

Wie zuverlässig ist die Kaliumbestimmung im Glaskörperinhalt als Mittel zur Todeszeitschätzung?*

Franz Schleyer

Institut für Rechtsmedizin der Universität Marburg (BRD)

Eingegangen am 19. August 1972

How Reliable is the Determination of the Potassium Contents in the Vitreous Humour as a Means for the Estimation of the Time of Death?

Summary. The results of the 10 contributions, hitherto published on this subject, are summarized in short. Tentatively, 419 potassium values with known time after death contained in the literature, were calculated by means of a formula derived from Krause *et al.* (1971). Discrepancies between expected and calculated hours post mortem, however, were no less than the deviations between potassium values and time after death already known from the literature. Although the relation between potassium values and the radix of hour post mortem, according to Krause *et al.*, proved indeed to be more satisfactory, deviations are too great for a reliable estimation of the time after death.

Zusammenfassung. Die Ergebnisse der 10 zu diesem Thema vorliegenden Arbeiten werden kurz referiert. Sodann wurden 419 in der Literatur angegebene Kaliumwerte bekannter Leichenzeit nach der von Krause *u. Mitarb.* vorgeschlagenen Formel zur Ermittlung der Zeit post mortem umgerechnet. Die Diskrepanz zwischen erwarteten und gefundenen Zeitwerten ist aber nicht geringer als die aus der Literatur auch sonst zu entnehmende Streuung der Beziehung Kaliumwert/Todeszeit. Als etwas enger erwies sich die nach Krause *u. Mitarb.* berechnete Relation K/\sqrt{h} , aber auch deren Streuung ist für die Erfordernisse einer Todeszeitbestimmung zu groß.

Key words: Kaliumbestimmung, im Glaskörperinhalt — Todeszeitschätzung, Kaliumbestimmung im Glaskörperinhalt.

Diese Frage ist in den letzten 10 Jahren wiederholt untersucht worden. In kürzester Zusammenfassung lauten die Ergebnisse:

1. Jaffe (1962): 31 Leichen, Fälle mit Urämie oder terminaler Elektrolyt-Entgleisung abgeschlossen. Fast linearer Anstieg der K-Konzentration auf etwa 8 mmol/l in etwa 9 h, danach langsamer. Keine Beobachtung über 32 h (Abb. 1).

2. Adelson *u. Mitarb.* (1963): 209 Leichen, verschiedenste Todesarten. Anstieg der K-Werte auf 9 mmol/l in etwa 20 h, lineare Beziehung zur Todeszeit. Standardabweichung bei kurzer Agonie $\pm 0,68$, bei längerer $\pm 1,12$ mmol/l. Bei Traumatod oder kurzer Agonie Leichenzeitschätzung auf ± 5 h 45 min Genauigkeit möglich, für das Gesamtmaterial auf ± 10 h. Schlußurteil: geringer Wert der Methode für die Praxis (Abb. 2).

3. Sturner (1963, 1967) und Sturner *u. Gantner* (1964): 91 Leichen, davon 69 „Coroner“-Fälle („Leichenschaugruppe“), die anderen Fälle Klinikstote. Lineare Beziehung K/Leichenzeit für die 1. Gruppe bis 100 h. Standardabweichung hier konstant ± 4 h 45 min (obwohl auch diese Gruppe Fälle mit längerer Agonie enthielt), bei der Klinikgruppe doppelt so groß. Schlußurteil: vorsichtige Empfehlung der Methode für Fälle jenseits 24 h (Abb. 3).

* Herrn Prof. Dr. B. Mueller zum 75. Geburtstag gewidmet.

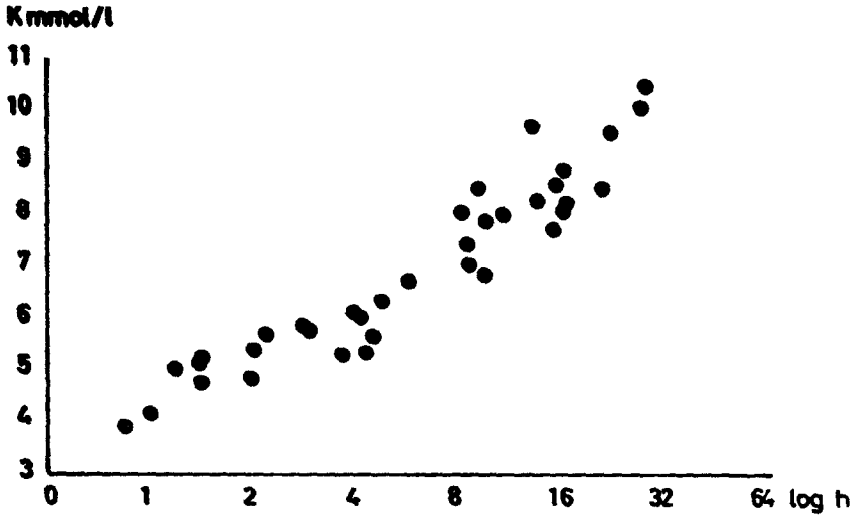


Abb. 1. Ergebnisse aus Jaffe, etwas modifiziert

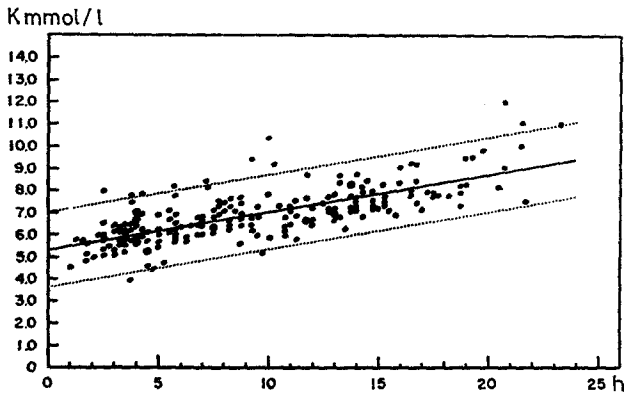


Abb. 2. Ergebnisse aus Adelson u. Mitarb., mit 95%-Vertrauensgrenzen, etwas modifiziert

4. Hughes (1965): 50 „plötzliche“ Todesfälle und 60 Verstorbene aus Krankenhäusern (ohne Ikterusfälle). K-Anstieg ohne Beziehung zur Leichenzeit, „Genauigkeit“ für beide Gruppen nur ± 20 h. Schlußurteil: als Methode zu ungenau (Abb. 4).

5. Marchenko (1966): 300 Leichen. Genauigkeit der Leichenzeitangabe bei plötzlichem Tod 3–6 h, bei Tod nach Traumen 6–12 h.

6. Hansson u. Mitarb. (1966): 203 Leichen, gerichtlich-medizinische Obduktionen, verschiedenste Todesarten. K-Anstieg bis 120 h, Standardabweichung $\pm 3,79$ mmol K/l. Keine Unterschiede zwischen den Gruppen „Agonie unter 6 h“ (128 Fälle) und „über 6 h“ (75 Fälle). Schlußurteil: Methode als „Indicator“ zur „annähernden“ Leichenzeitbestimmung brauchbar (Abb. 5).

7. Leahy u. Farber (1967): 52 Leichen. Unregelmäßiger postmortaler K-Anstieg. Schlußurteil: Methode nicht anwendbar.

8. Petit u. Mitarb. (1970): 115 Leichen (überwiegend Hospitalfälle). Korrelationskoeffizient der Regressionsgerade des Anstiegs der K-Werte im Verhältnis zur Leichenzeit unter 50 h = $\pm 0,79$. Schlußurteil: in der Praxis keine brauchbare Zeitschätzung möglich (Abb. 6).

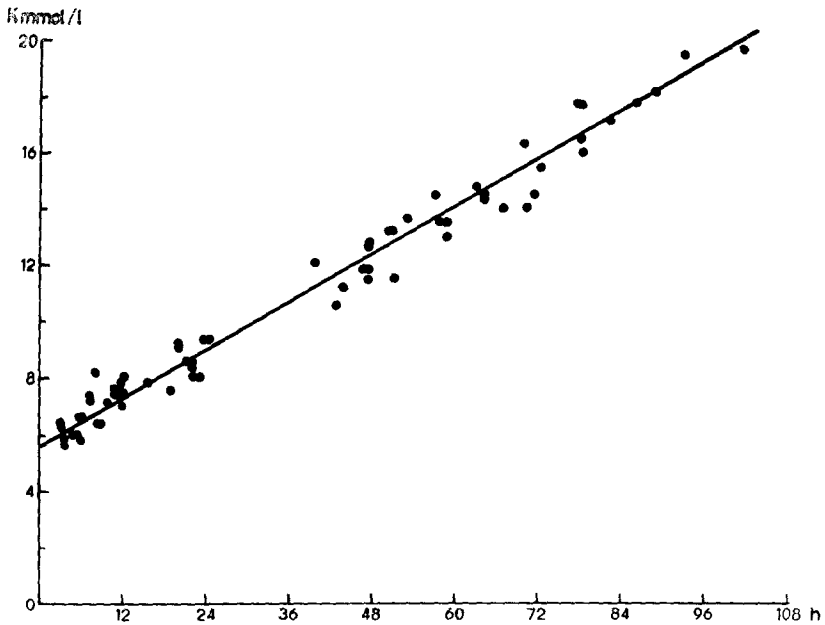


Abb. 3. Ergebnisse aus Sturner u. Mitarb., etwas modifiziert

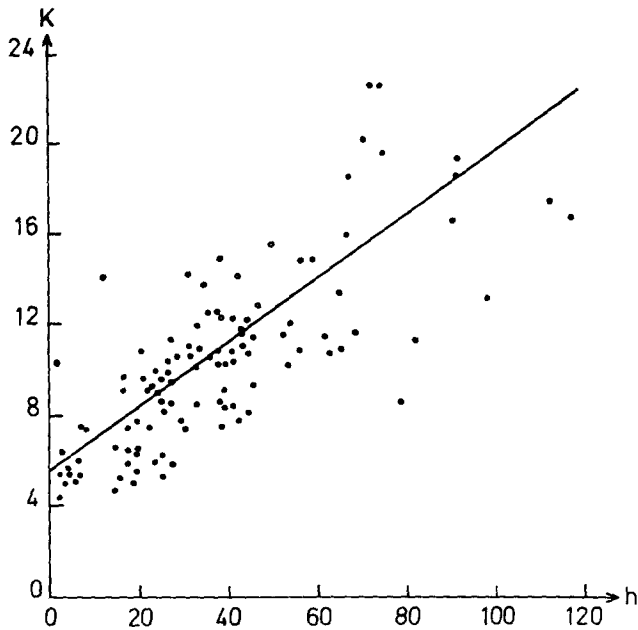


Abb. 4. Ergebnisse von Hughes, aus den Zahlentabellen übertragen

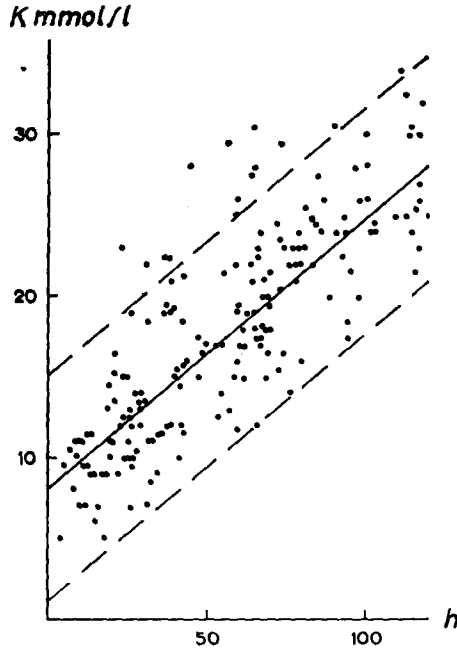


Abb. 5. Ergebnisse aus Hansson *u. Mitarb.*, mit 95,5%-Vertrauensgrenzen, etwas modifiziert

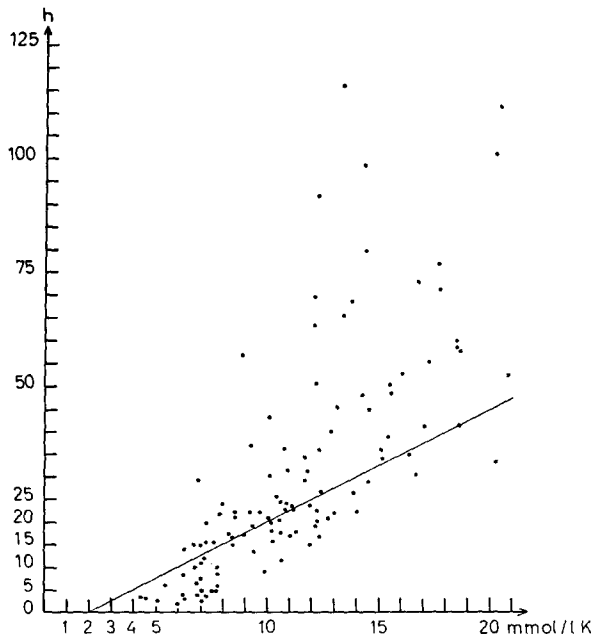


Abb. 6. Ergebnisse aus Petit *u. Mitarb.*, etwas modifiziert. Regressionsgerade für das Intervall 0–50 h

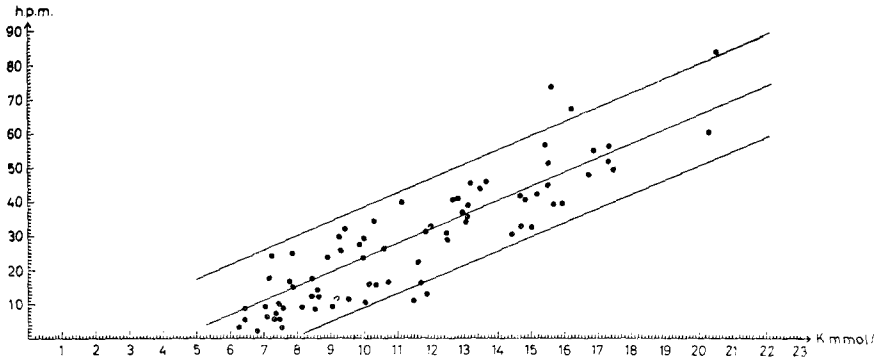


Abb. 7. Ergebnisse aus Stegmaier, mit 95,5%-Vertrauensgrenzen

9. Stegmaier (1971): 98 Leichen (Klinikskranke). Bis zu 12 h nur geringe, später größere Streuung der K-Werte. Kombinationsbestimmung am Glaskörperinhalt und *Kammerwasser* beider Augen ergibt größere „Richtigkeit“. Schlußurteil: Methode vor allem in der früh-postmortalen Zeit eine zusätzliche Hilfe (Abb. 7).

10. Krause u. Mitarb. (1971): 262 Leichen, keine Differenzierung nach Todesarten. Bei arithmetischer Auftragung Abhängigkeit der K-Mittelwerte der 6 h-Intervalle von der Leichenzeit als Parabelfunktion, daher eine Gerade bei Auftragung von K über \sqrt{h} , Standardabweichung $\pm 3,04$ mmol K/l, Streuung normalverteilt. Nach der Regressionsgerade gelte

$$h = \left(\frac{K - 2,96}{1,65} \right)^2 \tag{1}$$

und als Streuung

$$h = \left(\frac{K - 2,96}{1,65} \pm 1,84 \right)^2 \tag{2}.$$

Streuung nach Formel (2) zwischen (minimal) 9 und (maximal) 107 h für gegebene K-Werte zwischen 5 und 28 mmol/l. Schlußurteil: Methode in den ersten Tagen p.m. eine wertvolle Ergänzung einer Leichenzeitschätzung in besonders gelagerten Fällen (Abb. 8).

Fast alle Autoren betonen die allenfalls minimalen Differenzen der K-Werte zwischen rechtem und linkem Glaskörper und ihre Unabhängigkeit von der Umgebungstemperatur der Leiche. Außer Petit u. Mitarb. und Stegmaier stellen alle die Leichenzeit graphisch als Funktion der K-Werte statt (mathematisch korrekt) umgekehrt dar. Fehlerquellen und die optimale Entnahmetechnik können ebenso wie die Ursachen des postmortalen K-Übertritts in den Glaskörperinhalt hier unbesprochen bleiben.

Da in den zitierten Quellen die Autoren Sturner u. Gantner, Hughes, Petit u. Mitarb. und Stegmaier Einzelmeßergebnisse ihrer Fälle mitgeteilt haben, konnte die Brauchbarkeit der Formel (1) von Krause u. Mitarb. an einem großen Zahlenmaterial geprüft werden. Zu diesem Zwecke wurde für jeden der 419 K-Werte h nach Gl. (1) berechnet. Das Verhältnis zwischen berechneter und wirklicher Leichenzeit ist in Abb. 9 dargestellt.

Das Ergebnis entspricht ersichtlich nicht der Erwartung, spiegelt aber nur das Bild wider, das bereits die Punktwolkendiagramme der Autoren zeigen. Das ist auch verständlich, denn die Formel (1) übersetzt nur die (unregelmäßige) Beziehung zwischen h und K in einen anderen Ausdruck. Die Unzuverlässigkeit einer

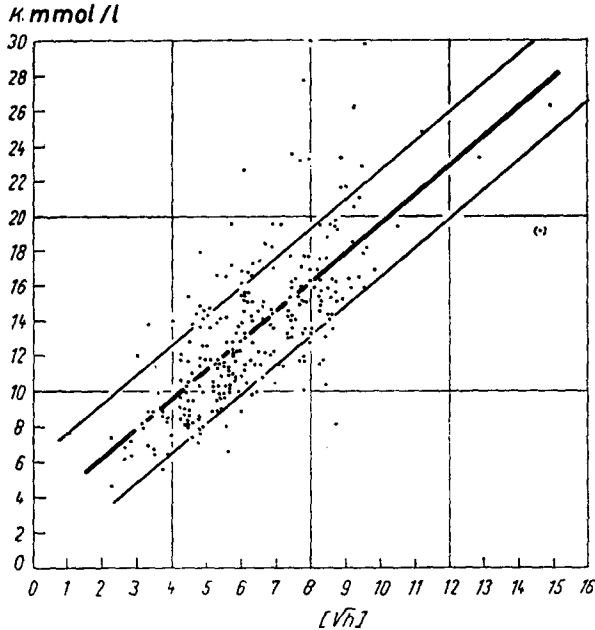


Abb. 8. Beziehung zwischen K-Konzentration und \sqrt{h} , mit 68,3%-Vertrauensgrenzen aus Krause u. Mitarb.

derartigen Formel ist schon nach den in der Literatur angegebenen Streuungsgrenzen für K als Funktion von h und h als Funktion von K abzuleiten (s. o.).

Da bei Krause u. Mitarb. die weit überwiegende Zahl der K-Werte innerhalb des 68%-Konfidenzbereiches (σ) liegt (vgl. Abb. 8), wurden die 419 Werte des Vergleichsmaterials ebenfalls zu \sqrt{h} in Beziehung gesetzt, unter Übernahme der Krauseschen Vertrauensgrenzen (Abb. 10). Diese Beziehung ist anscheinend in der Tat enger als die arithmetische Relation K/h , da nur wenige Werte außerhalb des durch die Standardabweichung definierten Vertrauensbereiches fallen, dennoch bleibt die Streuung für die Erfordernisse einer Todeszeitbestimmung zu groß. Sie ist wahrscheinlich durch den hohen Anteil von „Hospitalfällen“ im Gesamtmaterial bedingt, wäre also — vielleicht — in einem reinen Material „plötzlicher“ gewaltsamer Todesfälle kleiner, aber ein Verfahren zur Berechnung der Leichenzeit muß auch auf krank gewesene Verstorbene anwendbar sein. Daher dürfte die Methode alles in allem nur als Teil einer „Testbatterie“ brauchbar sein.

Herrn P. Zöfel (Zentrale Rechenanlage der Universität Marburg) bin ich für mathematische Hinweise dankbar.

Nachtrag bei der Korrektur: Letzthin haben G. Adjutantis und A. Coutselinis ebenfalls eine Formel zum Thema angeben (Estimation of the Time of Death by Potassium Levels in the Vitreous Humour. For. Sci. 1, 55 (1972)). Unter 120 Fällen meistens gewaltsamen Todes bestand innerhalb der ersten 12 Std lineare Abhängigkeit des K-Anstiegs von h und die Standardabweichung betrug in Zweidritteln der Fälle nur $\pm 1,7$ Std, bei Einsetzen der K-Werte auf Grund zeitlich getrennter Entnahmen aus beiden Augen sogar nur $\pm 1,1$ Std. Stichproben aus dem hier bearbeiteten Literaturmaterial von 419 Fällen ergaben jedoch schon bei $h < 13$ mit dieser Formel weit größere Streuungen, so daß auch sie — mindestens für Todesfälle mit längerer Agonie und Leichen mit längerer Liegezeit — nicht stichhaltig ist.

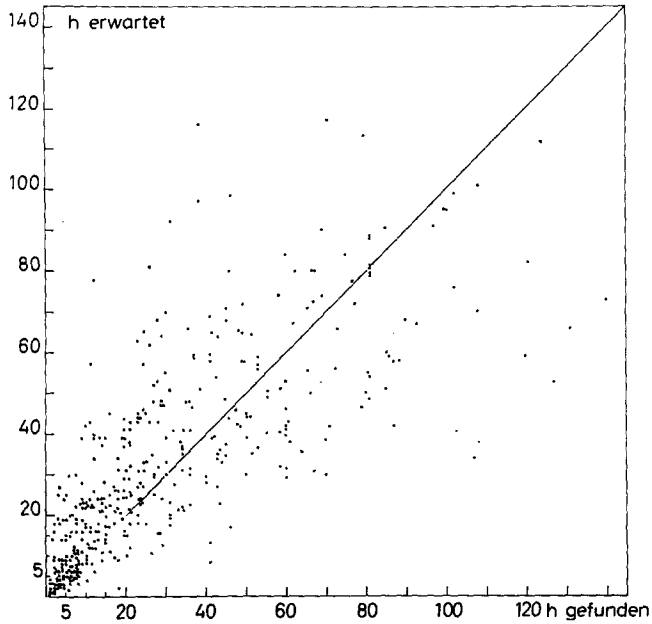


Abb. 9. Beziehung zwischen wirklicher und nach Krause u. Mitarb. berechneter Leichenzeit auf Grund von 419 Werten für K der Literatur

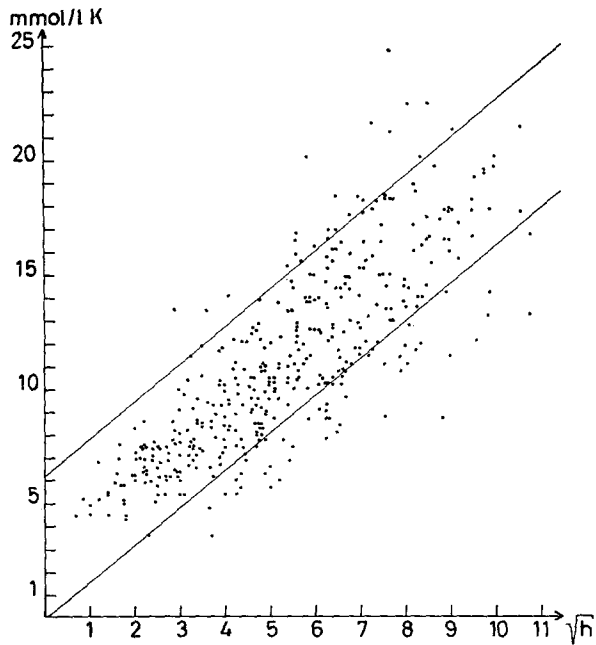


Abb. 10. Die 419 K-Werte von Sturner u. Mitarb., Hughes, Petit u. Mitarb. und Stegmaier, über \sqrt{h} aufgetragen, mit 68,3%-Vertrauensgrenzen

Literatur

- Adelson, L., Sunshine, I., Rushforth, N., Mankoff, M.: Vitreous potassium concentration as an indicator of the postmortem interval. *J. forens. Sci.* **8**, 503 (1963).
- Hansson, L., Uotila, U., Lindfors, R., Laiho, K.: Potassium content of the vitreous body as an aid in determining the time of death. *J. forens. Sci.* **11**, 390 (1966).
- Hughes, W.: Levels of potassium in the vitreous humour after death. *Med. Sci. Law* **5**, 150 (1965).
- Jaffe, F.: Chemical post-mortem changes in the intraocular fluid. *J. forens. Sci.* **7**, 231 (1962).
- Krause, D., Klein, A., Meissner, D., Roitzsch, E., Herrmann, W.: Die Bedeutung der Kaliumkonzentration im Glaskörper menschlicher Augen für die Todeszeitbestimmung. *Z. ärztl. Fortbild.* **65**, 345 (1971).
- Leahy, M., Farber, E.: Postmortem chemistry of human vitreous humor. *J. forens. Sci.* **12**, 214 (1967).
- Marchenko, N.: Die Veränderungen des Kaliumgehaltes der Glaskörperflüssigkeit in Abhängigkeit von der Todeszeit (russ.). *Sud.-med. Ėkspert.* **9**, 3 (1966); *Ref. Z. ges. gerichtl. Med.* **61**, 295 (1967/68).
- Petit, A., Coulet, M., Petit, G., Bezou, M.: Détermination de l'heure de la mort par dosage du potassium et du sodium dans l'humeur vitrée du cadavre. *Atti 32. Congr. Med. leg. Lingua franc.* 1969, 737.
- Stegmaier, K.: Untersuchungen über die postmortale Kaliumkonzentration in Glaskörperinhalt und Kammerwasser und ihre Beziehung zur Todeszeit. Dissertation, Marburg 1971.
- Sturner, W.: The vitreous humour: postmortem potassium changes. *Lancet* **1963 II**, 807.
- Sturner, W.: Die gerichtsmedizinische Bedeutung der Glaskörperflüssigkeit. In: Aktuelle Fragen der gerichtlichen Medizin II, S. 57. *Wiss. Beitr. Univ. Halle* 1967.
- Sturner, W., Gantner, G.: The postmortem interval. A study of potassium in the vitreous humor. *Amer. J. clin. Path.* **42**, 137 (1964).

Prof. Dr. F. Schleyer
Institut für Rechtsmedizin der Universität
D-3550 Marburg, E. Mannkopff-Straße 2
Bundesrepublik Deutschland