

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

Abhängigkeit der Fahrweise bei Trunkenheit am Steuer von Lichtverhältnissen sowie Straßen- und Reifenbeschaffenheit

Von

G. ABELE

Mit 7 Textabbildungen

(Eingegangen am 18. Juli 1955)

Nach gerichtsärztlicher Erfahrung ist bei einer Blutalkoholkonzentration von $1,5^0/00$ die Leistungsminderung so groß, daß auch unter optimalen Bedingungen eine Fahruntüchtigkeit gegeben ist. Diese Leistungsminderung besteht in einem Teil der Fälle nach ELBEL sowie nach GRAF bereits bei $0,5^0/00$. In diesem Sinne ist auch die von LAVES genannte „Gefährdungsgrenze“ von $0,8^0/00$ zu bewerten. Trunkenheitsmerkmale fehlen hierbei häufig. Deshalb werden diese Fälle wegen der geringen „Chance“ aufzufallen meist nur bekannt, wenn sie aus anderen Gründen (z. B. technisches Versagen) einer Beurteilung zugeführt werden. Aus derartigem Beobachtungsmaterial konnten wir in einigen Fällen bei $0,4$ — $0,5^0/00$ eine Fahruntüchtigkeit ermitteln. Auch wurde bei Trinkversuchen der Beginn der subjektiven Fahruntüchtigkeit bei $1^0/00$, verschiedentlich bei geringeren Werten angegeben. Fahrtüchtigkeit und Fahrfähigkeit ist jedoch streng zu unterscheiden.

Die Fahrfähigkeit bedeutet das Vermögen, ein Fahrzeug zu besteigen, in Gang zu setzen und auf einem freien Platz zu fahren, wobei andere Verkehrsteilnehmer und Hindernisse fehlen. Die Fahrfähigkeit betrifft somit allein die Fahrzeugbedienung.

Die Fahrtüchtigkeit setzt das Fehlen von Mängeln (§ 2 StVZO) voraus. Sie ist ein individuell unterschiedliches Leistungsmaß. Fahrtüchtig ist, wer fähig ist, auf verschiedenwertigen Straßen ein Fahrzeug zu lenken, ohne zu „gefährden oder zu belästigen“ (§ 1 StVZO). Die Forderung der StVZO ist somit auf die „normale Leistungsfähigkeit“ und die „Mängel“ des einzelnen abgestimmt. Die Fahrtüchtigkeit ist jedoch verschieden, wobei nur an Fahrer unmittelbar nach der Fahrprüfung zu denken bleibt. Dies gilt bereits für normale Fahrbedingungen. Die Erschwerungen durch besondere Lichtverhältnisse, Witterung sowie Straßen- und Reifenbeschaffenheit sind zusätzlich zu berücksichtigen. Bei der Begutachtung der Fahrtüchtigkeit empfiehlt es sich deshalb,

die medizinischen Feststellungen durch die technischen Ermittlungen zu ergänzen. Das Urteil eines technischen Sachverständigen allein genügt nicht.

Die Fahrtüchtigkeit ist unter anderem durch die Geschwindigkeitswechsel je Wegstrecke, das Verhältnis der mittleren Geschwindigkeit zur mittleren Spitzengeschwindigkeit oder den mittleren Lenkausschlag gekennzeichnet. Das Lenken sowie das Beschleunigen und Bremsen ist für die Beurteilung nicht gleichwertig, da sich eine Leistungsminderung beim Lenken stärker auswirkt.

Eine Fahruntüchtigkeit ist bis zu einem Grenzwert des Leistungsabfalles entsprechend den jeweiligen Bedingungen (z. B. Dunkelheit, Helligkeit, trockene, vereiste Fahrbahn) oder entsprechend der Fahrzeugart (z. B. Kraftwagen, Motorrad) relativ. Ein Fahrer, der gerade noch ein Fahrzeug über einen Feldweg ordnungsgemäß führen kann, ist dem Verkehr in der Großstadt nicht mehr gewachsen. Bei einer noch stärkeren Leistungsminderung ist dann aber ein sicheres Fahren selbst auf dem Feldweg nicht mehr möglich. Die alkoholbedingte „absolute“ oder „relative“ Fahruntüchtigkeit kennzeichnet nicht den Grad der Leistungsbeeinträchtigung, sondern die Beweiskraft des Blutalkoholwertes.

Zur Ermittlung der unterschiedlichen Beanspruchung wurden Fahrversuche mit einem Kraftwagen unter verschiedenartigen Bedingungen durchgeführt¹. Es waren möglichst hohe mittlere Geschwindigkeiten angestrebt. Als „Normalleistung“ wurde das Fahren bei Tageslicht auf trockener Straße zugrunde gelegt. Fahrten mit einer geänderten Versuchsbedingung wurden hierzu in Vergleich gesetzt.

Lichtverhältnisse

Auf die Fahrweise sind vor allem die Lichtverhältnisse (Helligkeit, Dämmerung, Dunkelheit) von Einfluß.

Die Fahrerschwerung bei Dunkelheit zeigt die Geschwindigkeitschreibung in Abb. 1. Die deutliche Niveausenkung der Geschwindigkeitspitzen ist zu erkennen. Die Zahl der Geschwindigkeitswechsel jedoch blieb gleich.

Fahrt-Nr. I/9, Datum 10. 10. 54, Strecke Münster-Cloppenburg, Entfernung 142 km, Sicht *Tageslicht*, klar, Fahrbahn trocken, Leistungsgewicht des Fahrzeuges 12,8 kg/PS², mittlere Geschwindigkeit 85 km/Std, Spitzengeschwindigkeiten 130—140 km/Std.

¹ Die Meßinstrumente für die Versuchsfahrten wurden von der Firma Kienzle, Villingen, zur Verfügung gestellt. Den Herren Oberingenieur Riegger, Dipl.-Ing. Menzel und Putze sei für diese Unterstützung besonders gedankt.

² Leistungsgewicht: Verhältnis von Fahrzeuggewicht zur Motorstärke (Anzahl der Gewichtskilogramm je Pferdestärke).

Fahrt-Nr. I/43, Datum 30. 5. 55, Strecke Münster-Cloppenburg, Entfernung 142 km, Sicht *Dunkelheit*, klar, Fahrbahn trocken, Leistungsgewicht des Fahrzeuges 12,8 kg/PS, mittlere Geschwindigkeit 66 km/Std, Spitzengeschwindigkeit 90–100 km/Std.

Die mittlere Geschwindigkeit bei Dunkelheit sank somit um rund 20% ab. Eine Steigerung der mittleren Geschwindigkeit von 80 auf 90 km/Std stellt relativ größere Anforderungen als eine solche von 50

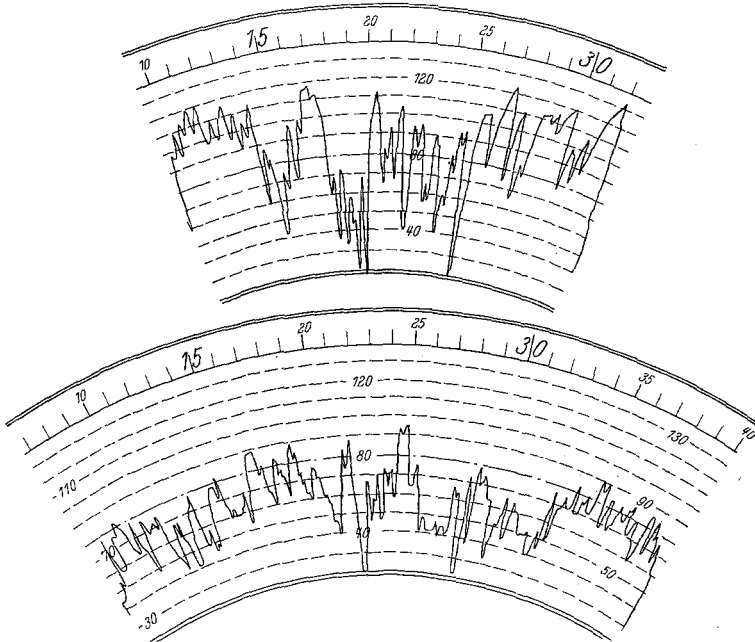


Abb. 1. Die Geschwindigkeitsschreibung (Versuchsfahrten I/9 und I/43) der Fahrt bei Tageslicht (oben) zeigt hohe Geschwindigkeiten, der Fahrt bei Dunkelheit (unten) eine Niveau-senkung der Spitzen bei gleicher Wechselzahl

auf 60 km/Std, diese wiederum größere als eine solche von 30 auf 40 km/Std. Die Anforderungen wachsen nicht proportional der Geschwindigkeit, sondern wesentlich stärker als diese. Die Zunahme der Anforderungen ist in dem hohen Geschwindigkeitsbereich der Versuche deshalb größer als die Leistungsminderung von 20%. Diese Fahrerschwerung wird durch die verminderte Beleuchtungsstärke und Blendwirkung bedingt. Auch erfordert das nur beschränkt ausgeleuchtete Gesichtsfeld eine Erhöhung der Reaktionsbereitschaft.

Die Dämmerung, in der Meteorologie als „bürgerliche Dämmerung“ bezeichnet, besteht vor Sonnenauf- und nach Sonnenuntergang, solange noch eine Zeitung gelesen werden kann, in der Regel je $\frac{1}{2}$ Std. Hierbei liegt die horizontale Beleuchtungsstärke in der Größenordnung von etwa 6 Lux, die des Scheinwerferlichtes in 200 m Entfernung bei etwa 3 Lux, so daß keine wesentliche Aufhellung eintritt.

Die Schwierigkeit des Dämmerungssehens liegt in der schattenlosen (diffusen) Ausleuchtung. Die geringen Helligkeitsunterschiede (Rückleuchtedichte-Unterschiede) erfordern zu ihrer Differenzierung eine hohe Empfindlichkeit des Auges. Diese aber setzt eine Dunkeladaptation voraus. Die Stäbchen ermöglichen das empfindliche „Dämmerungssehen“. Die beim „Tagessehen“ in Funktion tretenden Zapfen besitzen

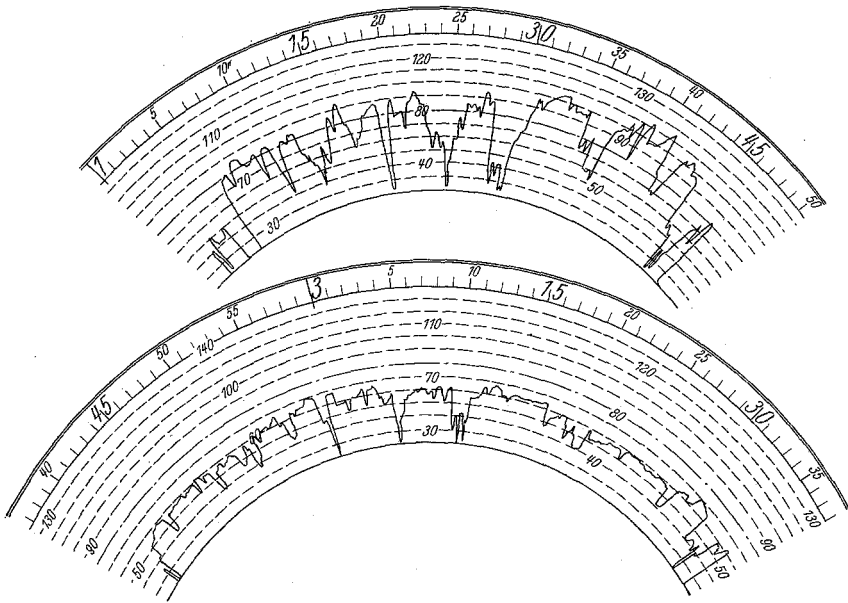


Abb. 2. Die Geschwindigkeitsschreibung (Versuchsfahrten I/21 und I/22) der Fahrt bei guter Sicht (oben) weist hohe Spitzen, die Fahrt bei Nebel (unten) eine Senkung der Spitzengeschwindigkeiten auf

eine geringere Empfindlichkeit (REIN). Oberhalb des Horizontes besteht aber noch eine relativ hohe Helligkeit, die eine Helladaptation und damit eine geringe Empfindlichkeit hervorruft („Tagessehen“). Die Erkennbarkeit ist deshalb herabgesetzt. Hinzu kommt noch die Verminderung der Tiefenschärfe [SACHSENWEGER sowie ROELOFS und BIERENS DE HAAN]. Den meisten Menschen erscheinen danach zwei Gegenstände weiter voneinander entfernt als bei Tageslicht. Das Schätzen der Entfernungen ist deshalb stark erschwert.

Diese Überlegungen gelten auch für Nebel, dichten Regen und fallenden Schnee, denn Partikel erzeugen durch die Lichtstreuung eine hohe Dichte des zurückgeworfenen Lichtes und damit eine Helladaptation mit Empfindlichkeitsminderung („Tagessehen“). Die Unterschiede in der Leuchtdichte aber sind ebenfalls, wie bei der Dämmerung, nur gering.

Die durch die Sichterschwerung bedingte Leistungsminderung konnte auch in Fahrversuchen bestätigt werden.

Fahrt-Nr. I/21, Datum 21. 9. 54, Strecke Münster-Gronau, Entfernung 55 km, Sicht klar, Fahrbahn ganz leicht feucht, Leistungsgewicht des Fahrzeuges 12,8 kg/PS, mittlere Geschwindigkeit 72 km/Std, Spitzengeschwindigkeiten 100—110 km/Std.

Fahrt-Nr. I/22, Datum 17. 12. 54, Strecke Münster-Gronau, Entfernung 55 km, Sicht Nebel, Sichtweite 50—100 m, Fahrbahn ganz leicht feucht, Leistungsgewicht des Fahrzeuges 12,8 kg/PS, mittlere Geschwindigkeit 56 km/Std, Spitzengeschwindigkeiten 60—70 km/Std.

Ein Vergleich der Durchschnittsgeschwindigkeiten ergab somit bei Nebel (Sichtweite von 50—100 m) eine Minderung der mittleren Geschwindigkeit um rund 20%. Abb. 2 zeigt die Herabsetzung der Spitzengeschwindigkeiten und allgemeine Nivellierung der Fahrgeschwindigkeit.

Die Konstanz der Versuchsbedingungen ergibt sich aus dem gleichbleibenden Verhältnis (2,35:2,32) des „mittleren Geschwindigkeitswechsels je Wegstrecke“ (Wechselzahl).

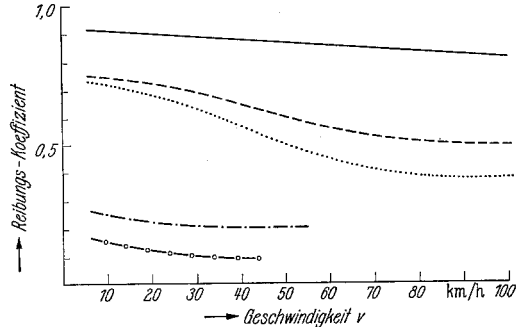


Abb. 3. Abhängigkeit des Reibungskoeffizienten von der Geschwindigkeit bei gleicher Reifen- und Straßenbeschaffenheit. Straße: — trocken; --- gründlich naß; ····· naß nach Trockenheit; — · — · Schnee, festgefahren; ○ — ○ — ○ Spiegelis

Straßen- und Reifenbeschaffenheit

Lange, gerade Straßenabschnitte einerseits und kurvenreiche Strecken und besonders Kurven ohne Überhöhung der Außenseite andererseits, erschweren das Fahren. Je eintöniger oder kurvenreicher eine Strecke ist, desto höher sind die Anforderungen.

Von Einfluß ist auch die Fahrbahnbeschaffenheit, für deren Griffigkeit der Reibungskoeffizient $\mu = R/N$ ein Maß ist¹. Er beträgt etwa 0,8 bei trockenem Beton, etwa 0,5 bei trockener Teerdecke, etwa 0,3 bei nassem Asphalt und bis zu 0,1 bei vereister Fahrbahn. Doch ist der Reibungsbeiwert auch von der Geschwindigkeit (Abb. 3) abhängig. Das

¹ Reibungskoeffizient: Verhältniszahl von Reibung zu Normalkraft (1 kg). Er gibt den Bruchteil der Normalkraft an, der zur gleitenden, gleichförmigen Fortbewegung als treibende Kraft notwendig ist. Er ist bei trockener Reibung von der Größe der berührenden Flächen unabhängig. Bei einem zwischengebrachten Schmiermittel (z. B. Straßenschmutz) bleibt diese Unabhängigkeit aber nicht bestehen.

Verhältnis 0,1:0,8 zeigt aber bereits die Verschiedenheit der Anforderungen. Sie lassen sich experimentell zahlenmäßig erfassen. Bei den hierfür durchgeführten Versuchsfahrten war die Straße jeweils trocken, naß oder leicht vereist.

Fahrt-Nr. I/9, Datum 10.10.54, Strecke Münster-Cloppenburg, Entfernung 142 km, Sicht Tageslicht, Fahrbahn *trocken*, Leistungsgewicht des Fahrzeuges 12,8 kg/PS, mittlere Geschwindigkeit 85 km/Std, Spitzengeschwindigkeiten 130 — 140 km/Std.

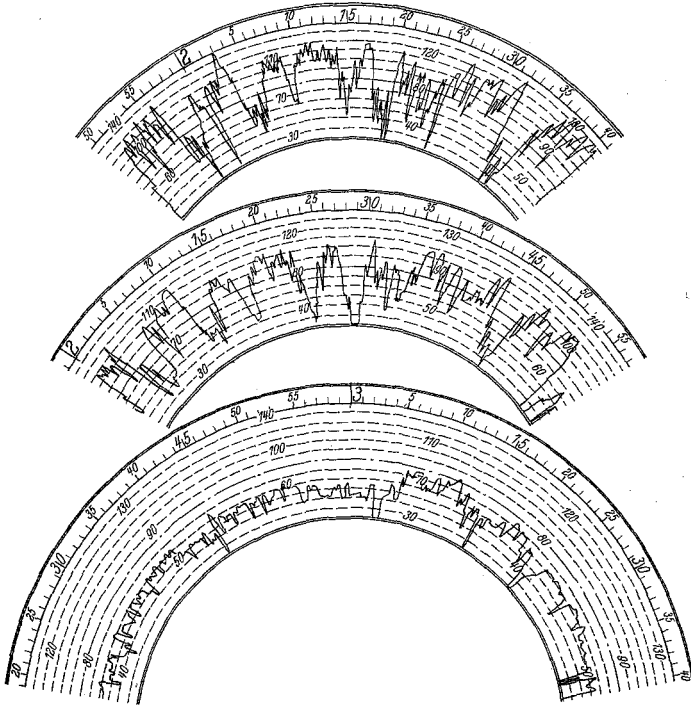


Abb. 4. Die Geschwindigkeitsschreibung (Versuchsfahrten I/9, I/23 und I/24) der Fahrt auf trockener Straße (oben) zeigt die höchsten Spitzen, auf nasser Straße (Mitte) eine leichte Senkung und auf leicht vereister Fahrbahn (unten) allgemein stark verminderte Geschwindigkeiten

Fahrt-Nr. I/23, Datum 5. 2. 55, Strecke Münster-Cloppenburg, Entfernung 142 km, Sicht Tageslicht, Fahrbahn *naß*, Leistungsgewicht des Fahrzeuges 12,8 kg/PS, mittlere Geschwindigkeit 74 km/Std, Spitzengeschwindigkeiten 110—120 km/Std.

Fahrt-Nr. I/24, Datum 5. 2. 55, Strecke Münster-Cloppenburg, Entfernung 142 km, Sicht Tageslicht, Fahrbahn *leicht vereist*, Leistungsgewicht des Fahrzeuges 12,8 kg/PS, mittlere Geschwindigkeit 57 km/Std, Spitzengeschwindigkeiten 70 bis 80 km/Std.

Die mittleren Geschwindigkeiten (Abb. 4) ergeben eine Minderung um rund 10% für die nasse und um rund 30% für die leicht vereiste Fahrbahn.

Ähnliche Überlegungen gelten für das Reifenmaterial und die Profilierung (Reibungskoeffizient). Dieser hängt wesentlich von den Grenzflächenkräften zwischen Straßenoberfläche, Wasser und Reifenlauf- fläche ab. Eine feuchte Fahrbahn bewirkt bei abgefahrenen Reifen

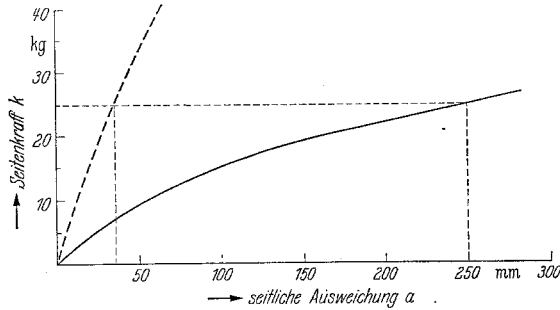


Abb. 5. Abhängigkeit der seitlichen Ausweichung des Reifens von der Seitenkraft bei gutem (---) und abgefahrenem (—) Profil

eine relativ stärkere Verminderung des Reibungsbeiwertes als bei gut profilierten. Ein Maß für die Rutschfestigkeit ist das seitliche Ausweichen des Rades (Abb. 5). Nach STEGEMANN und KNAUERHASE sowie BOBETH zeigt beim Übergang von trockener auf nasse Straße und gleichen seitlichen Kräften ein abgefahrener Reifen eine verhältnismäßig größere Zunahme des seitlichen Ausweichens als ein guter Reifen. Doch ist dieses außerdem auch noch von der Straßendecke abhängig. Die Zunahme ist z. B. bei Kopfsteinpflaster relativ größer als bei Bitumen (Abb. 6).

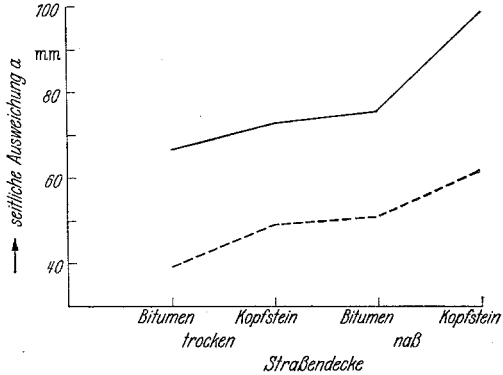


Abb. 6. Seitliche Ausweichung des Reifens in Abhängigkeit von der Straßenbeschaffenheit bei gutem (---) und abgefahrenem (—) Profil

Jeder Reifen besitzt auf normaler Straßenoberfläche bei einem bestimmten „Norm-Luftdruck“ die höchste Standfestigkeit, die sowohl bei Erhöhung als auch Verminderung des Druckes abnimmt. Der „optimale Druck“ liegt bei glatter Straßenoberfläche etwas unter dem „Norm-Luftdruck“, bei rauher Straße darüber. Bei Geschwindigkeiten über 100 km/Std kann bereits eine Druckdifferenz von 0,2 atü fühlbar in Erscheinung treten. Ein unrichtiger Reifendruck kann somit auf die Straßenlage des Fahrzeuges von ganz erheblichem Einfluß sein.

Jeder Reifen nimmt entsprechend der Reibungskraft R eine Kraft auf, die sich aus der in Rollrichtung wirkenden Umfangskraft U und der seitlich wirkenden Seitenführungskraft S ($R = U + S$) zusammensetzt. Sobald nun z. B. Seitenwindkräfte die Seitenführungskraft der Räder übersteigen, setzt ein seitlicher Schlupf ein. Dies besonders, wenn

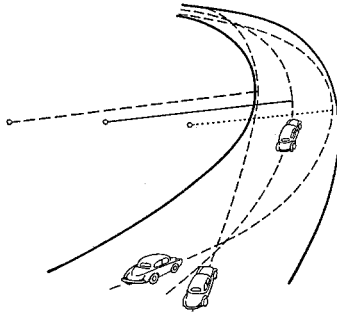
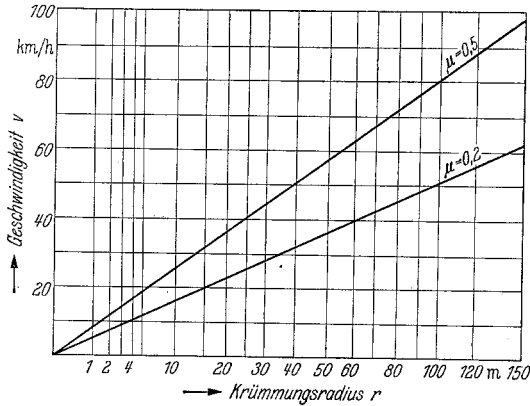


Abb. 7. Oben: Abhängigkeit der zulässigen Kurvengeschwindigkeit von Krümmungsradius und Reibungskoeffizient. Unten: Darstellung des „statischen“ (—) und „dynamischen“ (---) (.....) Kurvenradius

sich beim Bremsen die Umfangskraft der Räder auf Kosten der Seitenführungskraft vergrößert. Den Grenzfall stellt hierbei das Blockieren der Reifen dar, wobei die Seitenführungskraft im mathematischen Sinne gegen Null geht.

In einem Überwiegen der Zentrifugalkraft über die Seitenführungskraft findet der unter Alkoholeinwirkung so häufige Unfallhergang seine Erklärung, bei dem wegen relativ zu hoher Geschwindigkeit Fahrzeuge im letzten Drittel der Kurve herausgetragen werden. Hingegen weist ein Abkommen von der Fahrbahn in den ersten zwei Dritteln auf ein zu spätes Erkennen der Kurve oder falschen Lenkeinschlag hin. Die

mögliche Höchstgeschwindigkeit ist von Kurvenradius und Überhöhung der Außenseite abhängig. Eine Kurvenüberhöhung erlaubt eine größere Geschwindigkeit; bei glatter Fahrbahn besteht aber — besonders für Lastzüge im Gebirge — die Gefahr des Abgleitens nach innen. Eine Mindestgeschwindigkeit ist deshalb in diesen Fällen erforderlich.

Hinsichtlich des Kurvenhalbmessers sind der „statische“ und der „dynamische Radius“ zu unterscheiden. Der „statische Radius“ ist straßenbautechnisch durch die Kurvenkrümmung bedingt, der „dynamische“ durch die Fahrweise, da durch Anschneiden die Krümmung ausgeglichen, der Halbmesser damit verkürzt werden kann. Die Höchst-

geschwindigkeit (Abb. 7) hängt somit weitgehend von dem gewählten „dynamischen Kurvenradius“, somit von dem Leistungsvermögen des Fahrers ab.

Diese Eigentümlichkeiten sind dem erfahrenen Kraftfahrer bekannt; er besitzt ein gewisses „Fahrgefühl“ und gleicht die Schwierigkeiten aus. Sobald dieses Empfinden jedoch, beispielsweise durch Alkohol, vermindert ist, werden Schwierigkeiten, die sich sonst kaum auswirken, nicht mehr gemeistert. Die für den Kraftwagenlenker bei Tageslicht ermittelte Grenze von $1,5\text{‰}$ gilt damit nur für optimale Verhältnisse und muß bei Erschwerungen wie Dunkelheit, Dämmerung, Nebel oder erhebliche Straßenglätte tiefer angesetzt werden.

Zusammenfassung

Versuchsfahrten mit einem Kraftwagen und Geschwindigkeitsaufzeichnungen werden beschrieben. Als Normalleistung wurden die Fahrten bei Tageslicht auf trockener Straße gewertet.

Bei Dunkelheit betrug die Leistungsminderung der mittleren Geschwindigkeit rund 20%.

Bei Nebel (Sichtweite 50—100 m) zeigte sich ebenfalls eine Minderung um rund 20%.

Bei nasser Fahrbahn hat sich eine Leistungsminderung von rund 10%, bei leicht vereister Fahrbahn eine solche von rund 30% ergeben.

Unter diesen Erschwerungen kommt eine an sich geringe, durch Alkohol bedingte Minderung der Fahrtüchtigkeit zum Tragen. Deswegen muß unter diesen erschweren Bedingungen der Grenzwert niedriger angesetzt werden.

Literatur

BOBETH, W.: Reifen und Fahrsicherheit. Mitt. Phönix-Werke 1953. — ELBEL, H.: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Beurteilung von Blutalkoholbefunden. Leipzig: Georg Thieme 1937. — GRAF, O.: Experimentelle und psychologische Gesichtspunkte und Erfahrungen zur gerichtlich-medizinischen Beurteilung der Alkoholwirkung. Ärtzl. Sachverst.ztg 41, 255 (1935). — LAVES, W.: Maß und Ziel in der medizinischen Begutachtung der Fahrtüchtigkeit. Med. Klin. 1955, 9. — REIN, H.: Physiologie des Menschen. Berlin: Springer 1943. — ROELOFS, C., u. L. BIERENS DE HAAN: Über den Einfluß von Beleuchtung und Kontrast auf die Sehschärfe. Graefes Arch. 107, 151 (1922). — SACHSENWEGER, R.: Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß der Ermüdung auf das räumliche Sehen. Dtsch. Z. gerichtl. Med. 44, 66 (1955). — Die Tiefensehschärfe in der Dämmerung. Graefes Arch. 155, 496 (1954). — STEGEMANN, W., u. K. KNAUERHASE: Rutschsicherheit. Mitt. Phönix-Werke 1953.

Dipl.-Ing. Dr. med. ABELE, Münster i. Westf., v. Esmarch-Str. 86