

# Waarnemen, beslissen en handelen in het verkeer

Dr. A. F. SANDERS EN Drs. J. A. MICHON

INSTITUUT VOOR ZINTUIGFYSIOLOGIE RVO-TNO

## Samenvatting

*In dit artikel komen enige aspecten over het verwerken van informatie in de verkeerssituaties aan de orde. Het betreft vooral het selectief waarnemen, het nemen van beslissingen en het sturen. Onder het hoofd selectief waarnemen worden enige voor het verkeer relevante problemen behandeld, vooral experimenteel werk over de meting van perceptieve belasting en over de structuur van het gezichtsveld. De nadruk wordt gelegd op een aantal Nederlandse onderzoeken. Aangaande sturen en beslissingen nemen is volstaan met het illustreren van enige algemene begrippen teneinde hun belang voor verkeersproblemen te onderstrepen.*

## Inleiding

Vooraf door de belangrijke onderzoeken van Van Naerssen [12], Steffen [16] en Walbeehm [17] is de bijdrage van de psychologie met betrekking tot het probleem van de verkeersveiligheid in Nederland sterk gegroeid. Deze studies bewegen zich op het traditionele gebied van de psycholoog — n.l. persoonlijkheidsonderzoek, selectie en training — en ze hebben niet nagelaten om het belang van de menselijke faktor in het verkeer nog eens extra te onderstrepen.

Naast de differentiële aanpak wordt de aandacht van de psycholoog echter ook hoe langer hoe meer gericht op meer algemene aspecten van menselijk gedrag in het verkeer. Met name treden dan drie gebieden naar voren en wel de organisatie van het menselijk waarnemen, de aspecten van het beslissingen nemen, en de structuur van het handelen. Wat de mens in deze opzichten „kan en aankan”, hoe zijn capaciteiten onder „stress” en „vermoed-

## Summary

*This paper deals with some aspects of handling information in traffic, especially selective perception, decision taking and tracking.*

*As to selective perception some experimental results, which are relevant to the problem of traffic safety, are discussed. Emphasis is laid on the problem of the measurement of perceptual load and on the structure of the functional visual field. Special attention is devoted to some Dutch research projects.*

*As to decision taking and tracking some general concepts are outlined to stress their importance in relation to traffic problems.*

heid” verminderen, hoeveel afleiding hij kan verdragen etc. is van groot belang voor het ontwerp van wegen en auto's, alsmede voor de instructie bij rijlessen.

In tegenstelling tot selectievraagstukken is ons land nog aanzienlijk ten achter bij de Angelsaksische landen waar het deze algemene gedragsaspecten betreft. Uit het buitenland komt een gestage stroom van publikaties. In Engeland bijv. is het Road Research Laboratory speciaal op verkeersvraagstukken gericht. Deze nemen ook op het programma van de Applied Psychology Research Unit te Cambridge een belangrijke plaats in. In de Verenigde Staten is het onderzoek gebundeld in de Highway Research Board. In ons land begint het algemeen psychologisch onderzoek, mede onder invloed van de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, eigenlijk nog maar net op gang te komen en momenteel zijn de specifiek op het verkeer gerichte onderzoeken nog schaars. De bedoeling van dit ar-

- [13] G. van den Brink and J. Th. Ernst: Measurements of the geometrical aberrations of the eye. *Vision Research* 2, 233-244, 1962.
- [14] J. J. Vos and P. L. Walraven: The Stiles-Crawford effect. A survey. *Atti della Fondazione Giorgio Ronchi XVII*, 320-328, 1962.
- [15] M. A. Bouman: Over zonnebrillen. *TNO-Nieuws* 11, 212-215, 1956.
- [16] A. Lazet: Technische Menskunde. Uitgave Instituut voor Zintuigfysiologie RVO-TNO 1962.
- [17] A. Lazet: Letters en cijfers. *TNO-Nieuws* 11, 266, 1956.
- [18] P. L. Walraven: Kleurherkenning en kleuronderscheiding. *TNO-Nieuws* 13, 255-262, 1958.
- [19] P. L. Walraven: On the mechanisms of colour vision. Thesis Utrecht 1962.
- [20] Th. B. Walbeehm: De brokkenmaker. ANWB-Verkeersmonografie no. 1, 1960.
- [21] H. J. Leebeek en P. L. Walraven: Kan met de Ishihara-, H.R.R.-, Polack- of Illuminant-Stable Color Vision-Test een kleurenafwijking worden ingedeeld naar graad en soort van de storing? IZF rapport IZF 1958-11.
- [22] P. L. Walraven and H. J. Leebeek: Recognition of color code by normals and color defectives at several illumination levels. An evaluation of the H.R.R.-plates. *Arch. Am. J. of Optometry* 37, 82-93, 1960.
- [23] P. L. Walraven: On the Bezold-Brücke phenomenon. *J. Opt. Soc. Am.* 51, 1113-1116, 1961.
- [24] J. J. Vos: On mechanisms of glare. Thesis Utrecht 1963.
- [25] J. J. Vos and J. Boogaard: Some experiences with slit-lamp photography and photometry. Report IZF 1963-11.
- [26] J. J. Vos: An antagonistic effect in colour stereoscopy. *Ophthalmologica* 145, 442-445, 1963.
- [27] J. P. v. d. Geer: A preliminary study on the selection of students for courses in photogrammetry. Report IZF 1963-4.

tikel is een aantal factoren, die ook in ons land enige aandacht genieten, wat nader te belichten.

### Waarnemen

Onder waarnemingsonderzoek wordt vaak het fysiologisch en psychofysisch onderzoek van de zintuigen verstaan. In het kader van dit werk is in Nederland vrij veel gedaan [zie o.a. 18]. Naast de studie van de sensorische aspecten kan men echter ook meer centrale factoren van de waarneming onderzoeken. Dit concentreert zich dan vooral om de vraag naar de selectie van informatie. Het blijkt n.l. dat het menselijk organisme, bij bepaalde visuele en auditieve stimulatie niet al de gegevens in zich opneemt. Eerder wordt er voortdurend een keuze gedaan en dit is noodzakelijk omdat de capaciteit voor verwerking van signalen relatief beperkt is. De keuze is geen willekeurig proces, omdat vooral die signalen het „selectief mechanisme” passeren die op een gegeven moment relevant voor de persoon zijn. Het subjeet kan zich dus op het ontvangen van een bepaald type signalen instellen. Hij kan bijv. van alle borden die hij tegenkomt de verkeersborden waarnemen en de uithangborden verwaarlozen. Deze verwaarlozing impliceert dat dergelijke borden dan niet gezien zijn, ook al is het oog erdoor geprikkeld. De instelling kan worden doorbroken indien bij de niet-relevante signalen er enige van zeer opdringende aard zijn — bijv. een hard lawaai e.d. — en dit kan dan gemakkelijk tot ongelukken leiden, daar zij de kans dat men de relevante signalen blijft opmerken verminderen.

Gegeven een bepaalde stroom van relevante signalen kan de verwerkingscapaciteit natuurlijk alsnog te zwaar worden belast, en vooral als er teveel relevante signalen tegelijk verschijnen en als deze signalen tezamen een teveel aan informatie bevatten. Een aantal basis-onderzoeken op dit terrein zijn in het vorig decennium door Conrad [5, 6, 7] verricht. Het bleek dat, behalve de frekwentie van de signalen, het aantal „bronnen” waaruit zij afkomstig waren van belang was voor de vraag, in hoeverre de verwerkingscapaciteit was overbelast. Een samenvatting van Conrad's werk is eerder in dit tijdschrift verschenen [13]. Hoewel de resultaten van Conrad niet direkt in de verkeerssituatie kunnen worden getransponeerd is het toch wel duidelijk dat men gedurende het rijden ook met veel, tegelijk opererende, signaalbronnen te maken heeft. Zo kunnen we bijvoorbeeld het dashboard en de gegevens die via de achteruitkijkspiegels en de voorruit arriveren, als drie afzonderlijke bronnen opvatten. En wellicht is dit nog niet voldoende om deze faktor in het verkeer te schatten.

Het is van groot belang om de grenzen van de menselijke verwerkingscapaciteit te leren kennen ten behoeve van de verkeersveiligheid. Als eenmaal enigermate kan worden bepaald hoeveel „verkeersinformatie” de mens aankan, dan kunnen gevaarlijke en overbelastende punten in het wegennet worden opgespoord en is het ook beter mogelijk zulke punten reeds bij de aanleg te vermijden.

Daarom hebben verschillende onderzoekers in binnen- en buitenland zich de laatste jaren intensief beziggehouden met het meten van perceptieve last [3, 4, 1, 10, 9]. Sommige experimenten beogen een

verband te vinden tussen de perceptieve belasting en bepaalde fysiologische variabelen; met name de polsfrekwentie schijnt enigszins te korreleren met de „moeilijkheid” van de taak. Via een andere aanpak wordt nagegaan in hoeverre de verwerkingscapaciteit voor informatie door de taak in beslag genomen wordt. Hiervoor wordt naast de hoofdopdracht een neventaak aan de proefpersonen gegeven en er wordt nagegaan met welke mate van sukses de neventaak naast de hoofdtaak kan worden uitgevoerd. Bij deze benadering is het altijd een probleem geweest om een neventaak te vinden, die tegelijk met een zeer groot aantal taken kan worden verricht. Sommige neventaken blijken n.l. een goed resultaat op te leveren bij een beperkt aantal hoofdtaken, maar passen eenvoudig niet bij andere, bijv. doordat zowel in hoofd- als nevenopdracht de handen dienen te worden gebruikt. Daarnaast is er nog een algemeen interferentieprobleem: In hoeverre vermindert de prestatie bij de hoofdtaak als gevolg van het verrichten van de neventaak.

In het Instituut voor Zintuigfysiologie RVO-TNO is onlangs door Michon een neventaak ontwikkeld met een zeer groot „bereik”; waarschijnlijk is dit het geval omdat de taak in kwestie vrij primitief is: Ze bestaat uit een eenvoudige repetitieve beweging die voortdurend moet worden herhaald. Dit kan worden gerealiseerd door trappen op een pedaal als de voeten geen rol van betekenis in de hoofdtaak spelen. De hand en eventueel de stem kunnen deze neventaak overnemen. Het idee is dat onafhankelijk van het „uitvoerend orgaan”, de resultaten van de neventaak een bepaling geven van de perceptieve last in de hoofdtaak. Met name wordt bij toenemende belasting de neventaak onregelmatiger verricht, een gegeven dat in overeenstemming is met de gangbare opvattingen over verwerking van informatie.

Het is duidelijk dat deze methode van groot belang voor de verkeersresearch is. In principe wordt het nu mogelijk in verschillende situaties te meten hoe zwaar iemand wordt belast, hetgeen van belang is voor het ontwerp van nieuwe kruisingen van wegen of voor de vraag of bestaande situaties verandering behoeven. De beproeving van deze methode in het verkeer wordt thans voorbereid.

Behalve overbelasting kan ook onderbelasting optreden. In zulke gevallen arriveren te weinig relevante signalen en is er sprake van een monotone verkeerssituatie — bijv. bij een langdurige rit op een snelweg. Behalve de belangrijke signalen worden dan ook relatief onbelangrijke signalen door de weggebruiker opgenomen — bijv. door naar de radio te luisteren of door een gesprek te voeren — waarbij het gevaar niet denkbeeldig is dat men door deze activiteiten zo in beslag genomen wordt dat de relevante stimulatie niet meer „doorkomt”.

Er zijn veel onderzoeken over monotonie en haar effect op de prestatie verricht. In het IZF o.a. door Sanders en Ferrari [15], door Sanders [14, hoofdstuk IV] en door Michon en Kirk [11]. Eén aspect van dit gekompliceerde onderwerp betreft de z.g. „funneling of attention”. Naarmate de monotone situatie langer duurt, worden vooral in de periferie van het gezichtsveld gelegen signalen minder goed opgemerkt. Door Michon en Kirk werden oogbe-

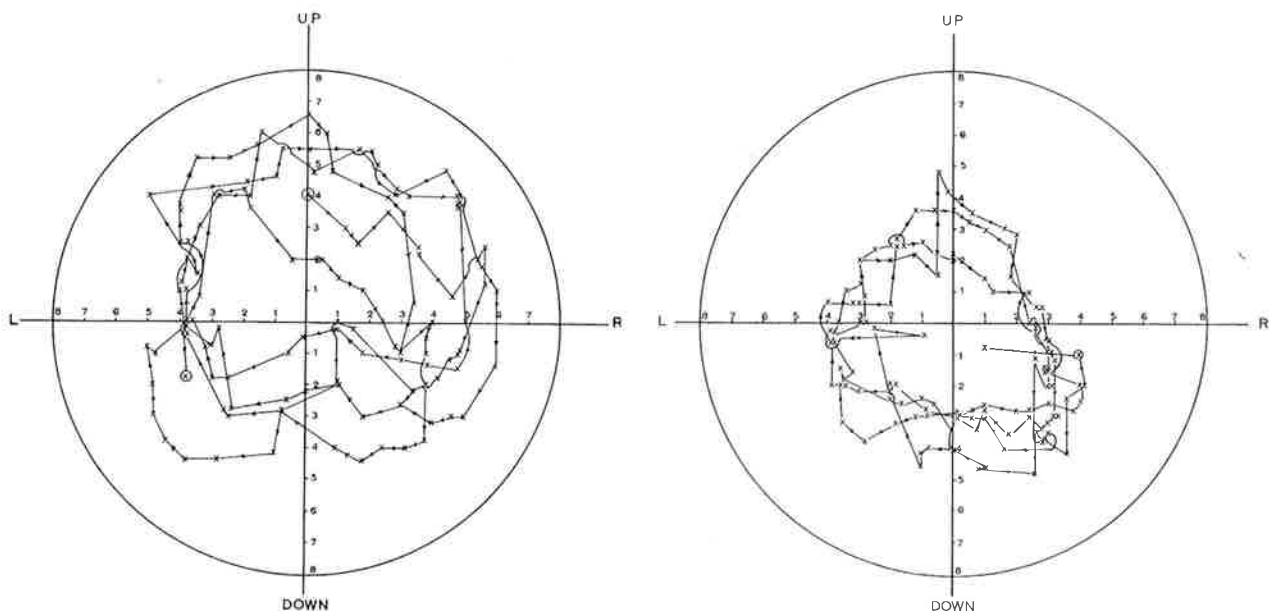


Fig. 1. Inkrimpen van het functioneel gezichtsveld. In fig. 1a is het oogbewegingspatroon weergegeven van een proefpersoon die juist met een monotone zoektaak was begonnen. In fig. 1b ziet men eveneens het verloop van de oogbewegingen nadat de taak geruime tijd was verricht. (Michon en Kirk 1962).

wegingen gemeten gedurende een monotone taak waarbij duidelijke veranderingen in het patroon optraden als functie van de werktijd (figuur 1).

Indien relevante signalen zijn „ingebod” in irrelevante stimulatie blijkt het sorteren van de essentiële gegevens een extra moeilijkheid. Dit resultaat is afkomstig van Crawford [8], in een onderzoek naar het effect van de aanwezigheid van rood en groen gekleurde irrelevante signalen op de detectie van amberkleurige relevante signalen.

Het is duidelijk dat dit konsekwenties kan hebben voor de toelaatbaarheid van — niet relevante — verlichtingsbronnen, hoewel in het werk van Crawford tot nu toe niet alle belangrijke variabelen van de reële situatie aan bod zijn gekomen.

Een laatste faktor die hier nog even dient te worden aangestipt betreft de organisatie van het functioneel gezichtsveld. Door Sanders [14] is aangetoond dat, als meerdere signalen tegelijk arriveren, de efficiëntie in de integrale reactie t.a.v. deze signalen

sterk afneemt indien de signalen zodanig ruimtelijk gespreid liggen, dat hoofdbewegingen noodzakelijk zijn bij het beoordelen. Het bleek dat, zolang oogbewegingen voldoende waren voor de heroriëntatie van het ene op het andere signaal, men bij fixatie van één signaal nog een duidelijke notie van elk der andere signalen had. Populair gezegd had men de situatie „onder controle”, ook zonder er rechtstreeks naar te kijken. Dit is verdwenen als hoofdbewegingen nodig zijn, en men kan zeggen dat in zo'n geval „twee waarnemingen” nodig zijn om alle signalen te beoordelen: één waarneming voor de linker helft en één voor de rechter helft van het gezichtsveld (figuur 2).

Gedurende de ene waarneming blijft een gedeelte van de relevante signalen dus buiten beschouwing. In het verkeer is dit vooral van belang bij invoegen en dit speciaal op verkeerspleinen en kruispunten waarbij de relevante informatie een zeer grote gezichtshoek in beslag neemt. Ook voor het ontwerp van dashboards en voor de plaatsing van spiegels, die zodanig dient te zijn dat bij opeenvolgende fixaties van het oog geen hoofdbewegingen noodzakelijk zijn, heeft deze vondst implicaties.

Met deze resultaten in verband staat het effect dat men in die richting tendeeft te rijden naar welke het hoofd gericht is, al spelen hier waarschijnlijk ook houdingsmechanismen van het lichaam een rol. Al met al lijkt het dus duidelijk dat in het verkeer situaties die tot hoofdbewegingen nopen dienen te worden vermeden.

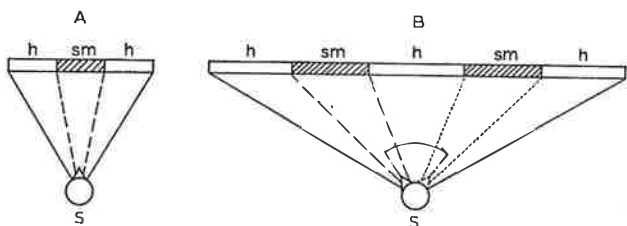


Fig. 2. De controle van het functioneel gezichtsveld.

A: De proefpersoon heeft slechts oogbewegingen nodig. Hierbij concentreert hij zich op het middelste deel van het gezichtsveld (selective mainpoint: s.m.). Vanuit de gebieden h krijgt hij echter nog voldoende informatie.

B: Het gezichtsveld is zo uitgestrekt dat hoofdbewegingen noodzakelijk zijn. Thans moet het gebied in twee delen worden opgesplitst, zodat in feite twee successieve waarnemingen nodig zijn om het gebied te overzien.

## Decisie

Op grond van de verwerkte informatie neemt de weggebruiker beslissingen. Een automobilist beslist of hij een voorganger al dan niet zal inhalen, hij beslist of hij een kruising kan passeren e.d. Op analoge wijze beslist een voetganger of hij zonder gevaar kan oversteken.

Bij elke beslissing kan men onderscheid maken tus-

		reële situatie	
		ja	nee
subjektieve beslissing	ja	+	-
	nee	-	+

Fig. 3. Verband tussen subjektieve beslissing en reële situatie.

sen de reële situatie en het subjektief oordeel. Op deze wijze kunnen vier situaties ontstaan waarbij twee een onjuiste beslissing impliceren. In de vakjes ja - ja, en nee - nee van de matrix in figuur 3 is de reële situatie juist beoordeeld. Een voetganger beslist bijv. op grond van het verkeer dat hij wel of niet kan oversteken. Het vakje ja - nee impliceert dat de voetganger de reële situatie onjuist heeft beoordeeld. Hij steekt over terwijl het niet kan. Eveneens treffen we een onjuiste beslissing aan in nee - ja: In dat geval blijft de voetganger wachten terwijl oversteken mogelijk was.

De reële situatie kan worden weergegeven als een waarschijnlijkheidsfunctie van één of andere essentiële variabele, zoals in het geval van de voetganger bijv. de afstand van een naderende auto. Naarmate deze auto verder weg is nadert de kans dat men zonder ongelukken kan oversteken tot 1. D.w.z. het „ja” antwoord nadert tot 1 en het „nee” antwoord tot 0. Dit is geïllustreerd in figuur 4 en tevens is hier duidelijk gemaakt dat de subjektieve beslissing een criterium impliceert t.a.v. beide typen fouten. In figuur 4a treffen we iemand aan die zeer roekeloos oversteeft. Pas als de kans om niet zonder ongelukken te kunnen oversteken tot 1 nadert blijft hij wachten. Uiteraard zal dit zelden voorkomen; wellicht in het geval van de Amerikaanse gangster die, op zijn hielen gezeten door de politie, nog een veilig heenkomen tracht te vinden. Meestal zal men een situatie aantreffen als in figuur 4b, waarin niet meer dan een procent risico wordt genomen.

Terwijl er grote verschillen in subjektief criterium tussen personen zijn aan te wijzen, blijkt ook het criterium van één persoon af te hangen van de omstandigheden. Als iemand haast heeft verschuift zijn criterium, en waarschijnlijk sterker naarmate die haast een pregnanter achtergrond heeft.

Vervolgens heeft Broadbent [2] de stelling verdedigd, dat in monotone situaties het criterium naar links verschuift. Een automobilist op een snelweg zou meer risico gaan nemen naarmate hij langer op die weg rijdt — bij weinig verkeer, zoals 's nachts. D.w.z. dat hij meer geneigd is tot „ja - nee” fouten en minder tot „nee - ja”. Dezelfde verschuiving naar links geldt na alcoholgebruik: de situatie wordt optimistischer beoordeeld dan met de werkelijkheid strookt.

Naar onze mening is wetenschappelijk onderzoek betreffende decisies van enorm belang voor het onderzoek van de verkeersveiligheid. In Nederland is hier echter nog niet mee begonnen.

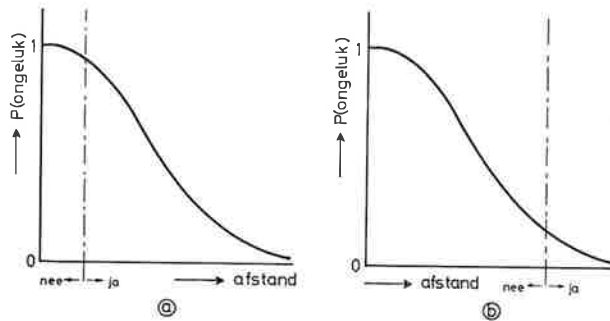


Fig. 4. Waarschijnlijkheid van optreden en beslissingscriterium.

## Handelen

Nadat de informatie is verwerkt en een beslissing is genomen voert de persoon in veel gevallen een handeling uit. Hij steekt over, hij haalt in, hij remt of hij corrigeert de positie van het stuur.

In veel psychologische experimenten is dit handlingsaspect te weinig aan bod gekomen doordat op grond van de beslissing te eenvoudige reacties werden gevraagd, zoals verbale antwoorden of het indrukken van een knop. Meer ingewikkelde handlingspatronen zijn eigenlijk uitsluitend onderzocht onder het hoofd „tracking behaviour”, waarbij proefpersonen met behulp van een stuur een spoor dienden te volgen — „pursuit tracking”, of een bepaalde afwijking compenseerden — „compensatory tracking”. Taken van laatstgenoemde aard treft men veelvuldig aan in selectie en trainingsprogramma's voor chauffeurs en vliegers.

In de Angelsaksische literatuur zijn veel gegevens te vinden over het effect van diverse variabelen op de kwaliteit van de prestatie, zoals type stuurwiel, mate van uitzicht over het te volgen spoor, de regelmaat van de richting van het spoor en het effect van onverwachte gebeurtenissen. In Nederland is op dit punt geen onderzoek verricht.

## Konklusie

Via het onderzoek van menselijk waarnemen, handelen en beslissen kunnen zeer nuttige gegevens over de verkeersveiligheid worden verkregen. In feite betekent dit type psychologisch onderzoek een algemene analyse van het gedrag van de mens als weggebruiker.

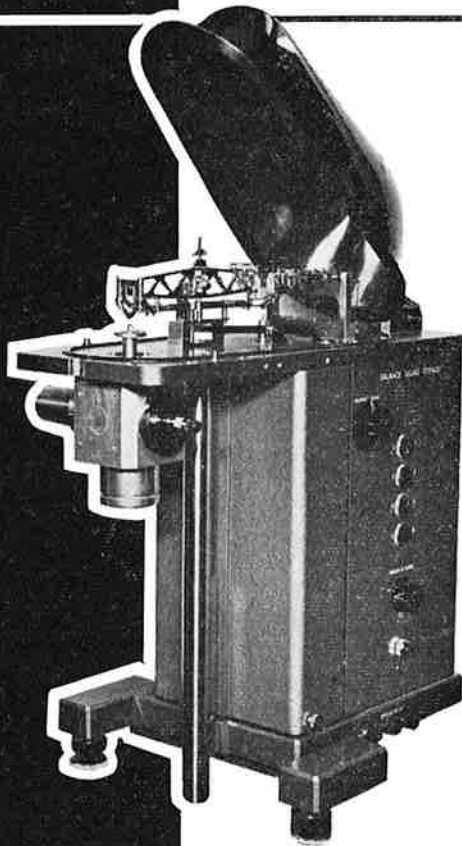
Gedurende het laatste decennium is het onderzoek op dit gebied vooral in de Angelsaksische landen sterk toegenomen. In Nederland wordt er thans op sommige punten een aanvang gemaakt, gestimuleerd door de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid. Ook TNO kan hier zijn bijdrage leveren.

## Literatuur

- [1] Bartenwerfer, H.: Über Art und Bedeutung der Beziehung zwischen Pulsfrequenz und skalierter psychischer Anspannung. Zeitschr. für exper. und angew. Psych. 10 (1963) 455-470.
- [2] Broadbent, D. E.: Common principles in perception, reaction and intellectual decision. Symposium on Defence Psychology 1960, Paris, 197-209. Pergamon Press. (1962). Vervolg z.o.z.

REG  
SIRE  
REND  
EBAL  
ANS  
TYPE  
B60

registrerende balans type b60



**dam**

registreert continue de gewichtsverandering van een monster, blootgesteld aan temperatuur, magnetisch veld of ioniserende straling.

het gehele meetsysteem kan onder vacuum worden gebracht.

afneembare ovens met desgewenst electronische temperatuurprogrammering leverbaar tot 1100 of 1700° C.

uitvoerige technische inlichtingen alsmede referenties verstrekken wij gaarne op aanvraag.



MEYVIS & CO N.V.  
BERGEN OP ZOOM  
TEL. 01640 - 4052

- [3] Brown, I. D.: Measuring the spare mental capacity of car drivers by a subsidiary task. Ergon. 5 (1962) 247-250.
- [4] Brown, I. D.: Measuring fatigue in car drivers by a subsidiary task. Abstract in: Human Performance Reports list No. 8 A.P.R.U., Cambridge (U.K.). (1963).
- [5] Conrad, R.: Speed and load stress in a sensori-motor skill. Brit. J. industr. Med. 8 (1951) 1-7.
- [6] Conrad, R.: Missed signals in a sensori-motor skill. J. exp. psychol. 48 (1954) 1-9.
- [7] Conrad, R.: Adaptation to time in a sensori-motor skill. J. exp. psychol. 49 (1955) 115-121.
- [8] Crawford, A.: The perception of lightsignals. (2) The effect of the number of irrelevant lights. Road Res. Lab. RN/3601/AC. (1959).
- [9] Kalsbeek, J. W. H. en Ettema, J. H.: Fysiologische verschijnselen tijdens psychische belasting. Voordracht: Ned. Ver. Ergonomie, Amsterdam, januari 1964.
- [10] Michon, J. A.: A note on the measurement of perceptual motor load. Ergonomics - in druk.
- [11] Michon, J. A. en Kirk, N. S.: Eye movements in radar watchkeeping. IZF-report 1962-17. (1962).
- [12] van Naerssen, R. F.: Selectie van chauffeurs. Dissertatie, Wolters, Groningen. (1963).
- [13] Sanders, A. F.: Dynamische factoren in het ergonomisch onderzoek. T.N.O.-Nieuws 13 (1958) 203-206.
- [14] Sanders, A. F.: The selective process in the functional visual field. Dissertatie, van Gorcum, Assen. (1963).
- [15] Sanders, A. F. en Ferrari, G.: A neglected factor in vigilance. IZF-report 1960-4.
- [16] Steffen, C.: Onderzoek naar psychologische facetten van goed en slecht auto-rijden alsmede de invloed van alcohol daarop. Dissertatie, Staatsdrukkerijen, 's-Gravenhage. (1962).
- [17] Walbeehm, Th. B.: De brokkenmaker. ANWB-Verkeersmonografie, No. 1. (1960).
- [18] Walraven, P. L.: Zintuigfysiologie en verkeer. TNO-Nieuws in druk.