

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

## **Die Lenkbewegungen des Kraftwagenfahrers unter Alkoholeinfluß\***

Von  
**G. ABELE**

Mit 9 Textabbildungen

(Eingegangen am 12. April 1958)

Die Lenkvorrichtung des Kraftwagens besitzt die größte Empfindlichkeit gegenüber ungeordneten Bewegungen des Fahrers. Auch unterliegt das Lenken äußeren Einflüssen (z. B. Wind, Straße) am stärksten. Die Betätigung des Gas- und Bremspedals wirkt sich dagegen nur indirekt über Motor oder Bremse und damit gedämpft aus.

Der Einfluß des Alkohols auf die Lenkbewegungen wurde von GRAF sowie VERNON auf Fahrständen untersucht. Sie stellten eine Zunahme der Ausschlagzahl und Größe der Lenkbewegungen fest. Dies wurde von STARK bestätigt, der fahrige, verkrampfte, überstürzte und sinnlose Bewegungen sah. Im Gegensatz zur Ermittlung der Geschwindigkeits- und Gleichmäßigkeitsleistung fand sich für die Lenkweise keine befriedigende Definition einer Leistung und Leistungsminderung, da die zweckmäßige Lenkweise auf verschiedene, von dem Fahrstil abhängende Weise erzielt werden kann. Dieser Fahrstil ist unter anderem von der Konstruktion der Lenkung der von dem Fahrer am häufigsten gefahrenen Wagentypen abhängig. Ein Teil der Fahrer fährt mit vielen, sehr kleinen Lenkbewegungen, ein anderer mit wenigen aber größeren. Beide Fahrweisen können gleichwertig sein. Deshalb kann nur die absolute Abweichung der Lenkbewegungen gegenüber dem Nüchternwert ermittelt und analysiert werden.

### *Methode*

Für die Erfassung der Lenkweise werden die beschriebenen Fahrversuche<sup>1</sup> herangezogen. Die Einteilung in Alkoholklassen wird beibehalten, die Klassen I und II zusammengefaßt. Diese Zusammenfassung ist gerechtfertigt, da die Verteilungskurven nur gering voneinander abweichen und statistische Schwankungen bei einer Kollektivvergrößerung abnehmen.

---

\* Die Arbeit 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.

<sup>1</sup> ABELE, G.: Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **47**, 447 (1958).

Von jeder Fahrt liegt ein Blatt des Bandschreibers vor. Auf diesem ist der Lenkradausschlag gegen den Weg aufgezeichnet. Der Ausschlag wird in Einheiten von 0,8 mm gemessen, die einem Drehwinkel der Vorderräder von  $0^{\circ}30'$  entsprechen. Der Vorschub des Bandschreibers beträgt 0,09 mm/m.

Die Versuchsstrecke wurde bei jeder Versuchsfahrt zweimal durchfahren. Zur Auswertung wird sie in die drei Teilstrecken *a* (fester Weg, Länge 2mal 1,13 km), *b* (Bitumen, zahlreiche Schlaglöcher, Länge 2mal 0,85 km) und *c* (Bitumen, Länge 2mal 0,39 km) aufgeteilt, da unterschiedliche Anforderungen und damit Unterschiede in der Lenkweise zu erwarten sind.

Als Lenkradausschlag ist ein Kurvenstück zwischen zwei Extremwerten definiert. Die Größe ist der senkrechte Abstand der Extremwerte, gemessen in Einheiten des Bandstreifens (0,8 mm). Ausschläge unter einer Einheit werden nicht ausgewertet. Die Größen der Ausschläge auf einer Teilstrecke werden summiert und ergeben die Ausschlagsumme.

Zur Bildung der Mittelwerte der Ausschlagzahlen für die 3 Teilstrecken werden die Anzahlen aller in der betreffenden Klasse liegenden Fahrten addiert und das Ergebnis durch die Klassenstärke geteilt. Diese Mittelwerte werden durch die Streckenlänge, angegeben in 100 m, dividiert und damit auf 100 m normiert. Die normierten durchschnittlichen Ausschlagzahlen  $\bar{R}_s^K$  bilden das Ergebnis. Für jede Klasse und jede Teilstrecke wird die Anzahl der Ausschläge nach den Ausschlaggrößen  $n = 1, 2, 3, \dots$  in die Werte  $r_s^K(n)$  aufgeschlüsselt. Diese geben die Ausschlagzahl der Größe  $n$  in der Klasse  $K$  ( $= N, I, \dots 1$ ) auf der Strecke  $s$  ( $a, b, c$ ) an. Die Werte  $r_s^K(n)$  werden durch die Stärke der Klasse und durch die Länge der Strecke  $s$  (in 100 m) dividiert. Die so errechneten Zahlen  $\bar{r}_s^K(n)$  bedeuten die durchschnittliche Zahl der Ausschläge der Größe  $n$  auf eine Fahrweglänge von 100 m bei den Fahrten der Klasse  $K$  auf der Strecke  $s^*$ . Ebenso werden die normierten durchschnittlichen Ausschlagsummen  $\bar{S}_s^K$  gebildet. Hierzu werden alle Ausschlagsummen der betreffenden Klasse und Strecke addiert und durch die Klassenstärke und Streckenlänge dividiert.

In gleicher Form wird die Ausschlagsumme nach den Ausschlaggrößen  $n = 1, 2, 3, \dots$  aufgeschlüsselt. Die Zahlen  $s_s^K(n)$  geben den Anteil der Ausschläge der Größe  $n$  an der gesamten Ausschlagsumme für die Klasse  $K$  und die Strecke  $s$  an. Die  $s_s^K(n)$  werden wie die  $r_s^K(n)$  errechnet und geben die durchschnittliche Summe der Ausschläge der Größe  $n$  auf eine Fahrweglänge von 100 m an\*.

Für jede Versuchsfahrt wird nach den Teilstrecken getrennt die Anzahl  $R_s$  und die Summe  $S_s$  der Ausschläge bestimmt. Die Teilanzahldifferenz  $\Delta R_s$  wird gebildet, indem von den Anzahlen der Alkoholfahrten die nach Fahrer und Fahrtstrecke zugehörigen Anzahlen  $R_s^N$  der Nüchternfahrt\* subtrahiert werden:  $\Delta R_s = R_s - R_s^N$ . Entsprechend ist die Teilausschlagsummendifferenz  $\Delta S_s = S_s - S_s^N$  definiert\*. Die Anzahldifferenz einer Versuchsfahrt ist die Summe der 3 Teilanzahldifferenzen:

$\Delta R = \Delta R_a + \Delta R_b + \Delta R_c$ . Die Teilsummendifferenzen ergeben addiert die Ausschlagsummendifferenz einer Versuchsfahrt:

$\Delta S = \Delta S_a + \Delta S_b + \Delta S_c$ . Unter Teilanzahlabweichung  $|\Delta R_s|$  bzw. Teilsummenabweichung  $|\Delta S_s|$  wird der reine Zahlenwert ohne Berücksichtigung der Vorzeichen verstanden. Die Anzahlabweichungen  $\Delta R$  bzw. die Summenabweichung  $\Delta S$  sind die Summen der Teilanzahlabweichungen und der Teilsummenabweichungen\*.

Voraussetzung für einen Vergleich der Fahrten unter Alkoholeinfluß während verschiedener Tageszeiten ist, daß Zahlen und Größen der Ausschläge bei wieder-

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

holten nüchternfahrten im Laufe eines Tages innerhalb einer gewissen Variationsbreite stets wieder erzielt werden. Die Anzahl- und Summenabweichungen bilden dann ein Maß für die Alkoholbeeinflussung des Fahrers. Diese Voraussetzung ist nach dem Ergebnis der Prüfung von nüchternen Fahrern erfüllt. Weiterhin muß gesichert sein, daß eine Abhängigkeit von der Größe der zugehörigen Ausgangswerte eliminiert ist. Die Beeinflussung wird dann trotz verschiedener Abweichungswerte im Mittel gleich gemessen, wenn im Mittel zu kleinen oder großen Nüchternwerten kleine bzw. große Abweichungswerte gehören.

Für die einzelnen Klassen wird die Abhängigkeit\*\* der Anzahl- und Summenabweichungen von den Nüchternwerten bestimmt (Abb. 1). Mit einer Ausnahme gehören zu größeren Nüchternwerten größere Abweichungswerte. Die Korrekturgrößen\*\* werden mit Vorzeichen zu den Abweichungswerten addiert. Sie sind positiv bei Abweichungswerten, die zu unterdurchschnittlichen Nüchternwerten gehören und bewirken eine Vergrößerung der Abweichungswerte. Sie sind negativ

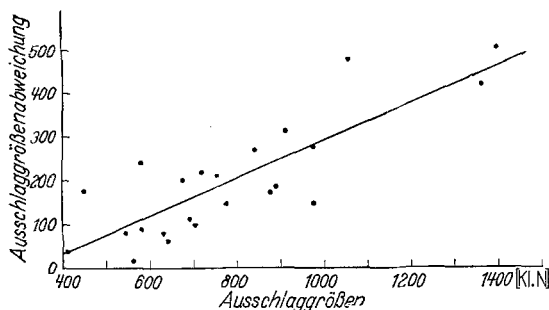


Abb. 1. Beispiel für die Abhängigkeit der Abweichungswerte der Ausschlaggrößen bei ansteigendem Blutalkoholspiegel zwischen 0,56 und 1‰ (Klasse II) von denjenigen der Nüchternfahrten (Klasse N)

bei zu überdurchschnittlichen Nüchternwerten gehörigen Abweichungswerten, die verkleinert werden. Die so erhaltenen Lenkungszahlen  $e_1$  und  $e_2$  für die einzelnen Fahrten sind vergleichbar. Sie stellen Abweichungswerte dar, die zum durchschnittlichen Nüchternwert gehören.

Mit den Lenkungszahlen  $e_1$  und  $e_2$  wird die Beeinflussung der Lenkweise des Fahrers bezüglich der Anzahl der Lenkradausschläge und der Ausschlagsumme gemessen. Da die Lenkweise durch Anzahl und Summe der Ausschläge erfaßt wird, müssen die Zahlen zur Erfassung der gesamten Lenkweise unter Alkoholeinfluß zusammengefügt werden. In ein Gesamtlenkungsmaß  $E_3$  sollen  $e_1$  und  $e_2$  gleichstark eingehen. Dazu werden sie auf Mittelwert 2 und mittlere quadratische Abweichung

$\sqrt{\frac{1}{2}}$  normiert\*\*.

$$E_1 = 2 + \sqrt{\frac{1}{2s_1^2}}(e_1 - \bar{e}_1) \quad E_2 = 2 + \sqrt{\frac{1}{2s_2^2}}(e_2 - \bar{e}_2)$$

Der Lenkungswert  $E_3$  setzt sich aus  $E_1$  und  $E_2$  zusammen und gibt die gesamte Beeinflussung der Lenkweise an\*.

Um die durchschnittliche Beeinflussung eines einzelnen Fahrers durch den Alkohol angeben zu können, werden seine Fahrten zusammengefaßt. Es wird für jeden Fahrer über diejenigen  $E_1$ ,  $E_2$  und  $E_3$ -Werte gemittelt, deren zugehörige Fahrten in einer Klasse liegen, um die Durchschnittswerte eines Fahrers von der Anzahl seiner Fahrten unabhängig zu machen. Damit erhält man  $\bar{E}_1^{n,K}$ ,  $\bar{E}_2^{n,K}$  und

$\bar{E}_3^v$ -Werte für jede Klasse des Fahrers, die angeben, wie stark die Beeinflussung der gesamten Lenkung durch den Alkohol für den Fahrer  $v$  in der Klasse  $K$  ist\*. Weiter wird über die Werte  $\bar{E}_1^{v,K}, \bar{E}_2^{v,K}, \bar{E}_3^{v,K}$  der verschiedenen Klassen eines Fahrers gemittelt. Die  $\bar{E}_1^v, \bar{E}_2^v, \bar{E}_3^v$ -Werte geben die durchschnittliche Alkoholbeeinflussung seiner Lenkweise an\*. Werden die Lenkungswerte  $E_1, E_2, E_3$  der Fahrten unter Alkoholeinfluß einer Klasse aufsummiert und durch die Stärke der Klasse dividiert, so ergeben sich die durchschnittlichen Lenkungswerte  $\bar{E}_1^K, \bar{E}_2^K, \bar{E}_3^K$ . Sie sind direkte Maße für den durchschnittlichen Alkoholeinfluß auf die Lenkweise (Abb. 2).

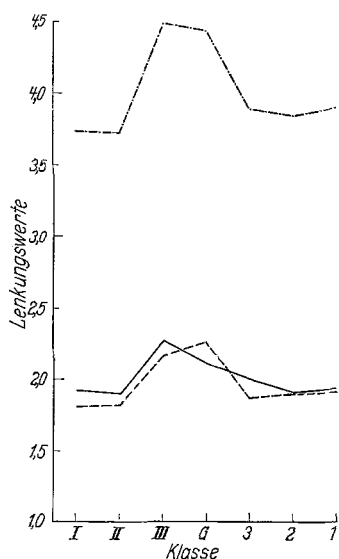


Abb. 2. Die durchschnittlichen Lenkungswerte  $\bar{E}_1$  (—),  $\bar{E}_2$  (---) und  $\bar{E}_3$  (- · - · -) in Abhängigkeit von den Blutalkohol-Klassen

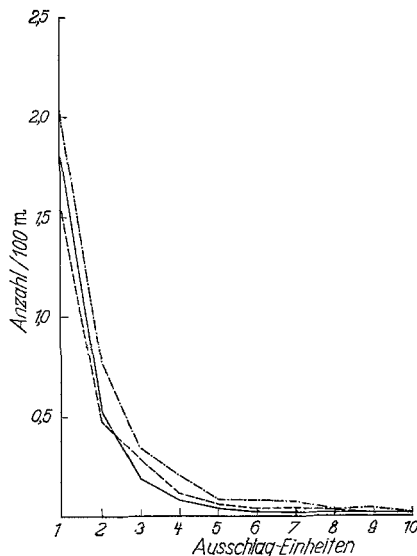


Abb. 3. Beispiel für die Häufigkeitsverteilungen der Ausschlaganzahlen [Strecke  $c$ ; Klassen N (—), I und II (---), III (- · - · -)]

### Diskussion der Ergebnisse

Es wird, nach den Strecken  $a, b, c$  getrennt, die Häufigkeitsverteilung der Ausschlagzahlen in Verbindung mit den normierten durchschnittlichen Anzahlen und die Verteilung der Ausschlagsummen in Verbindung mit den normierten durchschnittlichen Summen betrachtet. Zur Veranschaulichung werden in Abb. 3—6 für die Strecke  $c$  die Werte mit den Punkten des zugehörigen Polygonzuges als Beispiel verglichen.

**Strecke  $a$ .** In Klasse I und II halten die Fahrer das Lenkrad starr fest und führen wenige Ausschläge aus. Dadurch bleiben kleine Korrekturen (abwechselndes Gegensteuern) aus. Es kommt zu ausfahrenden, unmotivierten Lenkbewegungen, die durch mehrere große Ausschläge korrigiert werden. Das Kompensationsvermögen ist noch relativ gut.

In Klasse III nehmen die mittleren Ausschläge bei wenigen kleinsten Ausschlägen (1 Einheit) erheblich zu. Die Fahrer genügen durch das

Fehlen gezielter Lenkbewegungen nicht den leichten Anforderungen der Strecke. Das Richtunghalten ist durch Versagen der Automatismen deutlich gestört.

In Klasse G liegen die Verhältnisse fast wie in Klasse III. Die Anzahl der mittleren Ausschläge nimmt bereits wieder ab, die Zahl der kleinsten Ausschläge kommt der der Nüchternfahrten nahe. Die Aus-

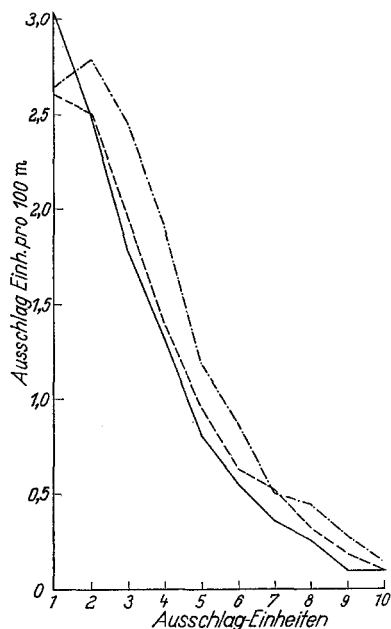


Abb. 4. Beispiel für die Häufigkeitsverteilungen der Ausschlagsummen [Strecke c: Klasse N (—), I und II (---), III (-·-·-)]

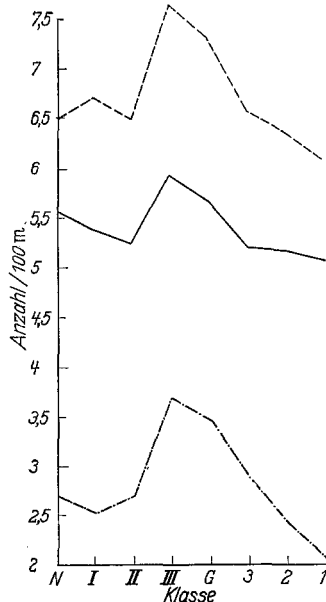


Abb. 5. Die normierten durchschnittlichen Ausschlaganzahlen der Teilstrecken a (—), b (---) und c (-·-·-) in Abhängigkeit von den Blutalkohol-Klassen

schlagsumme ändert sich kaum. Das Richtunghalten bereitet den Fahrern erhebliche Schwierigkeiten.

In Klasse 3 gleichen die Fahrer das starre Halten des Lenkrades und das fehlende stetige leichte Gegensteuern mit wenigen, aber größeren Ausschlägen als im nüchternen Zustand aus. Die Fahrer sind den Anforderungen der Strecke wieder etwas besser gewachsen. In Klasse 2 und 1 besteht gegenüber Klasse 3 keine Abweichung. Die geringe Anzahl der kleinsten Ausschläge ist auffällig. Die Lenkweise ist träge und nivelliert. Die Feinheit der Lenkkorrekturen fehlt.

*Strecke b.* In Klasse I und II bestehen keine systematischen Abweichungen von den Nüchternwerten. Die Schlaglochstrecke stellt hohe Anforderungen, denen die Fahrer durch verstärkte Konzentration aber noch nachkommen können.

In Klasse III wächst die Ausschlagzahl mit Ausnahme der von der Strecke nicht abhängigen kleinsten Ausschläge erheblich an. Die Schwierigkeit der Strecke wirkt sich aus. Die Fahrer sind nicht mehr kompensationsfähig. Sie erkennen die Schwierigkeiten nicht rechtzeitig und weichen nicht aus. Sie pendeln unsystematisch auf der Fahrbahn hin und her.

In Klasse G sind die Fahrer den Anforderungen auch nicht gewachsen. Die Anzahl der Ausschläge ist etwas kleiner als in Klasse III. Die Lenkweise beginnt sich in geringem Maße wieder der Nüchternlenkweise zu nähern.

In Klasse 3 ist die Anzahl der kleinsten Ausschläge kleiner als bei den Nüchternfahrten, die der mittleren noch größer. Die Lenkweise erscheint nicht mehr sehr erheblich beeinflusst.

In Klasse 2 zeigt sich eine Annäherung an die Nüchternwerte, die Fahrer sind den Anforderungen der Schlaglochstrecke etwas besser gewachsen. Sie umfahren aber die Schlaglöcher immer noch nicht. In Klasse 1 sinkt die Anzahl der mittleren Ausschläge gegenüber den Nüchternwerten leicht ab. Die Fahrer fahren durch die Schlaglöcher, weichen nicht aus und bewegen das Lenkrad langsam, etwas träge und nicht zielbewußt. Abgewogene Lenkbewegungen fehlen völlig.

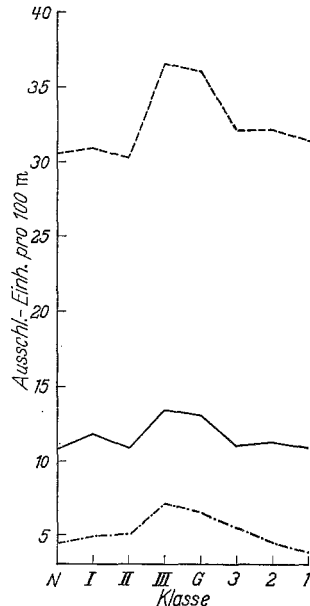


Abb. 6. Die normierten durchschnittlichen Ausschlagsummen der Teilstrecken a (—), b (---) und c (-.-.-) in Abhängigkeit von den Blutalkohol-Klassen

*Strecke c.* In Klasse I und II sind die Abweichungen etwa wie auf Strecke a, nur wegen der geraden und breiten Fahrbahn nicht so ausgeprägt. In Klasse III nehmen alle Ausschlaggrößen zu. Die unsichere Fahrweise entsteht durch Störung der Automatismen. Die Fahrer kompensieren trotz der geraden und besonders breiten Fahrbahn (9 m) nicht ausreichend. Der Alkoholeinfluß wird besonders deutlich. In Klasse G zeigt sich eine geringe Besserung der Lenkweise. Die Werte entsprechen etwa denen der Strecke a und b. Doch lenken die Fahrer trotz breiter und gerader Fahrbahn nicht zielstrebig. Unmotivierte Lenkausschläge mit nachfolgenden großen, ausholenden Korrekturausschlägen sind häufig. Die wenig Aufmerksamkeit erfordernde Strecke läßt Funktionsstörungen besonders stark in Erscheinung treten.

In Klasse 3 beginnen die Fahrer das Lenkrad starr zu halten. Die große Anzahl mittlerer Ausschläge ist durch die Korrektur der Lenk-

fehler bedingt. Der Alkoholeinfluß ist größer als auf den schwierigeren Strecken *a* und *b*. In Klasse 2 und 1 zeigt sich keine Annäherung an die Nüchternwerte. Zunehmende erkennbare Abspannung, Gleichgültigkeit

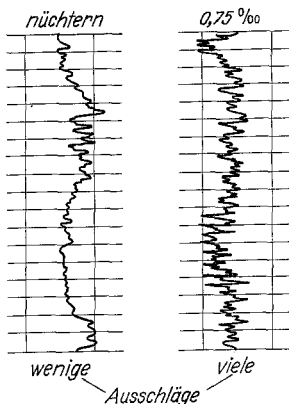


Abb. 7. Ausschnitt der Lenkregistrierung als Beispiel für die Zunahme der Ausschlaganzahl

und Konzentrationsschwäche läßt die Fahrer nachlässig fahren. Leichtes Abkommen von der Richtung wird nicht laufend durch kleine, sondern durch mehrfache mittlere und größere sich gegenseitig kompensierende Ausschläge korrigiert (Abb. 7). Auf dieser leicht zu befahrenden Strecke treten die Einflüsse des Alkohols auf das Sensorium und die Motorik des Fahrers fortlaufend und deutlicher in Erscheinung als auf den schwierigeren Fahrbahnen, die kurzzeitige Anspannungen des Konzentrationsvermögens auslösen.

Der Einfluß auf die Lenkweise in Klasse III und G ist am größten. Selbst bei großen Alkoholkonzentrationen bleiben

aber kurzzeitige Anspannungen des Kompensationsvermögens deutlich erkennbar. Die Alkoholkwirkung ist auf der geraden und breiten Strecke, damit bei geringer Beanspruchung des Fahrers am stärksten.

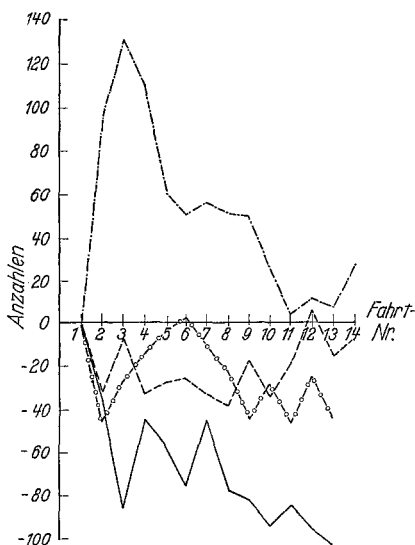


Abb. 8. Charakteristische Änderungen (Beispiele) der Ausschlag-Anzahl-differenzen der Fahrer 2 (— · — · —), 6 (—), 9 (---) und 24 (· · ·)

Die normierten durchschnittlichen Ausschlagzahlen und Ausschlagsummen zeigen auf allen Strecken einen im wesentlichen gleichartigen Verlauf (Abb. 5 und 6). Faßt man die 3 Kurven jeweils für die Gesamtstrecke zusammen, so zeigen diese einen gleichartigen Verlauf und stellen eine Änderung der Anzahlen und Summen eines Durchschnittsfahrers in Abhängigkeit vom Alkoholspiegel dar, doch streuen die Werte stark.

Anstelle der Abhängigkeit der Anzahlen und Summen der Ausschläge von der Alkoholkonzentration können auch die Abhängigkeiten der Kurven der Anzahl- und Summendifferenzen untersucht werden (Abb. 8 und 9), die durch eine lineare Koordinatentransformation aus ersteren hervorgehen.

Im folgenden werden für die einzelnen Fahrertypen charakteristische Fahrten beschrieben. Der Fahrer 2 (Abb. 8 und 9) entspricht dem Durchschnitt. In den Klassen III und G sind die Abweichungen am größten. In Klasse 2 und 1 unterscheidet sich die Lenkweise von der Nüchternweise durch die unmotivierten Spontanausschläge. Der Fahrer 6 (Abb. 8 und 9) zeigt eine dem Durchschnitt entgegengesetzte Beeinflussung. Sowohl seine Anzahl- wie auch Summendifferenzen werden stark negativ. Die Anzahlen und Summen nehmen mit steigender Alkoholkonzentration ab. Der Fahrer lenkt mit weniger Ausschlägen und mit kleinerer Ausschlagssumme. Es zeigt sich eine mit der Länge der Alkoholkonzentration zunehmende Bewegungsarmut. Fahrer 24 (Abb. 8 und 9) entspricht in seinen Summendifferenzen etwa dem Durchschnitt. Die Anzahl-differenzen sind dagegen bis auf eine Ausnahme negativ, da die Anzahl der kleinen und mittleren Ausschläge stark abgenommen, die der großen Ausschläge zugenommen hat. Der Fahrer nimmt sich zusammen. Er versucht zu kompensieren, um als ruhiger Fahrer zu erscheinen. Dies gelingt ihm noch in Klasse I und II durch Konzentration auf die Anzahl der Lenkradbewegungen. Das erhebliche Ansteigen der Ausschlagssummen in Klasse III und G trotz der negativen Anzahl-differenzen zeigt aber, daß eine Beherrschung beider Lenkkomponenten bei Alkoholeinwirkung nicht gelingt. Fahrer 9 (Abb. 8 und 9) wird bei steigender Alkoholkonzentration genauso beeinflusst wie Fahrer 6. Die Bewegungsarmut läßt Anzahlen und Summen kleiner werden. Mit dem Abfall des Alkoholspiegels setzt aber eine Lockerung der Bewegungen ein. Konzentriertes Fahren und gelockertes Fahren wechselt ab. Bei zeitweisem Verlust der Kontrolle treten Spontanausschläge auf, die anschließend durch mehrfache überschießende Bewegungen ausgeglichen werden. Das starre Halten des Lenkrades strengt den Fahrer offenkundig an, führt zur Ermüdung der Armmuskeln und zu allgemeiner Abspannung.

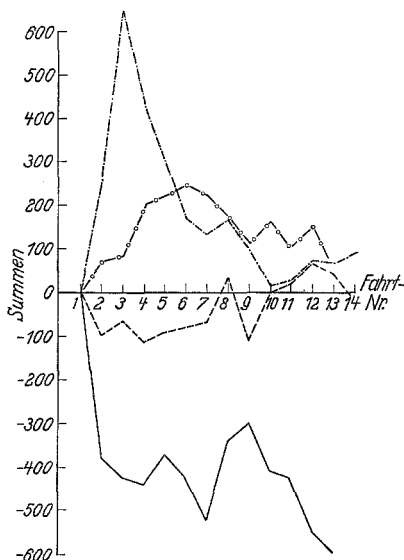


Abb. 9. Charakteristische Änderungen (Beispiele) der Ausschlag-Summendifferenzen der Fahrer 2 (---), 6 (—), 9 (— · —) und 24 (· · · · ·)

Das erhebliche Ansteigen der Ausschlagssummen in Klasse III und G trotz der negativen Anzahl-differenzen zeigt aber, daß eine Beherrschung beider Lenkkomponenten bei Alkoholeinwirkung nicht gelingt. Fahrer 9 (Abb. 8 und 9) wird bei steigender Alkoholkonzentration genauso beeinflusst wie Fahrer 6. Die Bewegungsarmut läßt Anzahlen und Summen kleiner werden. Mit dem Abfall des Alkoholspiegels setzt aber eine Lockerung der Bewegungen ein. Konzentriertes Fahren und gelockertes Fahren wechselt ab. Bei zeitweisem Verlust der Kontrolle treten Spontanausschläge auf, die anschließend durch mehrfache überschießende Bewegungen ausgeglichen werden. Das starre Halten des Lenkrades strengt den Fahrer offenkundig an, führt zur Ermüdung der Armmuskeln und zu allgemeiner Abspannung.

Anstelle von Leistungsfaktoren werden 3 Lenkungswerte\* diskutiert, die den Grad der Veränderung der Lenkweise durch den Alkohol

angeben. Der Lenkungswert  $E_1$  gibt die Beeinflussung der Ausschlagzahl an. Sehr kleine Werte (z. B. Fahrt 30/7,  $E_1 = 0,369$ ) besagen, daß kein wesentlicher Unterschied zum Nüchternwert besteht, eine Alkoholbeeinflussung der Ausschlagzahl nicht sicher ist. Eine mittlere Beeinflussung liegt bei einem Lenkungswert  $E_1 \sim 2$  vor (z. B. Fahrt 1/6,  $E_1 = 2,026$ ). Doch kommen auch große Beeinflussungen der Ausschlagzahl vor. Den größten Wert  $E_1 = 4,677$  erreicht Fahrer 5 bei dem Höchstwert der Blutalkoholkonzentration. Aus den Werten  $E_2$  ist die Beeinflussung der Ausschlagsumme abzulesen. Keine Beeinflussung der Ausschlagsumme zeigen Lenkungswerte  $E_2$  unter 1 (z. B. Fahrt 25/7,  $E_2 = 0,929$ ). Bei einem Lenkungswert von etwa 2, (z. B. Fahrt 6/5,  $E_2 = 1,999$ ) ist die Beeinflussung mittelstark. Maximaler Alkoholeinfluß liegt bei der in Klasse 2 liegenden Fahrt 22/8 ( $E_2 = 5,280$ ) vor. Der Lenkungswert  $E_3 = E_1 + E_2$  gibt die Gesamtbeeinflussung an. Diese Zusammenfassung ist von Bedeutung, weil bei manchen Fahrten die Beeinflussung der Ausschlagzahl, bei anderen die der Ausschlagsumme überwiegt (Abb. 8 und 9). Liegt der Gesamtlenkungswert unter 2, so ist keine Beeinflussung der Lenkweise durch den Alkohol vorhanden (z. B. Fahrt 20/14,  $E_3 = 1,725$ ). Diese Fahrt fällt in die Alkoholklasse 1, damit in das Ende der Alkoholeinwirkung. Eine mittlere Beeinflussung wird durch einen Gesamtlenkungswert von etwa 4 wiedergegeben (z. B. Fahrt 8/10,  $E_3 = 4,042$ ). Große Gesamtbeeinflussung besteht, wenn sowohl Anzahl als auch Summe der Ausschläge durch den Alkohol erheblich beeinflußt sind (z. B. Fahrt 22/8,  $E_3 = 9,218$ ).

Die Werte  $\bar{E}_1^v$ ,  $\bar{E}_2^v$ ,  $\bar{E}_3^v$  geben die Beeinflußbarkeit\* des Fahrers  $v$  in bezug auf die Lenkungscomponenten und die gesamte Lenkweise unabhängig bei einer bestimmten Fahrt oder Alkoholklasse an. Beispielsweise liegt eine sehr geringe Beeinflussung bei  $\bar{E}_1^v$ - und  $\bar{E}_2^v$ -Werten unter 1,5 vor. Der Fahrer 32 zeigt eine ziemlich geringe Beeinflussung seiner Ausschlaganzahlen:  $\bar{E}_1^{32} = 1,275$ . Der Fahrer 3 mit  $\bar{E}_2^3 = 1,458$  ist ein Beispiel für geringe Beeinflussung der Größe der Lenkbewegungen. Von einer mittleren Beeinflussung der Ausschlagcomponenten kann gesprochen werden, wenn  $\bar{E}_1^v$  beziehungsweise  $\bar{E}_2^v$  etwa 2 beträgt. Liegen die  $\bar{E}_1^v$ ,  $\bar{E}_2^v$ -Werte über 2,5, so ist die Alkoholbeeinflussung sehr groß (Fahrer 21:  $\bar{E}_1^{21} = 2,92$ ; Fahrer 12:  $\bar{E}_2^{12} = 3,105$ ). Die gesamte Beeinflussung der Lenkung ist gering bei  $\bar{E}_3^v$ -Werten um 3, durchschnittlich für ein  $\bar{E}_3^v$  von etwa 4 und groß, wenn  $\bar{E}_3^v$  größer als 5 ist.

Die durchschnittlichen Lenkungswerte  $\bar{E}_1$ ,  $\bar{E}_2$  und  $\bar{E}_3$  sind ein Maß für die mittlere Beeinflussung der Lenkweise in den einzelnen Klassen (Abb. 2). Die  $\bar{E}_1$ -Werte zeigen, daß die Zahl der Lenkradausschläge am stärksten in Klasse III und G beeinflußt ist. Die durchschnittliche Anzahl der Ausschläge ist um etwa 60 (24%) vom Nüchternwert 256 verschieden. In der Klasse 3 beträgt der Unterschied 50 (20%), in den

übrigen Klassen 45 (18%) Ausschläge. Die  $\bar{E}_2$ -Werte sind ein Maß für die durchschnittliche Summenabweichung. In den Klassen III und G ist sie am größten. Bei einem durchschnittlichen Summenwert von 760 für die Nüchternfahrten besagen die  $\bar{E}_2$ -Werte für die Klassen I und II, daß die Ausschlagsumme durchschnittlich um 185 (24,5%) abweicht. In der Klasse III beträgt die durchschnittliche Abweichung etwa 290 (35%), in der Klasse G etwa 310 (38%), in den Klassen 3, 2 und 1 etwa 200 (28%). Die durchschnittlichen Lenkungswerte  $\bar{E}_3$  geben die mittlere Beeinflussung der gesamten Lenkung an. Die Abweichung von der Nüchternlenkweise ist am größten in der Klasse III, kleiner in der Klasse G, am geringsten in den Klassen I und II.

### *Zusammenfassung*

Für die Lenkweise konnten keine Leistungsfaktoren definiert werden. Die Werte geben nur die Änderung der Lenkweise unter Alkoholeinfluß gegenüber der der Nüchternfahrt an.

Die Anzahl der Lenkradausschläge ist im Mittel bei zunehmender Blutalkoholkonzentration bis 1<sup>0</sup>/<sub>00</sub> um 18%, zwischen 1,0 und 1,5<sup>0</sup>/<sub>00</sub> um 24%, bei abnehmender Konzentration zwischen 1,5 und 1,1<sup>0</sup>/<sub>00</sub> um 20%, zwischen 1,1 und 0,1<sup>0</sup>/<sub>00</sub> um 18% gegenüber den Werten der Nüchternfahrten verschieden. Die Größe der Lenkradausschläge ist im Mittel bei zunehmender Blutalkoholkonzentration bis 1,0<sup>0</sup>/<sub>00</sub> um 24,5%, zwischen 1,0 und 1,5<sup>0</sup>/<sub>00</sub> um 35%, im Gipfel um 38% und bei abnehmender Konzentration um 28% verschieden.

Die Lenkweise ist von derjenigen der Nüchternfahrten auf gerader, breiter Fahrbahn stärker verschieden als auf Schwierigkeiten bietender Strecke.

### **Literatur**

GRAF, O.: Über den Zusammenhang zwischen Alkoholblutkonzentration und psychischer Alkoholwirkung. *Arbeitsphysiologie* **1933**, 169. — STARK, H. J.: Untersuchungen über die Verkehrssicherheit alkoholgewohnter Kraftfahrer bei Blutalkoholwerten um 1,5<sup>0</sup>/<sub>00</sub>. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **1953**, 155. — VERNON, H. M.: Alcohol and motor accidents. *Brit. med. J.* **1937**, 188.

Priv.-Doz. Dr. med. Dipl.-Ing. G. ABELE,  
Münster i. Westf., v. Esmarchstr. 86