

(Aus der Blutalkohol-Untersuchungsstelle der Militärärztlichen Akademie.)

Zur Frage der Einwirkung von Motorenkraftstoffen auf die Alkoholbestimmung im Blut nach Widmark.

Von

Oberfeldarzt Dr. med. Dr. phil. W. Hecksteden,
z. Z. im Felde.

Mit 1 Textabbildung.

(Eingegangen am 8. Februar 1943.)

Die Alkoholbestimmung im Blut nach *Widmark* hat sich bei vorsichtiger Anwendung als ein ausgezeichnetes und unentbehrliches Mittel zum objektiven Nachweis bestimmter Alkoholwirkungen erwiesen. In erster Linie ist das der Rechtsprechung bei der Beurteilung von Verkehrsunfällen aller Art zugute gekommen. Ebenso groß aber kann die erzieherische Bedeutung der Blutalkoholbestimmung werden. In der Wehrmacht¹ ist sie nicht auf die Fälle beschränkt, in denen der Verdacht besteht, daß ein Wehrmachtangehöriger unter der Einwirkung von Alkohol eine strafbare Handlung, gleich welcher Art, begangen hat. Vielmehr können darüber hinaus militärische Vorgesetzte die Blutentnahme bei Soldaten anordnen, wenn es ihnen aus dienstlichen Gründen erforderlich erscheint, das Vorhandensein oder Fehlen einer Alkoholwirkung festzustellen. Über das Verfahren der Polizeibehörden hinaus hat sich im Bereich der Wehrmacht schnell der Brauch eingeführt, bei einem Verkehrsunfall auch dann, wenn kein positiver Anhalt für eine Alkoholbeeinflussung vorhanden ist, die Blutentnahme bei allen Hauptbeteiligten anzuordnen. Daraus ergibt sich insbesondere für den Kraftfahrer der motorisierten Truppen, der bei Geländefahrten mit Unfällen immer rechnen muß, die Gewißheit, daß bei ihm jederzeit während des Dienstes der Alkoholgehalt im Blut festgestellt werden kann. Die Innehaltung der strengen dienstlichen Vorschriften über den Alkoholgenuß der Kraftfahrer in der Wehrmacht wird von den Disziplinarvorgesetzten und Kriegsgerichten überwacht, und es werden bei ihrer Übertretung oft auch dann empfindliche Freiheitsstrafen verhängt, wenn beim Unfall kein Personenschaden eingetreten ist. Die Rechtsprechung der Kriegsgerichte stützt sich in diesen Fällen auf den § 92 des Wehrmacht-Straf-

¹ Zugrunde gelegt sind die Friedensverhältnisse. Auf die Besonderheiten des Krieges wird in dieser Arbeit keine Rücksicht genommen.

gesetzbuches, der wegen eines militärischen Ungehorsams dann härtere Strafen androht, wenn dadurch z. B. eine *Gefahr* für Menschenleben oder in bedeutendem Umfange für fremdes Eigentum oder für die Schlagfertigkeit der Truppe eingetreten ist. Das Vorliegen dieser Gefahr wird medizinisch in allen Fällen zu bejahen sein, in denen eine erhebliche Einschränkung der Fahrsicherheit durch Alkoholwirkung anzunehmen ist. Die Erfahrung hat gezeigt, daß bei energischer Ausnutzung der gesetzlichen Möglichkeiten innerhalb großer motorisierter Truppenteile die Unfälle mit erheblicher Alkoholbeeinflussung bei den Beteiligten fast ganz auszumerken sind. Es wäre wünschenswert, daß diese guten Erfahrungen der Wehrmacht weiteren Kreisen nutzbar gemacht würden.

Bei allen zweifellosen Erfolgen, die die Einführung der Blutalkoholbestimmung nach *Widmark* in Deutschland gehabt hat, darf nicht übersehen werden, daß die Methode gewisse Nachteile aufweist. Diese liegen in erster Linie in ihrer mangelnden Spezifität für Alkohol. Dabei erstreckt sich die Gefahr einer Beeinträchtigung der Blutalkoholbestimmung durch andere Stoffe nicht etwa nur auf alkoholähnliche, sondern praktisch auf die meisten organischen Stoffe, die bei 60° einen nennenswerten Dampfdruck haben. Wie zahlreiche von uns durchgeführte, noch nicht veröffentlichte Untersuchungen gezeigt haben, ist es dabei weitgehend belanglos, welche chemische Struktur diese Stoffe haben. Die bei der Verwendung der *Widmark*-Methode aufgetretenen Rückschläge, die in den letzten Jahren vor dem Kriege zu scharfen Angriffen, selbst von wissenschaftlicher Seite, geführt haben, sind z. T. darauf zurückzuführen, daß der mangelnden Spezifität der Methode bei der Blutentnahme und auch bei der Auswertung der Befunde nicht immer hinreichend Rechnung getragen wurde. Gerade die Einführung sog. „technisch einfacher“ Methoden, zu denen in der Literatur auch die *Widmark*-sche teilweise gerechnet wird, birgt die Gefahr in sich, daß, ähnlich wie etwa in den letzten Jahrzehnten in der Kolloidchemie, bei der Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration und der Redoxpotentiale die Fehlerquellen einer Methode nicht immer genügend beachtet werden.

Was die *Widmarksche* Methode anbelangt, so mag es richtig sein, daß sie rein äußerlich verhältnismäßig leicht erlernbar ist. Sie ist aber tatsächlich als jodometrische Mikromethode und als sehr unspezifische Methode auf ein bedeutendes Maß chemischer Erfahrung und physiologischer Einsicht angewiesen. Daraus ergibt sich unter anderem die Notwendigkeit:

1. die vorhandenen Kenntnisse über die Fehlermöglichkeiten zu erweitern;
2. den festgestellten Blutbefund weder auszuwerten noch bekanntzugeben, *ehe nicht in jedem Einzelfalle die bekannten Fehlermöglichkeiten*

eindeutig ausgeschlossen sind. Dem in der Literatur aufgetauchten Standpunkt, man könnte die Fehler, die bei der Blutentnahme vorgekommen sind oder aber in besonderen physiologischen Umständen (Narkose, Ketonämie, Vergiftungen) liegen, später im gerichtlichen Verfahren klären, kann nicht beigetreten werden, da meist nach Wochen und Monaten einwandfreie Angaben nicht mehr zu erhalten sind und oft der Gutacher ein zweites Mal gar nicht gefragt wird.

Im Rahmen einer ausgedehnten Prüfung der Grenzen, in denen die *Widmarksche* Alkoholbestimmung *einwandfrei* brauchbar ist, wurde die Einwirkung der Motorenkraftstoffe auf die *Widmarksche* Methode untersucht. Die allgemeine Ausbreitung des Kraftverkehrs hat die Gefahren der Gesundheitsschädigung durch Kraftstoffeinsatmung vergrößert, worauf *Flury* u. a. hingewiesen haben. Die Erfahrung hat gezeigt, daß auch in gut gelüfteten Räumen schwere Kraftstoffvergiftungen vorkommen können. Im praktischen Leben besteht die Gefahr einer Kraftstoffschädigung in erster Linie in Reparaturwerkstätten, Tankstellen und Kraftfahrzeughallen, aber auch in geschlossenen Kraftfahrzeugen bei Undichtigkeiten. In besonders starkem Grade ist das dann der Fall, wenn, wie nicht selten, der Unfall zu einer Zerstörung des Treibstofftanks und damit zu einer plötzlichen massiven Einwirkung von dampfförmigem oder flüssigem Treibstoff führt. Wir beobachteten im Jahre 1937 folgende Fälle:

Pionier B., angeblich 0,25 l Wein um 21 Uhr getrunken. Danach Schwarzfahrt und Unfall gegen 23 Uhr mit Krad. Infolge Platzen des Brennstofftanks völlig mit Benzin unbekannter Marke überschüttet, wodurch eine Dermatitis entstand. Ferner Hüftprellung und Ellenbogenbruch. Um 1 Uhr 45 Minuten blaß, Erbrechen, aber orientiert. *Widmark*-Wert um 1 Uhr 45 Minuten $1,0\%$.

Unteroffizier D., vor 23 Uhr zum Abendessen angeblich 2 Glas Grog getrunken. Steuerte um 3 Uhr einen Lkw. gegen ein Brückengeländer, so daß der Wagen in einen Bach stürzte. Unteroffizier D. und der nachher genannte Unteroffizier Sch. wurden mit Rohöl übergossen. Verschiedene Zeugen hörten wirre Reden der Verletzten. Um 5 Uhr benommen, blaß. Treibstoffgeruch der Atemluft. *Widmark*-Wert $0,74\%$.

Unteroffizier Sch., 5 Glas Bier vor 23 Uhr getrunken. Als Beifahrer in Lkw. des Unteroffiziers D. (siehe vorstehender Fall). Um 3 Uhr Unfall. Mit Rohöl überschüttet. 5 Uhr blasse Haut, blutiges Erbrechen, stumpf, Orientierung und Vorstellungsvermögen unklar, verschiedene Knochenbrüche, „Benzolgeruch“ der Atemluft, Treibstoffgeruch des Urins. *Widmark*-Wert $0,72\%$. Im Blut ließ sich Benzol nachweisen (Chemische Abteilung der Militärärztlichen Akademie). Im Urin war Treibstoff nicht feststellbar.

In den vorgenannten 3 Fällen waren die festgestellten *Widmark*-Werte durch den zugegebenen Alkoholgenuß allein nicht zu erklären. Da häufig falsche Angaben über den Alkoholgenuß gemacht werden, war hieraus natürlich nicht ohne weiteres zu folgern, daß die Einwirkung

von Kraftstoff die *Widmark*-Werte ganz oder teilweise verursacht habe. Die genannten Fälle wurden aber zum Anlaß genommen, die Frage der Einwirkung der Motorenkraftstoffe auf die Alkoholbestimmung nach *Widmark* einer experimentellen Prüfung zu unterziehen. Die Versuche wurden in den Jahren 1937 und 1938 durchgeführt.

Die Hauptbestandteile der üblichen Motorenkraftstoffe sind: Benzin, Benzol, Methylalkohol, Äthylalkohol, Antiklopfmittel und Farbstoffe. Der Gehalt an Alkohol ist gemäß den gesetzlichen Bestimmungen schwankend. Die einfachen Motorenkraftstoffe enthalten überwiegend Benzin, während bei den sog. „Gemischen“ das Benzol auch eine gewichtige Rolle spielt. Der Benzolgehalt der „Gemische“ ist schwankend, da er sich nach der Qualität des verwendeten Benzins richtet. Vor allem aber ist technisches Benzin häufig in erheblichem Grade benzolhaltig. Mit der Anwesenheit von Benzol in Kraftstoffen ist also immer zu rechnen.

Eine experimentelle Bearbeitung der zu prüfenden Fragen mußte aus den vorstehend genannten Gründen bei den reinen Stoffen beginnen, um von klaren Verhältnissen auszugehen. Verwendet wurden:

Benzin (zur Analyse, Merck, benzolfrei); spezifisches Gewicht 0,66—0,68. Bei der Destillation sollen zwischen 60 und 80° mindestens 90% übergehen (Siedepunkt der Kohlenwasserstoffe: Pentan 36°, Hexan 69°, Heptan 98°).

Benzol (zur Analyse, Merck); spezifisches Gewicht 0,883, Siedepunkt 80—81°.

Die reinen Stoffe Benzin und Benzol wurden nach *Widmark* untersucht. Die *Widmark*-Kolben waren mit 1 cm 2,5 prom. Bichromat-Schwefelsäure beschickt. In die Einsätze wurde 1 Tropfen Benzin bzw. Benzol gegeben. Die Benzinkolben zeigten bei Zimmertemperatur nach 2—3 Minuten beginnende grüne Färbung der Bichromat-Schwefelsäure, die sich nach 5 Minuten nicht mehr änderte. Nach 2 Stunden Aufbewahrung bei 60° war das Gemisch bräunlich geworden, es war nach Zusatz von Wasser, Kaliumjodid und Stärke mit Natriumthiosulfat nicht mehr zu titrieren. Alles Kaliumbichromat hatte sich also mit dem Benzin umgesetzt. Gleichartige Versuche mit Benzol ergaben folgendes Bild: Nach $\frac{1}{2}$ Minute wurde die Bildung eines violetschwarzen schmierigen Niederschlages sichtbar, der sich verstärkte und nach 10 Minuten braunschwarz war. 2 Stunden Aufbewahrung bei 60° änderte äußerlich nichts. Die weitere Untersuchung zeigte, daß auch hier alles Kaliumbichromat verbraucht war. Die vorstehenden Versuche ergaben also, daß Benzin und Benzol in reinem Zustand bei der *Widmarkschen* Reaktion sich stark bemerkbar machen. Beim Benzin ist angesichts der Schwierigkeit der Reinigung die Möglichkeit vielleicht nicht ganz von der Hand zu weisen, daß die oben beschriebene

Umsetzung mit Kaliumbichromat durch Verunreinigung des Benzins bedingt war.

Hierauf wurden *wässrige Lösungen von Benzin und Benzol* gleicher Qualität hergestellt, und zwar betrug die Konzentration der Stoffe in Wasser 0,7 Volumpromille (0,7 ccm Kohlenwasserstoff zu 1 l mit Wasser gelöst). Diese Lösungen wurden genau wie Blut nach *Widmark* untersucht. Die Benzinlösung ergab flüchtige, reduzierende Stoffe von auf Alkohol berechnet 0,09‰, die Benzollösung dagegen 1,4‰! Der starke Unterschied zwischen den Ergebnissen von Benzin und Benzol entspricht der Erwartung, da, wie bekannt, die oxydative Angreifbarkeit des Benzols sowohl in vitro als auch in vivo viel größer ist als die der Kohlenwasserstoffe der Paraffinreihe. Die Untersuchungen in vitro wurden ausgedehnt auf den Motorenkraftstoff Aral (Benzolgehalt etwa 40%), einen angeblich benzolfreien Kraftstoff unbekannter Marke und Dieselöl Shell. Ein Tropfen dieser Kraftstoffe verbrauchte das Kaliumbichromat in Normalansätzen nach *Widmark* völlig. In verdünntem Zustande ließen sich diese Kraftstoffe nicht untersuchen, da sich homogene Lösungen von ihnen in Wasser nicht herstellen ließen.

Die Versuche in vitro zeigten also, daß sowohl Benzin und Benzol von hoher Reinheit als auch drei gebräuchliche Motorenkraftstoffe unter den Bedingungen der *Widmarkschen* Reaktion mit Kaliumbichromat in Reaktion treten und daß, von dem Einfluß der Verunreinigung abgesehen, das *Benzol* der für die *Widmarksche* Alkoholbestimmung gefährlichste Stoff ist.

Das reine Benzin stellt ein Gemisch gesättigter Kohlenwasserstoffe der Paraffinreihe mit etwa 5—8 Kohlenstoffatomen dar. Benzol dagegen hat bekanntlich 6 ringförmig verbundene C-Atome mit drei Doppelbindungen. Beide Stoffe wirken auf Mensch und Tier in ähnlicher Weise lokal reizend und zentral narkotisch. Die narkotische Wirkung des Benzols ist jedoch stärker als die des Benzins. In geringeren Konzentrationen rufen beide Stoffe subjektives Wohlbefinden bis zum Rauschzustand hervor. Bei der akuten Vergiftung werden Cyanose und akutes toxisches Lungenödem beobachtet, der pathologische Befund ist bei tödlichem Ausgang meist nicht charakteristisch. Die für das Benzol typische Wirkung ist seine Giftigkeit für das Blut und die blutbildenden Organe. Im übrigen werden aber sowohl Benzin als auch Benzol durch die Lunge wieder ausgeschieden. Bei Benzol hielt in Versuchen von *K. B. Lehmann* die Ausatmung 3—4 Stunden nach Ende der Einatmung von 22—97 mg/l Luft an. *Gueffroy* ermittelte in Kaninchenversuchen von 1 Stunde Dauer, daß bei reinem Benzol (10 mg/l Luft) 85%, bei reinem Benzin (5 mg/l Luft) 99% wieder ausgeatmet werden. Die Benzin-Kohlenwasserstoffe sind also gegen einen Abbau im Körper viel widerstandsfähiger. Benzol wird im Tierkörper in Phenol (Monooxy-

benzol) und Dioxybenzole übergeführt; diese Oxydationsprodukte sind die eigentlichen Blutgifte. Obwohl die Lunge die Haupteintrittspforte für die Kraftstoffe ist, so ist doch zu beachten, daß Benzin und Benzol auch die Haut durchdringen und, wie ein von uns beobachteter, unten mitgeteilter Fall zeigt, gelegentlich auch verschluckt werden können, wenn bei Unfällen eingeklemmte Fahrzeuginsassen von flüssigem Kraftstoff überschüttet werden.

Bezüglich des Wirkungsmechanismus in toxikologischer Hinsicht muß unter anderem unterschieden werden zwischen der Wirkung des unveränderten Kraftstoffs und seiner Umwandlungsprodukte im Körper. Das ist wenigstens theoretisch auch bei der Wirkung der Kraftstoffe auf die Alkoholbestimmung nach *Widmark* interessant. Benzol wird im Körper zu Phenol oxydiert. Eine 1prom. Phenollösung (Kahlbaum Nr. 03122) in Wasser ergab einen *Widmark*-Wert von 2,96⁰/₀₀ (berechnet auf Alkohol).

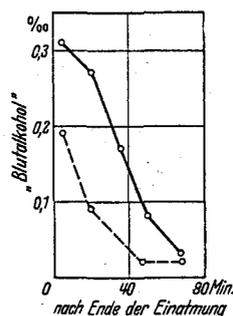
Die eigenen Tierversuche wurden an Kaninchen durchgeführt. Die *Widmark*-Werte der nüchternen Tiere lagen auch bei verschiedener Fütterung zwischen 0,0 und 0,1⁰/₀₀. Es wurden jeweils mehrere Kaninchen der Einatmung der Kraftstoffe 1 Stunde lang in den in der Kampfstofftoxikologie gebräuchlichen gasdichten Glaskästen (Pharmakologisch-toxikologische Abteilung der Militärärztlichen Akademie) von 1 cbm Inhalt unterworfen. Das Verhalten der Tiere wurde beobachtet. Nach Beendigung der Einatmung wurden sie aus der Gaskammer herausgenommen, und es wurde ihnen sofort und dann im Abstand von je etwa 15 Minuten aus den Ohrvenen Blut entnommen. Letzteres wurde nach der Methode von *Widmark* untersucht unter Benutzung von 1prom. Bichromatschwefelsäure und $\frac{n}{200}$ Thiosulfat.

Die Atmungsversuche wurden durchgeführt mit analysenreinem Benzin Merck, analysenreinem Benzol Merck, dem Kraftstoff Aral und einem Motorenkraftstoff unbekannter Marke, dem angeblich kein Benzol zugesetzt war. Die Konzentration der Kraftstoffe lehnte sich des Vergleichs halber an die Versuche von *K. B. Lehmann* mit Benzin und Benzol an.

Bei *Benzin* wurde bei einer Konzentration von 26,4 mg pro Liter Luft keine narkotische Schädigung, bei einer Konzentration von 79,2 mg pro Liter Luft ein deutliches Schwanken der Tiere beim Laufen beobachtet. Eine Steigerung der *Widmark*-Werte im Blut wurde in beiden Versuchen *nicht* beobachtet.

Reines *Benzol* führte bei einer Konzentration von 17,6 mg pro Liter Luft während der Einatmung zu Zitterbewegungen der Tiere. Unmittelbar nach Verbringen in Frischluft reagierten sie auf Berührung mit heftigem Zittern und duldeten einen Augenblick lang das Zurseitelegen des Hinterkörpers. 15 Minuten später war der klinische Befund negativ.

Die *Widmark*-Werte lagen unmittelbar nach der Einatmung zwischen 0,16 und 0,22‰ und fielen innerhalb einer Stunde auf 0,01—0,04‰ ab. Die Erhöhung der Benzolkonzentration auf 26,4 mg pro Liter Luft eine Stunde führte zu stärkeren zentralen Schädigungen. Außer etwas Speichelfluß zeigten die Kaninchen leichtes Wackeln des Körpers, sie gaben ihre normale Sitzhaltung auf und senkten den Kopf. Bei Laufversuchen fiel der Hinterkörper zur Seite und blieb so liegen. 15 Minuten nach Verbringen in Frischluft wurden keine klinischen Erscheinungen mehr beobachtet. Die unmittelbar nach Beendigung der Einatmung entnommenen Blutproben zeigten *Widmark*-Werte von 0,28—0,31‰, die im Laufe von 30 Minuten auf etwa die Hälfte, in einer Stunde zur Nüchternnorm abfielen.



Kaninchen Nr. 970. — Benzol 26,4 mg/l; - - - - Aral 27,5 mg/l.

Der *Kraftstoff Aral* wurde in einer Konzentration von 27,5 mg pro Liter Luft eine Stunde lang eingeatmet. Die klinischen Erscheinungen waren wesentlich geringer als bei den vorstehend geschilderten Versuchen mit Benzol annähernd gleicher Konzentration. Der Gang war etwas schleppend, dann saßen die Tiere jedoch völlig ruhig da. Sie machten gegen Ende der Einatmung einen trägen Eindruck. Die *Widmark*-Werte lagen unmittelbar nach Beendigung der Einatmung zwischen 0,12 und 0,18‰ und fielen in 45 Minuten auf 0,02—0,04‰ ab. Den Abfall bei Benzol und Aral zeigt das vorstehende Bild.

Der angeblich ohne Benzolzusatz hergestellte *Kraftstoff unbekannter Marke* wurde in der Konzentration 26,5 mg pro Liter Luft eine Stunde lang eingeatmet. Während das eine Tier ungewöhnlich unruhig war, saß das andere ruhig da. Beide Tiere schleckten sich mit der Zunge auffallend häufig die Schnauze. Die beobachteten Höchstwerte nach *Widmark* betragen 0,09 bzw. 0,12‰.

Als die eigenen Versuche schon weit fortgeschritten waren, erschienen in der Literatur Arbeiten, die sich mit ähnlichen Fragen beschäftigen. *Karu* wies darauf hin, daß in geschlossenen Räumen die Auspuffgase von laufenden Motoren eingeatmet werden und so möglicherweise einen

Alkoholgehalt bei Anwendung der *Widmarkschen* Methode vortäuschen könnten. Als verursachende Stoffe kämen hier seiner Meinung nach Methan, unveränderter Brennstoff, Oxydationsprodukte der Schmieröle, Akrolein, Aldehyde, Alkohole, Aceton und Phenole in Frage. *Karus* verwendete bei seinen Versuchen an Hunden und Kaninchen gewöhnliches Autobenzin, das angeblich keinen Alkohol enthielt. Eine Erhöhung der normalen *Widmark*-Werte der Tiere wurde von ihm nicht beobachtet. Die Einatmungsdauer betrug 10—35 Minuten. Vergleicht man die Versuche *Karus* mit unseren eigenen Versuchen, so darf angenommen werden, daß die Konzentration der Stoffe, die überhaupt als die *Widmarksche* Alkoholbestimmung beeinflussend in Frage kommen, in *Karus* Versuchen wesentlich niedriger war als in unseren. Der negative Ausfall der Versuche *Karus* ist deshalb nicht überraschend.

Siegmund ging der Frage nach, ob die Lösungsmittel beim Lackspritzen in einer die *Widmarksche* Alkoholbestimmung beeinträchtigenden Menge eingeatmet werden können. An sich gehören die gebräuchlichen Lösungsmittel zu den organischen Stoffen, von denen eine Beeinflussung der *Widmarkschen* Reaktion bekannt oder als sicher anzunehmen ist. *Siegmund* konnte in seinen Versuchen an Lackspritzern eine solche Beeinflussung nicht nachweisen. Vielleicht ist bei diesen Ergebnissen jedoch der Abstand zwischen Beendigung der Einatmung und Blutentnahme von Einfluß gewesen. In 2 Versuchen gibt *Siegmund* an, daß die Blutentnahme 30 bzw. 45 Minuten nach Beendigung der Einatmung erfolgt ist. Nach unseren Tierversuchen zu urteilen, ist es nicht ausgeschlossen, daß diese Zeit zur Ausscheidung des eingeatmeten Lösungsmittels aus dem Körper genügt hat.

Wir selbst haben im Laufe der letzten Jahre weitere Kraftfahrurfälle mit Einwirkung von Kraftstoff auf die Insassen beobachtet.

Schlosser P. reparierte Vergaser und atmete dabei eine Stunde lang Benzindämpfe. Bei anschließender Fahrt steuerte er einen Pkw. gegen einen Pfahl. $\frac{1}{2}$ Stunde später 0,86‰ Blutalkoholgehalt nach *Widmark*. Zugegebener Alkoholgenuß 0,5 l Bier $5\frac{1}{2}$ Stunden vor dem Unfall.

Unteroffizier G. Angeblich 14—15 Uhr 2 Glas Bier. Steuerte einen Lkw., dessen Führerhaus ganz geschlossen war. Kraftstoffgeruch bemerkt. Nach $3\frac{3}{4}$ stündiger Fahrt um 22 Uhr 15 Minuten plötzlicher Brand. G. erlitt Brandwunden zweiten und dritten Grades an den Beinen. Um 23 Uhr 30 Minuten erregtes Wesen und weitschweifige Antworten. *Widmark*-Wert im Blut 1,91‰.

Unteroffizier P. Angeblich kein Alkoholgenuß. Stürzte mit Krad um 7 Uhr. Trug Uniform und Uniformmantel. Wurde mit 5 l Kraftstoff (Esso) übergossen (Unterleib, Oberschenkel, Unterarm). Kaltes Wetter. Kleider entfernt um 8 Uhr. Klinisch keine Zeichen von Kraftstoffvergiftung. *Widmark*-Wert um 8 Uhr 15 Minuten 0,03‰.

Schütze S. Über Alkoholgenuß nichts bekannt. Steuerte ein Krad. Unfall 21 Uhr 30 Minuten. Benzintank („Bleibenzin“) aufgerissen. Eine Stunde nach

dem Unfall rochen die Kleider noch stark nach Benzin, S. war bewußtlos. Unterarmbruch, fragliche Gehirnerschütterung, Lungenödem, erhöhte Gerinnbarkeit des Blutes. 23 Uhr 10 Minuten *Widmark*-Wert $1,0\%$. Klinischerseits wurde Kraftstoffvergiftung angenommen.

Gefreiter Sch. und Zivilist A. waren Beifahrer in einem Pkw., der um 11 Uhr 15 Minuten vormittags gegen einen Baum fuhr. Sch. und A. blieben unter dem sich überschlagenden Wagen liegen und wurden angeblich nach 5—10 Minuten von den übrigen Insassen befreit. Beide waren nach dem Unfall bewußtlos. Sie waren der Einwirkung eines Benzin-Benzol-Gemisches mit Bleitetraäthylzusatz (Oktanzahl 74) ausgesetzt. Um 13 Uhr 15 Minuten wurden sie ins Lazarett eingeliefert. Klinischer Befund bei dem Gefreiten Sch.: Atemluft nach „Benzin“ riechend, starke motorische Unruhe und Verwirrtheit, Puls beschleunigt, Pupillen eng und reaktionslos, Lungenödem röntgenologisch nachgewiesen. 17000 weiße Blutkörperchen, 7% Lymphocyten. Stauchungsfraktur mehrerer Wirbel. Keine Zeichen von Kraftstoffeinwirkung auf Haut und Schleimhäute. Blutwert nach *Widmark* um 15 Uhr $0,01\%$. Der Zivilist A. glaubte später, daß Kraftstoff über ihn geflossen sei, den er geschluckt und eingeatmet habe. Klinischer Befund: Atemluft stark nach „Benzin“ riechend. Tiefblaue Verfärbung des Gesichts, bedrohliche Kreislaufschwäche, Puls stark beschleunigt, Lungenödem. Pupillen eng und reaktionslos, Patellarreflexe schwer auslösbar, somnolent, auf Anruf ansprechbar, ruhig. Retrograde Amnesie. Anurie. Reststickstoff 55 mg%. 29000 weiße Blutkörperchen mit 5% Lymphocyten. Blutungs- und Gerinnungszeit normal. Haut im Bereich der gesamten rechten Rumpfhälfte und des rechten Oberarms flammend gerötet. Rötung der Rachenschleimhaut (durch Verschlucken von Kraftstoff?). Kontusion des Brustkorbes. *Widmark*-Wert um 15 Uhr $0,01\%$.

Zu den vorstehend kurz wiedergegebenen 6 Fällen ist folgendes zu bemerken:

Klinisch handelte es sich bei den 3 letzten Fällen (Schütze S., Gefr. Sch., Zivilist A.) um Kraftstoffvergiftungen, bei den letzten beiden Fällen um solche schweren Grades. Für die hier behandelten Fragen sind die beiden letzten Fälle besonders wertvoll, weil der Blutbefund nach *Widmark* negativ war. Es ist hierbei jedoch unter Berücksichtigung der Tierversuche zu beachten, daß zwischen Unfall und Blutentnahme $3\frac{3}{4}$ Stunden Zeit vergangen waren. Bei annähernd gleicher Ausscheidungsgeschwindigkeit für Kraftstoffe wie beim Kaninchen ist es sehr wohl denkbar, daß in diesen Fällen zu einem früheren Zeitpunkt ein positiver *Widmark*-Befund durch die Anwesenheit von Kraftstoff im Blut vorgelegen hatte. Der negative Blutbefund in dem Fall des Uffz. P. beweist nicht viel, weil P. wegen des kalten Wetters und wegen mangelnden Abschlusses gegen die Außenluft keine Gelegenheit zur Einatmung großer Kraftstoffmengen hatte.

Besprechung der Versuche und beobachteten Fälle:

Das Ergebnis der Tierversuche wurde auf der 28. Tagung der Deutschen Gesellschaft für gerichtliche Medizin und Kriminalistik in Bad Ischl im Juni 1939 vorgetragen. Es wurde damals gesagt, daß es zweck-

mäßig sei, von einer Verwertung von *Widmark*-Befunden in Fällen nachgewiesener Kraftstoffeinwirkung starken Grades aus Gründen der Vorsicht abzusehen, bis Versuche am Menschen volle Klarheit geschaffen hätten. Diese beabsichtigten Versuche konnten aus äußeren Gründen bisher nicht durchgeführt werden. Die später beobachteten Kraftfahr- unfälle des Gefr. Sch. und Zivilist A. lassen jedoch weitere Schlüsse zu. Es ergibt sich im ganzen gesehen folgendes Bild:

Die durchgeführten Versuche haben gezeigt, daß reines Benzin, reines Benzol und gebräuchliche Motorenkraftstoffe bei der *Widmarkschen* Bestimmung einen starken reduzierenden Einfluß ausüben. Wässrige Lösungen von reinem Benzin haben eine sehr geringe, solche von reinem Benzol eine sehr starke Wirkung. Der Einfluß der wässrigen Lösung von gebräuchlichen Motorenkraftstoffen konnte analytisch nicht geprüft werden, da die Herstellung homogener Lösungen nicht gelang. 60 Minuten dauernde *Einatmung* von reinem Benzin, reinem Benzol und dem Kraftstoff Aral durch Kaninchen führte bei Benzin zu keiner Erhöhung, bei Benzol zu einer Erhöhung der flüchtigen reduzierenden Stoffe nach *Widmark* von auf Alkohol berechnet $0,31\text{‰}$, bei Aral $0,18\text{‰}$. Da die gebräuchlichen Motorenkraftstoffe keine reinen Kohlenwasserstoffe enthalten und auch sonst ihre Zusammensetzung wechselnd ist, ist die Möglichkeit gegeben, daß bei gleicher Konzentration in der Luft wie in den Versuchen gelegentlich *auch höhere Werte als bisher beobachtet werden*. Das gleiche gilt auch deshalb, weil die angewandte Konzentration des Benzols, Arals und eines Kraftstoffes ohne Benzolzusatz nicht extrem hoch war. Andererseits zeigten die Tierversuche in Übereinstimmung mit den Tierversuchen von *Gueffroy*, daß die flüchtigen reduzierenden Stoffe beim Kaninchen innerhalb einer Stunde aus dem Blut verschwinden. Es darf aus den Versuchen der älteren Literatur gefolgert werden, daß beim Menschen größenordnungsmäßig gleiche Verhältnisse vorliegen. Dafür sprechen auch die von uns oben mitgeteilten Fälle des Gefr. Sch. und Zivilisten A., deren Blutbefund nach *Widmark* $3\frac{3}{4}$ Stunden nach dem Unfall trotz massiver Kraftstoffeinwirkung (Benzin-Benzolgemisch) durch *Einatmung*, in einem Falle auch durch *Verschlucken* und *Übergießen der Haut* negativ war.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß bei schwerer Einwirkung von Kraftstoffen durch *Einatmung* und *Verschlucken* eine Auswertung von Blutbefunden nach *Widmark* aus Gründen der Vorsicht wird unterbleiben müssen, wenn die Blutentnahme innerhalb der ersten 2 bis 3 Stunden nach Beendigung der Einwirkung gemacht wurde. Da derartig schwere Fälle sehr selten sind, wird der Wert der Blutalkoholbestimmung nach *Widmark* praktisch nicht beeinträchtigt. Eine Berücksichtigung aller Fehlerquellen hat vor der Auswertung von *Wid-*

mark-Befunden ohnehin in jedem Falle stattzufinden. Bei aufmerksamer Prüfung der Fehlerquellen werden die seltenen Fälle massiver Kraftstoffeinwirkung kaum übersehen werden können.

Literaturverzeichnis.

Flury, Dtsch. Mil.arzt **1**, 276 (1936). — *Flury* u. *Zernik*, Schädliche Gase. Berlin 1931. — *Gueffroy*, Diss. Hannover (Chemie) 1937. — *Karu*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **29**, 347 (1938). — *Lehmann, K. B.*, u. *Flury*, Toxikologie und Hygiene der technischen Lösungsmittel. Berlin 1938. — *Siegmund*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **30**, 151 (1938). — Das Schrifttum konnte aus äußeren Gründen nur bis 1939 berücksichtigt werden.
