

Aus dem Institut für Gerichtliche Medizin der Westfälischen Wilhelms-Universität
Münster i. Westf. (Direktor: Prof. Dr. A. PONSOLD)

Die Geschwindigkeitsleistung des Kraftfahrers unter Alkoholeinfluß*

Von

G. ABELE

Mit 14 Textabbildungen

(Eingegangen am 17. August 1957)

Nach der Rechtsprechung liegt bei einer Blutalkoholkonzentration von $1,5\text{‰}$ ab eine Fahruntüchtigkeit vor. Dieser Grenzwert beruht auf Ergebnissen der Prüfung von Einzelfunktionen.

Auf die Änderung der Reaktionszeit weisen ELBEL und SCHLEYER, LAVES, MUELLER, PONSOLD, auf die Aufmerksamkeitsänderung BSCHOR, auf Gleichgewichtsstörungen SCHMIDT, STARCK und auf die Schädigungswellenwerte GOLDBERG hin. Versuche auf einem Fahrstand führten GRAF, VERNON sowie LAMBERCIER und MARTIN DU PAN durch. Auch diese bleiben unwirksam, denn bei der Fahrzeugführung wirken gebaute Reflexe im Sinne PAWLOWS mit. Diese Automatismen sind für ein gutes Fahren Voraussetzung und von hoher Konstanz, werden aber im Laboratorium nicht erfaßt.

Geschicklichkeitsfahrten wurden von HEISE und HALPORN, HUBER sowie BJERVER und GOLDBERG beschrieben. Die erfaßte Geschicklichkeit entspricht jedoch nicht dem Fahrgeschick im Straßenverkehr und wird bei einer Leistungsermittlung aus Fehlerzahlen überbewertet.

Für eine direkte Leistungserfassung wurde von ABELE eine Registrierung der Fahrweise, die Entwicklung von Leistungsfaktoren und Aufteilung in Geschwindigkeits- und Gleichmäßigkeitsleistung beschrieben. Dieses Verfahren erlaubt auch die Erfassung der Leistungsminderung durch Alkoholeinfluß.

Methoden

Zur Kleinhaltung des Fahrerkollektivs wurden die Fahrten auf einer günstigen Strecke mit erfahrenen und trinkfesten Berufsfahrern vorgenommen. Die Lenkregistrierung und die Geschwindigkeitsschreibung des Meßwagens war eingeschaltet. Der Tachograph war für eine Höchstgeschwindigkeit von 45 km/h bestimmt. Die Umlaufgeschwindigkeit der Scheibe betrug 24 min.

Die Versuchsstrecke (Abb. 1) bestand aus einem 2,37 km langen Straßensystem ohne Höhenunterschiede mit zwei rechtwinkligen und zwei mäßig gekrümmten

* Die Arbeit (auszugsweise vorgetragen auf dem Symposium „Methodik und forensische Bedeutung der Blutalkoholbestimmung“ am 30. 10. 1955 in Würzburg) wurde ermöglicht durch die Unterstützung des Herrn Ministers für Wirtschaft und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, des Generaldirektors des Volkswagenwerkes Herrn Prof. NORDHOFF, sowie der Herren Ober-Ing. RIEGGER und Dipl.-Ing. MENZEL der Firma Kienzle.

Kurven. Sie war in allen Abschnitten gut übersichtlich, für den übrigen Verkehr gesperrt und durch Richtungspfeile gekennzeichnet. Überraschungsmomente

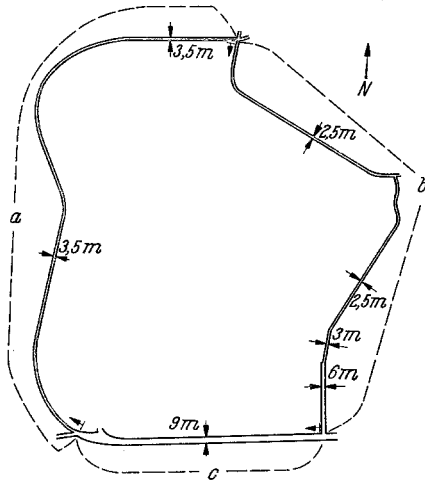


Abb. 1. Versuchsstrecke

schieden aus. Die Fahrbahnbreite wechselte zwischen 2,5 und 9 m. Die Fahrbahndecke war gut griffig. Die Strecke sollte unter laufender Anstrengung einer Geschwindigkeit von 40 km/h je Fahrt zweimal durchfahren werden. Eine Beeinflussung des Fahrers unterblieb. Die automatische Registrierung der Fahrweise war bekannt. Als Versuchspersonen dienten 33 gesunde Männer zwischen 24 und 46 Jahren (Durchschnittsalter 32,2), die am Vortage ihrem Beruf nachgegangen waren, in der Nacht ausreichend geschlafen und reichlich gefrühstückt hatten. Die Mahlzeiten im Laufe des Versuchstages entsprachen den sonstigen Gepflogenheiten. Im Laufe des Nachmittags wurde etwas mehr als sonst (Selterwasser) getrunken. Die Versuche erstreckten sich bei Tageslicht über etwa 10 Std.

Insgesamt wurden 491 Fahrten durchgeführt.

Bei Versuchsbeginn (7,00 Uhr) wurde von jedem Fahrer die Strecke so oft abgefahren, bis kein Lernzuwachs mehr zu beobachten war. Die folgende Fahrt wurde als Nüchternfahrt registriert. Anschließend tranken die Fahrer Weinbrand (angestrebte BAK 1,5‰) und führten 12–16 Test-

fahrten durch. Während der beiden ersten Stunden lagen zwischen den einzelnen Fahrten jeweils 10 min, in der Folgezeit etwa 30 min Pause.

Zur Untersuchung der Leistungsänderung werden die Fahrten in acht Klassen eingeteilt. Aus Tabelle 1 sind diese, die Grenzen der Blutalkoholkonzentrationen, die mittleren Konzentrationen und die Zahlen der Fahrten zu entnehmen.

Tabelle 1

Klassen		Grenzen der BAK ‰	Mittlere BAK ‰	Anzahl der Fahrten
Nüchtern	N	0	0	35
Steigende BAK	I	0,15—0,55	0,32	24
	II	0,56—1,00	0,72	23
	III	1,01—1,50	1,20	27
Gipfel	G	1,30—1,70	1,46	90
Fallende BAK	3	1,50—1,11	1,36	84
	2	1,10—0,71	0,90	110
	1	0,70—0,10	0,46	82

Auswertung

Der Einfluß des Alkohols auf die Geschwindigkeitskomponente der Fahrleistung wird im folgenden untersucht.

1. Die Fahrzeit t (sec) der zweimal durchfahrenen Versuchsstrecke wird aus der Sekundeneinteilung am Rande der Tachographenscheibe bestimmt. Auf dieser sind die Geschwindigkeiten von 5–45 km/h aufgezeichnet. Die Ablesegenauigkeit beträgt $\pm 0,5$ sec und $\pm 0,5$ km.

2. Die Länge s der Strecke wurde mit 2,37 km bestimmt, je Fahrt 4,74 km zurückgelegt.

3. Für die Geschwindigkeitsverteilung werden die Fahrzeiten der Geschwindigkeiten innerhalb der Bereiche (Breite: 5 km/h) bestimmt, indem die Zeitintervalle ermittelt werden, während der die Geschwindigkeit oberhalb der 5, 10, ... 45 km-Kreiskoordinate liegt. Die Summe der Intervalle für eine dieser Geschwindigkeiten ergibt die Fahrzeit oberhalb derselben. Die Differenz der Fahrzeiten oberhalb zweier Geschwindigkeiten ist die Fahrzeit für das betreffende Geschwindigkeitsintervall. Trägt man die Fahrzeiten oberhalb der Geschwindigkeiten 5, 10, ... 45 km/h gegen die Geschwindigkeit auf, so gelangt man zur Verteilung der Fahrzeitsummen (Abb. 2). Analog erhält man die Verteilung für die Fahrzeiten der Geschwindigkeiten (Geschwindigkeitsverteilung), indem man die Fahrzeit eines Geschwindigkeitsintervalles gegen die Geschwindigkeit aufträgt und die so entstehende Treppenkurve approximiert (Abb. 3). Aus der Form der Geschwindigkeitsverteilungskurve lassen sich wesentliche Schlüsse auf die Fahrweise ziehen.

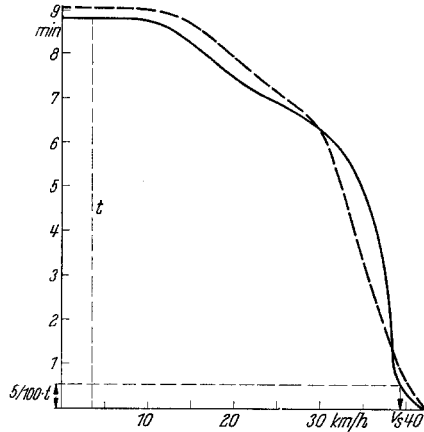


Abb. 2. Verteilungskurven der Fahrzeitsummen

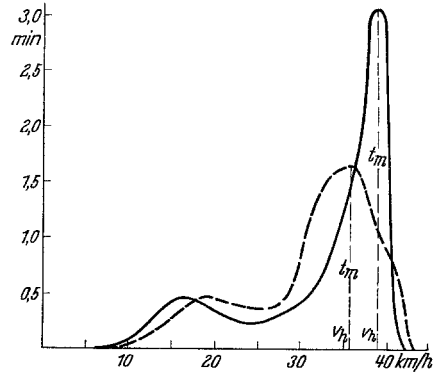


Abb. 3. Geschwindigkeitsverteilungskurven von Fahrten des Fahrers 4 (—) und des Fahrers 24 (---)

4. Die Durchschnittsgeschwindigkeit $V = \frac{s}{t}$ (km/h) wird für jede Fahrt bestimmt.

5. Die Spitzengeschwindigkeit V_s (km/h) wird als die größte Geschwindigkeit definiert, die während 5% der Gesamtfahrt t überschritten wird. Ihre Ermittlung erfolgt aus der Verteilungskurve der Fahrzeitsummen, indem man zum Ordinatenwert $5/100 \cdot t$ den zugehörigen Abszissenwert V_s aufsucht (Abb. 2).

6. Die maximale Fahrzeit t_m (sec) ist die größte Fahrzeit für eine Geschwindigkeit und gleich dem Ordinatenwert des absoluten Maximums der Geschwindigkeitsverteilungskurve (Abb. 3).

7. Die häufigste Geschwindigkeit V_h (km/h) ist definiert als die Geschwindigkeit mit der maximalen Fahrzeit t_m .

8. Der Wert der Summenverteilungskurve auf der Ordinatenachse gibt die Gesamtfahrzeit t an, ist also der Durchschnittsgeschwindigkeit V umgekehrt proportional (Abb. 2). Der Flächeninhalt der Verteilungskurve der Fahrzeiten ist proportional der Gesamtfahrzeit t . Eine geringe Abnahme der Summenverteilungskurve innerhalb eines Geschwindigkeitsintervalles bedeutet, daß wenig voneinander verschiedene Geschwindigkeiten wenig gefahren werden. Starker Abfall der Summenverteilungskurve gibt einen beträchtlichen Unterschied der Fahrzeit benachbarter Intervalle an.

9. Die Form der Geschwindigkeitsverteilungskurve hängt von der Fahrweise und Fahrtüchtigkeit des Fahrers, von der Streckenführung und von der Fahrbahn ab. Die Kurven weisen ausgeprägte Maxima bei Geschwindigkeiten nahe der Spitzengeschwindigkeit V_s (28—38 km/h) auf. Diese Maxima bestimmen die häufigste Geschwindigkeit V_h und die maximale Fahrzeit t_m . Bei niedrigen Geschwindigkeiten sind die Kurven, durch Schalten und Kurvenfahren bedingt, angehoben. Eine gute Fahrleistung liegt vor, wenn die angestrebte Spitzengeschwindigkeit während einer größtmöglichen Zeit gefahren wird und damit die häufigste Geschwindigkeit V_h dicht bei der Spitzengeschwindigkeit V_s liegt und die maximale Fahrzeit t_m groß ist. Ist dagegen keine Geschwindigkeit gegenüber einer anderen bevorzugt, die Fahrweise also unausgeglichen, so ist die häufigste Geschwindigkeit V_h von der Spitzengeschwindigkeit V_s sehr verschieden und die maximale Fahrzeit t_m klein (Abb. 3).

Ergebnisse und Diskussion

1. Mittlere Geschwindigkeit

Die große Ähnlichkeit von 4 Geschwindigkeitsverteilungskurven (Abb. 4) eines Nüchternfahrers, die von Fahrten mit jeweils 1 Std Zeitunterschied aufgenommen wurden, läßt auf eine gleichbleibende Fahrweise schließen. Die Nüchternfahrt eines Fahrers ist damit bei entsprechender Streckenlänge als Normalfahrt anzusehen. Die erzielte Leistung wird bei jeder weiteren Nüchternfahrt wieder erreicht, solange kein körperlicher oder geistiger Mangel besteht. Auftretende Unterschiede der Verteilungskurven von Alkoholtstfahrten gegenüber denjenigen von Nüchternfahrten sind damit auf den Alkoholeinfluß zurückzuführen. Ebenso sind Abweichungen der mittleren Geschwindigkeit V ,

der Spitzengeschwindigkeit V_s und der häufigsten Geschwindigkeit V_h der Alkoholversuchsfahrten von den Werten der Nüchternfahrt ein Ausdruck der Leistungsmin- derung.

Der Einfluß des Alkohols äußert sich vor allem im Fallen der Durchschnittsgeschwindigkeit V . Der Mittelwert \bar{V} beträgt für die Klasse N: 29,9 km/h, für die Klasse I: 27,2 km/h, für die Klasse II: 26,9 km/h, für die Klasse III: 26,1 km/h (Abb. 5). Die mittlere quadratische Abweichung ergibt für die Nüchternfahr- ten $s = \pm 2,6$ km/h, für die Klasse I: $s = \pm 2,9$ km/h, für die Klasse II: $s = \pm 2,5$ km/h und für die Klasse III: $s = \pm 3,3$ km/h. Die Geschwindig- keiten V streuen zwischen 20–35 km/h. Mit steigendem Blutalkoholspiegel fällt somit im Mittel die Geschwindigkeit, während die mittlere quadra- tische Streuung zunimmt.

Der Mittelwert der Durch- schnittsgeschwindigkeiten V der Fahrten aus der Gipfel- klasse ist zwar größer als die entsprechenden Werte der Klassen I–III, jedoch kleiner als der Wert der Nüchtern- klasse. Der Mittelwert \bar{V} ist 27,7 km/h. Die mittlere qua- dratische Abweichung beträgt $s = \pm 3,2$ km/h. Die Zunahme der Durchschnittsgeschwin- digkeiten von Klasse III nach Klasse G setzt sich in die Klassen 3, 2, 1 fort (Abb. 5). Der Mittelwert \bar{V} liegt in der Klasse 3 bei 28,6 km/h, in der Klasse 2 bei 28,4 km/h, in der Klasse 1 bei 28,1 km/h. Die mittlere quadratische Abweichung ist in der Klasse 3: $s = \pm 3,9$ km/h, in der Klasse 2: $s = \pm 3,7$ km/h und in der Klasse 1: $s = \pm 3,5$ km/h.

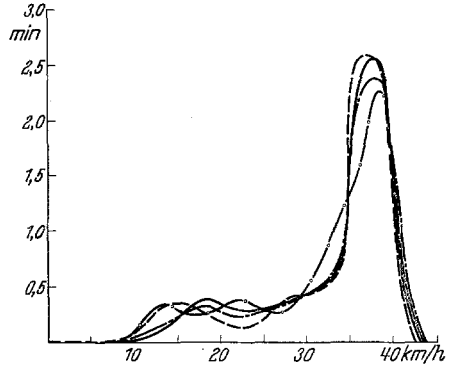


Abb. 4. Geschwindigkeitsverteilungskurven des Nüchternfahrers K

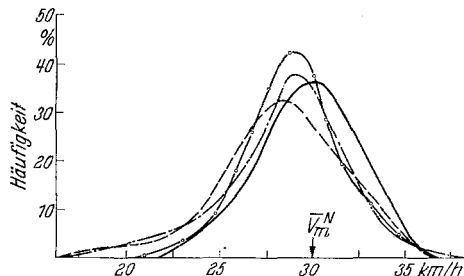
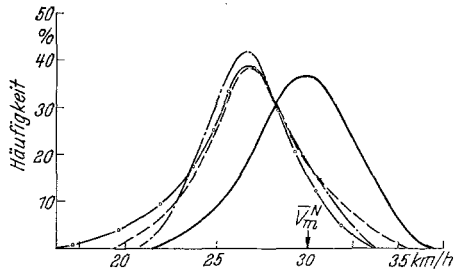


Abb. 5. Prozentuale Häufigkeitsverteilung der Geschwindigkeiten V der Klassen: N ———, I — — —, II — · — ·, III — o — o (oben), der Klassen: N ———, 3 — o — o, 2 — · — ·, 1 — — — (unten)

Werden die Fahrten der Klassen I, II, III und 3, 2, 1 zu je einer Klasse zusammengefaßt, so ergibt sich (Abb. 6): Bei steigendem Blutalkoholspiegel ist der Mittelwert $\bar{V} = 26,7$ km/h der kleinste gegenüber $\bar{V} = 27,7$ km/h in der Gipfelklasse, $\bar{V} = 28,3$ km/h im abfallenden Teil

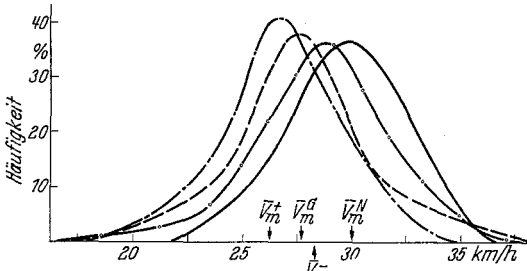


Abb. 6. Prozentuale Verteilungen der Durchschnittsgeschwindigkeit der Klassen: N ———, G — — —, I, II, III (gemittelt) — · — · —, 3, 2, 1 (gemittelt) — o — o —

der Blutalkoholkurve und $\bar{V} = 29,9$ km/h der Nüchternfahrten. Hier-nach verhalten sich die Fahrer bei steigendem Blutalkoholgehalt vorsichtiger oder sind unfähig, zügig zu fahren. Im Gipfel der Kurve und mehr noch bei abnehmendem Blutalkohol

läßt die Konzentrationsfähigkeit nach. Die Fahrweise wird wesentlich schärfer, ohne daß im Mittel die Nüchtern-geschwindigkeit erreicht wird (Abb. 7).

2. Spitzengeschwindigkeit

Der Einfluß des Alkohols zeigt sich in gleicher Weise im Mittelwert der Spitzengeschwindigkeit V_s . Der Mittelwert \bar{V}_s der Nüchternfahrten

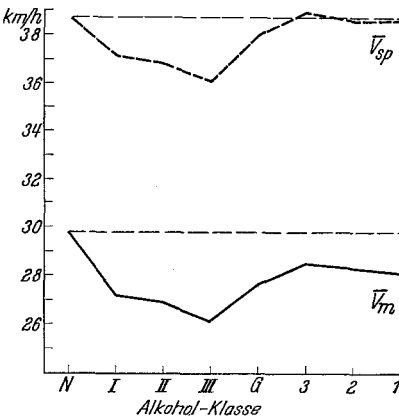


Abb. 7. Mittelwerte von Durchschnitts- und Spitzengeschwindigkeit in Abhängigkeit von den Alkoholklassen

beträgt 38,7 km/h, die mittlere quadratische Abweichung ist $s = \pm 2,4$ km/h. Die Spitzengeschwindigkeiten streuen zwischen 30 und 45 km/h, Bei zunehmendem Blutalkoholspiegel nehmen die Mittelwerte \bar{V}_s der Spitzengeschwindigkeiten analog den mittleren Geschwindigkeiten ab. In der Klasse I beträgt der Mittelwert $\bar{V}_s = 37,1$ km/h, in der Klasse II: $\bar{V}_s = 36,8$ km/h, in der Klasse III: $\bar{V}_s = 36,1$ km/h.

Die mittlere quadratische Abweichung beträgt in Klasse I: $s = \pm 2,6$ km/h, in Klasse II : $s = \pm 2,8$ km/h, in Klasse III : $s = \pm 3,3$ km/h. Die mittlere quadratische Abweichung der Spitzengeschwindigkeit V_s wird bei zunehmendem Blutalkoholspiegel wegen ungleicher Wirkung des Alkohols auf die einzelnen Fahrer größer.

Der Mittelwert \bar{V}_g der Spitzengeschwindigkeit beträgt in der Gipfelklasse 38,0 km/h, in der Klasse 3: 38,9 km/h, in der Klasse 2: 38,6 km/h, in der Klasse 1: 38,6 km/h. Die mittlere quadratische Abweichung ist in der Gipfelklasse $s = \pm 2,5$ km/h, in der Klasse 3: $s = \pm 2,8$ km/h, in der Klasse 2: $s = \pm 2,9$ km/h, in der Klasse 1: $s = \pm 2,9$ km/h.

Das Ansteigen des Mittelwertes der Spitzengeschwindigkeiten im Gipfel und in der Klasse 3 läßt an Enthemmung denken. Die enthemmende Wirkung ist in der Klasse 3 am größten. Es werden höhere Spitzengeschwindigkeiten gefahren als im Nüchternzustand. Die Fahrer überschreiten häufig die vorgeschriebene Geschwindigkeit, da ihre Selbstkontrolle nachläßt und sie gleichgültiger werden. Diese Erscheinung läßt in den Klassen 2 und 1 jedoch nach (Abb. 7).

Die Zusammenfassung der Spitzengeschwindigkeit V_g aller Fahrten bei aufsteigendem und abnehmendem Blutalkoholspiegel ergibt ein analoges Bild wie bei den Durchschnittsgeschwindigkeiten V . Im aufsteigenden Teil ist der Mittelwert der Spitzengeschwindigkeiten 36,8 km/h, im Gipfel 38,0 km/h, im absteigenden Teil 38,7 km/h gegenüber 38,7 km/h im Nüchternzustand.

3. Geschwindigkeitsverteilung

Weitere Aussagen über die Veränderung der Geschwindigkeiten unter Alkoholeinfluß sind aus der Gegenüberstellung der mittleren Geschwindigkeitsverteilungskurven der einzelnen Klassen zu gewinnen*. In Abb. 8 sind die mittleren Verteilungskurven für die Nüchternfahrten und die Klassen I, II, III dargestellt. Die mittlere Verteilungskurve der Nüchternfahrten zeigt für die Abszisse 34,7 km/h ein ausgeprägtes Maximum, d. h.: mittlere Geschwindigkeiten von 32–38 km/h werden häufig gefahren. In den Klassen I, II, III sind die Maxima weniger ausgeprägt und zu den niedrigeren Geschwindigkeiten von 26–32 km/h hin verschoben. Geschwindigkeiten von 32–38 km/h werden seltener als in den Nüchternfahrten erreicht. Allen Verteilungskurven unter Alkoholeinfluß ist ein beträchtliches Anheben der Fahrzeiten bei niedrigen Geschwindigkeiten (14–20 km/h) gemeinsam. Diese Fahrzeiten nehmen von Klasse I nach Klasse II und Klasse III stetig zu und sind in letzterer besonders groß. Durch zögerndes und langsames Schalten sowie zu starke Geschwindigkeitsverminderung vor den Kurven werden niedrige Geschwindigkeiten lange gefahren. Die Fahrweise ist bei höheren Geschwindigkeiten unausgeglichen; die als Normleistung erstrebten Geschwindigkeiten werden weniger lange als während der Nüchternfahrt gehalten.

* Die tabellierten Ergebnisse und ** mathematischen Erläuterungen können vom Verfasser angefordert werden.

Die Verteilungskurve der Geschwindigkeiten von Fahrten der Gipfelklasse zeigt eine Zunahme an Fahrleistung gegenüber den Kurven der Klassen I, II, III. Am häufigsten werden mittlere Geschwindigkeiten

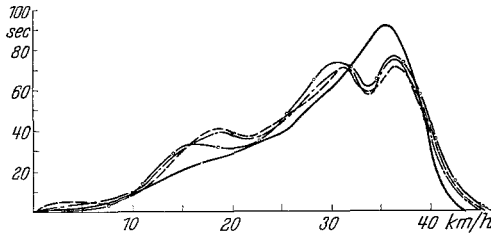
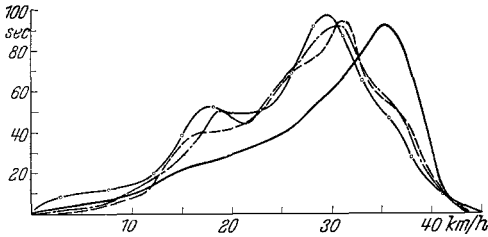


Abb. 8. Mittlere Geschwindigkeitsverteilung der Klassen: N ———, I — — —, II — · — ·, III — o — o — (oben), der Klassen: N ———, 3 — o — o —, 2 — · — · —, 1 — — — (unten)

(28—32 km/h) gefahren. Die Länge der Fahrzeiten bei höheren Geschwindigkeiten (34—37 km/h) nimmt erheblich zu, die Länge der Fahrzeiten niedriger Geschwindigkeiten (15—20 km/h) ab.

Die mittleren Verteilungskurven bei abnehmendem Blutalkoholspiegel unterscheiden sich voneinander nicht wesentlich (Abb. 8). Es liegt kein ausgeprägtes Maximum vor. Ein Teil der Fahrer bevorzugt Geschwindigkeiten von 28—32 km/h, ein anderer jedoch höhere von 34—38 km/h. Teilweise werden sogar höhere Geschwindigkeiten

gefahren als während der Nüchternfahrten (40—45 km/h), die für eine Enthemmung typisch sind. Ein längeres Verweilen bei niedrigeren Geschwindigkeiten (15—20 km/h) besteht jedoch auch. Eine

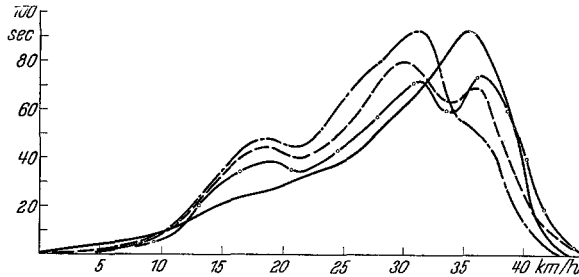


Abb. 9. Mittlere Geschwindigkeitsverteilung der Klassen: N ———, G — — —, I, II, III (gemittelt) — · — · —, 3, 2, 1 (gemittelt) — o — o —

Besserung der Fahrleistung gegenüber den Fahrten bei zunehmendem Blutalkohol und im Gipfel der Blutalkoholkurve ist gegeben.

Da die Unterschiede der Verteilungskurven in den Klassen I, II, III einerseits und in den Klassen 3, 2, 1 andererseits nicht groß sind, ist es sinnvoll, mittlere Verteilungskurven für zunehmende und abnehmende

Blutalkoholkonzentration aufzustellen (Abb. 9). Es besteht ein deutlicher Unterschied der Verteilungskurven der Alkoholfahrten gegenüber der der Nüchternfahrten und damit eine Minderung der Fahrleistung. Die Leistungsabnahme ist bei zunehmender Blutalkoholkonzentration am größten, in der Gipfelklasse und bei abfallendem Blutalkoholspiegel geringer.

4. Relative Geschwindigkeitsänderung

Der Ausdruck $\Delta V = \left| 1 - \frac{V}{V^N} \right|$ gibt die prozentuale Änderung (Zu- oder Abnahme) der Durchschnittsgeschwindigkeit V der Testfahrt eines Fahrers gegenüber der Durchschnittsgeschwindigkeit V^N seiner Nüchternfahrt an. Die Größe der Änderung ΔV ist ein Maß für die Veränderung der zügigen Fahrweise durch Alkoholeinwirkung. Die Mittelwerte $\Delta \bar{V}$ der Änderungen (Tabelle 2) betragen in Klasse I: 9,4%, in Klasse II: 9,8%, in Klasse III: 13%, in Klasse G: 9,3%, in Klasse 3: 7,6%, in Klasse 2: 8,2%, in Klasse 1: 7,6%.

Tabelle 2

	I	II	III	G	3	2	1
Mittlere Änderung $\Delta \bar{V}$ der Durchschnittsgeschwindigkeit in %	9,4	9,8	13,0	9,3	7,6	8,2	7,6
Mittlere Änderung $\Delta \bar{V}_s$ der Spitzengeschwindigkeit V_s in %	4,5	5,1	8,6	4,7	4,7	4,7	4,4
Anzahl der Fahrten mit zunehmender Geschwindigkeit V in %	0	4	4	9	31	28	21
Anzahl der Fahrten mit abnehmender Geschwindigkeit V in %	100	96	96	90	67	71	68
Anzahl der Fahrten mit gleichbleibender Geschwindigkeit V in %	0	0	0	1	2	1	11
Anzahl der Fahrten mit zunehmender Spitzengeschwindigkeit V_s in %	4	22	15	29	58	45	39
Anzahl der Fahrten mit abnehmender Spitzengeschwindigkeit V_s in %	84	74	78	65	35	44	44
Anzahl der Fahrten mit gleichbleibender Spitzengeschwindigkeit V_s in %	12	4	7	6	7	11	15

Den Ergebnissen der Diskussion der Geschwindigkeitsverteilungskurven entsprechend werden die Änderungen ΔV der Durchschnittsgeschwindigkeit V bei zunehmendem Blutalkoholspiegel größer und erreichen in der Klasse III ihren höchsten Mittelwert. Der Mittelwert der Geschwindigkeitsänderung ΔV der Gipfelklasse liegt zwischen denen der Klassen bei zunehmendem und fallendem Blutalkoholspiegel. Die geringste Änderung liegt in der Klasse 3 vor.

Eine Aufteilung der Testfahrten nach größeren oder kleineren Durchschnittsgeschwindigkeiten V relativ zum Wert der Nüchternfahrt ist in Tabelle 2 gebracht. Während bei steigendem Alkoholspiegel fast alle

Fahrten langsamer ausgeführt werden, sind es in der Gipfelklasse 90 %, bei fallendem Blutalkohol nur noch 70 %. In den Klassen I, II, III kompensieren die Fahrer die Wirkung des Alkohols. In der Gipfelklasse jedoch und in den Klassen 3, 2, 1, besonders in 3, führen sie wegen ein-

Tabelle 3

Nr. des Fahrers	$\Delta\bar{V}$ (%)	$\Delta\bar{V}_s$ (%)	$\frac{1}{2}(\Delta\bar{V} + \Delta\bar{V}_s)$ (%)
1	8,2	4,4	6,30
2	5,3	6,2	5,75
3	8,0	4,6	6,30
4	4,5	2,5	3,50
5	4,4	6,3	5,35
6	3,4	8,0	5,70
7	4,7	3,4	4,05
8	4,9	5,3	5,10
9	7,9	2,1	5,00
10	12,0	1,3	6,65
11	13,3	3,5	8,40
12	6,8	2,8	4,80
13	5,7	4,1	5,90
14	6,3	5,6	5,95
15	15,0	6,6	10,80
16	7,5	3,8	10,65
17	5,0	1,9	3,45
18	5,5	2,4	3,95
19	7,3	3,3	5,30
20	6,9	2,2	4,55
21	5,3	2,8	4,05
22	18,4	8,0	13,20
23	12,6	10,9	11,75
24	10,2	4,8	7,50
25	10,6	6,4	8,60
26	9,3	3,5	6,40
27	14,0	8,4	11,20
28	9,2	4,5	6,85
29	5,1	5,1	5,10
30	13,1	7,6	10,35
31	16,0	12,0	11,00
32	10,0	2,2	9,10
33	13,0	8,4	10,70

setzender Enthemmung 30 % der Fahrten schneller oder gleich schnell wie nüchtern durch. Die Aufteilung der Fahrten nach größeren oder kleineren Spitzengeschwindigkeiten V_s verglichen mit den Werten der Nüchternfahrt bringt analoge Ergebnisse. Vorsichtiges, kontrolliertes Fahren in den Klassen I, II, III bewirkt eine Abnahme der Spitzengeschwindigkeit V_s in 84 % der Fahrten in Klasse I, 74 % in Klasse II, 78 % in Klasse III. Im Gipfel nimmt die Häufigkeit kleinerer Spitzengeschwindigkeiten V_s auf 65 %, in der Klasse 3 auf 35 % der Fahrten ab und beträgt 44 % in den Klassen 2 und 1. Überschreiten der Spitzengeschwindigkeit der Nüchternfahrt kommt in Klasse 3 mit 58 % am häufigsten gegenüber 29 % in der Gipfelklasse, 45 % in der Klasse 2 und 39 % in der Klasse I vor. Zunahme der Spitzengeschwindigkeit V_s bei gleichzeitigem Abfall der Durchschnittsgeschwindigkeit V bedeutet, daß die Fahrer unausgeglichener, aber schärfer fahren. Sie konzentrieren sich weniger und fahren nicht mehr vorausschauend.

Die mittlere Änderung $\Delta\bar{V}_s$ der Spitzengeschwindigkeit V_s beträgt in der Klasse I: 4,5 %, in Klasse II: 5,1 %, in Klasse III: 8,6 %, in Klasse G: 4,7 %, in Klasse 3: 4,7 %, in Klasse 2: 4,7 % und in Klasse 1: 4,4 %. Die mittlere Änderung $\Delta\bar{V}$ der Durchschnittsgeschwindigkeit V nimmt mit aufsteigendem Blutalkoholspiegel zu, in der Gipfelklasse und in den Klassen 3, 2, 1 ist die mittlere Änderung gleich.

Als Maß der Alkoholabhängigkeit der Fahrleistung eines Fahrers werden 1. der Mittelwert $\Delta\bar{V}$ der Änderung der Durchschnittsgeschwindigkeit aller Testfahrten in bezug zur Nüchternfahrt, 2. der Mittelwert

$\Delta\bar{V}_s$ der Änderungen der Spitzengeschwindigkeit V_s gewählt. Als Gesamtmaß (Tabelle 3) wird definiert: $\frac{1}{2}(\Delta\bar{V} + \Delta\bar{V}_s)$.

Die Einwirkung des Alkohols auf die Testfahrer ist verschieden. Beispielsweise weichen die Geschwindigkeitsverteilungskurven (Abb. 10) von je einer Fahrt des Fahrers 30 aus allen Alkoholklassen von derjenigen

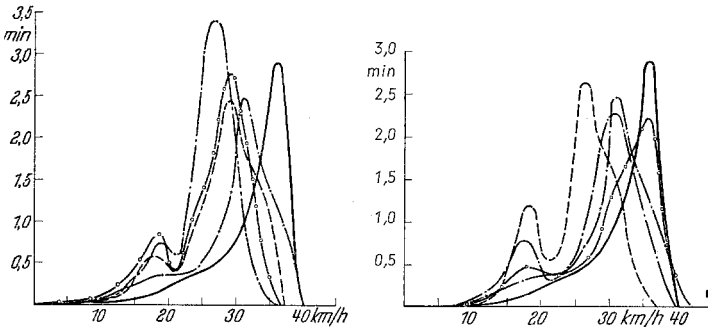


Abb. 10. Geschwindigkeitsverteilungen von Fahrten des Fahrers 30: N ———, I - - - - -, II ·····, III —○—○—, G —+—+— (links); N ———, 1 - - - - -, 2 ·····, G —+—+— (rechts)

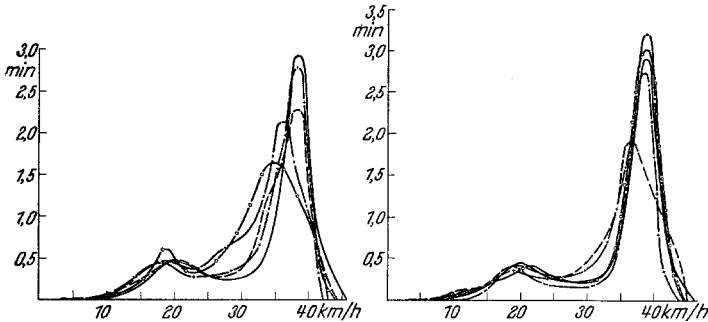


Abb. 11. Geschwindigkeitsverteilungen von Fahrten des Fahrers 8: N ———, I - - - - -, II ·····, III —○—○—, G —+—+— (links); N ———, 1 - - - - -, 2 ·····, G —+—+— (rechts)

der Nüchternfahrt erheblich ab, während der Fahrer 8 (Abb. 11) nur in den Klassen I, II, III und 1 wesentliche Änderungen von der Nüchternleistung aufweist. Für Fahrer 8 ist $\Delta\bar{V}_s = 4,9\%$, $\Delta\bar{V} = 5,3\%$, $\frac{1}{2}(\Delta\bar{V} + \Delta\bar{V}_s) = 5,1\%$. Für Fahrer 30 ist $\Delta\bar{V} = 13,1\%$, $\Delta\bar{V}_s = 7,6\%$, $\frac{1}{2}(\Delta\bar{V} + \Delta\bar{V}_s) = 10,35\%$. Die Fahrtüchtigkeit des Fahrers 30 hängt stärker vom Einfluß des Alkohols ab als die des Fahrers 8.

5. Geschwindigkeitsleistung

Auf verkehrsfreier Strecke eine hohe mittlere Geschwindigkeit zu erreichen, bedeutet, daß der Fahrer die zu erstrebende Geschwindigkeit

möglichst häufig erreicht und die Geschwindigkeit der Streckenführung entsprechend wählt. Die mittlere Geschwindigkeit ist somit ein Maß für eine zügige Fahrweise, sie sagt jedoch nichts über die Ausgeglichenheit des Fahrens aus, da sie der Mittelwert aller Momentangeschwindigkeiten ist. Von zwei mittleren Geschwindigkeiten, die bei gleicher Spitzengeschwindigkeit gefahren werden, gibt die größere eine ausgeglichene Fahrweise an, da mit abnehmender Differenz zwischen Spitzen- und Durchschnittsgeschwindigkeit auch die Beschleunigungen und Bremsungen abnehmen.

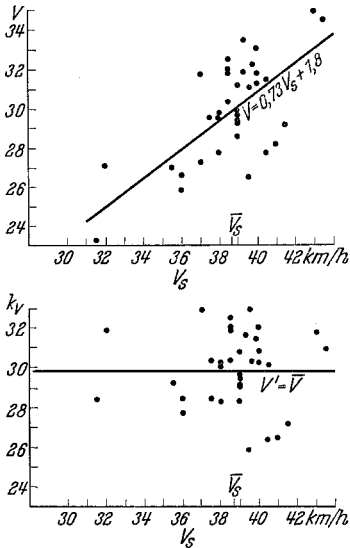


Abb. 12. Geschwindigkeit V (oben) und transformierte Geschwindigkeit V' (unten) in Abhängigkeit von der Spitzengeschwindigkeit V_s für Klasse N

Abb. 12 oben zeigt, daß die mittlere Geschwindigkeit mit zunehmender Spitzengeschwindigkeit ansteigt. Diese Abhängigkeit ist von der Form $\mathfrak{B} = \bar{V} + b(V_s - \bar{V}_s)$. Um mittlere Geschwindigkeiten als Werte zügiger und gleichmäßiger Leistung vergleichen zu können, muß eine Transformation durchgeführt werden. Die transformierten Geschwindigkeiten V' erhält man nach der Formel

$$V' = V + b(\bar{V}_s - V_s)**.$$

Die transformierten Geschwindigkeiten V' sind dann von der Spitzengeschwindigkeit unabhängig (Abb. 12). Da die Abhängigkeit der mittleren Geschwindigkeit von der Spitzengeschwindigkeit in den einzelnen

Tabelle 4

	b	B	s'	$\Delta \bar{V}'$	s	$\frac{\Delta \bar{V}'}{\bar{V}^N}$
N	0,728	47,5	1,88	—	—	—
I	0,760	50,7	2,08	2,68	1,14	9,0
II	0,734	67,2	1,49	3,25	1,46	10,7
III	0,738	54,4	2,15	3,61	1,54	12,1
G	0,935	50,7	2,25	2,45	1,30	8,2
3	0,736	26,3	2,24	1,75	1,28	5,9
2	0,896	48,5	2,18	1,77	1,24	5,9
1	0,833	48,8	2,58	1,74	1,23	5,8

Klassen verschieden ist, muß die Transformation für jede Alkoholklasse gesondert vorgenommen werden (Tabelle 4).

Die Koeffizienten b besagen, daß die Zunahme der mittleren Geschwindigkeit V bei Zunahme der Spitzengeschwindigkeit V_s um eine Einheit zwischen 0,73

und 0,94 Einheiten liegt. Das Bestimmtheitsmaß B^{**} gibt an, wieviel Prozent der Streuung der mittleren Geschwindigkeit auf die Streuung der Spitzengeschwindigkeit zurückzuführen sind. Die Bestimmtheiten schwanken zwischen 26% und 67%.

Nach Alkoholgenuß erreichen die Fahrer allgemein eine kleinere mittlere Geschwindigkeit als bei den Nüchternfahrten gleicher Spitzengeschwindigkeit. Die Fahrweise ist also wenig zügig, un stetig und un ausgeglichen. Die Regressionsgeraden der Klassen I, II, III verlaufen etwa parallel zu der der Nüchternklasse (Abb. 13). Die Geschwindigkeitsabnahme ist also im Mittel von der Spitzengeschwindigkeit un abhängig. Dagegen nehmen in der Gipfelklasse die mittleren Geschwindigkeiten von Fahrten niedriger Spitzengeschwindigkeit stärker ab als von

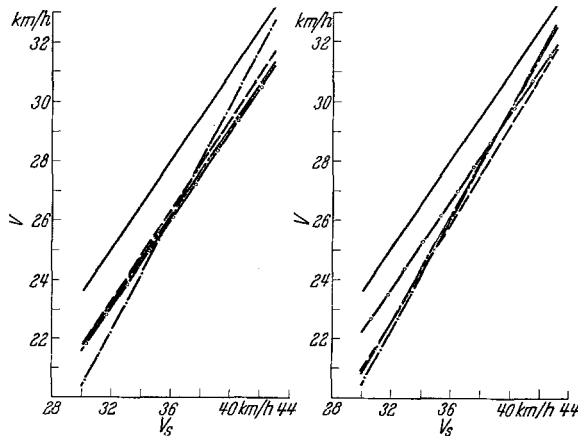


Abb. 13. Regressionsgeraden der Geschwindigkeiten V gegen die Spitzengeschwindigkeiten V_s für die Klassen: N —, G - + - + -, I - - - -, II - · - · - ·, III - · - · - · (links); N —, G - + - + -, 3 - · - · - ·, 2 - · - · - ·, 1 - - - - (rechts)

Fahrten höherer Spitzengeschwindigkeit. Fahrer, die sich weniger zu trauen und übervorsichtig fahren, fallen stark mit der Geschwindigkeit ab, während jene, die höhere Spitzengeschwindigkeit erreichen, diese auch durchhalten. Diese Erscheinung tritt auch bei abnehmender Blutalkoholkonzentration auf; der Unterschied in der Abnahme der Geschwindigkeiten ist jedoch geringer.

Die transformierte Geschwindigkeit V' ist ein Maß der Geschwindigkeitsleistung. Der Unterschied $\Delta V'$ der Leistungszahl V'^A einer Alkoholfahrt zur Leistungszahl V'^N der Nüchternfahrt gibt die Leistungsminde rung durch den Alkohol an.

$$V' = |V'^A - V'^N|.$$

In der Klasse I ist (Abb. 14) die mittlere Abweichung $\Delta \bar{V}' = 2,68$, entsprechend 9% der Nüchternleistung, die mittlere quadratische Abweichung ist $s = \pm 1,14$. Die mittlere Abweichung nimmt in der Klasse II auf $\Delta \bar{V}' = 3,25$ entsprechend 10,7%, in der Klasse III auf $\Delta \bar{V}' = 3,61$ entsprechend 12,1% zu. Die mittlere quadratische Abweichung erhöht sich für die Klasse II auf $s = \pm 1,46$ und für die Klasse III auf $s = \pm 1,54$. In der Gipfelklasse ist die mittlere Abweichung $\Delta \bar{V}' = 2,45$ entsprechend

8,2%, die mittlere quadratische Abweichung $s = \pm 1,30$. Bei fallender Blutalkoholkonzentration entsprechen die mittleren Abweichungen 5,9% für Klasse 3, 2 und 5,8% für Klasse 1. Die mittlere quadratische

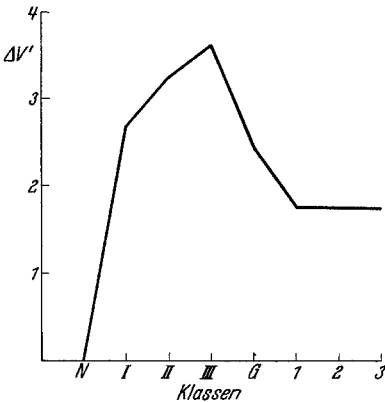


Abb. 14. Mittelwerte der Abweichungen AV' in Abhängigkeit von den Alkoholklassen

Abweichung ist für Klasse 3: $s = \pm 1,28$, für Klasse 2: $s = \pm 1,24$, für Klasse 1: $s = \pm 1,23$.

Die Minderung der Geschwindigkeitsleistung ist somit bei steigendem Blutalkoholspiegel und im Gipfel am größten. Die Fahrer sind trotz Anspannung und Konzentrationsversuchen nicht in der Lage, die Strecke mit gleicher Spitzen- und Durchschnittsgeschwindigkeit zu durchfahren. Bei fallendem Alkoholspiegel steigt die Leistung wieder an, bleibt jedoch auch bei nur geringen Blutalkoholkonzentrationen erheblich unter den Nüchternwerten.

Die Fahrer erreichen bei gleichen und sogar höheren Spitzengeschwindigkeiten nur geringere Durchschnittsgeschwindigkeiten.

Zusammenfassung

Auf einem 2,4 km langen Straßen- und Wegesystem wurden von 33 sehr guten Berufsfahrern 491 Versuchsfahrten mit Geschwindigkeiten bis zu 45 km/h durchgeführt. Die Fahrweise (Geschwindigkeit, Beschleunigung, Verzögerung, Lenkung) wurde fortlaufend registriert. Jeder Fahrer fuhr nüchtern und unter Alkoholeinfluß.

Bei ansteigender Blutalkoholkonzentration bis zu 1‰ nimmt die Geschwindigkeitsleistung bis zu 10%, zwischen 1 und 1,5‰ bis zu 12% gegenüber den Nüchternfahrten ab. Im Gipfel der Blutalkoholkurve beträgt die Minderung der Geschwindigkeitsleistung 8%, bei fallendem Blutalkoholspiegel 6%.

Im Gegensatz hierzu streut die Geschwindigkeitsleistung eines nüchternen gemischten Kollektivs von 105 Fahrern nur zwischen -8% (schlechteste Fahrer) und +9,2% (beste Fahrer) gegenüber der Durchschnittsleistung von 100%. Die Leistungen der sehr guten Berufsfahrer sinken somit unter Alkoholeinfluß bis auf die Leistung der schlechtesten Fahrer ab.

Literatur

ABELE, G.: Die Leistungsfähigkeit des Kraftwagenlenkers und die Analyse der Fahrweise. Dtsch. Z. gerichtl. Med. (im Druck). — BJERVER, K., and L. GOLDBERG: Effects of alcohol ingestion on driving ability. Results of practical road tests

an laboratory experiments. *Quart. J. Stud. Alcohol* **1950**, 2. — BSCHEB, F.: Beobachtungen über ein funktionales Prinzip bei der psychomotorischen Leistungsminderung in den verschiedenen Phasen der akuten Alkoholintoxikation. *Dtsch. Z. gerichtl. Med.* **1952**, 273. — ELBEL, H., u. F. SCHLEYER: Blutalkohol. Stuttgart: Georg Thieme 1956. — GOLDBERG, L.: Quantitative Studies on alcohol tolerance in man. *Acta physiol. scand. (Stockh.)* **1943**, Suppl. 16. — GRAF, O.: Über den Zusammenhang zwischen Alkoholblutkonzentration und psychischer Alkoholwirkung. *Arbeitsphysiologie* **1933**, 169. — HEISE, H. A., and B. HALPORN: Medicolegal aspects of drunkenness. *Pennsylvania Med. J.* **1932**, 190. — HUBER, O.: Untersuchung über die Veränderung der Fahrtüchtigkeit von Kraftradfahrern nach mäßigem Alkoholgenuß. *Dtsch. Z. gerichtl. Med.* **1955**, 559. — LAMBERCIER, M. R., u. R. MARTIN DU PAN: L'intoxication alcoolique aigue et les accidents d'automobile. II. Les effets psychiques de l'intoxication alcoolique aigue. *Schweiz. med. Wschr.* **1946**, 421. — LAVES, W.: Maß und Zahl in der medizinischen Begutachtung der Fahrtüchtigkeit. *Med. Klin.* **1955**, 9. — MUELLER, B.: Gerichtliche Medizin. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1953. — PONSOLD, A.: Lehrbuch der Gerichtsmedizin. Stuttgart: Georg Thieme 1950. — SCHMIDT, O.: Die elektrische Registrierung alkoholbedingter Gleichgewichtsstörungen. *Dtsch. Z. gerichtl. Med.* **1956**, 231. — STARCK, J. H.: Untersuchungen über die Verkehrssicherheit alkoholgewohnter Kraftfahrer bei Blutalkoholwerten um 1,5‰. *Dtsch. Z. gerichtl. Med.* **1953**, 155. — VERNON, H. M.: Alcohol and motor accidents. *Brit. Med. J.* **1937**, 188.

Priv.-Doz. Dr. G. ABELE,
Münster i. Westf., v.-Esmarch-Str. 86