

## Onderzoek in geautomatiseerde mens-machine-systemen

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

Ekkers, C. L., Kragt, H., Mulder, H. F., & Schwarz, J. J. (1976). Onderzoek in geautomatiseerde mens-machine-systemen. *Mens en onderneming*, 30(2), 60-72.

**Document status and date:**

Gepubliceerd: 01/01/1976

**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.

## Ten geleide

*In dit themanummer kan met name de benadering van de T.H. Eindhoven en de T.H. Twente worden gerekend tot de systeemergonomie. Theorie en praktijkvoorbeelden kunnen worden gezien als een pendant van voornoemde sociotechnische reeks.*

*De sociotechnische benadering richt zich bij de beschouwing van de relaties tussen technische en sociale elementen binnen een systeem, bij voorbeeld een bedrijf, op de mogelijkheden in de menselijke organisatie om de eisen van de techniek en de mogelijkheden van de mens te optimaliseren.*

*De ergonomie richt zich in principe op de mens-machine relatie in een systeem waarbij de capaciteiten en behoeften van het individu worden afgewogen tegen de kenmerken van de techniek.*

*In tegenstelling tot de sociotechniek neemt de ergonomie daarbij ook expliciet de fysieke aspecten van mens en techniek mee, zoals verlichting, lichaamshouding bij het werk etc.*

*Het verschil tussen beide benaderingen is vooral gelegen in het object dat zij beschouwen. Sociotechnische oplossingen zullen vooral leiden tot veranderingen in de organisatie van de techniek en de mens, terwijl de ergonomie oplossingen probeert aan te dragen in de interface (= het raakvlak) tussen de individuele mens en de techniek.*

*Geen van beide houden zich echter bezig met de beoordeling van de maatschappelijk gewenste ontwikkeling van de technologie, vandaar dat mogelijke oplossingen niet verder gaan dan optimaliseren binnen een gegeven technologie. Binnen dit kader echter kunnen beide benaderingen als elkaar aanvullend worden beschouwd.*

*Indien men echter de bijdragen uit dit nummer van M & O vergelijkt met de eerder verschenen reeks over sociotechniek, dan zal dit aanvullende karakter voor de lezer moeilijk inzichtelijk worden. Begrippenkaders, definities en operationaliseringingen blijken nogal verschillend, ook binnen de beide benaderingen.*

*Het zou dan ook verheugend zijn indien, wellicht ook als gevolg van deze publikaties, een dialoog tussen beide richtingen zou ontstaan die later wellicht aansluiting kan vinden bij de benaderingen die zich meer op de relatie tussen technologie en maatschappij richten.*

**De redactie**

# Onderzoek in geautomatiseerde mens-machine-systemen

door C. L. Ekkers, H. Kragt, H. F. Mulder en  
J. J. Schwarz\*

## Inleiding

*De technologische ontwikkeling van de afgelopen decennia heeft onder meer tot gevolg gehad dat door de mens bestuurd technische systemen steeds complexer werden. Daardoor zijn taken ontstaan die geheel andere eisen stellen aan de menselijke capaciteiten dan vroeger het geval was. Zo is een vermindering opgetreden van taken die de mens motorisch belasten. Ook het aantal taken dat een fijne oog-handcoördinatie vereist en waarvoor handvaardigheden noodzakelijk zijn, neemt af. Daarentegen zien wij een toename van taken die voornamelijk bestaan uit het verwerken van informatie en het nemen van beslissingen; het uiterlijk waarneembaar gedrag moet worden gezien als het resultaat van zulke mentale processen.*

*Daarom richt men zijn aandacht in diverse vakgebieden (o.a. de ergonomie, de arbeids- en organisatiepsychologie, de bedrijfsgeneeskunde) steeds meer op de mens in de arbeidssituatie die, als belangrijk onderdeel van zijn taak, informatie moet waarnemen en verwerken en op basis daarvan beslissingen neemt. Ook vanuit de industrie en de dienstensector worden vragen gesteld met betrekking tot problemen die zich voordoen bij het uitvoeren van zulke taken.*

*Dergelijke taken komen voor in verschillende arbeidssituaties die qua doel en omvang nogal uiteen kunnen lopen. Wij noemen hier: de elektriciteitscentrale, de warmbandwalserij, de raffinaderij, de lucht- en treinverkeersleiding, de intensive care unit in een ziekenhuis.*

*In dit kader kan worden gewezen op het verschijnsel van de toenemende automatisering in de industrie en in de dienstensector. De redenen om tot het automatiseren van produktieprocessen over te gaan, worden genoemd in*

\* Wetenschappelijk medewerker aan respectievelijk het Nederlands Instituut voor Praeventieve Geneeskunde (N.I.P.G./TNO), de Technische Hogeschool Eindhoven, de Technische Hogeschool Twente en de werkgroep Risico-analyse/TNO.

*het rapport 'Automatisering' van de SER uit 1968. Wij noemen hier:*

- *de betere beheersing van het productieproces,*
- *de vergroting van de produktie,*
- *de loon- en kostenfactor,*
- *de verbetering van de arbeidsomstandigheden.*

*Automatisering biedt op zich geen garantie voor een goed functionerend mens-machinesysteem. Zo kan met betrekking tot de verbetering van de arbeidsomstandigheden gesteld worden, dat het systeem in fysiek opzicht voldoet aan de normen, bij voorbeeld geen zware motorische arbeid; voldoende verlichting, weinig lawaai, goed klimaat.*

*In psychisch opzicht is het echter nog maar de vraag of bij voorbeeld de grotere verantwoordelijkheid (risico's voor dure installaties en omgeving) en de onzekerheid omtrent het optreden van bedrijfsstoringen geen problemen opleveren voor de taakuitvoerder. Een uitspraak van McIlvaine Parsons (1972) in deze: '... Greater automation does not necessarily increase system effectiveness. Although this may seem obvious (to the reader), it has not seemed so to some system designers ...'.*

*Automatisering betekent geenszins uitschakeling van de mens. Integendeel, mensen zullen altijd een belangrijke plaats in geautomatiseerde systemen blijven innemen. Steeds blijven supervisors, operators en onderhoudsfunctionarissen nodig om op te treden in omstandigheden die door de automaat niet adequaat kunnen worden beheerst. De paradox lijkt gewettigd, dat hoe meer in automatisering is geïnvesteerd en hoe onwaarschijnlijker de bedrijfsstoring, hoe meer betekenis de menselijke ingreep heeft. De gemaakte fouten hebben dan vaak kostbare en ernstige consequenties. Als de automaat uitvalt, is het aan de mens de veiligheid te verzekeren en de schade te beperken. Dat dit zowel in technisch als in sociaal opzicht gevolgen kan hebben, staat buiten kijf.*

*Een analyse van het menselijk functioneren in zulke meer of minder geautomatiseerde mens-machinesystemen is derhalve noodzakelijk. De resultaten van een dergelijke analyse zijn onder meer nodig om te komen tot een adequaat (her)ontwerp van het mens-machinesysteem. Daarbij zullen zinvolle antwoorden gegeven moeten worden op vragen betreffende:*

- *het formuleren van de doelstellingen van het systeem,*
- *het structureren van taken in zulke systemen,*
- *het verdelen van taken over mensen en machines, en tussen mensen onderling,*
- *de informatiepresentatie,*
- *de selectie van mensen*
- *de opleiding en training,*
- *de beoordeling en beloning.*

## Uitgangspunten voor onderzoek

De globale doelstelling van alle onderzoek in dit themanummer vermeld, is: het analyseren van geautomatiseerde mens-machinesystemen, zowel in het veld (d.w.z. de bestaande organisatie) als in het laboratorium (bij voorbeeld processimulatie), met het oogmerk zulke systemen naar technisch-economische en sociale criteria te optimaliseren.

Deze formulering vraagt enige toelichting. Taak en taakomstandigheden dienen niet alleen getoetst te worden aan de geldende technische en economische eisen, maar ook afgestemd te zijn op de kenmerken van hen die de taak verrichten. Onder zulke kenmerken vallen hun begaafdheden en beperkingen, hun behoeften en verwachtingen.

Wij spreken als onze overtuiging uit, dat de bevrediging in werk en in werk-omgeving en het behoud van lichamelijke en geestelijke gezondheid ook als waarden op zich moeten worden nagestreefd. Zulke sociale criteria vatten wij in het kort samen als de *menswaardigheid* van de taak. Bij ontwerpkeuzen zal steeds moeten worden nagegaan welke, op korte of langere termijn, de gevolgen kunnen zijn op het bereiken van economische en sociale doelstellingen. Waar de keuze op een uit oogpunt van menswaardigheid minder gunstig alternatief moet worden bepaald, zal dat bewust moeten gebeuren.

## Argumentatie voor een integrale benadering van mens-machinesystemen aan de hand van een voorbeeld

Ten einde het hierboven geschetste doel te bereiken, zullen de analyses van taken, taakomstandigheden en menselijke kenmerken moeten resulteren in een ontwerp, of in meerdere ontwerpen, die op technische, economische en sociale criteria beoordeeld kunnen worden. In deze gedachtengang heeft een systematisch uitgevoerd *ontwerpproces* de functie van een synthese. Wij kunnen dit proces beschouwen als de ontwikkeling, de bouw, het 'opstarten' en de evaluatie van een mens-machinesysteem.

Analyse en ontwerp zullen ruimer moeten worden opgevat, dan in het verleden veelal is gebeurd. Toen beperkte de ergonoom zich doorgaans tot het aanpassen van een reeds gegeven taak, of van hulpmiddelen en fysieke omgeving aan de mens (Klassieke Ergonomie). Echter, vanaf het begin van het (her)ontwerpen van mens-machinesystemen dienen — mede gezien in het licht van de organisatorische context — taken aan mensen of machines toegewezen te worden. Deze toewijzing (taakallocatie) vindt plaats op grond van de aangelegde criteria (Systeemergonomie).

Wij gaan nu wat meer gedetailleerd in op het verschijnsel 'automatisering', en kiezen daartoe als voorbeeld de automatisering van een bepaald type chemische analyse. Deze analyse (deeltaak) wordt met behulp van een procesgaschromatograaf (PGC) uitgevoerd. Dergelijke instrumenten worden met name in de chemische procesindustrie gebruikt ten behoeve van het vaststellen van de kwaliteit van een produktstroom. Daartoe neemt de PGC monsters uit de produktstroom, en maakt deze monsters met behulp van een draaggas toegankelijk voor analyse. De analyse zelf verloopt automatisch volgens een standaardprogramma. De PGC kan op verschillende manieren worden toegepast. In figuur 1 zijn een drietal mogelijkheden weergegeven, te weten:

- 1 automatische besturing,
- 2 besturing via operator,
- 3 besturing via laboratorium.

ad 1 (*Automatische besturing*) — In dit geval worden aan PGC de volgende functies/taken toegewezen: het nemen van een monster, de analyse, het vergelijken van het resultaat van de analyse met een gestelde norm, en het ondernemen van een actie voor het geval een afwijking bij het vergelijken wordt geconstateerd.

Deze functietoewijzing is alleen mogelijk als het instrument 100% bedrijfszeker is, en alleen economisch verantwoord als de kosten een gestelde norm niet overschrijden. Of deze toewijzing gemeten naar sociale criteria ook optimaal is, is nog maar de vraag.

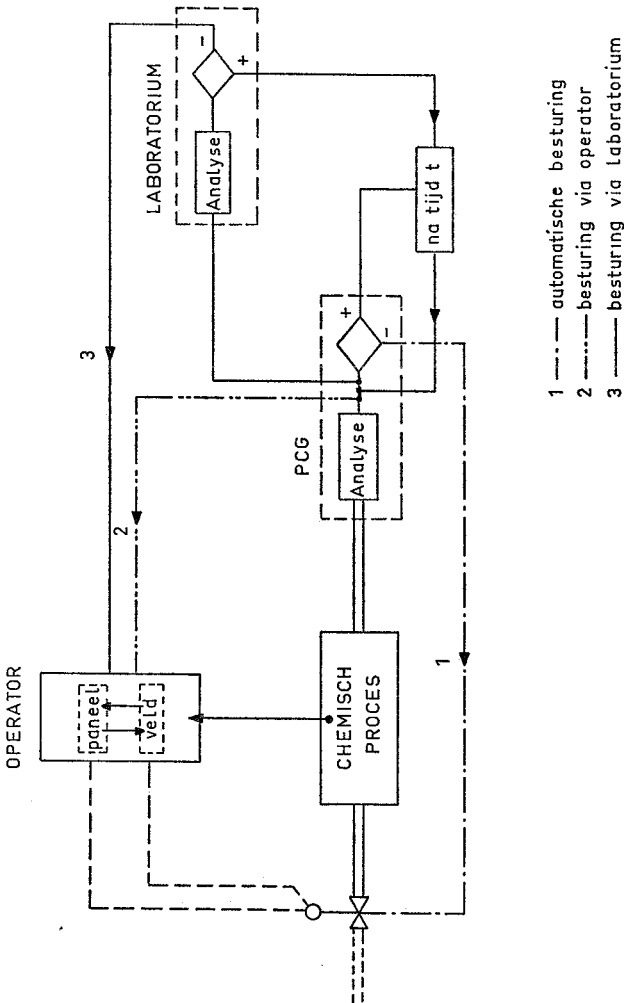
ad 2 (*Besturing via operator*) — Nu worden alleen de monsternamen en de analyse toegewezen aan de PGC. Het vergelijken en het eventueel ondernemen van een actie wordt uitgevoerd door de operator. In dit kader zij opgemerkt, dat bijna in alle situaties het proces door de operator wordt beheerst vanuit een centrale meet- en regelkamer. In sommige gevallen wordt de operator daarbij geassisteerd door een zgn. veldoperator. Deze operator, speciaal belast met de 'veldbewaking', dient *buiten* de meet- en regelkamer toe te zien op lekken, verstoppingen, bepaalde procesvariabelen (temperaturen, drukken, e.d.) en klepstanden.

Bij eventueel uit te voeren acties, in ons geval de kwaliteitsanalyse, treden deze beide operators waar nodig in onderling overleg.

ad 3 (*Besturing via laboratorium*) — Twijfel aan de bedrijfszekerheid en de betrouwbaarheid van de PGC kan het nodig maken, de resultaten van de analyse te vergelijken met die van een laboratoriumanalyse. In dat geval wordt in het bedrijfslaboratorium een analyse uitgevoerd op een met de hand genomen monster. Dit monster kan worden genomen door de (veld)operator of door de betreffende laboratorium-functionaris.

Figuur 1:

De procesgaschromatograaf als onderdeel van een kwaliteitsanalyse



In de sociale context van dit voorbeeld vinden wij naast de beide typen operators en de laboratoriumfunctionaris, ook nog de wachtchef en de onderhoudsfunctarissen. Sommige waarnemingen kunnen nl. aanleiding zijn tot ingrepen, waarvan men zich kan afvragen of de operators daarvoor wel de verantwoordelijkheid kunnen of willen dragen.

Zoiets doet zich voor als belangrijke afwijkingen tussen de resultaten van de PGC- en de laboratoriumanalyse blijken. Of, als lekkage in de productie-installatie optreedt, die wellicht het stopzetten van de productie nodig maakt. Wie waarschuwt dan de reparatie- en onderhoudsdienst? Of is het de operator

toegestaan bepaalde storingen zelf te verhelpen? Zulke vragen verwijzen naar steeds wijkende grenzen voor de consequenties van het toepassen van de PGC.

Aanvankelijk stelden wij ons de vraag welke deeltaak aan de operator en welke deeltaak aan de PGC wordt toegewezen; en vervolgens hoe worden de te verrichten deeltaken over de verschillende functionarissen verdeeld? Nu blijkt, dat wij ons eigenlijk moeten afvragen hoe wij zo goed mogelijk (= de vraag naar de criteria) met behulp van technische hulpmiddelen en procedures de systeemfuncties aan de betreffende functionarissen kunnen aanpassen. In dat geval wordt nl. bij het ontwerp het geheel van technische functies, de eventueel door mensen uit te voeren functies, de relaties tussen de mens en de machine en die tussen mensen onderling beschouwd.

Laten wij voor ons voorbeeld de verschillende mogelijkheden van ontwerp nader bezien:

1

De PGC krijgt de volledige deeltaak toegewezen. Functionarissen van de onderhoudsdienst worden verantwoordelijk gesteld voor het preventieve (inspectieve) en correctieve onderhoud. De operator(s)/veldoperator hebben in deze geen taken of verantwoordelijkheden.

2

(a) De operator bestudeert de analyseresultaten van de PGC en grijpt zelfstandig in na de PGC-gegevens te hebben vergeleken met de resultaten van een door de operator zelf te verrichten laboratoriumproefje.

(b) De operator kan ook ingrijpen na overleg met (varianten):

- de veldoperator,
- de wachtchef,
- de laboratoriumfunctionaris.

(c) Als 2a, maar de verschillen tussen feitelijke waarneming en norm worden systematisch bijgehouden en geanalyseerd. Op basis van deze analyses worden voorstellen gedaan tot verandering van de procesbeheersing.

Varianten:

- deze deeltaak wordt uitgevoerd door de operator in overleg met de wachtchef;
- de uitvoering geschiedt door een laboratoriumfunctionaris; na overleg geeft de wachtchef de instrumentatiedienst opdracht het standaardprogramma van de PGC te wijzigen.

3

Een functionaris van het bedrijfslaboratorium verkrijgt de PGC-gegevens direct of via de operator, en geeft op grond van interpretatie van deze gegevens instructies aan de operator/veldoperator.



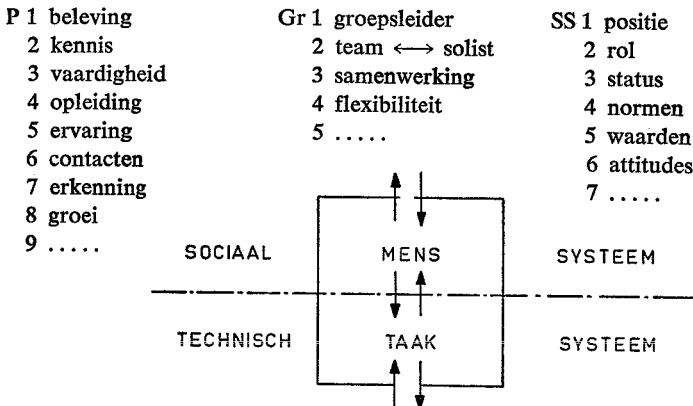
Uit het bovenstaande blijkt dat het invoeren van de PGC in de arbeidssituatie van de operator allerlei keuzen inhoudt over het toewijzen van de systeemtaken (systeemfuncties) aan mensen, machines en procedures. In ons voorbeeld zijn die taken: monsters nemen, analyseren, gegevens be- en verwerken, gegevens interpreteren, informatie presenteren, communiceren (wie met wie over wat?), controleren en onderhoud plegen/verzorgen van mensen, machines en informatie.

De wijze waarop de taken worden toegewezen, heeft in de organisatie zowel horizontaal als verticaal gezien implicaties. Als bijvoorbeeld bij de taakallocatie rekening gehouden moet worden met een redelijke *autonomie* van de operator (sociaal criterium!), dan zal bijv. een combinatie van het onder 2a en 2c genoemde 'beter' zijn dan het onder 1 genoemde.

Met dit voorbeeld beoogden wij duidelijk te maken dat voor een optimalisering van het mens-machinesysteem naar technische, economische en sociale criteria niet kan worden volstaan met het analyseren van de mens en diens taak alleen. Dat zou nl. betekenen, dat het mens-taaksysteem, zoals weergegeven in figuur 2, beschouwd werd als een gesloten systeem. En dat is onjuist, de mens en zijn taak moeten worden opgevat als onderdeel van een open systeem, hetgeen het geheel in figuur 2 wil suggereren.

**Figuur 2:**

Mens-taaksysteem als onderdeel van een groter geheel



- |                              |                                  |
|------------------------------|----------------------------------|
| Ts 1 automatiseringsgraad    | 9 identiteit van het werk        |
| 2 contactmogelijkheden       | 10 centralisatie/decentralisatie |
| 3 verantwoordelijkheidseisen | 11 informatiestromen             |
| 4 persoonlijk risico         | 12 hiërarchie                    |
| 5 lichaamshouding/beweging   | 13 functionalisering             |
| 6 werksfeer                  | 14 management                    |
| 7 aard van de objecten       | 15 .....                         |
| 8 aard van de activiteiten   |                                  |

Verklaring en toelichting van de gebruikte afkortingen:

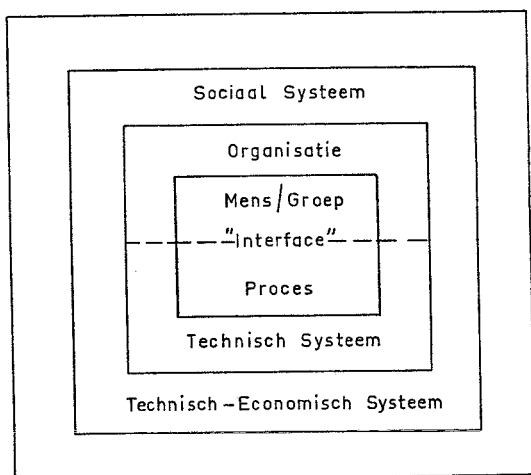
- 1 *Technisch Systeem* (T.S.): een onderscheid is gemaakt tussen de 'fysisch-materiële' kenmerken (TS 1 t/m 9) en de organisatiekenmerken (10 t/m 14);
- 2 *Sociaal Systeem* (S.S.): hierbij is een onderscheid gemaakt tussen de persoonsgebonden kenmerken (P 1 t/m 8), de groepskenmerken (Gr. 1 t/m 4) en de kenmerken van het sociale systeem in engere zin (SS 1 t/m 6) die het gedrag van het individu mede beïnvloeden.

(Met behulp van figuur 2 kunnen de te behandelen (deel)onderzoeken gemakkelijker geplaatst worden.)

## Invalshoeken van onderzoek

De wijze waarop het sociaal systeem en het technisch systeem aan elkaar zijn aangepast, kan op verschillende niveaus worden onderzocht. In figuur 3 is een en ander abstract weergegeven. Zo kan onderzoek worden gedaan op het niveau van het individu, op groepsniveau en op organisatieniveau.

*Figuur 3:*  
Niveaus van onderzoek



Onderzoek op het *niveau van het individu* zal o.a. gericht zijn op: het leerproces, de prestatie, de satisfactie en motivatie, de functionele belasting en belastbaarheid; de informatiepresentatie. Op *groepsniveau* zal de onderzoeker zich vooral bezighouden met de grootte en de samenstelling van de groep, het leiderschap, de onderlinge taakafhankelijkheid, de communicatiestructuur e.d. Op het *niveau van de organisatie* zal daarentegen vooral de organisatie-

structuur in relatie met de kenmerken van het technisch systeem (automatiseringsgraad, type proces, e.d.) onderwerp van onderzoek zijn.

Een niet-optimale aanpassing op één der niveaus kan consequenties hebben voor de aanpassing op andere niveaus. Een optimale aanpassing kan evengoed betekenen dat op de andere niveaus gesuboptimaliseerd wordt. Wetenschappers uit verschillende disciplines (psychologen, technici, ergonomen, arbeidskundigen, sociaal psychologen, organisatiedeskundigen, sociologen, bedrijfskundigen) zullen dan ook *gezamenlijk* de problematiek moeten bestuderen.

Daarbij zal voortdurend kennis en opvattingen moeten worden uitgewisseld. Met andere woorden: wij pleiten voor een *'interdisciplinaire'* aanpak van dit soort onderzoek.

In het volgende zullen wij achtereenvolgens aangeven waarop het onderzoek gericht is van de Werkgroep Menselijke Stuur- en Regeltaken (WMSR) van het Nederlands Instituut voor Praeventieve Geneeskunde-T.N.O., van de Werkgroep Onderzoek Mens-machinesystemen i.o. (W.O.M.) van de Technische Hogeschool Eindhoven en van de werkgroep Ergonomie (W.E.) van de Technische Hogeschool Twente.

## Werkgroep menselijke stuur- en regeltaken (N.I.P.G.)

Onderzoek van stuur- en regeltaken is tot nog toe vooral gericht geweest op de capaciteiten van de taakuitvoerders met betrekking tot het verwerken van informatie onder verschillende condities. Minder onderzoek is verricht naar het aanpassen van de taak aan de behoeften van de taakuitvoerders. Dit zou kunnen leiden tot een onevenwichtige verdeling van taken over mens en machine, waardoor welzijn en gezondheid van de taakuitvoerders in gevaar kunnen komen.

Het onderzoek van voornoemde werkgroep is voornamelijk gericht op het achterhalen van die factoren, die bij stuur- en regeltaken een positieve of negatieve invloed hebben op het welzijn en de gezondheid van de taakuitvoerder. (De effectiviteit en de efficiency van de taakuitvoering worden beschouwd ondergeschikt te zijn aan het welzijn van de taakuitvoerder.)

Op dit moment is weinig bekend over de effecten van specifieke factoren binnen stuur- en regeltaken op variabelen zoals: arbeidssatisfactie, ziekteverzuim en welbevinden. Immers, deze variabelen kunnen beschouwd worden als operationalisaties van het begrip *welzijn*.

Ten einde dit soort algemene factoren op te sporen, ligt het voor de hand een vergelijkend onderzoek te verrichten, waarin verschillende taaksituaties worden bestudeerd. Nagegaan wordt welke factoren voor onderzoek in aanmerking zouden kunnen komen, en vervolgens worden de effecten daarvan op de geoperationaliseerde welziensvariabelen onderzocht.

Leden van de werkgroep voeren sinds 1973 een dergelijk vergelijkend onderzoek uit. Getracht wordt te komen tot een classificatiesysteem van stuur- en regeltaken. Deze classificatie zal primair gebaseerd zijn op het gedrag van de taakuitvoerder, en niet, zoals vaak het geval is, op de eigenschappen van het technisch systeem.

In dit themanummer zal over het vergelijkend onderzoek worden gerapporteerd.

## Wergroep onderzoek mens-machinesystemen (T.H.E.)

In 1973 is aan de Technische Hogeschool Eindhoven officieus de Werkgroep Onderzoek Mens-machinesystemen opgericht (Kragt, 1973). Deze werkgroep verricht zowel in het veld (chemische procesindustrie) als in het laboratorium van de afdeling der Bedrijfskunde onderzoek.

In het laboratorium is op een PDP 11/40 een destillatieproces gesimuleerd, dat ook in werkelijkheid bestaat. Plannen bestaan om de simulatie uit te breiden naar meerdere processen, ook van andere aard.

Momenteel wordt aan verschillende deelonderzoeken gewerkt:

- Een *classificatiesysteem* van taken en vaardigheden wordt ontwikkeld ten behoeve van het vergelijken en generaliseren van onderzoekresultaten.
- Het onderzoek naar de *werkintrinsieke motivatie* beoogt kennis te verwerven over het verband tussen in het werk zelf gelegen factoren, de zgn. werkintrinsieke factoren, kenmerken van de operator en plezier in het werk.
- Gezien het feit, dat in veel experimenten de *regelprestatie* van de operator als afhankelijke variabele zal worden gebruikt, is een onderzoek gestart naar het opstellen van criteriummaten voor deze prestatie. (Over dit onderzoek zal in het themanummer worden gerapporteerd.) In dit kader past ook het onderzoek naar de bedrijfszekerheid van de operator (*'human reliability'*).
- Het onderzoek betreffende de *informatiepresentatie* beoogt vast te stellen welke invloed de aard en hoeveelheid informatie hebben op de regelprestatie. Alternatieve vormen van informatiepresentatie worden ontwikkeld en vergeleken. De procescomputer wordt daarbij gebruikt als informatieverwerkend en -leverend element.
- Belangrijke aspecten van de taak van de operator zijn van mentale aard. Verondersteld wordt, dat een operator zich een idee, een beeld, een mentaal model (de werkgroep hanteert het begrip *interne representatie*) heeft gevormd van het proces dat hij bestuurt. In een onderzoek bij een groep operators die in opleiding zijn wordt nagegaan, wat het effect is van een aantal factoren op het ontstaan en de ontwikkeling van die interne representatie. En, hoe deze interne representatie het regelgedrag beïnvloedt.
- In het *'stress-onderzoek'* wordt gezocht naar de structurele oorzaken van

stress in een bedrijf en naar de lichte psychosomatische functiestoornissen (vegetatieve dystonie) als gevolg daarvan. (Dit onderzoek wordt uitgevoerd door een medewerker van professor De Sitter.)

— Ten behoeve van ergonomische experimenten wordt gewerkt aan de ontwikkeling van evaluatie- en modificatieprogramma's (*softwareontwikkeling*).

Voor een uitgebreide uiteenzetting van het merendeel der bovengenoemde deelonderzoeken wordt verwezen naar de nota van de vakgroep Organisatiepsychologie aan de afdeling der Bedrijfskunde (Daniëls e.a., 1974).

## Werkgroep ergonomie (T.H.T.)

Sinds 1971 functioneert aan de Technische Hogeschool Twente de Werkgroep Ergonomie, die aan de hand van een onderzoekprogramma (Mulder, 1972) antwoord tracht te vinden op vragen, zoals:

- hoe moet de taakverdeling tussen mens en machine tot stand komen? (taakallocatie)
- welke procesgegevens dienen te worden gepresenteerd?
- hoe moet de informatie gepresenteerd worden? (display keuze)
- hoe moet (en mag) de operator ingrijpen? (control keuze)
- hoe moet de lay-out van een regelkamer eruit zien?
- wat is een verantwoorde belasting van de operator en hoe wordt die belasting gemeten?

Voor het vinden van antwoorden op deze vragen wordt zowel laboratorium- als veldonderzoek verricht. In het laboratorium van de afdeling der Chemische Technologie wordt m.b.v. een PDP 11/10 een fictief chemisch proces (het Williams proces) gesimuleerd. Het bedieningspaneel is uitgerust met traditionele meters en bedieningsknoppen. Een der onderzoeken heeft tot doel verschillen te bestuderen tussen klassieke wijze van *informatiepresentatie* en meer geavanceerde. Daartoe worden momenteel experimenten gedaan met een graphic display; o.a. wordt gekeken naar de appèlwaarde van symbolen. In dit kader wordt ook onderzocht of het mogelijk is van auditieve signalen een ruimer en veelvuldiger gebruik te maken, dan momenteel het geval is. Daartoe wordt gezocht naar welluidende signalen met een groot discriminerend vermogen.

Dit alles heeft tot doel te komen tot het ontwerpen van 'interfaces' waaraan en waarmee het plezierig en doelmatig werken is.

Het bewaken/besturen van meer of minder geautomatiseerde systemen heeft consequenties voor de *functionele belasting* (mentale belasting) van operators. De werkgroep werkt aan de instrumentatie waarmee deze belasting gemeten

kan worden. De afhankelijke variabele kan zijn:

- (a) een (of meerdere) *fysiologische* variabele(n); bij voorbeeld ECG, ademhaling, huidgeleiding, bloeddruk, spontane oogbeweging;
- (b) de mate waarin een *neventaak* wordt uitgevoerd; bij voorbeeld ritmisch tikken ('tapping').

De bedoeling is een '*stress model*' te ontwikkelen, waarin de relaties tussen karakteristieken van het technisch systeem (bij voorbeeld bedrijfsstoringen) en functionele belasting wordt aangegeven; evenals de invloed van stress (soort, meer, minder) op regelprestatie en welzijn.

Ten behoeve van het opzetten van ergonomisch veldonderzoek wordt gewerkt aan de ontwikkeling van een strategie. Parallel daaraan richt de werkgroep zich op het ontwikkelen van een *ontwerpmethodologie*.

Ook in de Werkgroep Ergonomie wordt onderzoek verricht naar '*mentale modellen*' van operators. Enkel- of meervoudige modellen worden opgespoord, geëxpliciteerd, onderzocht en de uitkomsten zo mogelijk gebruikt bij het ontwerp van meer of minder geautomatiseerde mens-machinesystemen. In dit kader wordt ook gewerkt aan de constructie en verbetering van *onderzoekstechnieken*.

Zo wordt getracht met behulp van een eyemark recorder de oogbeweging van een proefpersoon/operator vast te leggen. Deze resultaten worden vergeleken met die van directe waarnemingen: observatie, hardop denken, navragen (video).

Enkele andere deelonderzoeken zijn:

- onderzoek naar de door machine en taak bepaalde factoren, die van invloed zijn op de belasting van de rug;
- het determineren en meten van functie/taak-elementen ten behoeve van het optimaliseren van functie/taak-structuur;
- bewegwijzering.

## Summary

In recent decades the technological developments resulted in, among other things, increasingly more complicated technical systems. Contents, extent and nature of tasks have changed. These tasks and their performances are the objects of research in a number of various work situations. The starting point is that automation in itself does not guarantee a man-machine system to function well. Automation does not mean exclusion of man. On the contrary, man will always participate in such a system.

The purpose of this kind of research is: the analysis of automated man-machine systems, both in the field and in the laboratory, with the objective to optimize such systems to technical, economical and social criteria.

With the aid of the analysis results, such systems can be (re)designed. There is a plea for a broader approach of the (re)design of these man-machine systems

(System Ergonomics). By means of an example it is argued why an integral approach of the man-machine system as an open system should be chosen. It is pointed out that three levels of research can be distinguished, namely: the individual level, the group level and the organizational level. A strong co-operation between various disciplines is thought to be necessary.

Finally the research projects of the three participating working groups of the 'N.I.P.G./T.N.O. and the Universities of Technology of Twente and Eindhoven are discussed.

## Literatuur

- Daniëls, M. J. M., Bijdrage aan het programma van de werkgroep onderzoek mens-machinesystemen i.o. vakgroep organisatiepsychologie. Eindhoven, T.H. afd. Bedrijfsk., 1974 (*intern rapport QF 73147*).
- Kragt, H., Onderzoek mens-machinesystemen i.o. vakgroep organisatiepsychologie. Eindhoven, T.H. afd. Bedrijfsk., 1973 (*intern rapport QF 73147*).
- Mulder, H. F., Werkgroep ergonomie, onderwijs en onderzoek. Enschede, T.H.T., 1972 (*intern rapport W.E.*).
- Parsons, H M., *Man-machine system experiments*. London, Johns Hopkins press, 1972.