

Gaschromatographie für gerichtsmedizinische Zwecke

Begutachtung von 6 Fällen

R. NANIKAWA u. S. KOTOKU

Institut für gerichtliche Medizin der Universität Tottori
(Direktor: Prof. Dr. R. NANIKAWA)

Eingegangen am 15. Juli 1965

Bei der toxikologischen Analyse ist die schnelle und genaue Identifizierung und quantitative Bestimmung der in Frage kommenden Substanzen von Wichtigkeit. Wenn man von Anfang an die Art der Substanzen vermuten kann, so hat man es mit der Analyse relativ leicht. Falls sich kein Anhalt aus der Art der Substanzen ergibt, wird die Untersuchung sehr erschwert.

Mit der Einführung der gaschromatographischen Methode wird in den letzten Jahren diese Methode auch in der Toxikologie viel verwendet. WEINIG und LAUTENBACH haben darauf hingewiesen, daß die Gaschromatographie für die Trennung und Isolierung der flüchtigen Stoffe und ihrer Abbauprodukte, deren Analyse bisher als schwer betrachtet wurde, weitere Anwendungsbereiche gefunden hat. Nach vielen Versuchen an Alkaloiden, Schlaf- und Beruhigungsmitteln hat PARKER, FONTAN und KIRK beschlossen, daß die Anwendung der SE-30 Säule für die Analyse des Giftes sehr nützlich sei. Es handelt sich aber bei diesen Berichten um die experimentellen Studien für forensische Toxikologie und Kriminalistik. Über die wirkliche Anwendung gibt es nur wenig Berichte. Seit 2 Jahren haben die Verfasser außer Grundversuchen zur Begutachtung der gerichtsmedizinischen Fälle auch die Gaschromatographie angewendet, von denen ein Teil hier beschrieben wird.

Methode

Instrumente und Untersuchungsanordnungen, die von uns verwendet werden, sind folgende (s. Tab.).

Die Materialien werden in Aceton bzw. Äther gelöst. Unter Umständen werden sie nach STAS-OTTO zuerst extrahiert und in Aceton gelöst. 1—5 μ l dieser Lösung werden zur Gaschromatographie verwendet. Bei der Extrahierung basiert pH auf den Angaben von MAKISUMI.

Darstellung der Fälle und Untersuchungsergebnisse

Fall 1. Ein Mann ist gegen 2 Uhr morgens durch die Glastüre ins Haus eingebrochen. Er hat versucht, eine Frau, die im Hause schlief, zu vergewaltigen, indem

er auf die Nase und den Mund der Frau einen in eine übelriechende Flüssigkeit getauchten Wattebausch gedrückt hat. Da die Frau aufschrie, ist der Verbrecher entkommen. Man hat der Frau und den Polizisten, die den Tatort untersuchten, verschiedene flüchtige Narkosemittel wie Chloroform und Äther zu riechen gegeben. Nach den Angaben konnte man vermuten, daß die Flüssigkeit, die der Täter gebrauchte, Äther gewesen sein mußte. Die Watte, die man am Tatort vorfand, war bereits getrocknet und fast geruchlos.

Tabelle. Apparaturen und Untersuchungsanordnungen

Apparatur	Säule		Säulenfüllung mit	Trägergas und Strömungsgeschwindigkeit	Säulentemperatur
	innerer Durchmesser	Länge			
Schimadzu GC-1 B	4 mm	225 cm	SE-30 (1,5%) auf Chromosorb W (60—80 mesh)	N ₂ 60 ml/min	200° C (Doriden) 245° C (Procain)
Hitachi KGL-2 A	3 mm	300 cm	Polyestersuccinat (15%) auf Celite 545 (60—80 mesh)	N ₂ 100 ml/min	190° C (Bromural) 106° C (Äther)
Yanagimoto GCG-3 D	5 mm	200 cm	SE-30 (1,0%) auf Chromosorb W (60—80 mesh)	N ₂ 30 ml/min	175° C (E 605) 220° C (Endrin)

Untersuchungsobjekt. Ein Stück Watte in gut verschlossener brauner Flasche.

Frage. Bleiben in der Watte noch flüchtige Narkosemittel wie Äther zurück?

Ergebnis. Ein Stück Watte, das genau so präpariert ist wie das Untersuchungsobjekt, wird in einen Kleinbecher gelegt. Nach Zusatz von etwa 3 ml Aceton wird es in diesem mit einer Pinzette umgerührt. Man nimmt 2 µl von der Spüllösung zur Untersuchung. Man erkannte eine kleine Zacke an der Stelle, die der Retentionszeit des Äthers entsprach. Man hat dann etwa die Hälfte des Untersuchungsobjektes gleich behandelt. Abb. 1 zeigt das Gaschromatogramm. Man sieht eine kleine Zacke 1½ min nach der Infusion. Bei wiederholten Versuchen erscheint diese Zacke stets an derselben Stelle, und zwar identisch mit der Retentionszeit der Zacke, die beim Kontrollversuch mit 0,1 µl Äther auftrat (Abb. 2). Bei Acetonextrakten der gewöhnlichen Watte des Handels trat nur eine Acetonzacke auf.

Fall 2. In einem Park wurde ein 35jähriger Mann in besinnungslosem Zustand aufgefunden und sofort in ein Krankenhaus eingeliefert. Als Ursache stellte man fest, daß er Schlafmittel genommen hatte.

Untersuchungsobjekt. 100 ml erbrochene Masse.

Frage. Enthält diese Masse eine toxische Substanz? Um welche Substanz handelt es sich?

Ergebnis. Man nahm 50 ml des Objektes, extrahierte nach STAS-OTTO und erhielt eine kristalline Substanz in kleinster Menge. Nach Rekristallisation betrug der Schmelzpunkt dieser Substanz 148° C. Sie ergab eine negative Kobaltnitrat-Reaktion. Die Beilsteinsche Reaktion war positiv. Man löst eine ganz kleine Menge dieser Substanz in einem Tropfen Aceton auf. Dieses ergab ein Gaschromatogramm, das in Abb. 3 wiedergegeben wird. Die Acetonlösung des reinen Bromural zeigte ein Gaschromatogramm wie bei Abb. 4. Wie aus beiden Abbildungen ersichtlich, war die Retentionszeit beider Substanzen identisch. Man konnte daran feststellen, daß es sich bei der in Frage kommenden Substanz um Bromural handelte.

Fall 3. Eine Frau, die zum Frühstück nicht erschien, erklärte einem Familienmitglied, das sie aufzuwecken versuchte, daß sie — um einen Selbstmord zu begehen — Insektenvertilgungsmittel eingenommen habe. Sie wurde sofort ins Krankenhaus eingeliefert. Trotz ärztlicher Behandlung verstarb die Frau.

Untersuchungsmaterie. Eine etwa 100 ml (bei der Magenspülung) gewonnene Flüssigkeit; Watte, mit der man die Mundhöhle der Patientin ausgetupft hatte; etwa 1 ml unbekannte Flüssigkeit.

Frage. Feststellung und Identifizierung des in diesen Gegenständen enthaltenen Giftes.

Ergebnis. Zusatz von Äther und Extrahierung. Nach Verdunsten des Äthers hat man von den Rückständen eine Dünnschichtchromatographie durchgeführt. Als Fließmittel verwendete man Hexan und Aceton im Verhältnis 85:15. Farbreeagenzien bestehen aus 0,5% Salzsäurelösung von PdCl_2 und 0,5% Cyclohexanlösung des Dibromchloroquinonimids. Die Untersuchung ergab, daß beim Extrakt dieses Objektes Flecke an derselben Stelle wie bei E 605 auftrat. Man führte dann noch einmal die Dünnschichtchromatographie aus, wie eben beschrieben wurde. Man schneidet die genannten Flecke aus. Dann extrahiert man diesen Ausschnitt mit ein wenig Aceton, kondensiert es und macht eine Gaschromatographie. Das Ergebnis wird in Abb. 8 gezeigt. Bei jedem der drei Objekte kann man eine deutliche Zacke an der gleichen Stelle sehen, wie bei E 605, was den Schluß zuläßt, daß es sich bei den Objekten um E 605 handelt.

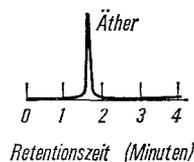
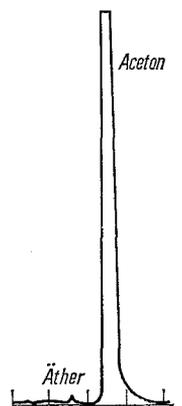
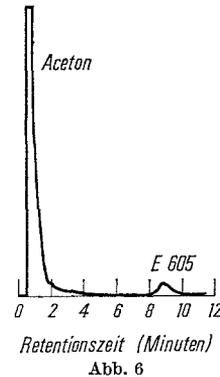
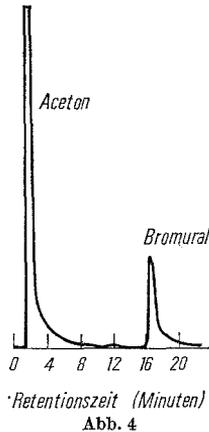
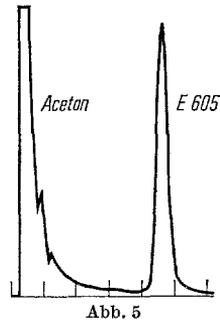
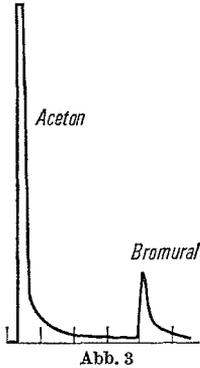


Abb. 1 und 2

Fall 4. Eine Frau bekam von einem Arzt wegen Cystitis eine Spritze bestehend aus wasserlöslichem Procain Penicillin G 30×10^4 Einheiten intramuskulär in den rechten Oberschenkel. Wenige Minuten nach der Injektion trat ein schwerer Schock ein. Trotz eingeleiteter Behandlung verstarb die Frau innerhalb einer viertel Stunde.

Untersuchungsobjekt. Muskelstück, das von der Injektionsstelle entnommen wurde.

Frage. Enthält dieses Muskelstück Penicillin und Procain?



Ergebnis. Man maceriert das Muskelstück, extrahiert unter Zusatz von Butylacetat. Nach Ausscheiden der Solventien füllt man einen Teil des Rückstandes in ein Kleinreagenzglas, setzt zwei Tropfen gesättigte Phosphomolybdänsäure hinzu. Nach 10 sec in Siedewasser wurde das Objekt tiefblau. Das gleich behandelte, als Kontrolle verwendete wasserlösliche Procain Penicillin G weist auch die gleiche Farbe auf. Die Farbreaktion des Penicillin G war also positiv. Man nimmt noch einen Teil des oben beschriebenen Rückstandes, filtriert ihn unter Zusatz von etwas Wasser. Mit Zusatz schwacher Kalilauge wird die Lösung alkalisch.

Extrahierung mit Äther. Nach Verdunsten der Solventien löst man den Rückstand wieder in Aceton auf, wovon $3 \mu\text{l}$ zur Gaschromatographie verwendet wurden (Abb. 9). In Abb. 10 ist dieses mit Procain gezeigt. Die Retentionszeit beider Zacken ist identisch, was darauf hinweist, daß der Extrakt Procain enthielt. Die Diazoreaktion ergab auch ein positives Resultat. Diese Beobachtung zeigt, daß der Extrakt procainhaltig ist.

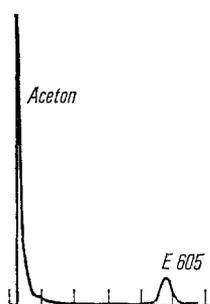
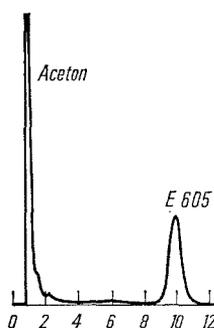


Abb. 7



Abb. 9



Retentionszeit (Minuten)

Abb. 8



Retentionszeit (Minuten)

Abb. 10

Fall 5. In einem Gasthaus wurde eine etwa 30—35jährige Frau in komatösem Zustand gefunden. In ihrem Zimmer war ein unbekanntes weißliches Pulver gefunden worden. Es konnte nicht sofort festgestellt werden, ob die Frau dieses Mittel eingenommen hatte. Die Frau wurde nach einigen Tagen wieder gesund aus dem Krankenhaus entlassen.

Untersuchungsmaterie. Das obengenannte weißliche Pulver.

Frage. Identifizierung des Objektes.

Ergebnis. Die Symptome der Patientin wiesen darauf hin, daß es sich beim eingenommenen Mittel um ein Schlafmittel handelte. Daraufhin wurde ein Teil des Pulvers in Aceton gelöst, davon wurden $3 \mu\text{l}$ zur Gaschromatographie verwendet (Abb. 11). Die Retentionszeit der Zacke entsprach ungefähr der des Glutethimid (Doriden). Zur Kontrolle

hat man eine Gaschromatographie der Acetonlösung vorgenommen (Abb. 12). Dadurch wurde festgestellt, daß es sich beim Objekt um Doriden handelt. Die qualitativen Prüfungen, die von YOMOGIDA beschrieben wurden, ergaben alle positive Reaktionen.

Fall 6. Ein Mann hatte sich mit einem Fleischmesser in die Brust gestochen und wurde ins Krankenhaus gebracht, wo er bald starb.

Untersuchungsmaterie. Bei Magenspülung entnommene Flüssigkeit; eine Flasche Flüssigkeit.

Frage. Feststellung und Identifizierung des in dem Objekt enthaltenen Giftes.

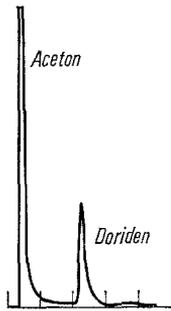


Abb. 11

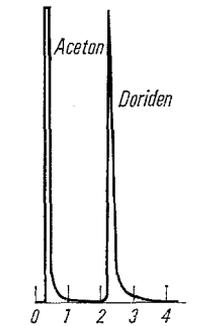


Abb. 12

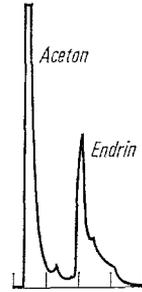


Abb. 13

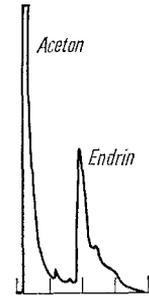


Abb. 14

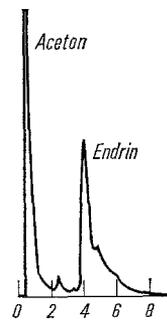


Abb. 15

Ergebnis. Extrahierung unter Zusatz von Weinsäure. Mit dem Extrakt wurde eine Dünnschichtchromatographie durchgeführt. (Wie nach Angaben von YAMAMURA, CHIBA, OBARA und SUZUKI.) Man erkannte einen an der gleichen Stelle auftretenden Fleck wie beim Endrin. Man führte

nochmals eine Dünnschichtchromatographie durch, der die obenbeschriebenen Flecke entnommen wurden. Dann wurde beim Acetonextrakt der ausgeschnittenen Flecke eine Gaschromatographie vorgenommen (Abb. 13—15). Wie aus der Abbildung ersichtlich ist, erkennt man eine Zacke an der identischen Stelle wie bei Endrin, was zeigt, daß es sich beim Objekt um Endrin handelte.

Besprechung und Zusammenfassung

Es wurde über sechs von den in der letzten Zeit bei uns mit Gaschromatographie begutachteten Fälle berichtet. Beim ersten Fall konnte an einer bereits fast geruchlosen Watte eine kleine Zacke, die auf Äther hinweist, festgestellt werden, was den Vorteil der Gaschromatographie als Analysator gut erkennen läßt. Bei der Analyse zeigte sich bei 0,1 μ l Äther die Zacke wie bei Abb. 2. Deshalb kann man annehmen, daß in der Watte nur eine Spur Äther zurückblieb. Wattefasern sind normalerweise bandartig und von relativ glatter Oberfläche. Es läßt sich schwer sagen, woher der Rückstand von Äther kam. Das Äther konnte an dem spurenweise hinterlassenen Fett zurückgeblieben sein, jedoch kann eine nähere Auskunft darüber nicht eingeholt werden.

Beim Fall 2 handelt es sich um die gaschromatographische Identifizierung des Bromurals. Zur Feststellung dieser Substanz sind bereits verschiedene Methoden bekannt: eine nimmt Brom als Anhaltspunkt, eine seine Derivate, eine andere zielt auf Untersuchung einer in Säure bzw. Alkalien gelösten Substanz. Über das chromatographische Verfahren haben wir bereits berichtet, das sich als eine einfachere und schnellere Methode als die bisher angewandten Verfahren gezeigt hat.

Beim Fall 3 wurde die Gaschromatographie zum Nachweis für E 605 verwendet. Von der gaschromatographischen Darstellung des organischen Phosphors ist bisher nur wenig Literatur, wie von BURCHFIELD und KANAZAWA, bekannt. Bei diesem Fall hat man zuerst die Materie dünn-schichtchromatographisch isoliert und auf Farbreaktionen geprüft. In der zweiten Phase wird die Materie noch einmal durch Dünnschichtchromatographie isoliert und gaschromatographisch identifiziert. Bei der gerichtsmedizinischen Begutachtung kann normalerweise nur wenig Material direkt zur Gaschromatographie verwendet werden. In den meisten Fällen sind Vorbehandlungen wie Extrahierung, Isolierung und Reinigung nötig. Bei diesem Fall ist die Dünnschichtchromatographie als Vorbehandlung verwendet worden, was auf die weitere Verwendung dieser Methode hinweist.

Fall 4 zeigt ein Beispiel für gaschromatographischen Nachweis des Procains in Penicillin G. Der Nachweis von Procain ist von HOJO u. a. zusammenfassend beschrieben worden. Wir haben bei einer dieser Methoden (Diazoreaktion) eine positive Reaktion erhalten. Die Gas-

chromatographie konnte einen weiteren Beweis geben, bei dem eine Zacke mit derselben Retentionszeit wie das Kontrollprocain reagierte. Beim Nachweis von Procain in Organen bzw. Geweben hat man stets von seinem Metabolit p-amino-benzoesäure zu differenzieren, was bei der Gaschromatographie keine Schwierigkeit bereitet. Bei diesem Fall hatte man p-amino-benzoesäure wohl deshalb nicht erkannt, weil die Menge von injiziertem Procain so gering war oder die Zeit von der Injektion bis zum Tod der Patientin so kurz war.

Beim Fall 5 handelt es sich um die Identifizierung von Doriden. Der Patient konnte durch frühzeitige Behandlung gerettet werden. Bei einem solchen Fall ist es immer von großer Wichtigkeit, den Namen des eingenommenen Mittels möglichst früh zu wissen. Es ist jedoch nicht immer möglich, innerhalb kurzer Zeit durch gewöhnliche chemische Analysenmethoden den Namen des Mittels zu erfahren. Durch die Gaschromatographie kann jedoch in kurzer Zeit die chemische Eigenschaft des Mittels ungefähr erkannt werden. Ist eine reine Form des Mittels vorrätig, so ist durch Vergleich der Retentionszeit eine qualitative Bestimmung möglich. Die Gaschromatographie allein kann jedoch nicht alles bestimmen, aber sie gibt Hinweise darauf, wie man weiter vorgehen kann.

Beim Fall 6 wurde Endrin nachgewiesen. Organische Chlorinsektenvergiftungsmittel geben im allgemeinen unbestimmte Reaktionen, auch die Farbreaktion ist meist unspezifisch. Deshalb haben YAMAMURA, CHIBA, OBARA und SUZUKI über eine Methode berichtet, in der man zuerst durch Dünnschichtchromatographie isoliert und dann durch Zusatz von Mineralsäure, ammoniakalisches Silbernitrat und Methanollösung mittels Farbreaktion beweist. Wie bei Fall 3 haben wir zuerst mit Dünnschichtchromatographie isoliert, dann durch eine Gaschromatographie bewiesen. Als Folge wurde eine deutliche Zacke festgestellt, die durch Vergleich mit gereinigter Kontrollsubstanz festgestellt werden konnte. Die Dauer, die zum dünn-schichtchromatographischen Fließen nötig ist, ist relativ kurz, so eignet sich die Methode als Vorbehandlung. Darüber ist noch weitere Erfahrung nötig.

Es wurde von den Einzelfällen der bei uns begutachteten Fälle gesprochen. Unserer Erfahrung nach ist die Gaschromatographie zur Abschätzung des Giftes sehr behilflich, wie es bereits von PARKER, FONTAN und KIRK beschrieben worden ist. Das Extrakt, das aus verschiedenen Materien gewonnen wird, enthält fast ausnahmslos verschiedene Beimischungen außer der in Frage kommenden Substanz, was der allgemeinen Analyse Schwierigkeiten bereitet. Bei der Gaschromatographie sind jedoch die verschiedenen Substanzen leicht zu unterscheiden. Auch wenn es sich um ungereinigte Substanzen handelt, so ist noch die Identifizierung möglich. Dank der großen Empfindlichkeit

der Methode genügen bei Schlafmitteln, Narkosemitteln sowie Schädlingbekämpfungsmitteln kleinste Mengen von nur 1–5 μg für eine qualitative Analyse. Ferner ist das Verfahren sehr reproduzibel und ergibt aufgrund der qualitativen Bestimmung ein ausgezeichnetes Resultat. Zusammenfassend kann die Gaschromatographie bei der gerichtsmedizinischen Begutachtung eine große Hilfe sein.

Zusammenfassung

Von 6 Fällen, bei denen die gaschromatographische Methode zur Begutachtung angewendet worden ist, wurde berichtet. Sie ist folgendermaßen angewendet worden: Nachweis von Äther in der Watte, Bromural in erbrochener Masse, E 605 im Magenspülwasser, Procain an der Injektionsstelle, Doriden, das in unbekanntem Pulver enthalten war, und Endrin im Magenspülwasser. Bei richtiger Versuchsanordnung und Vorbehandlung wie durch Dünnschichtchromatographie kann die Isolierung und Identifizierung der verschiedenen Gifte möglich gemacht werden.

Summary

Out of the cases of toxicological identification which were carried out utilizing gas chromatography in our department, relatively interesting six cases are selected and reported in this paper. Three kinds of apparatus equipped with a hydrogen flame ionization detector (a Shimadzu model GC 1B, a Hitachi model KGL-2A, and a Yanagimoto model GCG-3D) were used for the experiments. The liquid phases of column packings and operating conditions were shown in each chromatogram.

In each case we described the states of affairs, the materials for investigation, and procedures of examination. The materials were in the first place extracted directly by acetone or ether or by Stas-Otto's method and then injected into the apparatus. In some cases thin layer chromatography was performed as a preliminary treatment.

The poisons which had been detected were 1. ether from the absorbent cotton in a case of rape, 2. bromvalerylurea from the vomitted matter of a man in a suicidal case, 3. ethylparathion from the liquid of gastric lavage of a woman in a suicidal case, 4. procaine from the injected muscle in a case of fatal procaine penicillin shock, 5. gluthethimide (doriden) from the unknown powder found beside a comatose woman in a suicidal case, and 6. endrin from the liquid of gastric lavage of a man in a suicidal case.

Literatur

BROCHMANN-HANSEN, E., and A. B. SVENDSEN: Separation and identification of barbiturates and some related compounds by means of gas-liquid chromatography. *J. pharm. Sci.* **51**, 318 (1962).

- BURCHFIELD, H. P., and E. E. STORRS: Biochemical applications of gas chromatography. New York: Academic Press 1962.
- CADMAN, W. J., and T. JOHNS: Application of the gas chromatograph in the laboratory of criminalistics. *J. forens. Sci.* **5**, 369 (1960).
- COULSON, D. M., L. A. CAVANAGH, and J. STUART: Gas chromatography of pesticides. *J. Agr. Food Chem.* **7**, 250 (1959).
- FEIGL, F.: Spot test in organic analysis. New York: Elsevier publ. Co. 1956.
- HOJO, H.: Gerichtliche Medizin. Tokio: Kanehara Verlagsges. 1958 [Japanisch].
- JANITZKI, U.: Über den gaschromatographischen Nachweis flüchtiger Substanzen. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **52**, 22 (1961).
- KANAZAWA, J., H. KUBO, and R. SATO: Gas-liquid chromatography of organophosphorus pesticides. *Agr. Biol. Chem.* **29**, 56 (1965).
- KAZYAK, L., and E. C. KNOBLOCK: Application of gas chromatography to analytical toxicology. *Analyt. Chem.* **35**, 1448 (1963).
- KOTOKU, S., T. YAMADA, R. NAGAMI, and R. NANIKAWA: Separation and identification of hypnotics by gas chromatography. *Jap. J. Legal Med.* **19**, 268 (1965) [Japanisch mit engl. Zus.fass.].
- MACHATA, G.: Die Routineuntersuchung der Blutalkoholkonzentration mit dem Gaschromatographen. *Mikrochim. Acta* **4**, 691 (1962).
- MAKISUMI, S., and H. OTA: Investigation on the Stas-Otto procedure 111. Rep. of the national res. inst. of police sci. **12**, 512 (1959) [Japanisch mit engl. Zus.fass.].
- — Investigation on the Stas-Otto procedure IV. Rep. of the national res. inst. of police sci. **13**, 206 (1960) [Japanisch mit engl. Zus.fass.].
- MECKE, R., u. M. DE VABRES: Gaschromatographische Untersuchung von alkoholischen Getränken. *Z. anal. Chem.* **170**, 326 (1959).
- OSTERHAUS, E., u. K. JOHANSMEIER: Gaschromatographische Bestimmung von Alkoholen, Äther und Aceton in Blut und Urin. *Blutalkohol* **2**, 65 (1963).
- PARKEE, K. D., C. R. FONTAN, and P. L. KIRK: Rapid gas chromatographic method for screening of toxicological extracts for alkaloids, barbiturates, sympathomimetic amines, and tranquilizers. *Analyt. Chem.* **35**, 356 (1963).
- and P. L. KIRK: Separation and identification of barbiturates by gas chromatography. *Analyt. Chem.* **33**, 1378 (1961).
- PORTER, K., and D. H. VOLMAN: Flame ionization detection of carbon monoxide for gas chromatographic analysis. *Analyt. Chem.* **34**, 748 (1962).
- TANAKA, K.: Studies on the absorption spectroanalysis of procain poisoning. *Jap. J. Legal Med.* **11**, 767 (1957) [Japanisch mit engl. Zus.fass.].
- TSUKAMOTO, H., and S. OKUI: Gerichtliche Chemie. Tokio: Nanzando Verlagsges. 1958 [Japanisch].
- WEINIG, E., u. L. LAUTENBACH: Die Gaschromatographie als neue Methode in der forensischen Toxikologie und Kriminalistik. *Arch. Kriminol.* **122**, 11 (1958).
- YAMAMURA, J., M. CHIBA, S. OBARA, and S. SUZUKI: Identification of organic chlorinated pesticides by plate chromatography. Rep. of the national res. inst. of police sci. **15**, 321 (1962) [Japanisch mit engl. Zus.fass.].
- YOMOGIDA, S.: Qualitative Analyse des Glutethimides. Rep. of the national res. inst. of police sci. **12**, 142 (1959) [Japanisch].

Prof. Dr. med. R. NANIKAWA

Priv.-Doz. Dr. med. S. KOTOKU

Institut für gerichtliche Medizin der Universität Tottori
Yonago, Japan