

Zur Faser- und Netzstruktur des Fibrins bei intravasculärer Gerinnung Demonstration an Hand eines praktischen Falles

Ekkehardt Böhm*

Abteilung Gerichtliche Medizin der Medizinischen Fakultät der Rheinisch-Westfälischen
Technischen Hochschule Aachen (BRD)

Eingegangen am 20. Dezember 1973

Fibers and Net Structures of Fibrin in Intravascular Blood Clotting A Scanning Electron Microscope Study

Summary. On the basis of an actual case (a triple one-sided puncture of the A.c. for the purpose of angiography), an account is given on the meshing of the fibrinous network in thrombotic material. Results of earlier tests were verified and enlarged. The authors do not agree with the opinion that vitally and postmortally ensuing clots cannot be differentiated. According to the findings here presented, type and intensity of meshing of the fibrins also is essential for evaluation. For assessing the findings, the author considers SEM microscopy to be an excellent method, which cannot be replaced by other conventional techniques.

Zusammenfassung. An Hand eines praktischen Falles (dreimalige einseitige Carotispunktion zur Angiographie) wird über die Vernetzungsstruktur der Fibrinfasern in thrombotischem Material berichtet. Die Ergebnisse früherer Untersuchungen konnten bestätigt und erweitert werden, die mittlerweile von Schneider vertretene Ansicht, daß eine Differenzierung zwischen vital und postmortal entstandenen Gerinnseln nicht möglich sei, erscheint dem Verfasser nicht zutreffend. Für die Beurteilung wesentlich ist auch nach den hier vorgelegten Untersuchungsbefunden die Art und Intensität der Vernetzung des Fibrins. Für die Beurteilung dieser Befunde stellt die Rasterelektronenmikroskopie nach Meinung des Verfassers eine hervorragende Methode dar, die durch keine sonstige konventionelle Technik zu ersetzen ist.

Key words: Fibrin, Struktur bei intravasculärer Gerinnung — Vitale Reaktionen, Fibrinstruktur.

In früheren Untersuchungen (Böhm u. Tschomakov, 1972) hatten wir extravasculär geronnenes (Venülen-)Blut, Cruor und Speckhautgerinnsel sowie vitale Thromben mit dem Rasterelektronenmikroskop untersucht. Wir fanden deutliche Strukturunterschiede, die mit Abbildungen belegt wurden, an denen diese Unterschiede auch deutlich zu erkennen waren. Mittlerweile konnten wir unsere Befunde — früher vor allem durch Vergleich mit tierexperimentellen Ergebnissen erhärtet — auch durch Material aus dem Sektionsgut zusätzlich absichern.

An Hand eines Falles ließen sich unsere Ergebnisse noch erweitern. Bei einer verunfallten Patientin wurden drei rechtsseitige Einstiche in die Arteria carotis zur Angiographie durchgeführt. Als die Ärzte in der Neuro-Chirurgischen Klinik

* Herrn Professor H. Schweitzer zum 55. Geburtstag gewidmet.

auch die linksseitige Arteria carotis punktieren wollten, trat ein irreversibler Herzstillstand ein. Die Abb. 1—5 zeigen die Carotisinnenfläche (Präparationstechnik wie früher mitgeteilt). Demonstriert werden hier die Fibrinstrukturen vor allem an einer Einstichstelle (Abb. 1) und an den Endothelrandzonen, da eine weitere (im ersten oberen Bild links erkennbare Einstichstelle) außerordentlich spärliche Fibrinbesetzung aufwies und eine dritte praktisch fibrinfrei war. Die zeitliche Reihenfolge der Gefäßpunktion ergab sich aus diesen Differenzen in der Fibrinbesetzung, war jedoch in diesem Zusammenhang nicht von Bedeutung.

Bereits in Abb. 1, besser noch in den Abb. 2 und 3 stellt sich eine deutliche Gliederung der Endotheloberfläche in der Umgebung des durch thrombotisches Material abgedichteten und deckelförmig abgeschlossenen Stichkanals dar. Die

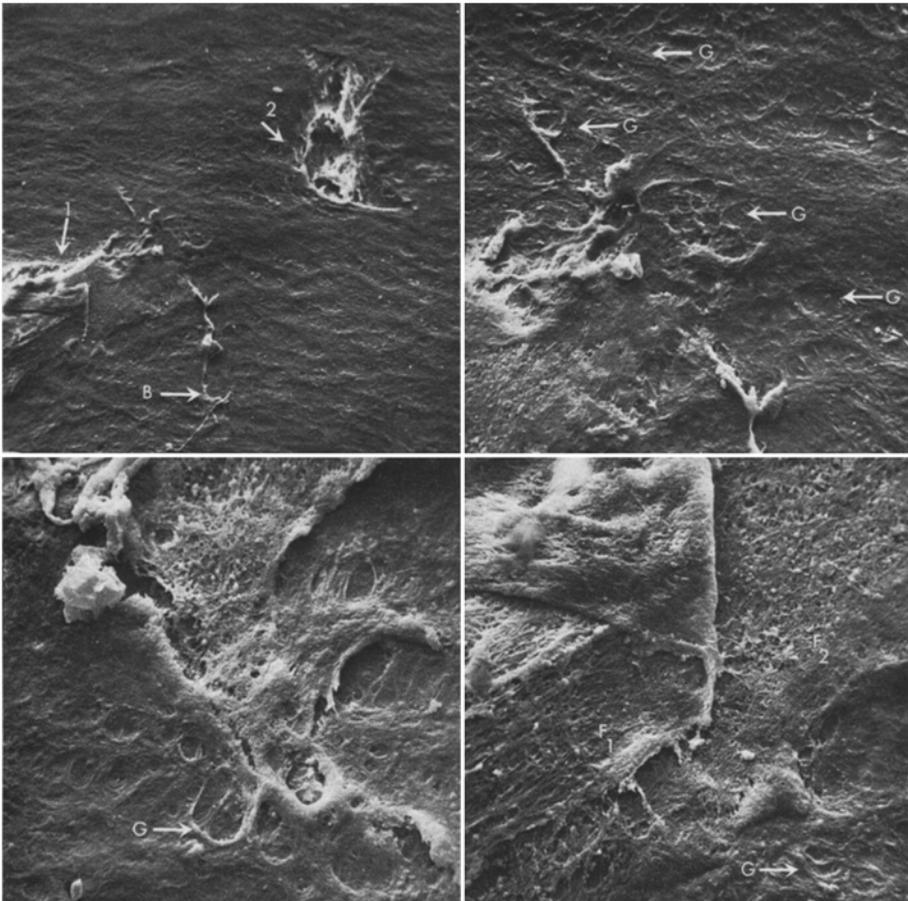


Abb. 1. Einstichstellen (1) zu (2) in der linken oberen Abbildung. Die in allen folgenden Abbildungen gezeigten Ausschnitte sind Details aus 1 bzw. der Randzone von 1. Bei B ist der Ausläufer der die Epitheloberfläche bedeckenden Fibrinschicht zu erkennen. Detailstrukturen der Randzone in den übrigen Abbildungen. Muldenförmige Strukturen bei F. F1: Deckelförmiger Abschluß des Stichkanals mit längsorientierten Faserzügen. F2: Durch das Umklappen der Oberflächenschicht freigelegte, weniger deutlich orientierte Schicht des Stichkanals

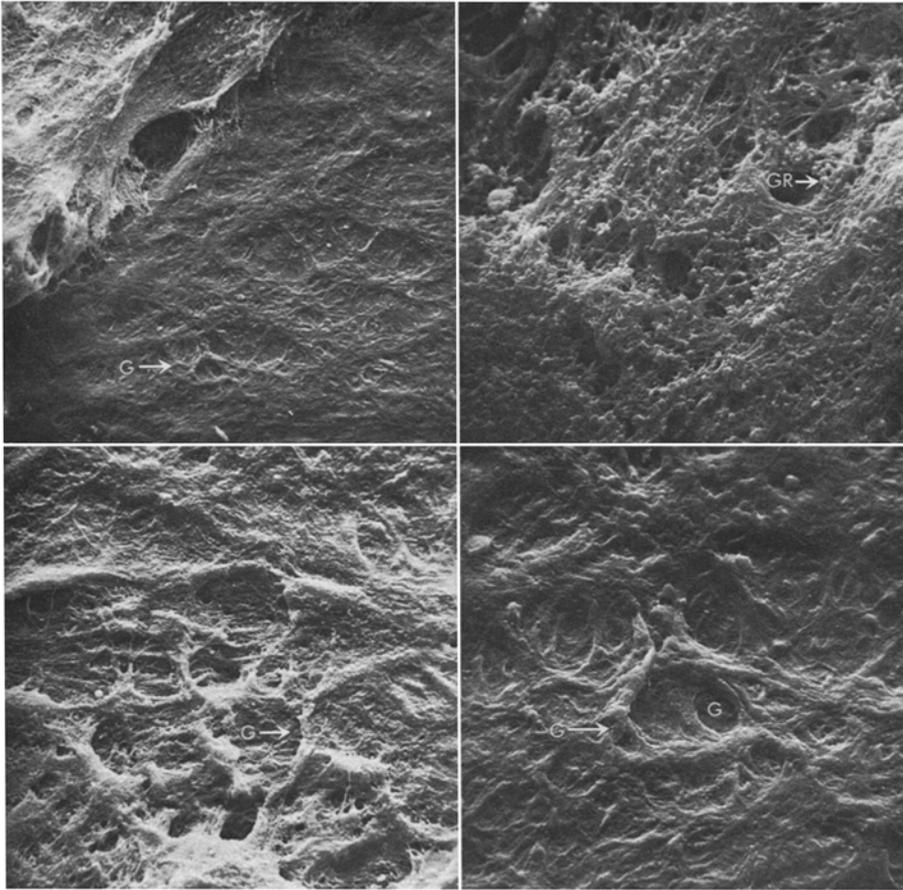


Abb. 2. Weitere Ausschnitte aus der Randzone des Einstiches. In der linken oberen Abbildung ist die „Deckel“-Struktur der obersten Fibrinschicht erkennbar. Rechts oben: Übergangszone zwischen Randzone und feingranuliertem Material, das wir für Thrombocytenaggregate halten. Randzone ebenfalls von reichlich Granula bedeckt (*GR*). Untere Abbildungen: Unterschiedliche Formen der Muldenausbildung, links mit deutlich netzförmig strukturierten Faserbestandteilen, rechts Napfform

kammerartigen bis wabenförmigen, muldenähnlichen, teilweise auch netzförmig granulären Oberflächenstrukturen stellen einen echten Oberflächenbesatz der Gefäßinnenfläche durch thrombotisches Material dar, wie besonders auch die Abb. 1 u. 2 zeigen (ähnliche Oberflächenformationen fanden wir nach experimentellem Erfrierungstod auf dem Aortenendothel von Ratten).

Die besonders in Abb. 2 und 3 erkennbaren Verankerungsstellen der Fibrinnetze sind hier breitflächiger angelegt als früher beobachtet, zeigen jedoch prinzipiell gleiche architektonische Gliederung.

Die oberflächliche, deckelförmige Fibrintapete, die in Abb. 1 erkennbar ist, zeigt eine lappenartige Abhebung und Umknickung (Faltung). Es wird angenommen, daß die Knickung einen Präparationsartefakt darstellt. Durch die Freilegung

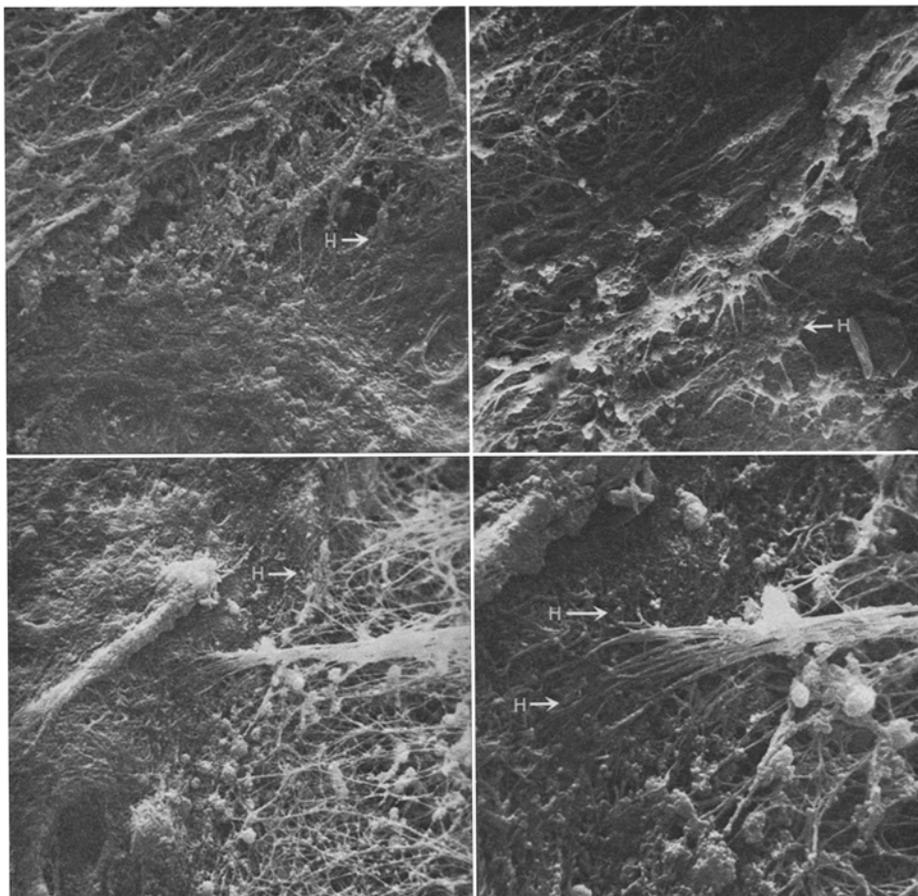


Abb. 3. Stärkere Vergrößerungen von Randformationen, links oben enge Vermaschung, in den übrigen Abbildungen größere bzw. weitere Maschenräume. Gewisse Ähnlichkeit mit postmortalen Gerinnseln an einzelnen Stellen. In den unteren Abbildungen Haftstellen (Fußpunkte) der Netze (*H*) (Verankerung) auf der von sehr feinen Netzen bedeckten Randzone des Stichkanals

der Unterschicht wird hier auch deren Struktur analysierbar. Im Bereich der aufgedeckten Seite (unten) ist die Längsorientierung der Fasersysteme nur angedeutet, während die Orientierung in der Gefäßlängsachse auf der äußersten Schichtseite deutlich ausgeprägt ist.

Die extremen Unterschiede in der Architektur der Fasersysteme zeigen sich insbesondere in den Abb. 3—5. Dicht gefügte, verschlungene Faserfilze, strangförmige kabelartige Faserbündel und häkelmusterartige Formationen kommen zur Darstellung.

Neben eindeutigem Fasermaterial findet sich auch reichlich feingranuläres Material. Teilweise erscheint dieses Material als Oberflächenstruktur globulärer Gebilde (Erythrocyten?), teilweise als ungeordnete Auflagerung auf die Fasersysteme, auch vielfach wie Füllmaterial in den Faserfilzen. Wir halten dieses

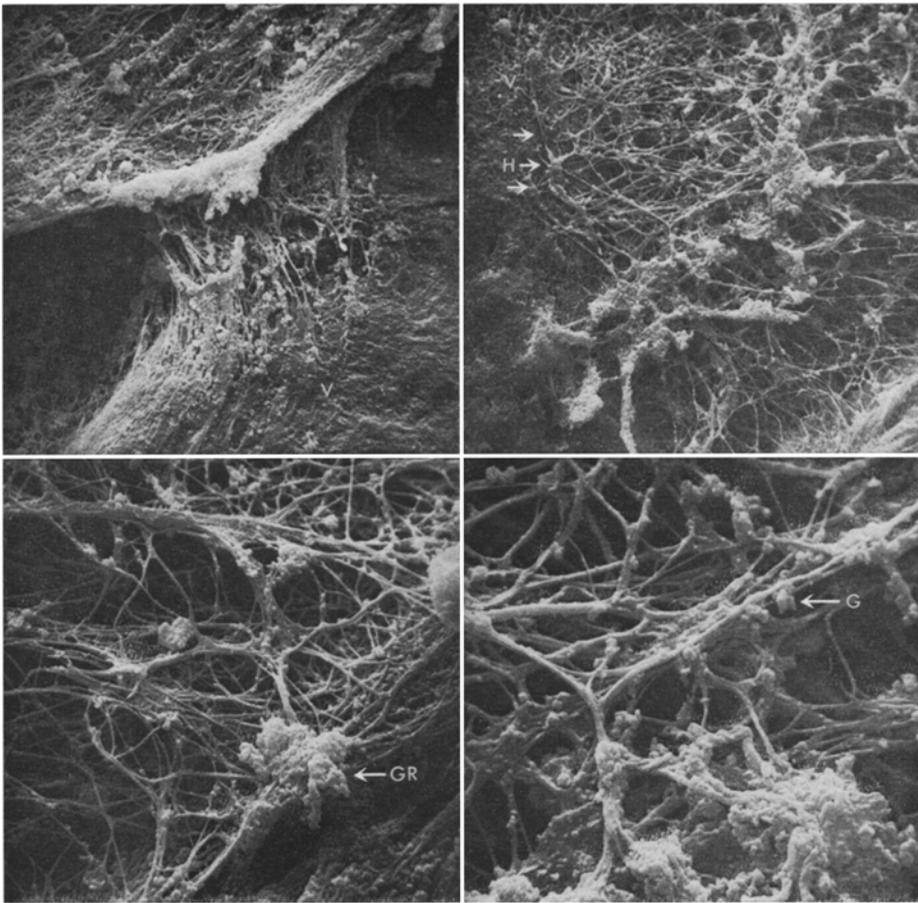


Abb. 4. Sehr weite Maschenräume in den unteren Abbildungen. Reichlich granuläres Material in allen Bildern zu erkennen (GR), breitflächig inserierende Aufhängesysteme (Verankerung) der Fibrinnetze (H)

Material für thrombocytäre Elemente, ohne hierfür einen Beweis erbringen zu können.

Eine gewisse Ähnlichkeit mit postmortal entstandenen Gerinnseln zeigen die weitmaschigen Netzstrukturen in Abb. 4 rechts oben und beiderseits unten. Bereits in den Randzonen wird jedoch deutlich, daß es sich hierbei nicht um postmortale Strukturen handeln kann, da bei letzteren eine Verbindung zur thrombotischen Endothelbesetzung überhaupt nicht vorliegt.

Für die Differenzierung zwischen vital und postmortal entstandenen „Thromben“ ist nach Meinung des Verfassers die Fibrinstruktur im allgemeinen besonders wertvoll. In einem konkreten Fall (wie dem vorliegenden) darf jedoch nicht von einer Einzelstelle des Thrombus ausgegangen werden, deren Befund dann aus dem Zusammenhang gerissen wird, sondern es muß die Gesamtstruktur des Thrombus beurteilt werden, was im Rasterelektronenmikroskop bekanntlich deshalb beson-

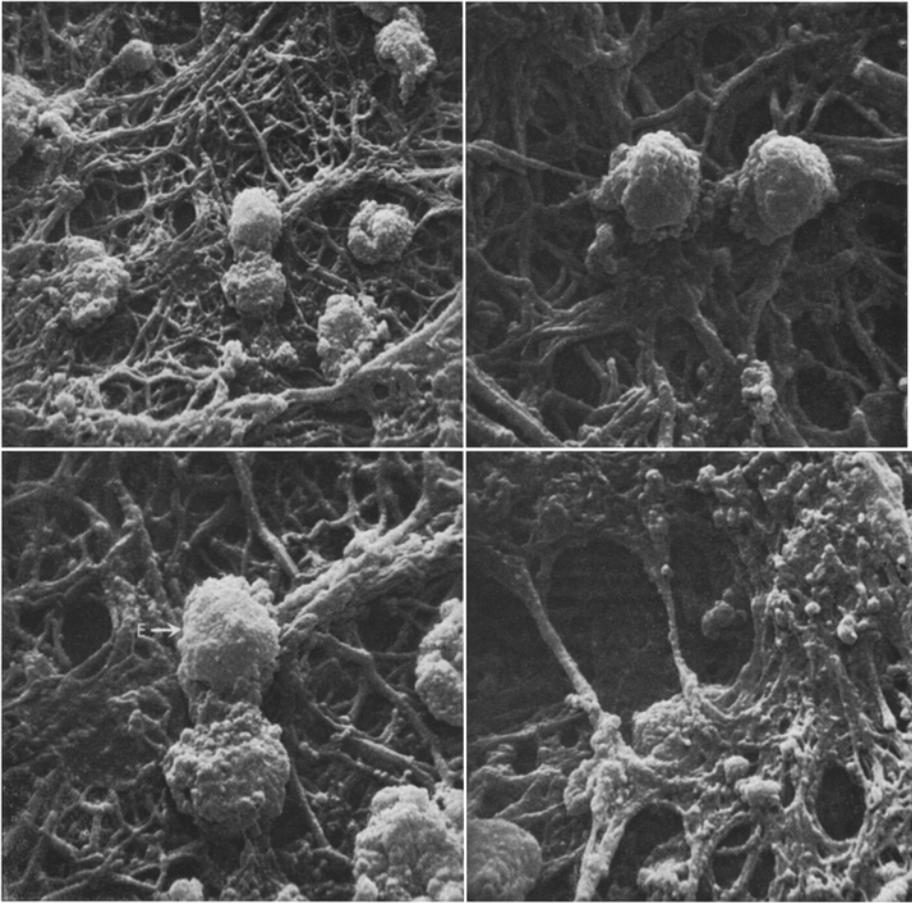


Abb. 5. Sehr engmaschig strukturierte Fibrinfilze mit oberflächlich anhaftenden, von einer granulären Schicht bedeckten globulären (*E*) Elementen (Erythrocyten?)

ders gut möglich ist, weil man das Objekt von allen möglichen Seiten und von allen möglichen Blickwinkeln aus untersuchen kann.

Besonders deutlich zeigt sich dies in dem vorgelegten Fall, in dem neben sehr weitläufigen, wenig vermaschten Fibrinstrukturen extrem eng vernetzte Bezirke vorkommen, deren Struktur derart stark von der postmortalen Gerinnung abweicht, daß eine diagnostische Fehlinterpretation überhaupt nicht möglich ist.

Die engmaschige Verknüpfung der Fibrinfäden zu dichten Netzwerken, wie wir sie hier demonstrieren, findet sich auch bei experimentellen vitalen Stich- und Schnittverletzungen (Böhm u. Tschomakov, 1971/72). Gleichartige Strukturen fanden sich auch an den Schnittstellen von Radialisarterien bei Suiciden (Böhm, unveröffentlicht). Übereinstimmende Befunde wurden auch von Frost u. Mitarb. sowie Ludwig u. Mitarb. publiziert. Eindeutige Strukturunterschiede zeigten unsere vitalen Thromben gegenüber den von Schneider demonstrierten postmortalen Gerinnseln.

Literatur

- Böhm, E.: Zum Nachweis des Erfrierungstodes. *Münc. med. Wschr.* **41**, 1767 (1973)
- Böhm, E., Tschomakov, M.: Ein Sekundenphänomen der vitalen Reaktion demonstriert an Stichverletzungen. *Z. Rechtsmedizin* **71**, 235 (1972)
- Böhm, E., Tschomakov, M.: Frühe Merkmale einer vitalen Reaktion. Untersuchungen an Schnittverletzungen der Rattenhaut. *Z. Rechtsmedizin* **2**, 111 (1973 a)
- Böhm, E., Tschomakov, M.: Ein Sekundenphänomen der vitalen Reaktion. Vortrag 51. Tagg. Dtsch. Ges. Rechtsmed., Wien 1972. *Beitr. gerichtl. Med.* **31**, 221 (1973 b)
- Frost, H.: Untersuchungen der arteriellen Gefäßinnenfläche mit dem Rasterelektronenmikroskop. Generalisierte intravasculäre Gerinnung, S. 105. Stuttgart: Schattauer 1971
- Frost, H., Hess, H.: Zur Pathogenese der arteriellen Verschlusskrankheiten. *Klin. Wschr.* **20**, 1099 (1969)
- Frost, H., Hess, H., Richter, I.: Zur Pathogenese der arteriellen Verschlusskrankheiten. *Klin. Wschr.* **20**, 1099 (1968)
- Hamer, J. D.: Experimental arterial embolism: A study using scanning electron microscopy to identify changes in luminal surface ultrastructure after exposure to implanted emboli. *Surgery* **73**, 500 (1973)
- Lasch, H. Y., Neuhof, H.: Die Fibrinolysebehandlung des Schocks. In: *Therap. und Exp. Fibrinolyse*. Stuttgart: Schattauer 1969
- Ludwig, H.: Ultrastruktur des muralen Thrombus in Uterusvenen. *Phlebologie und Proktologie* **1**, 1 (1972)
- Ludwig, H., Brück, H.-J., Metzger, H.: Kombinierte lichtmikroskopische Untersuchungen als Vorbereitung zur Rasterelektronenmikroskopie, unter besonderer Berücksichtigung der Morphologie des Fibrins. *Leitz-Mitt.* **5**, 207 (1972)
- Ludwig, H., Metzger, H.: Das uterine Plazentabett post partum im Rasterelektronenmikroskop, zugleich ein Beitrag zur extravasalen Fibrinbildung. *Arch. Gynäk.* **210**, 251 (1971)
- Owren, P. A.: Die Wirkung des Kontaktes auf die Blutgerinnung, S. 753. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1956
- Schneider, V.: Über REM-Untersuchungen an vital und postmortal entstandenen „Thromben“. Vortrag 52. Jahrestagg. d. Dtsch. Ges. f. Rechtsmed., München 1973

Dr. Ekkehardt Böhm
Abteilung Gerichtliche Medizin
der Medizinischen Fakultät
der Technischen Hochschule
D-5100 Aachen, Lochnerstraße 4—20
Bundesrepublik Deutschland