit verslag moet derhalve niet gezien worden als een wetenschappelijke publicatie.) In paragraaf 1 beschrijven wij het bezoek aan de universiteit van Hull (Dr. K.D. Duncan), in paragraaf 2 dat aan Manchester (Prof.dr. F.P. Stainthorp en Dr. D. Whitfield).

## 1. UNIVERSITY OF HULL, DEPARTMENT OF PSYCHOLOGY

### 1.1. Inleiding

Het bezoek aan de University of Hull, met name aan Dr. K.D. Duncan en Mr. A. Shepherd, leek ons zeer nuttig, in verband met hun onderzoeken op het gebied van "taakanalyse" en "training". Vooral was van belang, dat het object van hun onderzoeken de taak van de human operator in de (meer of minder geautomatiseerde) procesindustrie was. Deze staat immers ook in onze werkgroep centraal. Er is eigenlijk steeds behoefte geweest aan een goede analysetechniek voor dit soort taken. Hun werk deed ons vermoeden, dat de oplossing nu in zicht was (zie bv. Annett e.a., 1971 en Duncan, 1975). Bovendien zouden zij interessant werk doen op het gebied van de training van operators.

### 1.2. De taakanalyse

Hun taakanalyse-methode is er vooral op gericht informatie te verzamelen die noodzakelijk is om beslissingen te nemen over: *wat* te trainen, *hoe* te trainen, zelfs *hoe goed* te trainen en wellicht *hoeveel "uit te geven"* voor training. Daartoe wordt de taak opgesplitst in hiërarchisch geordende subtaken, die steeds verder gedetailleerd worden (zie bv. Annett, 1971).

Eén van hun interessante vondsten is, dat dit opsplitsen niet verder moet gaan dan strict nodig is. Zij formuleerden daartoe een criterium om bij elke subtaak na te gaan of verder analyseren nodig was; het zogenaamde "p maal c" (pxc)-criterium (zie Annett, 1971). Onder p verstaan zij de kans dat een niet-getrainde leerling de (sub)taak foutief zal uitvoeren; onder c de kosten die met zo'n fout gepaard gaan.

Een belangrijk probleem is echter een goede schatting van p en c te verkrijgen. Daarover zijn zij in hun geschriften uiterst vaag. Doelstellingen van ons bezoek waren dan ook met betrekking tot de taakanalyse:

1. het nagaan van de generaliteit van hun methode; dit gebeurde door te informeren naar taaksituaties waarin zij hun methode hebben toegepast.
2. het nader informeren naar de wijze waarop p en c geschat worden.
3. het verhelderen van enkele van hun begrippen, zoals: task, skill, plan en "pxc".

Wij gaan achtereenvolgens elk van deze drie punten na:

- ad.1. Zij zijn begonnen met het toepassen van hun methode in de "process-control"-situatie. Aangezien dit een complexe taak is, meenden zij dat, als ze hierin slaagden, de methode vrij universeel toepasbaar was. Zij hebben de methode echter ook toegepast op taaksituaties aan lopende banden, in de auto-industrie, het werken aan een draaibank en het repareren van relais. (Wij zelf zijn momenteel ook bezig de waarde van deze techniek in enkele praktijksituaties uit te proberen.)
- ad.2. Hier zijn wij niet veel verder gekomen. Het blijkt, dat zij zich om p en c niet zo erg druk maken. Men begint met te trachten enig idee van c te krijgen (inclusief de kosten van de analyse en de training zelf!). Het belangrijkste acht men een schatting van deze (verwachte) kosten.
- ad.3. Zij willen in hun analyse voorlopig geen termen gebruiken, die aansluiten bij psychologische begrippen. Zo willen zij bv. de term "mentaal model" of "skill" vermijden en liever spreken over "plans" en "tasks". Zij hopen daarmee zo dicht mogelijk bij de verschijnselen zelf te blijven.

### 1.3. *Training*

Vroeger waren Duncan c.s. vooral geïnteresseerd in het trainen van vaste procedures (het opstarten en stoppen van het proces). Daarna ook in de wijze waarop storingen geanalyseerd worden. Enkele voorbeelden:

- Het leren identificeren van een groot aantal kleppen. In feite is dit wat in de leertheorieën bekend staat als "paired-associate learning". Als je iemand echter begrippen leert (concept learning), dan gaat het sneller. Zij hebben gepoogd via het begripsmatig leren deze identificaties te trainen.
- Het zoeken en diagnosticeren van storingen. Sommigen menen dat het aanleren hiervan het best kan gebeuren door veel chemie e.d. te geven. Alternatieven zijn echter het werken met "beslissingsbomen" of het leren van algemene aanpakken via geprogrammeerde instructie.
- Het identificeren van storingspatronen door middel van dia's. Dia's van het paneel onder verschillende storingstoestanden worden aangeboden en via drie verschillende methodes leidde men ppn. op, t.w.: 1. zonder technische informatie, 2. met technische informatie en 3. met technische informatie én strategieën van aanpak. Laatstgenoemde methode bleek vooral van nut bij het diagnosticeren van *nieuwe* storingen.

Een interessante neenvondst was, dat ervaren operators bij het diagnosticeren veel extra vragen stelden; *niet* ter diagnose, maar om te

verifiëren. Er moet dan ook een onderscheid worden gemaakt tussen "diagnosing"- en "verifying"-vragen. (Voor gedetailleerde informatie wordt verwezen naar het te publiceren artikel van Duncan en Sheperd in Ergonomics, 1975.)

#### 1.4. *Methoden en technieken*

1. *Protocollering*. Eén van de methoden om achter interne (denk-) processen te komen, is de vraag om hardop te denken. Zij vinden, dat je bij protocol-analyse altijd seriële oplossingen verkrijgt. Misschien doet een pp. in werkelijkheid echter veel meer aan patroonherkenning. Met deze methode krijg je dat er niet uit.
2. *Oogbewegingsregistratie*. Ook hier het probleem van de sequentie versus de patroonherkenning. Daar komt nog bij, dat je als onderzoeker niet kan nagaan waar de pp. perifeer nog informatie vandaan haalt.

#### 1.5. *Conclusies*

1. Veel (ook ongepubliceerd en gedetailleerd) materiaal gekregen over hun methode van taakanalyse in enkele praktijksituaties.
2. Hun experimentele proefopstelling voor het trainen van storingsidentificatie heeft bij ons een aanpak voor een heel ander doel gestimuleerd (zie onderzoeksopzet Landeweerd, 1975).
3. De factoren p en c zijn misschien belangrijker voor het verkrijgen van inzicht in de bedrijfszekerheid van de mens, dan als hulpmiddel bij taakanalyse.
4. Toekomstige leerexperimenten aan onze simulator zullen door hun werk beter gefundeerd zijn.
5. Hun onderzoek is in hoofdzaak gericht op het trainen van operators. Daarentegen stellen wij ons ook tot doel de theorie te ontwikkelen, hypothesen te toetsen over relaties tussen het menselijk functioneren en aspecten van de "machine". Dit heeft tot gevolg, dat wij meer dan zij de nadruk leggen op begrippen als vaardigheid, en mentaal model.
6. Wij zijn nog kritischer geworden over sommige analyse-methoden van mentale taken.
7. Ons begrippenarsenaal (relevante onderscheidingen e.d.) is verrijkt.



## 2. UNIVERSITY OF MANCHESTER INSTITUTE OF SCIENCE & TECHNOLOGY (UMIST)

### 2.1. Inleiding

Het plan een bezoek te brengen aan UMIST was bij ons opgekomen, nadat wij in gesprekken met Dr. F.P. Lees (Loughborough) en Prof. ir. J. Rijnsdorp (T.H.T.) geattendeerd waren op de aanwezigheid van een complete proef-fabriek, bestaande uit drie destillatiekolommen, bij de afdeling der Chemische Technologie aan de Universiteit van Manchester. Daarnaast had het artikel van B. West en J.A. Clark, beide medewerkers van Prof.dr. F.P. Stainthorp, onze nieuwsgierigheid opgewekt. Dit artikel met als titel "operator interaction with a computer-controlled distillation column", is opgenomen in het boek van E. Edwards & F.P. Lees (1974). West en Clark schrijven daarin op blz. 211 ondermeer: "the objective of the project was partly to gain experience in setting up and running such tests and, therefore, the information has not been analyzed; this is for later work in the research programme". (Bij het bedoelde onderzoek waren West en Clark geïnteresseerd in het effect van verschillende soorten displays op de regelprestatie van operators.) Helaas heeft het door Clark en West genoemde werk nog niet plaats gevonden, en ook op korte termijn ziet dat er niet naar uit. Met het vertrek van West naar Imperial Oil Enterprises Ltd. in Canada, van Clark naar Roch Chemicals in Engeland en met de huidige moeilijkheden in de bezetting van zijn staf, staat Prof.dr. F.P. Stainthorp momenteel alleen. Derhalve was in de afgelopen twee jaar geen research meer gepleegd op het gebied van "de human operator". Helaas werden wij daarvan niet op de hoogte gesteld in de briefwisseling die aan ons bezoek voorafging.

### 2.2. De proeffabriek

De afdeling der Chemische Technologie beschikt om drie redenen over een complete proeffabriek (zie ook Stainthorp, 1970):

1. Het bestuderen van het dynamisch gedrag van destillatiekolommen onder verschillende condities.
2. Het confronteren van de studenten van de onderhavige afdeling met verschillende graden van automatisering.
3. Operators uit naburige chemische industrieën vertrouwd laten worden met computer-bestuurde fabrieken.

ad.1. Gedurende drie dagen moeten "undergraduates" (vóór-kandidaten) een soort praktikum verrichten. De eerste dag wordt besteed aan het bezichtigen van de gehele fabriek, het bespreken van de veiligheidsvoorschriften en aan het opstarten van een destillatiekolom. De tweede dag moeten de studenten de in-bedrijf-zijnde kolom naar een ander bedrijfspunt regelen. Daarbij moeten zij gegevens verzamelen omtrent responsies, responsie-tijden e.d. De derde dag is gelijk aan de tweede met dit verschil, dat de studenten nu geconfronteerd worden met een computer-bestuurde (D.D.C.) fabriek. Ook in deze situatie moeten gegevens verzameld, geanalyseerd en vergeleken worden met die van de tweede dag. Over het geheel moet de student een rapport schrijven. Behalve voor onderwijsdoeleinden wordt de fabriek ook gebruikt voor onderzoek, met name op het gebied van de modelvorming.

ad.2. Gezien het feit, dat men bij UMIST beschikt over verschillende soorten meet- en regelsystemen is men in staat de studenten te confronteren met een volledig op-de-hand-bestuurd systeem (manual control), met een gedeeltelijk op-de-hand-bestuurd systeem (automatic control; setpoint control) en met een volledig computer-bestuurd systeem (direct digital control). Zij, die later in deze bedrijfstak gaan werken, kunnen zodoende al gedurende hun studie geconfronteerd worden met de voor- en nadelen van de verschillende systemen.

ad.3. In de omgeving van Manchester zijn een aantal chemische procesindustrieën, die graag hun operators aan UMIST afstaan; enerzijds om de operators ervaring te laten opdoen met een computer-bestuurde fabriek, anderzijds om UMIST van dienst te zijn bij hun experimenten. Aanvankelijk was de situatie bij UMIST gunstig, omdat tot 1970 weinig onderzoek was verricht op het gebied van computer-bestuurde processen. UMIST beschikte in die tijd als eerste over een experimentele opstelling waarbij gemakkelijk van het conventioneel meet- en regelsysteem overgeschakeld kon worden op het computer-bestuurd systeem (zie ook West en Clark, 1974).

### 2.3. *Discussie n.a.v. verricht en te ondernemen onderzoek*

Zoals reeds opgemerkt, moest het werk van West en Clark als voorbereidend beschouwd worden. Vragen betreffende de experimentele opzet konden helaas niet beantwoord worden. Wat betreft het ontwikkelen van prestatie-maten, experimenteer- en datareductie-programma's zijn de huidige ideeën en

concrete resultaten van onze werkgroep hoopgevend.

Uit het onderzoek van West en Clark was nog als opmerkelijk fenomeen naar voren gekomen, dat de operators het conventionele meet- en regelsysteem gebruikten om snel een overzicht te verkrijgen van de procestoestand. Het digitale display en de printer ("log-out") werden daarentegen gebruikt om exacte informatie over een procestoestand te verkrijgen. Dit wijst in de richting van een te ontwerpen situatie waarbij de computer als hulpmiddel ("job aid") aan het mens-machinesysteem is toegevoegd. Essentieel daarbij is, dat aan de operator de beslissing moet blijven welk systeem hij in een bepaalde situatie wenst te gebruiken, het conventionele of het computer-bestuurde. Hierbij zij nog opgemerkt, dat in de door West en Clark gecreëerde storingsituaties door de operator veelvuldig tegelijkertijd gebruik werd gemaakt van meerdere conventionele displays. Displays die, normaal gezien, redundante informatie verschaffen. Ook hier een vingervijzing, dat zonder conventioneel meet- en regelsysteem de operator toch ergens zijn informatie vandaan moet krijgen.

Tenslotte leerde de experimenten van West en Clark ons, dat de operators bij het gebruik van digitale displays zeer veel afleesfouten maakten. Zij pleitten dan ook voor handhaving van de normaal analoog registrerende display (trendinformatie!).

Gevraagd naar het toekomstig onderzoek vertelde Prof. Stainthorp ons, dat, gezien de huidige bezetting, hij het onderzoek zou beperken tot het verbeteren van de huidige CRT's en het ontwikkelen van kleuren-displays. Deze laatste zouden criteriumvariabelen m.n. meer "dramatisch" kunnen uitbeelden, hetgeen in sommige situaties van belang kan zijn. Het behoeft geen betoog dat een dergelijke uitspraak onderzocht behoort te worden, alvorens men zich met het ontwikkelen van dergelijke displays gaat bezig houden. Op de vraag hoe in ons laboratorium een elementaire cursus voor naïeve proefpersonen eruit zou moeten zien, antwoordde Prof. Stainthorp:

- de procesvariabelen, die het dynamisch gedrag bepalen, expliciteren;
- illustratie van het dynamisch gedrag van de kolom;
- een regelkring demonstreren; in theorie en praktijk;
- het verschil laten zien/ondergaan tussen hand- en automatische bediening;
- meelopen met een ervaren operator. (N.B. Afgezien van het feit, dat dit in onze laboratoriumsituatie niet mogelijk is, zal je hiermee o.i. voorzichtig moeten zijn. Immers, allerlei inferieure, niet-optimale strategieën zijn op deze wijze gemakkelijk overdraagbaar. Daarnaast zouden de verschillen in interpersoonlijke relaties kunnen veroorzaken, dat niet elke proefpersoon exact dezelfde instructie verkrijgt.)

De problematiek rond de instructie is hiermee niet opgelost. "Instructie" moet gezien worden als een onafhankelijke variabele, en onderzoek zal moeten uitwijzen welke vorm van instructie de beste is (criterium!). Met name het promotie-onderzoek van Landeweerd zal hierover uitsluitend kunnen geven.

Tenslotte vermelden wij, dat de thesis van Clark is aangevraagd. Wij hopen uit het door hem verzamelde materiaal een aantal hypothesen te formuleren die nader onderzocht behoren te worden.

#### 2.4. *Discussie met Dr. D. Whitfield*

Gedurende het bezoek aan Manchester werd ons de gelegenheid geboden in contact te treden met Dr. D. Whitfield. Whitfield is lector aan de universiteit van Aston te Birmingham, afdeling Toegepaste Psychologie. Bij een vorig werkbezoek aan Engeland hadden wij hem al ontmoet, zodat wij in feite onze discussie konden voortzetten. Daarbij werden twee interessante punten aan de orde gesteld:

1. Het onderzoek op het gebied van Air Traffic Control (ATC) op de luchthaven Heathrow.
2. De toekomstige samenwerking van de groep Whitfield met Systems Reliability Service (S.R.S.) op het gebied van de "human reliability" (menselijke bedrijfszekerheid).

##### ad.1. *Air traffic control op Heathrow*

Op de luchthaven Heathrow is het normaal dat in de spitsuren elke minuut een vliegtuig landt. De luchtverkeersleider (air traffic controller; in het vervolg operator genoemd) die tot taak heeft de vliegtuigen snel, veilig en orderlijk binnen te loodsen, wordt door het uitvoeren van zijn taak vaak overbelast.

In het model van Sperandio (1971) wordt gesteld, dat bij een dreigende overschrijding van de werkbelasting de operator overgaat tot het hanteren van eenvoudiger strategieën. Daardoor handhaaft hij een constante werkbelasting. In de situatie van Heathrow is echter al sprake van een teveel aan eenvoudige strategieën (aangenomen dat de operator daar functioneert volgens het model van Sperandio - red.), die een te grote werkbelasting van de operator veroorzaken. In principe bestaan er twee mogelijkheden om daaraan te ontkomen: de operator gaat als gevolg van de te grote werkbelasting fouten maken (taakpathologie), of hij probeert de taak toch goed uit te voeren, maar dat gaat ten koste van hem zelf (mens-pathologie).

In de situatie van Heathrow zal als gevolg van de zware verantwoordelijkheid de operator in eerste instantie proberen zijn taak goed uit te voeren, ondanks de dreigende overbelasting. Dat dit ten koste van hem zelf gaat, moge blijken uit het toenemend aantal maagzweren daar en ook elders op soortgelijke arbeidsplaatsen. Whitfield en zijn medewerkers proberen nu in eerste instantie de taak van de verkeersleider te analyseren, ondermeer m.b.v. de analysetechniek van Annett en Duncan; deze analyses worden uitgebreid met interviews met de betreffende operators. Mede op grond van analyseresultaten willen Whitfield c.s. zich toeleggen om op de juiste wijze "predictive displays" en "scheduling programs" in te voeren. Met behulp van deze middelen zouden de operators in staat moeten zijn toekomstige banen/wegen van de vliegtuigen in beeld te brengen en op de juiste wijze de vliegtuigbewegingen te plannen. Het plannen van deze bewegingen, zowel in de lucht als op de grond, is een essentieel onderdeel van de taak van de operator. Op Heathrow is daarvoor speciaal een zogeheten "planner" aangewezen. Deze heeft echter een adviserende stem; de operator blijft verantwoordelijk voor de goede uitvoering van zijn taak. Dat ook in deze situatie de computer uitkomst biedt, moge duidelijk zijn. (Op Schiphol is trouwens een dergelijk systeem sinds kort operationeel.) Bij Whitfield c.s. leeft echter het idee dat ook in deze situatie het "predictive display" en de "scheduling programs" als "job aids" gezien behoren te worden. M.a.w. in drukke perioden is het noodzakelijk gebruik te maken van deze hulpmiddelen, in normale perioden behoeft het niet persé. Zij vinden dat de operator moet kunnen beslissen al dan niet van deze middelen gebruik te maken. Juist in perioden dat geen gebruik noodzakelijk is, moet de operator in staat worden gesteld zijn interne representatie/mentaal model van het gebeuren te updaten (zie ook Kragt en Landeweerd, 1974). In hoeverre zij erin slagen deze attitude ook bij de hogere leiding van Heathrow te bewerkstelligen, zal de toekomst ons leren.

ad.2. *Ergonomie en systeem-bedrijfszekerheid*

David Embrey, medewerker van Whitfield, werkt als een research fellow in opdracht van het National Centre of Systems Reliability (NCSR) aan een project, dat als contract-research gekarakteriseerd kan worden. De NCSR is een onderafdeling van de United Kingdom Atomic Energy Authority (UKAEA).

Deze afdeling houdt zich voornamelijk bezig met onderzoek op het gebied van het schatten en het verbeteren van de bedrijfszekerheid van technische produktiesystemen (kernreactoren; chemische procesindustrie e.d.). De UKAEA is met name door het werk van Dr. A. Swain vergevorderd met het schatten van de bedrijfszekerheid van technische systemen. Aangezien het technisch systeem altijd op de een of andere manier beheerst wordt door mensen, is ook een onderzoek naar de menselijke bedrijfszekerheid ("human reliability") in zulke systemen noodzakelijk. In feite richt zich men dan op de bedrijfszekerheid van het *totale* mens-machinesysteem.

Voor onderzoek op dit gebied is de hulp ingeroepen van Whitfield c.s. Deze hebben hun twijfels, evenals de schrijvers van dit reisverslag, over de mate waarin men in staat zal zijn voorspellingen te doen over de menselijke bedrijfszekerheid in de beoogde technische systemen. Immers, de veelheid van factoren die de menselijke prestatie en dus de menselijke bedrijfszekerheid kunnen beïnvloeden, is groot. ("Human Reliability" moet beschouwd worden als een aspect van de "Human Performance"; zie ook Kragt en Paternotte, 1975.) Deze factoren zijn ook van een geheel andere orde, dan de factoren die het goed functioneren van een of andere component van het technisch systeem beïnvloeden. Zodoende lijkt op het eerste gezicht een benadering à la Swain (zie ook Edwards & Lees, 1972) onvruchtbaar, zo niet onmogelijk.

Bij het onderzoek naar de menselijke bedrijfszekerheid zal men zich niet alleen moeten beperken tot het uitvoeren van een taakanalyse ("wat doet de operator"), en proberen voor elke observeerbare subtaak het risico (=pxc) te schatten. In de beschouwing zal ook betrokken moeten worden een vaardigheidsanalyse ("hoe voert de operator zijn taak uit"). Als ergonoom ben je nl. niet alleen geïnteresseerd in vragen zoals: wat doet de operator fout, en hoe groot is het risico; maar ook in vragen zoals: waarom en door wie werd de fout gemaakt, en onder welke condities werd die fout gemaakt.

Whitfield c.s. proberen voor een groot aantal uiteenlopende operator-processituaties bovenstaande vragen te beantwoorden. Specifieke taakuitvoeringen zouden dan verder in een laboratorium (processimulatie) onderzocht moeten worden.

Wat betreft het onderzoek naar de menselijke bedrijfszekerheid beperken wij ons in eerste instantie tot de chemische procesope-

i

statisch

dynamisch

rator die een destillatieproces bestuurt. De taak van een dergelijke operator kunnen wij als volgt omschrijven (Kragt, 1971):

1. De controle/bewaking van het proces
2. Het bijregelen van het proces na optreden van een storing.
3. Het minimaliseren van de gevolgen van optredende bedrijfstoringsen
4. Het stoppen en het weer opstarten van het proces.

Beperken wij ons tot de situatie "normaal bedrijf", dan zijn de onder 1, 2 en 3 genoemde taken van belang. De controle-taak leent zich bij uitstek voor simulatie. In ons laboratorium zal de aldus gecreëerde taak het karakter van een *vigilantietaak* verkrijgen, waarbij wij geïnteresseerd zijn in het aantal niet-opgemerkte signalen ("missers"). De regeltaak na optreden van een storing is ook heel goed in ons laboratorium te analyseren. Essentieel hierbij is, dat het begrip "menselijke fout" eenduidig gedefinieerd wordt. Wat betreft het menselijk handelen bij optredende bedrijfstoringsen zal eerst een uitgebreid veldonderzoek moeten uitwijzen welke infrequente gebeurtenissen ("critical incidents") zich in het verleden hebben voorgedaan, en hoe de operators daarop gereageerd hebben. Gegevens daaromtrent zouden ons in staat moeten stellen te schatten in welke mate operators in staat zijn de juiste acties op de geeigende situaties te ondernemen. Tenslotte zal in het laboratorium de uitvoering van deze taak nader moeten worden geanalyseerd. Het behoeft geen betoog, dat uitwisseling van ideeën en resultaten met Whitfield c.s. omtrent dit onderzoek in de toekomst regelmatig zal geschieden.

## 2.5. *Conclusies*

1. Als de staf van Prof.dr. F.P. Stainthorp in de toekomst ook wordt uitgebreid met experimenteel psychologen c.q. ergonomen, dan is samenwerking met UMIST op het onderhavige gebied bijzonder nuttig.
2. Het idee om mens-machinesystemen te ontwerpen waarbij de computer als "job-aïd" aan het systeem is toegevoegd, werd bij ons versterkt.
3. De problematiek rond de instructie voor naïeve proefpersonen zal door ons ter hand moeten worden genomen.
4. Over de toekomstige samenwerking met Dr. D. Whitfield en zijn staf op het gebied van de menselijke bedrijfszekerheid zijn wij zeer verheugd; het ergonomisch onderzoek van deze groep op Heathrow heeft onze bijzondere belangstelling.

*NAWOORD*

In dit nawoord willen wij de Nederlandse organisatie voor zuiver wetenschappelijk onderzoek (Z.W.O.) bedanken voor het geld dat zij ons ter beschikking heeft gesteld. De hoogleraren Daniëls, Rademaker en Rijnsdorp komt dank toe voor het feit, dat zij aan Z.W.O. inlichtingen hebben willen verstrekken over ons en over ons onderzoek. Daardoor werden wij in staat gesteld deze studiereis te ondernemen, en konden wij onze ervaringen en indrukken op schrift stellen. Wij hopen daarmee ook andere onderzoekers direct of indirect van dienst te zijn geweest. Nogmaals wijzen wij hier op het karakter van de studiereis; voor ons was het leerzaam, daarnaast werden goede contacten gelegd. Dat onderzoek op het in dit verslag beschreven vakgebied noodzakelijk is en blijft, moge blijken uit de verzuchting van Dr. D. Whitfield na één van onze discussies: "I wish that we could get evidence for our statements; they are opinions only".



*LITERATUUR*

- Annett, J. et.al., (1971) Task analysis. Her Majesty's Stationery Office, London.
- Daniëls, M.J.M. et.al., (1974) Bijdrage aan het programma van de W.O.M.-i.o.. Vakgroep Organisatiepsychologie, Afdeling der Bedrijfskunde, T.H. Eindhoven. (Intern rapport no. 2; Bsk.QF 73147.)
- Duncan, K.D., (1975) An analytical technique for industrial training. In W.T. Singleton & P. Spurgeon: Measurement of Human Resources. Taylor & Francis Ltd. London.
- Duncan, K.D. en Shepherd, A., (1975) A Simulator and Training Technique for Diagnosing Plant Failures form Control Panels. Verschijnt in Ergonomics.
- Edwards, E. en Lees, F.P., (1972) Man & Computer in Process Control. The Institution of Chemical Engineers, London.
- Kragt, H., (1971) De operator in een chemische procesindustrie als element van het mens-machinesysteem. Afstudeerverslag van de afdelingen der Elektrotechniek en Bedrijfskunde, T.H. Eindhoven.
- Kragt, H. en Landeweerd, J.A. (1974) Mental skills in process control. In: E. Edwards & F.P. Lees: The Human Operator in Process Control. Taylor & Francis Ltd. London.
- Kragt, H. en Paternotte, P.H., (1975) "Overzicht van de te hanteren begrippen". Vakgroep Organisatiepsychologie, Afdeling der Bedrijfskunde, T.H. Eindhoven. (Intern rapport no. 8.)
- Landeweerd, J.A., (1975) Onderzoeksvoorstel "Interne representatie van een produktieproces". Vakgroep Organisatiepsychologie, Afdeling der Bedrijfskunde, T.H. Eindhoven. (Intern rapport no. 9.)
- Sperandio, J.C., (1971) Variation of operator strategies and regulating effects on workload. Ergonomics, 1971, 571-577.

Stainthorp, F.P.,(1970) The computer controlled fractioning columns at U.M.I.S.T. Britisch Chemical Engineering, vol. 15, no. 6, 794-796.

West, B. en Clark, J.A., (1974) Operator interaction with a computer-controlled distillation column. In E. Edwards & F.P. Lees: The Human Operator in Process Control. Taylor & Francis Ltd. London.