

ADEMANALYSE EN HET ALCOHOLGEHALTE VAN BLOED

*Artikel Tijdschrift voor alcohol, drugs en andere psychotrope
stoffen 4 (1978) 1 (maart): 23 t/m 32*

R-77-17

Ing. J.A.G. Mulder & Drs. P.C. Noordzij

Voorburg, december 1977

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

INHOUD

Samenvatting

Voorwoord

1. Inleiding
2. Problemen bij BAG-meting door ademanalyse
3. SWOV-onderzoek
 - 3.1. Laboratoriumproeven
 - 3.2. Proeven langs de weg
4. Overzicht van de meest bekende apparatuur
 - 4.1. Apparatuur voor kwalitatieve metingen
 - 4.1.1. Chemische "blaaspijpjes"
 - 4.1.2. Elektromechanische apparatuur
 - 4.2. Apparatuur voor kwantitatieve metingen
5. Slotopmerkingen

Literatuur

Tabellen 1 t/m 4

Afbeeldingen 1 t/m 3

SAMENVATTING

Ademanalyse-apparatuur is bedoeld om te voorzien in de behoefte aan een eenvoudige methode voor het bepalen van het alcoholgehalte van het bloed. Er is inmiddels voor diverse doeleinden apparatuur ontwikkeld.

Voor het toepassen van ademanalyse moet een compromis gezocht worden tussen gebruikseisen die aan de apparatuur gesteld worden, en technische mogelijkheden.

Uit SWOV-onderzoek in het laboratorium en langs de weg is gebleken dat er al apparatuur bestaat die bruikbaar is voor wetenschappelijke doeleinden.

Verdere verbetering van ademanalyse-apparatuur is mogelijk en op korte termijn ook te verwachten.

Of ademanalyse-apparatuur in de toekomst ook gebruikt kan worden voor opsporingsdoeleinden, zal moeten blijken uit speciaal daarop gericht onderzoek.

VOORWOORD

De Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV voert reeds een aantal jaren onderzoek uit naar het gebruik en het gevaar van alcohol in het verkeer. Inmiddels zijn resultaten van dit onderzoek reeds in diverse rapporten vastgelegd. Het meest recente rapport heet Ademanalyse-apparaten. Het is een verslag van praktijkproeven met verschillende typen ademanalyse-apparatuur ter bepaling van de mate waarin verkeersdeelnemers "onder invloed" verkeren. Het onderzoek was uitsluitend gericht op de bruikbaarheid van ademanalyse als alternatief voor de bloedanalyse ten behoeve van wetenschappelijk onderzoek.

Reeds eerder zijn de rapporten Rijden onder invloed en Alcoholgebruik onder automobilisten gepubliceerd. Het eerste rapport is een literatuurstudie over onderzoek dat in binnen- en buitenland werd verricht naar het gebruik en het gevaar van alcohol in het verkeer en naar activiteiten om het gebruik te verminderen. Het rapport Alcoholgebruik onder automobilisten bevat de resultaten van een onderzoek dat de SWOV in 1970, 1971, 1973, 1974 en 1975 langs de Nederlandse wegen uitvoerde.

Van de drie rapporten is een samenvattende brochure verschenen, Automobilist onder invloed. De rapporten en de brochure zijn op aanvraag verkrijgbaar bij de SWOV, Postbus 71 te Voorburg (telefoon: 070-694121).

Bijgaand artikel van ing. J.A.G. Mulder en drs. P.C. Noordzij bevat een weergave van recente buitenlandse literatuur op het gebied van ademanalyse en de belangrijkste resultaten van het SWOV-onderzoek Ademanalyse-apparaten. Het kan beschouwd worden als een algemene oriëntatie op recente ontwikkelingen met betrekking tot ademanalyse.

1. INLEIDING

Door laboratorium- en veldexperimenten is een relatie aangetoond tussen het alcoholgehalte in het bloed van bestuurders en hun rijvaardigheid. Praktijkonderzoekingen hebben aangetoond dat er ook een relatie bestaat tussen dit alcoholgehalte en de kans om bij een ongeval betrokken te raken. Deze bevindingen rechtvaardigen het gebruik van bloedalcoholgehalte (BAG) als element bij maatregelen ter bevordering van de verkeersveiligheid.

Voor het vaststellen van het BAG worden voornamelijk de volgende methoden gehanteerd: de reeds lang geaccepteerde analyse van een bloedmonster en de recentere ademanalyse. Vergeleken met bloedanalyse biedt ademanalyse vele praktische en enkele fysiologische voordelen.

Ademanalyse wordt vooral gebruikt voor opsporingsdoeleinden (door de politie) en voor onderzoeksdoeleinden. De ademanalyse-apparatuur voor opsporingsdoeleinden kan in twee soorten worden onderverdeeld: (draagbare) apparatuur voor kwalitatieve metingen, zoals het zgn. "blaaspijpje", en apparatuur voor kwantitatieve metingen waaraan rechtsgeldige bewijskracht kan worden toegekend. Voor onderzoeksdoeleinden zijn met name die apparaten van belang waarmee kwantitatieve metingen verricht kunnen worden.

In Europa is de belangstelling voor het gebruik van ademanalyse-apparatuur bij de opsporing van wetsovertreders grotendeels beperkt tot het "blaaspijpje". In de Verenigde Staten worden daarbij betere screening-apparaten en ook apparaten voor kwantitatieve metingen gebruikt. Een tamelijk nieuw apparaat, dat nog in ontwikkeling is, is de "passieve ademtester". Voor het afnemen van een ademmonster met dit type apparaat is geen actieve medewerking van de te onderzoeken persoon vereist. Ook zijn er apparaten ontwikkeld waarmee alleen een ademmonster wordt afgenomen, dat dan later met apparatuur voor kwantitatieve metingen geanalyseerd kan worden.

Naast de apparatuur voor opsporings- en onderzoeksdoeleinden bestaan er sinds kort zgn. "zelftesters". Deze apparaten zijn ontwikkeld voor gebruik in café's en dergelijke, waar de bezoekers na het werpen van een

munt in het apparaat hun BAG kunnen bepalen (kwalitatief of kwantitatief). Dergelijke apparaten roepen fundamentele vragen op over de vereiste nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de resultaten.

Er zijn ook pogingen gedaan om op basis van ademanalyse systemen te ontwerpen die het een bestuurder die teveel gedronken heeft, onmogelijk maken zijn auto te starten. De gebruiksmogelijkheden van zulke systemen zijn vooralsnog niet duidelijk.

In de volgende paragrafen zullen de meest bekende ademanalyseapparaten besproken worden en zal tevens worden ingegaan op enkele problemen die bij het gebruik ervan kunnen rijzen.

2. PROBLEMEN BIJ BAG-METING DOOR ADEMANALYSE

Zoals reeds in de Inleiding is gesteld biedt ademanalyse een aantal voordelen ten opzichte van bloedanalyse voor het bepalen van het BAG. Niettemin zullen er bij het routinematig toepassen van ademanalyse om velerlei redenen onnauwkeurige resultaten bereikt kunnen worden. Een historisch overzicht van de ontwikkeling van ademanalyse-apparatuur is gegeven door Dubowski (1975). Onderzoekingen waarbij adem- en bloedanalyse zijn vergeleken, zijn in detail beschreven door Harger (1974). Beide publikaties tonen aan dat met betrekking tot ademanalyse verdere verbeteringen mogelijk zijn en ook in de nabije toekomst verwacht kunnen worden. Harriott (1973) en Moulden & Voas (1975) geven een overzicht van de beschikbare apparatuur. De mogelijkheid om ademanalyse toe te passen is bij de huidige stand van de technologie een compromis tussen de eisen waaraan een meetinstrument onder bepaalde omstandigheden moet voldoen, en de mogelijkheden en beperkingen van de bestaande apparatuur.

Belangrijke problemen bij het gebruik van ademanalyse-apparatuur betreffen de monsterafname en de transformatie van een gemeten alcoholgehalte van de adem tot een BAG. Beide problemen hebben sterk met elkaar te maken; transformatie is immers alleen zinvol, wanneer het alcoholgehalte van een ademmonster constant is. Vroeger werd aangenomen dat een ademmonster met een constant alcoholgehalte kon worden genomen nadat eerst ca. 500 cc adem was uitgeblazen. Verschillende onderzoekingen hebben echter aangetoond dat de BAG-meting een grotere nauwkeurigheid bezit als het ademmonster pas genomen wordt nadat eerst een groter volume adem is uitgeblazen. Recente onderzoekingen van Jones et al. (1975) en Flores (1975) wijzen uit dat, om een constant alcoholgehalte van de adem te krijgen, een bepaalde hoeveelheid adem verschillende keren achtereen in- en uitgeademd moet worden. Een andere manier is volgens hen om de adem pas uit te blazen na hem enige tijd ingehouden te hebben. Jones et al. (1975) geven als verklaring dat alleen op die wijze een evenwicht bereikt wordt tussen het alcoholgehalte van adem en van bloed, alsook tussen het alcoholgehalte van adem en van het slijm van de bovenste luchtwegen.

Van pogingen om de resultaten van ademanalyse te corrigeren door het

CO₂-gehalte te meten, is inmiddels afgezien. Dubowski (1975) concludeert dat het uitgeblazen ademvolume in het algemeen meer dan 2,5 liter moet bedragen vóór een monster wordt afgenomen. Bovendien suggereert hij om tijdens het blazen de temperatuur van de adem te meten; deze suggestie is ook gedaan door Wright et al. (1975).

De meest gebruikte verhouding tussen het alcoholgehalte van adem en dat van bloed bij het bepalen van het BAG uit ademanalyse is 1:2100. Dit is echter een theoretische waarde die bij de huidige technieken voor de afname van een ademmonster in het algemeen tot te lage BAG-waarden leidt.

Bij het vergelijken van de resultaten van bloed- en ademanalyse moet op een aantal dingen worden gelet. In de eerste plaats moet de tijd tussen de afname van een bloedmonster en die van een ademmonster zo kort mogelijk zijn. Als de alcoholconsumptie nog maar pas heeft plaatsgevonden kunnen desondanks verschillen optreden tussen de resultaten van bloed- en ademanalyse. De resultaten van bloedanalyse kunnen dan namelijk aan de lage kant zijn doordat de alcohol nog niet geheel evenwichtig verspreid is over de verschillende delen van het lichaam; anderzijds kunnen de resultaten van ademanalyse aan de hoge kant zijn doordat nog alcohol in de mond aanwezig is of opgerispt wordt.

Verder moet er rekening mee gehouden worden dat ook bij de bloedanalyse fouten gemaakt kunnen worden en bovendien de resultaten van bloedanalyse niet volmaakt reproduceerbaar zijn. Vanwege deze problemen is het misschien beter de resultaten van ademanalyse niet te vergelijken met die van bloedanalyse, maar met een zorgvuldig vastgesteld alcoholgehalte van een bepaalde hoeveelheid lucht die herhaaldelijk in- en uitgeademd is.

Ten slotte moet er bij het vaststellen van de nauwkeurigheid van ademanalyse-apparatuur door vergelijking met bloedanalyse op het volgende gelet worden: bij experimenteel onderzoek zullen de BAG-waarden binnen een bepaald gebied liggen; als dit gebied veel verschilt van het gebied waarbinnen zij in de praktijk liggen, kunnen de resultaten van de statistische berekeningen een vertekend beeld geven.

Met betrekking tot de statistische verwerking, de presentatie en de interpretatie van de resultaten blijken er tussen de diverse onderzoekers opmerkelijke verschillen te bestaan.

Bij laboratoriumproeven kan de praktijksituatie nauwkeurig nagebootst worden voor wat betreft de omstandigheden waaronder gemeten wordt, de proefpersonen en de bedieners van de apparatuur. Toch zal de werking van een apparaat alleen in een praktijkonderzoek volledig geëvalueerd kunnen worden, omdat daarbij onverwachte storingen in de apparatuur, factoren die de resultaten kunnen beïnvloeden, of andere problemen aan het licht kunnen treden.

Praktijkonderzoekingen met apparatuur voor opsporingsdoeleinden brengen een methodologisch probleem met zich mee, indien de onderzoekingen beperkt blijven tot personen die verdacht worden van rijden onder invloed. Personen die een positief BAG hebben maar niet verdacht worden van rijden onder invloed, blijven in zulke onderzoekingen buiten beschouwing. Bovendien worden de resultaten van bloedanalyse in het laboratorium soms gecorrigeerd. Op deze wijze wordt een zekere veiligheidsmarge ingebouwd om te voorkomen dat personen ten onrechte beschuldigd worden van rijden onder invloed. Omdat vaak niet duidelijk is, of zo'n correctie al dan niet is uitgevoerd, wordt een zuivere vergelijking van de resultaten van adem- en bloedanalyse problematisch.

3. SWOV-ONDERZOEK

De Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV heeft onderzoek verricht naar de bruikbaarheid van ademanalyse als alternatief voor de bloedanalyse ten behoeve van wetenschappelijk onderzoek. Daarom zijn voornamelijk ademanalyse-apparaten onderzocht die een kwantitatieve bepaling van het BAG mogelijk maken.

Na een aantal tests in het laboratorium zijn de apparaten ingezet in een praktijkonderzoek. Dit onderzoek werd gecombineerd met het SWOV-onderzoek naar rij- en drinkgewoonten van Nederlandse automobilisten dat in de jaren 1970, 1971, 1973 en 1975 tijdens weekeindnachten in het najaar is gehouden (SWOV, 1977a). In 1968 vond een vooronderzoek plaats.

Bij het onderzoek langs de weg is er naar gestreefd om per proefpersoon en per apparaat twee ademanalyses uit te voeren, waarbij tussen beide ademproeven in een veneus bloedmonster werd afgenomen. Een gedetailleerde bespreking van de proefopzet en de bloedanalyse wordt hier achterwege gelaten, maar is te vinden in het complete onderzoekverslag (SWOV, 1977b).

De gemeten BAG-waarden zijn uitgedrukt in een promillage, d.w.z. in g ethanol per liter bloed. (In buitenlandse publikaties worden de BAG-waarden veelal uitgedrukt in mg ethanol per 100 ml bloed.)

De in de loop der jaren onderzochte ademanalyse-apparaten zijn in tabel 1 gerangschikt naar het jaar waarin de beproeving plaatsvond. In deze tabel zijn tevens de belangrijkste gegevens van de apparatuur opgenomen zoals het analyseprincipe, de ingeblazen hoeveelheid adem, de monsterafname en het aantal beproefde exemplaren.

De Breathalyzer 900 is uitsluitend in de laboratoriumsituatie beproefd. De Ethanographe, een Zwitserse kopie van dit apparaat, werd tijdens het in 1968 gehouden vooronderzoek bovendien in de praktijk getest.

De Alcolinger Automatic is een geautomatiseerde versie van de Ethanographe en werd mede op grond van de in genoemd vooronderzoek opgedane ervaringen ontwikkeld. De Alcolinger Automatic werd zowel in het laboratorium als in de praktijk (tijdens het eerste onderzoek naar rij- en drinkgewoonten in 1970) beproefd.

In 1971 werd een gemodificeerde versie van de Alcolinger Automatic getest.

In 1973 werden vier fuel-cell apparaten aan beproeving onderworpen. Hoewel gedeeltelijk als serieprodukt verkrijgbaar, moesten deze apparaten op dat moment nog als ontwikkelingsmodellen beschouwd worden.

Daarnaast kon worden beschikt over de Breathalyzer 1000, alsmede over de Intoxilyzer, de duurste van de in de handel zijnde apparaten.

In 1975 ten slotte was naast de inmiddels gemodificeerde Intoxilyzer ook een gemodificeerde versie van het Alcolmeter bench instrument beschikbaar.

Aangezien op het gebied van ademanalyse een snelle ontwikkeling plaatsvindt, waarbij voortdurend nieuwe merken en typen beschikbaar komen, hebben sommige van de hierboven genoemde apparaten alleen nog historische waarde.

In de gekozen opzet van het onderzoek konden uit de laboratoriumproeven en de proeven langs de weg gegevens worden verkregen over:

- a. de mechanische betrouwbaarheid, bijzonderheden betreffende de bediening, het onderhoud enz. van de ademanalyse-apparaten;
 - b. de reproduceerbaarheid van de resultaten van de ademanalyse (inclusief de monsterafname);
 - c. de voorspelbaarheid van het BAG uit de resultaten van ademanalyse (op basis van vergelijking van de resultaten van adem- en bloedanalyse).
- Proeven naar de specificiteit van de ademanalyse, alsmede laboratoriumproeven waarbij de resultaten van adem- en bloedanalyse werden vergeleken, zijn niet in het onderzoekprogramma opgenomen.

3.1. Laboratoriumproeven

Bij de laboratoriumproeven bleek geen van de beproefde apparaten een afwijking van meer dan 0,05 o/oo te vertonen bij het herhaald analyseren van standaard ethanol/luchtmengsels of ethanol/argonmengsels. In sommige gevallen verschilde de werking van de apparaten sterk van de fabriekspecificaties - met name op het punt van de monsterafname - en moesten verbeteringen worden aangebracht. Een goede monsterafname is essentieel voor een betrouwbare BAG-meting.

Alle apparaten, met uitzondering van de Ethanographe, waren of werden geijkt volgens de verhouding 1:2100 tussen het alcoholgehalte van adem en dat van bloed. De Ethanographe bleek 10% lagere uitslagen te geven dan de overige apparaten; de ijking van dit apparaat is niet gewijzigd. Van de fuel-cell apparaten was de ijking minder stabiel dan van de andere apparaten.

3.2. Proeven langs de weg

Met uitzondering van de Breathalyzer 1000 en de Intoxilyzer vertoonden alle apparaten storingen bij de proeven langs de weg. In constructief opzicht waren aan vrijwel alle apparaten verbeteringen wenselijk. Daardoor zouden mechanische betrouwbaarheid, bedieningsgemak, wijze van presentatie van resultaten, stabiliteit van ijking en nulinstelling kunnen toenemen.

De reproduceerbaarheid van de resultaten van ademanalyse inclusief monsterafname wordt uitgedrukt in de lineaire correlatiecoëfficiënt r_{xx} tussen de uitkomsten van twee ademanalyses van één proefpersoon. De voorspelbaarheid van het BAG als resultaat van ademanalyse wordt uitgedrukt in de lineaire correlatiecoëfficiënt r_{xy} tussen de uitkomsten van adem- en bloedanalyse, in de lineaire regressieformule ter voorspelling van de uitkomst van de bloedanalyse \hat{y} en in de standaardschattingsfout sd die daarbij wordt gemaakt. De voorspelbaarheid van het BAG uit ademanalyse is beter naarmate:

- de lineaire correlatiecoëfficiënt r_{xy} tussen de resultaten van adem- en bloedanalyse dichter tot 1,0 nadert;
- het gemiddeld verschil tussen het ongecorrigeerde resultaat van de ademanalyse en het resultaat van de bloedanalyse kleiner is (bij ijking van de apparatuur volgens de verhouding 1:2100); dit gemiddeld verschil is kleiner naarmate de lineaire regressieformule dichter nadert tot $\hat{y} = x$;
- de standaardschattingsfout sd bij het voorspellen van het BAG kleiner is.

In tabel 2 zijn de berekende waarden voor de reproduceerbaarheid van de resultaten van ademanalyse en voor de voorspelbaarheid van het BAG weergegeven. Er blijkt uit dat de resultaten van de Intoxilyzer zeer nauwkeurig en in hoge mate reproduceerbaar zijn. Op grond daarvan heeft de

SWOV besloten bij verdere onderzoekingen naar rij- en drinkgewoonten hoofdzakelijk op dit apparaat te vertrouwen. Bij de Intoxilyzer is bovendien vanaf het moment dat de proefpersoon blaast onmiddellijk het alcoholgehalte van de ingeblazen lucht af te lezen.

Het Alcolmeter bench instrument doet in prestatie enigszins voor de Intoxilyzer onder, maar is aanzienlijk goedkoper. Daar staat weer tegenover dat bediening en onderhoud van het Alcolmeter bench instrument meer zorg vragen.

Een verdere bespreking van de onderzoeksresultaten wordt in het volgende hoofdstuk gecombineerd met een algemene bespreking van een aantal bekende apparaten voor kwalitatieve en kwantitatieve bepaling van het BAG.

4. OVERZICHT VAN DE MEEST BEKENDE APPARATUUR

4.1. Apparatuur voor kwalitatieve metingen

Op het gebied van de apparatuur voor kwalitatieve metingen worden op dit moment twee hoofdsoorten geproduceerd en gebruikt: de eenmalig bruikbare chemische "blaaspijpjes" en de elektromechanische apparaten. Met deze apparaten zijn twee belangrijke soorten vergissingen mogelijk:

- een valse positieve aflezing, waardoor een persoon ervan beschuldigd wordt een BAG te hebben dat hoger is dan het feitelijke;
- een valse negatieve aflezing, waardoor een persoon verondersteld wordt een BAG te hebben dat lager is dan het feitelijke.

4.1.1. Chemische "blaaspijpjes"

De chemische "blaaspijpjes" zijn alle gelijk in ontwerp en werking. Ze bestaan uit een klein glazen buisje dat een alcoholgevoelig reagens bevat, en een middel om de hoeveelheid uitgeblazen adem te meten (een rubber ballon, een plastic zak of een luchtpomp).

Goldberg & Bonnichsen (1970) hebben Alcotest "blaaspijpjes" onderzocht die bedoeld zijn om na te gaan of een persoon een BAG boven de 0,5 o/oo respectievelijk 0,8 o/oo heeft. Zij hebben o.a. gekeken naar de snelheid waarmee geblazen wordt, variaties in het uitgeblazen ademvolume en gevoeligheid voor andere stoffen dan ethanol. Alcotest "blaaspijpjes" worden door de politie al jarenlang gebruikt in een aantal Westeuropese landen, waaronder sinds 1 november 1974 Nederland. Met betrekking tot de 0,5 o/oo "blaaspijpjes" zijn de resultaten van een serie bloed- en ademanalyses samengevat in afbeelding 1. Bij een aantal metingen blijkt geen enkele verkleuring opgetreden te zijn terwijl de werkelijke BAG-waarden toch opliepen tot 0,5 o/oo. Over het algemeen is er een zwakke relatie tussen de lengte van de verkleuring en het BAG ($r = 0,70$). De percentages valse positieve en negatieve resultaten hangen af van de interpretatie van de lengte van de verkleuring en de verdeling van de werkelijke BAG-waarden. In het onderzoek van Goldberg & Bonnichsen waren er nauwelijks valse positieve resultaten tegenover een aanzienlijk aantal valse negatieve resultaten.

Geconcludeerd kan worden dat de gevoeligheid van de chemische "blaaspijpjes" in theorie voldoende is voor het uitvoeren van een kwalitatieve ademanalyse. Verwacht mag worden dat verbeteringen in het ontwerp van de buisjes en in het systeem van monsterafname tot betere resultaten zullen leiden.

4.1.2. Elektromechanische apparatuur

Enkele jaren geleden nam het Amerikaanse Department of Transportation het besluit "blaaspijpjes" niet goed te keuren voor gebruik bij het uitvoeren van kwalitatieve ademanalyses. Naar aanleiding van dat besluit werd onderzoek op gang gebracht om nauwkeuriger apparatuur te ontwikkelen die moest voldoen aan een aantal stringente eisen. Dit alles resulteerde in een beperkt aantal draagbare apparaten die aan de vereiste criteria voldeden. Zij werken volgens diverse analyseprincipes, zoals fuel-cell, katalytische verbrander of halfgeleider.

De chemo-elektrische fuel-cell verwekt een meetbare elektrische stroom uit de oxidatie van alcohol in de adem. Deze elektrische stroom is evenredig aan de hoeveelheid alcohol.

Bij de katalytische verbranding wordt alcohol geoxideerd aan een klein, katalytisch actief element. De daaruit voortvloeiende temperatuurverandering heeft een weerstandsverandering van het element tot gevolg. Deze weerstandsverandering is evenredig aan de hoeveelheid alcohol.

De solid state halfgeleider is doorgaans uit metaaloxide vervaardigd. Aan het oppervlak wordt alcohol geabsorbeerd, waardoor het wordt gereduceerd en een temperatuurverandering optreedt. Als gevolg daarvan ontstaat een weerstandsverandering, die maatgevend is voor de hoeveelheid alcohol.

Fuel-cell apparaten hebben een niet zo stabiele ijking, waardoor frequente herijking nodig is. Sommige fuel-cell apparaten bestaan in twee uitvoeringen, één voor kwalitatieve en één voor kwantitatieve BAG-metingen. De katalytische verbrander en de halfgeleider reageren niet specifiek op alcohol.

Bij intensief gebruik zullen al de genoemde typen draagbare apparaten frequent opnieuw opgeladen moeten worden.

Omdat apparatuur die functioneert op basis van een katalytische verbrander, nog in het ontwikkelingsstadium verkeert, zullen in het volgende slechts twee apparaten worden besproken die functioneren volgens de principes van respectievelijk fuel-cell en halfgeleiders.

a. Alcolmeter

De Alcolmeter (of Alco-Sensor) is waarschijnlijk een van de meest geavanceerde fuel-cell apparaten en werd aanvankelijk ontwikkeld als een eenvoudig zakapparaat. Later werden hiervan verschillende versies ontwikkeld met een beter systeem voor de monsterafname en een andere presentatie van de resultaten. Ook de fuel-cell zelf werd verbeterd, wat leidde tot een grotere stabiliteit.

In 1973 is door de SWOV een Alcolmeter pocket instrument langs de weg getest. De lineaire regressieformule voor de voorspelling van het BAG uit ademanalyse bedroeg $\hat{y} = 0,97x + 0,22$; de lineaire correlatiecoëfficiënt tussen de resultaten van adem- en bloedanalyse $r_{xy} = 0,905$ en de standaardschattingsfout $sd = 0,16$ o/oo bij 33 waarnemingen (zie tabel 2).

b. A.L.E.R.T.

De Alcohol Level Evaluation Road Tester A.L.E.R.T. werkt op basis van een halfgeleider en is voorzien van lampjes die de gebieden Pass, Warn en Fail aangeven. De grenzen tussen de verschillende gebieden kunnen door de bediener van het apparaat worden ingesteld, bijvoorbeeld afhankelijk van de in een land geldende wettelijke BAG-grenzen.

Dubowski (1973) onderzocht de werking van de A.L.E.R.T. op vier proefpersonen die in de eliminatiefase waren, d.w.z. dat de alcohol volledig in hun lichaam was opgenomen en de afbraak ervan al begonnen was. Het alcoholgehalte van hun bloed bereikte piekwaarden van 2,0 o/oo. De apparatuur was zodanig afgesteld dat het Warn-lampje moest gaan branden bij BAG-waarden van 0,5 o/oo of meer en het Fail-lampje bij BAG-waarden van 1,0 o/oo of meer.

Er werden 68 proeven uitgevoerd. Bij 27 proeven was het BAG van de proefpersonen lager dan 0,8 o/oo; in geen enkel geval ging het Fail-lampje branden, wat inhoudt dat bij deze 27 proeven geen valse positieve

resultaten voorkwamen. Bij 5 proeven lag het BAG tussen de 0,8 en 1,0 o/oo in twee gevallen ging het Fail-lampje branden en in drie gevallen het Warn-lampje. Bij de resterende 36 proeven was het BAG hoger dan 1,1 o/oo; in alle gevallen ging het Fail-lampje branden.

In Hennepin County Minnesota is in 1974 een veldonderzoek uitgevoerd door Rosen et al. (1974). De resultaten van dit onderzoek wijzen erop dat de beproefde modellen nauwkeurig en betrouwbaar hebben gefunctioneerd. Ze waren zó afgesteld dat het Fail-lampje moest gaan branden bij BAG-waarden van 1,1 o/oo of meer.

Met de A.L.E.R.T. werden 898 personen onderzocht die verdacht worden van rijden onder invloed. In 48% van de gevallen ging het Fail-lampje branden, in 33% van de gevallen het Warn-lampje en in 19% van de gevallen het Pass-lampje. Van de personen bij wie het Fail-lampje ging branden, werd 81% rijden onder invloed ten laste gelegd. 298 personen bij wie het Fail-lampje ging branden, werden vervolgens onderworpen aan een kwantitatieve ademanalyse; hieruit bleek dat 37 analyseresultaten van de A.L.E.R.T. vals positief waren, dit is ca. 12%.

In een beperkt onderzoek kwam Picton (1977) tot een hoger percentage valse positieve resultaten, namelijk 24%. Hij constateert dat van de resultaten van kwalitatieve ademanalyse niet verwacht kan worden dat zij samenvallen met die van kwantitatieve ademanalyse, met name wanneer het werkelijke alcoholgehalte van het bloed dicht bij de op het apparaat ingestelde grens ligt. Het aantal valse positieve resultaten zou verminderd kunnen worden door de Fail-grens op het apparaat hoger in te stellen dan de wettelijke BAG-limiet. Daardoor zal het aantal Warn-resultaten toenemen.

Op verzoek van het Gerechtelijk Laboratorium van het Ministerie van Justitie is door de SWOV een beperkt aantal waarnemingen met de A.L.E.R.T. verricht. De opgetreden storingen en de behaalde resultaten wekten de indruk dat het hier een apparaat betrof dat niet in optimale conditie door de fabrikant was opgeleverd (SWOV, 1975).

4.2. Apparatuur voor kwantitatieve metingen

Het US Department of Transportation heeft een standaard opgesteld waaraan ademanalyse-apparatuur voor kwantitatieve metingen moet voldoen.

De analyseprincipes van de ontwikkelde apparatuur berusten voornamelijk op fotometrische colorimetrie, infrarood-absorptie-fotometrie of gas-chromatografie. Daarnaast zijn er onder de elektromechanische apparaten voor kwalitatieve metingen enkele die gebruikt kunnen worden voor kwantitatieve metingen.

De meeste apparaten voor kwantitatieve metingen werken op een externe spanningsbron (een 12V accu of aansluiting op het lichtnet).

a. Alcolmeter

In 1975 werden door de SWOV langs de weg twee Alcolmeter bench instruments (later Alcolmeter evidential M2 instruments geheten) beproefd. Deze apparaten, die werken op basis van het fuel-cell principe, zijn afgeleid van het reeds eerder besproken Alcolmeter pocket instrument. De resultaten zijn weergegeven in tabel 2. Van één van de apparaten zijn de resultaten bovendien grafisch weergegeven in afbeelding 2. De 46 waarnemingen met dit apparaat resulteerden in een lineaire regressieformule van $\hat{y} = 1,12x + 0,004$; een lineaire correlatiecoëfficiënt $r_{xy} = 0,980$ en een standaardschattingsfout $sd = 0,08$ o/oo.

Tijdens de Seventh International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety rapporteerden Jones et al. (1977) over een nieuw Alcolmeter evidential instrument waarvan de fuel-cell verbeterd was, wat resulteerde in een grotere stabiliteit. Opmerkelijk is de mogelijkheid om met dit apparaat ook bloed, urine en speeksel te analyseren. Op dezelfde conferentie rapporteerde Forrester (1977) over de ontwikkeling van weer een nieuwe versie op basis van dezelfde fuel-cell. Dit apparaat is voorzien van compleet programma voor controle van de ijking en de nulinstelling, het afnemen van drie ademmonsters en de controle op het volume daarvan. De resultaten van de drie ademanalyses worden achtereenvolgens afgedrukt.

b. Breathalyzer

Het eerste kwantitatieve ademanalyse-apparaat dat op ruime schaal bekend

werd, was de Breathalyzer 900, met fotometrische colorimetrie als analyseprincipe. De in de adem aanwezige alcohol reageert met een vloeibaar reagens waarin een kleurreactie optreedt. De mate van verkleuring wordt met behulp van een fotometrische colorimeter bepaald en is een maat voor de aanwezige hoeveelheid alcohol. Harger (1974) geeft een overzicht van 15 studies naar de nauwkeurigheid van de Breathalyzer 900. Bij de meeste studies bleken de resultaten van ademanalyse met dit apparaat 8-15% lager te zijn dan de werkelijke BAG-waarden; in bijna geen enkel geval bleken de resultaten hoger te zijn dan de werkelijke BAG-waarden. Het apparaat had geen automatische controle op de monsterafname en was daardoor alleen goed bruikbaar bij coöperatieve personen.

Een recente, gewijzigde versie van dit apparaat is de Breathalyzer 1000, die bijna geheel automatisch werkt. Het analyseprincipe is in essentie hetzelfde als dat van de Breathalyzer 900. Een complete ademanalyse neemt verschillende minuten in beslag. Een nadeel bij de bediening van deze apparaten is dat er ampullen met agressieve chemicaliën bij gehanteerd moeten worden.

Hoewel tot nu toe geen gedetailleerde onderzoeken naar de werking van de Breathalyzer 1000 bekend zijn, mag verwacht worden dat de nauwkeurigheid ongeveer gelijk is aan die van de Breathalyzer 900. Dubowski (1975) presenteert een serie van 20 vergelijkingen van de resultaten van adem- en bloedanalyse bij tien proefpersonen. Er is echter geen statistische analyse op uitgevoerd en er worden geen conclusies getrokken.

Bij het SWOV-onderzoek met een van de eerst beschikbare exemplaren van de Breathalyzer 1000 bleek de monsterafname niet geheel juist te verlopen. Na wijziging, resulterend in een uitgeblazen ademhoeveelheid van 750 ml, werd de lineaire regressieformule voor de voorspelling van het BAG bepaald op $\hat{y} = 0,88 x + 0,158$ met een lineaire correlatiecoëfficiënt $r_{xy} = 0,957$ en een standaardschattingsfout $sd = 0,14$ o/oo (zie tabel 2).

c. Intoxilyzer

De Intoxilyzer is een compacte infrarood spectrofotometer. Het apparaat werkt normaal met een vaste blaastijd en een minimum blaasdruk; dit houdt in dat voor een meting ongeveer 2 liter lucht moet worden doorge-

blazen. Deze hoeveelheid is bij hoge BAG-waarden echter niet groot genoeg en leidt tot te lage analyseresultaten. Tijdens het SWOV-onderzoek, waarbij diverse Intoxilyzers beproefd zijn, werd elke proefpersoon daarom gevraagd door te gaan met blazen tot de door het apparaat aangegeven BAG-waarde niet meer steeg. Met name bij hoge BAG-waarden liep het uitgeblazen ademvolume wel op tot 3 liter. De resultaten die met de Intoxilyzer behaald zijn, zijn weergegeven in tabel 2. Van het in 1973 beproefde apparaat zijn de resultaten grafisch weergegeven in afbeelding 3. Voor dit apparaat werd de lineaire regressieformule bepaald op $\hat{y} = 1,16x - 0,066$ met een lineaire correlatiecoëfficiënt $r_{xy} = 0,985$ en een standaardschattingsfout $sd = 0,08$ o/oo. In tabel 3 is per BAG-klasse aangegeven in hoeverre de resultaten van alle in 1973 en 1975 beproefde Intoxilyzers afweken van het werkelijke BAG. Van alle apparaten die door de SWOV onderzocht zijn op bruikbaarheid voor wetenschappelijke doeleinden, gaf de Intoxilyzer de beste resultaten te zien.

d. Gas Chromatograph Intoximeter GCI

Gaschromatografie is een bekende maar ingewikkelde techniek voor het analyseren van organische stoffen. Het laatste model van de GCI, de GCI Mark IV, is echter een eenvoudig te bedienen apparaat. Een onderzoek van Schmutte et al. (1972) toonde dat 45% van de resultaten van ademanalyse binnen een nauwkeurigheidsgrens van 5% overeenkwam met de resultaten van bloedanalyse, en 77% binnen een nauwkeurigheidsgrens van 15%.

Bij later onderzoek van Morales (1974) met een verbeterd type kwam 34% van de resultaten van ademanalyse binnen een nauwkeurigheidsgrens van 5% overeen met de resultaten van bloedanalyse, en 90% binnen een nauwkeurigheidsgrens van 15%.

Bij onderzoek van Breen et al. (1975) waren de resultaten van de GCI gemiddeld 0,13 o/oo lager dan die van bloedanalyse, met een standaardafwijking van 0,14 o/oo. De spreiding van de fouten varieerde van -0,68 o/oo tot 0,30 o/oo; 91% van GCI-resultaten was gelijk aan of lager dan de werkelijke BAG-waarden. In tabel 4 zijn per BAG-klasse de gemiddelde afwijking en de minimale en maximale afwijking van de resultaten van bloedanalyse weergegeven. Waarschijnlijk werden de 206 proef-

personen in dit onderzoek verdacht van rijden onder invloed. Dit kan worden afgeleid uit het aantal zeer hoge BAG-waarden dat wordt vermeld. De GCI kan ook gebruikt worden in combinatie met een los monsterafname-apparaat, waardoor latere analyse in het laboratorium mogelijk is.

5. SLOTOPMERKINGEN

In het voorgaande is vooral de bruikbaarheid van ademanalyse-apparaten voor wetenschappelijke doeleinden aan de orde gekomen. Het gemiddelde SWOV-onderzoek was daar zelfs uitsluitend op gericht. Er zijn echter nog diverse andere toepassingsmogelijkheden, waaronder het gebruik in café's, bedrijven en klinieken, of door de politie om overtreeders van artikel 26 W.V.W. op te sporen. Met de wijziging van dit artikel op 1 november 1974 is in Nederland het gebruik van "blaaspijpjes", eventueel gevolgd door een verplichte bloedproef, ingevoerd. De problemen die daarmee zijn gerezen, hebben een behoefte aan eenvoudige en nauwkeurige meetapparatuur als alternatief voor de huidige procedure doen ontstaan.

De mogelijkheid lijkt aanwezig om ademanalyse-apparatuur te vinden of op korte termijn te ontwikkelen die geschikt is voor opsporingsdoeleinden. Daartoe zullen echter eerst eisen geformuleerd dienen te worden waaraan die apparatuur moet voldoen. Ook zal nagegaan moeten worden, welke voor- en nadelen deze toepassing van ademanalyse-apparatuur kan bieden. Tot de mogelijke voordelen behoort een vereenvoudiging van de opsporing van rijders onder invloed. Dit kan een gunstig effect hebben op de rij- en drinkgewoonten van de Nederlandse automobilisten en daardoor de verkeersveiligheid ten goede komen. In eerste instantie zou gedacht kunnen worden aan vervanging van het "blaaspijpje" door eenvoudiger en nauwkeuriger apparatuur voor kwalitatieve metingen. Hierdoor zal zowel het aantal valse negatieve als het aantal valse positieve resultaten afnemen. Als volgende stap kan overwogen worden een passieve test te ontwikkelen die zonder veel hinder op nog grotere schaal kan worden toegepast. Vervanging van de bloedproef door een kwantitatieve ademtest levert waarschijnlijk werkbesparing op, waardoor het in principe mogelijk wordt het aantal vervolgingen tegen verdachten van rijden onder invloed uit te breiden.

Een verdergaande mogelijkheid is het gebruik van ademanalyse-apparatuur die zo eenvoudig en nauwkeurig is, dat zij langs de weg gebruikt kan worden en tegelijkertijd zowel het "blaaspijpje" als de bloedproef kan vervangen. Als de uitslagen van de apparatuur minder

nauwkeurig zijn dan die van de bloedproef, kleeft er het nadeel aan dat voor het vervolgen van verdachten een grotere veiligheidsmarge moet worden gehanteerd dan de huidige.

Beschikbaarheid van de zojuist beschreven apparatuur betekent overigens nog niet, dat ook zonder meer van de uitgebreide mogelijkheden gebruik kan worden gemaakt. Een toename van het aantal opgespoorde verdachten heeft namelijk ook een verzwaring van de werklast van bepaalde sectoren van politie, justitie en gevangeniswezen tot gevolg. Bovendien zullen, door de vervolging en veroordeling van meer verdachten, ook meer mensen de nadelige gevolgen daarvan ondervinden.

Het is aan de verantwoordelijke instanties om de pro's en contra's van het gebruik van ademanalyse-apparatuur voor opsporingsdoeleinden tegen elkaar af te wegen. Door de SWOV is inmiddels een discussiebijdrage opgesteld over de voor- en nadelen van diverse beleidsalternatieven die betrekking hebben op alcoholgebruik in het verkeer. Eén van de besproken alternatieven is uitbreiding van de toepassing van ademanalyse. Mocht in principe besloten worden tot een dergelijke uitbreiding, dan zal onderzocht moeten worden of er apparaten bestaan of op korte termijn ontwikkeld kunnen worden, die voldoen aan de eisen voor opsporingsdoeleinden.

Zoals eerder gemeld, vormt de monsterafname een belangrijk probleem bij ademanalyse. Zij is van groot belang voor de nauwkeurigheid van de resultaten en is voor de toepassingsmogelijkheden ook van praktisch belang. Daarom is het gewenst om zo snel mogelijk te starten met kortlopend onderzoek naar de verschillende methoden om een ademmonster af te nemen. Speciale aandacht verdienen daarbij onderwerpen als temperatuurcorrectie, oplopen van het BAG tijdens het inblazen, blaas-technieken en verschillen in longcapaciteit van proefpersonen.

LITERATUUR

Breen, M.H. et al. (1975). A comparison between the Gas Chromatograph Intoximeter and a direct blood analysis. In: Israelstam, S. & Lambert, S. (eds.). Alcohol, Drugs and Traffic Safety. Proc. of the Sixth International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety, Toronto, September 8-13, 1974. pp. 549-552. Addiction Research Foundation of Ontario, Toronto, 1975.

Dubowski, K.M. (1973). Studies in breath alcohol analysis: evaluation of the Borg-Warner breath alcohol screening device (model J2A-1000) with respect to the specifications of the National Highway Traffic Safety Administration procurement request of August 30, 1973. University of Oklahoma College of Medicine, Oklahoma, 1973.

Dubowski, K.M. (1975). Recent developments in breath alcohol analysis. In: Israelstam, S. & Lambert, S. (eds.). Alcohol, Drugs and Traffic Safety. Proc. of the Sixth International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety, Toronto, September 8-13, 1974. pp. 483-494. Addiction Research Foundation of Ontario, Toronto, 1975.

Flores, A.L. (1975). Rebreathed air as a reference for breath alcohol testers. Interim report. U.S. Department of Transportation, Washington, D.C., 1975.

Forrester, M.R. (1977). A new breath testing instrument for the patrol car. Paper presented at the Seventh International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety, Melbourne, January 23-28, 1977.

Goldberg, L. & Bonnichsen, R. (1970). Bestämning av noggrannheten i Alcotestmetoden och vissa andra untandningsmetoder. In: Trafiknykterhetsbrott. Förslag 1970 (Bilaga 5). Justitiedepartementet, Stockholm, 1970.

Harger, R.W. (1974). Recently published analytical methods for determining alcohol in body-materials. Alcohol countermeasures literature review. U.S. Department of Transportation, Washington, D.C., 1974.

Harriott, W.F. (1973). Status report on portable breath testers. Transportation Systems Center, Cambridge, 1973.

Jones, A.W. et al. (1975). A historical and experimental study on the breath/blood alcohol ratio. In: Israelstam, S. & Lambert, S. (eds.). Alcohol, Drugs and Traffic Safety. Proc. of the Sixth International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety, Toronto, September 8-13, 1974. pp. 509-526. Addiction Research Foundation of Ontario, Toronto, 1975.

Jones, T.P. et al. (1977). A new method for the rapid analysis of ethanol in breath, blood, urine and saliva using the Alcolmeter evidential instrument. Paper presented at the Seventh International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety, Melbourne, 1977.

Morales, D.R. (1974). Summary of activities relating to evaluation of instruments and related accessories for breath alcohol analysis. Report No. 2. Clinical Chemistry Laboratory. California State Department of Health, Berkeley, 1974.

Moulden, J.V. & Voas, R.B. (1975). Breath measurement instrumentation in the United States. U.S. Department of Transportation, Washington, D.C., 1975.

Picton, W.R. (1977). An evaluation of the Alcohol Level Evaluation Roadside Tester (A.L.E.R.T.) under laboratory and field conditions. Paper presented to the Seventh International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety, Melbourne, 1977.

Rosen, S.D. et al. (1974). Evaluation of portable breath test devices for screening suspected drunken drivers by police in Hennepin County, Minnesota. U.S. Department of Transportation, Washington, D.C., 1974.

Schmutte, P. et al. (1972). Comparative studies of blood alcohol and breath alcohol concentrations with gas chromatographic breath test (Intoximeter). *Blutalkohol* 9 (1972): 392-399.

SWOV (1975). Enige proefnemingen met de Borg-Warner A.L.E.R.T. Consult aan het Gerechtelijk Laboratorium/Ministerie van Justitie. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Voorburg, 1975.

SWOV (P.C. Noordzij e.a.) (1977a). Alcoholgebruik onder automobilisten. Verslag en resultaten van het onderzoek Rij- en drinkgewoonten van Nederlandse automobilisten in weekeindnachten in het najaar van de jaren 1970, 1971, 1973, 1974 en 1975. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, 1977.

SWOV (J.A.G. Mulder & P.C. Noordzij) (1977b). Ademanalyse-apparaten. Beproeving van apparatuur voor de bepaling van het alcoholgehalte in uitademingslucht onder laboratorium- en praktijkomstandigheden. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Voorburg, 1977.

Wright, B.M. et al. (1975). Breath alcohol analysis and the blood breath ratio. *Medicine, Science and the Law* 15 (1975) 3: 205-210.

apparaat	jaar	analyseprincipe	totaal uitgeblazen ademvolume	monster	controle	aantal
Breathalyzer 900	1968	fotometrische colorimetrie	variabel	laatste 52,5 ml	door analist	2
Ethanographe	1968	fotometrische colorimetrie	variabel	laatste 52,5 ml	door analist	2
Alcolinger Automatic 1e versie ¹⁾	1970	fotometrische colorimetrie	min. 750 ml	laatste 52,5 ml	automatisch	8
Alcolinger Automatic 2e versie ¹⁾	1971	fotometrische colorimetrie	min. 500 ml	laatste 52,5 ml	automatisch	8
Kitagawa-Wright	1971	chemisch	max. 750 ml bij storing 1000 ml	laatste 100 ml	automatisch	2
Alco-Limiter ¹⁾	1973	fuel-cell	gem. 950 ml	laatste 20 ml	automatisch	3
Alcolmeter bench instr.	1973/75	fuel-cell	gem. 2000 ml	laatste 1,5 ml	door analist	3
Alcolmeter pocket instr.	1973	fuel-cell	gem. 2000 ml	laatste 1,5 ml	door analist	1
Alcohol Screening Device ¹⁾	1973	fuel-cell	min. 2500 ml	tijdens blazen	automatisch	3
Breathalyzer 1000	1973	fotometrische colorimetrie	min. 750 ml	laatste 52,5 ml	automatisch	1
Intoxilyzer ²⁾	1973/75	infrarood absorptie	min. 2000 ml	laatste 600 ml	automatisch	4
Aldet	1975	katalytische verbranding	variabel	laatste 20 ml	automatisch	1
A.L.E.R.T.	1975	halfgeleider	650-1500 ml	tijdens blazen	automatisch	3

¹⁾ De vermelde waarde van het totale ademvolume kon pas na een wijziging van de apparatuur worden bereikt.

²⁾ De bedieningsinstructie is niet gevolgd; de analist zag toe dat per proefpersoon de maximale uitslag werd bereikt. Het gemiddeld uitgeblazen volume is daardoor groter dan 2000 ml.

apparaat	jaar	r_{xx}	r_{xy}	$\hat{y} = Ax+B$ in o/oo	standaardafwijking sd in o/oo	aantal waarnemingen n
- Ethanographe	1968	-	0,978	1,35x - 0,095	0,09	39
- Alcolinger Automatic 1e versie	1970	0,979	0,959	1,30x - 0,115	0,12	113
- Alcolinger Automatic 2e versie	1971	0,975	0,876	1,32x + 0,00	0,23	253
idem extremen uitgezonderd	1971	-	0,933	1,40x - 0,050	0,17	245
- Kitagawa-Wright	1971	0,974	0,865	1,64x - 0,027	0,22	35
idem bij storing	1971	0,954	0,949	1,01x + 0,042	0,11	21
- Alco-Limiter	1973	0,977	0,969	1,35x - 0,085	0,09	132
- Alcolmeter bench instrument	1973	0,932	0,958	1,22x - 0,008	0,12	70
- Alcolmeter bench instrument 106	1975	-	0,962	1,22x - 0,033	0,108	49
- Alcolmeter bench instrument 122	1975	-	0,980	1,12x + 0,004	0,08	46
- Alcolmeter pocket instrument	1973	-	0,905	0,97x + 0,218	0,16	33
- Alcohol Screening Device	1973	0,947	0,974	1,34x - 0,095	0,09	123
- Breathalyzer 1000	1973	0,987	0,957	0,88x + 0,158	0,14	25
- Intoxilyzer	1973	0,991	0,985	1,16x - 0,066	0,08	96
- Intoxilyzer 5	1975	-	0,994	1,13x - 0,086	0,035	47
- Intoxilyzer 101	1975	-	0,986	1,07x - 0,055	0,075	92
- Intoxilyzer 1102	1975	-	0,981	1,05x - 0,051	0,062	52
- A.L.E.R.T.	1975	-	0,862	0,66x + 0,203	0,197	38

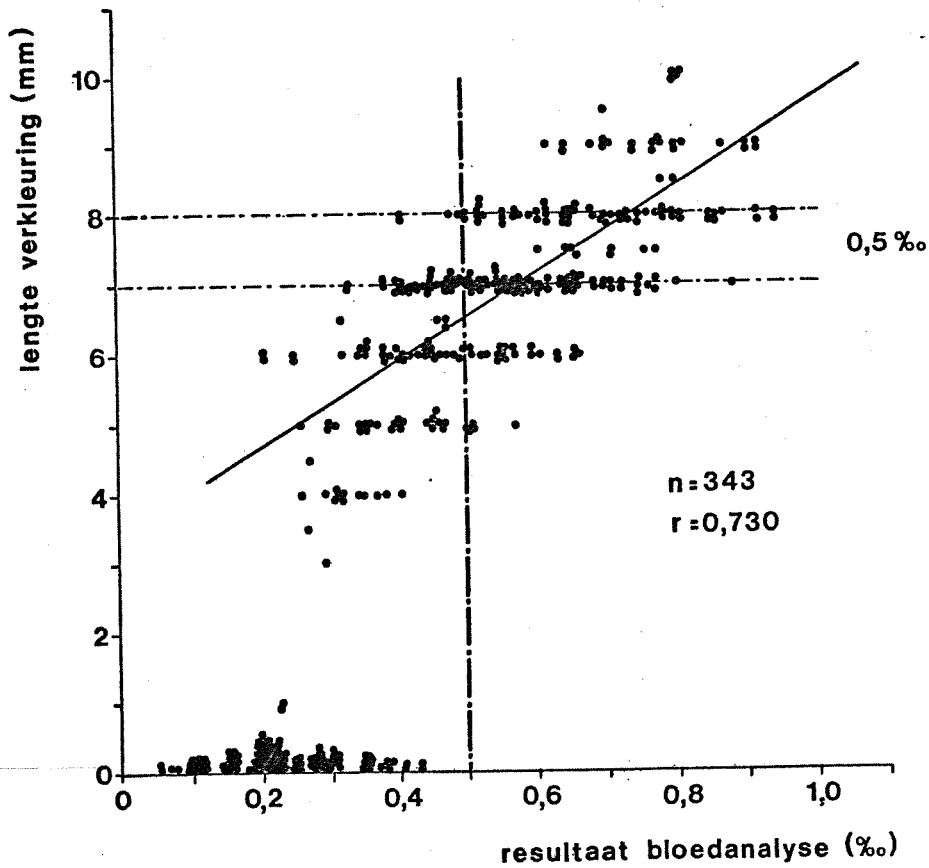
Tabel 2. Reproduceerbaarheid per apparaat van de resultaten van ademanalyse (r_{xx}), de voorspelbaarheid van het BAG (r_{xy}), de lineaire regressieformule (\hat{y}), de standaardafwijking (sd) en het aantal waarnemingen (n), bij SMOV-proeven langs de weg.

BAG-klasse	n	gemiddelde afwijking	range van de afwijkingen	standaard-afwijking
0,2 - 0,49	97	+0,02	-0,19 - +0,12	0,05
0,5 - 0,79	34	-0,01	-0,15 - +0,09	0,06
0,8 - 0,99	23	-0,04	-0,22 - +0,10	0,08
1,0 - 1,49	27	-0,05	-0,27 - +0,14	0,10

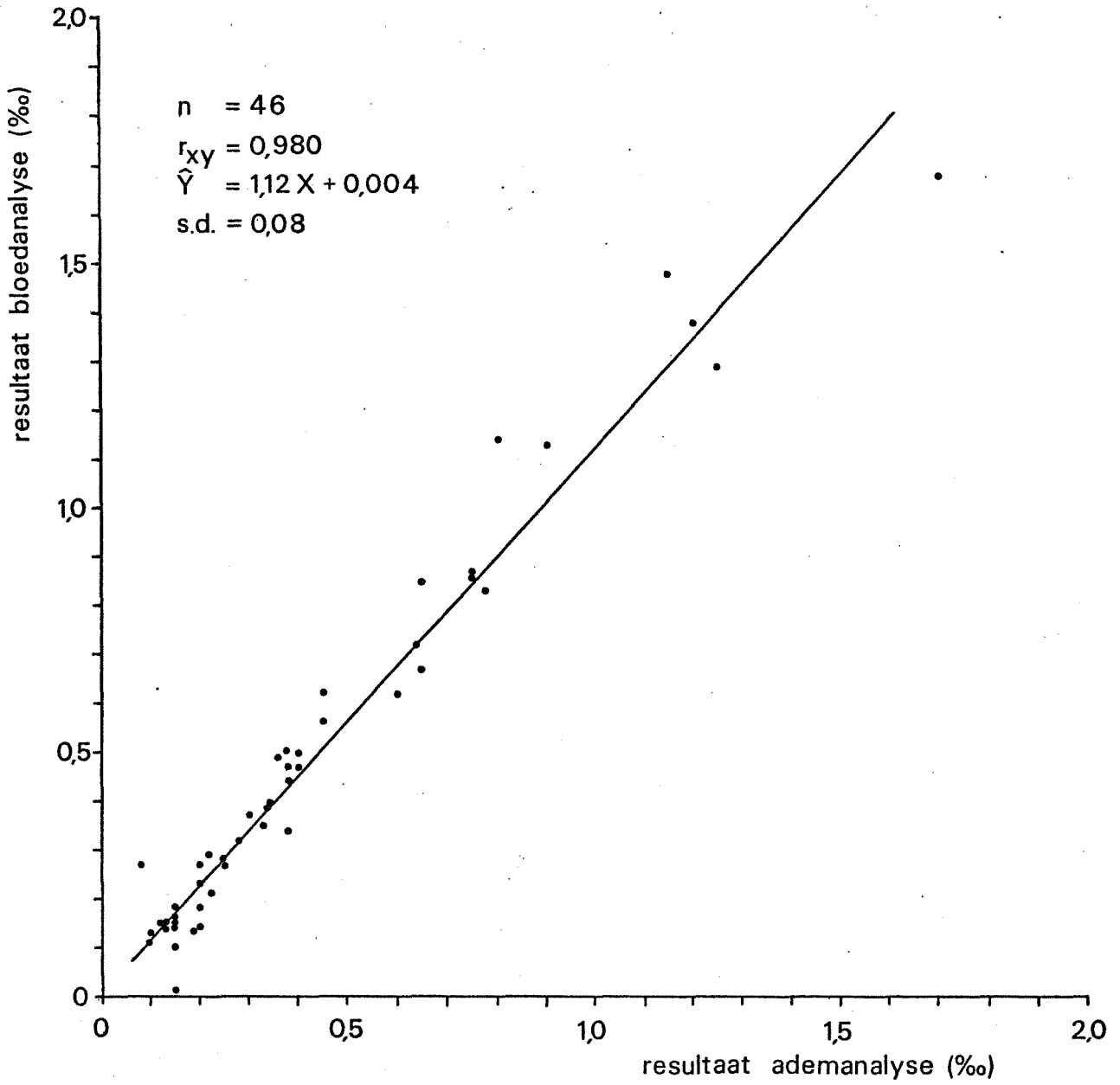
Tabel 3. Afwijkingen in promillages van de resultaten van 4 Intoxilyzers (in 1973 en in 1975 door de SWOV beproefd) ten opzichte van de werkelijke BAG-waarden (n = aantal waarnemingen).

BAG-klasse	n	gemiddelde afwijking	range van de afwijkingen	standaard-afwijking
0,32 - 0,99	13	-0,08	-0,20 - +0,04	0,06
1,0 - 1,49	47	-0,11	-0,32 - +0,11	0,09
1,5 - 1,99	82	-0,11	-0,38 - +0,30	0,13
2,0 - 2,49	45	-0,17	-0,54 - +0,30	0,17
2,5 - 2,99	15	-0,25	-0,68 - +0,07	0,21
3,0 - 3,22	4	-0,29	-0,42 - -0,08	0,14

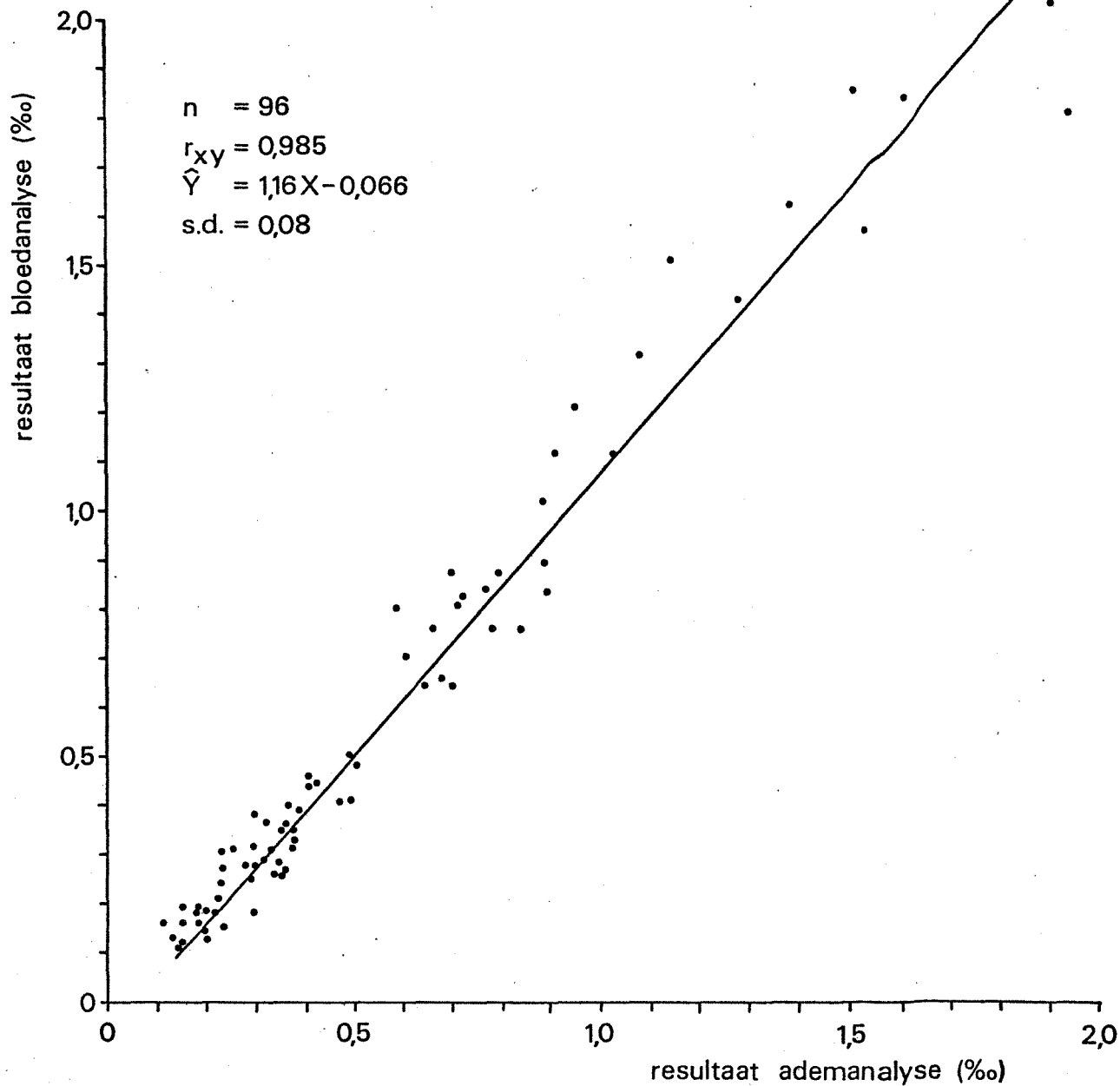
Tabel 4. Afwijkingen in promillages van de GCI-resultaten ten opzichte van de werkelijke BAG-waarden (n = aantal waarnemingen). Bron: Breen et al. (1975).



Afbeelding 1. Relatie tussen het direct gemeten BAG en de lengte van de verkleuring voor Alcotest 0,5 o/oo blaaspijpjes (n = aantal waarnemingen; r = lineaire correlatiecoëfficiënt). Bron: Goldberg & Bonnichsen (1970).



Afbeelding 2. Relatie tussen direct gemeten BAG-waarden en de resultaten van het Alcolmeter bench instrument.



Afbeelding 3. Relatie tussen direct gemeten BAG-waarden en de resultaten van de in 1973 door de SWOV beproefde Intoxilyzer.