

Quaddelbildung der Haut durch einheimische Urtica-Arten. Eine vitale Reaktion?¹

E. BÖHM und R.-D. MAIER

Abteilung Gerichtliche Medizin der Medizinischen Fakultät
der Rhein.-Westf. Techn. Hochschule Aachen (BRD)

Eingegangen am 17. November 1974

Weal-Formation by Urtica Dioica. An Intravital Reaction?

Summary: The question concerning the intravital and postmortal mechanism of urticarial weal after contact with nettles (*urtica dioica*) was investigated in corpses, animal experiments and voluntary trials. No nettle weals could be induced in corpses or postmortally in experiments with albino rats (Wistar Strain). When animals were exposed to nettle-stings immediately before decapitation only 2 of 12 rats developed weals postmortally.

However, the diameter of such weals was only 30 % of that of weals produced intravitaly.

After Application of a tourniquet (180 - 200 mm Hg) to test persons no weals were formed after contact with nettles in a period of 10 minutes. As soon as the tourniquet was released weal-formation occurred in full extent in most test persons. According to the authors opinion the occurrence of nettle weals (*urtica dioica*) in corpses is therefore considered a local intravital reaction.

Zusammenfassung: Unter mehreren Fragestellungen wurde vor allem die Frage nach der vitalen Natur von Quaddelbildung infolge der Einwirkung einheimischer Brennessel-Arten (*Urtica dioica*) mittels Leichenversuchen, tierexperimentellen Studien und Untersuchungen an lebenden Menschen angegangen. Postmortal fanden sich keine Reaktionen der Haut von Leichen und Versuchstieren (Albinoratten).

Wurden die Versuchstiere einer Einwirkung der Brennhaare von Brennesseln ausgesetzt und danach sofort dekapitiert, so entwickelten sich in der Agonie und postmortal nur in 2 von 12 Fällen Nessel-Quaddeln, die jedoch nur einen Bruchteil der Größe (ca. 30%) der zuvor am lebenden Tier gemessenen entsprach.

Am lebenden Menschen wurde die Blutzirkulation durch Abbinden sowie Stauung mit einer Blutdruckmanschette (180-200 mm Hg) unterbunden. Eine Quaddelbildung nach anschließender Nesselung trat im Verlauf von 10 Minuten nicht ein.

Sobald die Stauung gelöst wurde, entwickelte sich bei den meisten Versuchspersonen das Vollbild der Brennessel-Quaddeln. Das Auffinden von Quaddeln an einer Leiche (nach Nesselung durch einheimische Urtica-Arten) ist nach Meinung der Verfasser im Sinne einer lokalen Vitalreaktion zu werten.

Key words: Urticaria, vitale Reaktionen - vitale Reaktionen, Quaddelbildung durch Urtica-Arten

¹ Auszugsweise vorgetragen auf der 53. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin in Göttingen, September 1974

An der Leiche eines getöteten 7-jährigen Mädchens wurden an entblößten Körperstellen ausgeprägte Quaddeln beobachtet (Urticaria-urticarielle Reaktionen). In einiger Entfernung vom Auffindungsort der Leiche war das Gelände mit Brennesseln der Gattung *urtica dioica* bewachsen. Einige Brennessel-Stauden waren abgeknickt und zu Boden gedrückt. Für die Rekonstruktion des Tatgeschehens und die Überführung des Täters war die Klärung folgender Fragen erforderlich. Diese Fragen wurden von den Ermittlungsbehörden an uns herangetragen:

1. Handelt es sich bei den Quaddeln um Spuren nach Einwirkung von Brennesseln?
2. Wurden die Quaddeln zu Lebzeiten oder nach dem Tod des Kindes gesetzt?

Zur ersten Frage ergab sich, - in der Literatur gut zusammengestellt von ILLIG (1973) - daß Quaddelbildung -Urtica oder urticarielle Reaktion genannt- bei zahlreichen pathologischen Zuständen der Haut beobachtet wird. Es werden u.a. Nahrungsmittel-Allergene (Hummer, Krebs, Erdbeeren, Muscheln usw.), Arzneimittel-Allergene sowie auch die Einwirkung von Hitze und Kälte, Licht, Druck und auch psychischer Streß für das Zustandekommen der Hautreaktion als ursächlich bezeichnet. Im Gegensatz zur - nicht allergischen Brennessel-Urticaria - sollen die sonstigen Urticaria-Arten in der Regel durch Degranulation der Mastzellen hervorgerufen werden.

Bei Brennessel-Einwirkung jedoch sollen die das intracutane Ödem hervorruhenden Substanzen direkt aus den Nesselhaaren in die Cutis injiziert werden. In dem

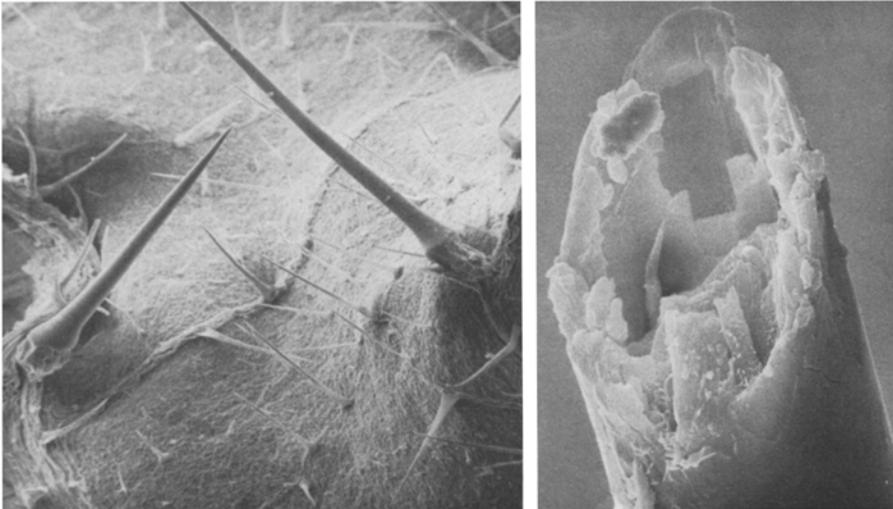


Abb. 1. Nesselhaare auf der Unterseite eines Brennesselblattes (*urtica dioica*)

Abb. 2. Brennhaare nach Abbrechen der Spitzen und Freilegung von Innenstrukturen, REM-Aufnahme nach Fixierung mit Osmiumtetroxyd

röhrenförmigen Hohlraum der Brennessel-Haare (Abb. 1 und 2) wurden bisher folgende Substanzen mit Sicherheit nachgewiesen:

Ameisensäure, Acetylcholin, Histamin und Serotonin.

0,1 Mikrogramm des Brennhaar-Inhaltes sollen beim Menschen bereits die typische Nessel-Wirkung hervorrufen. COLLIER und CHESHER ermittelten einen durchschnittlichen Brennhaar-Inhalt von 8 Mikrogramm, in dem ca. 1% Acetylcholin sowie 0,2% Histamin und 0,05% 5-Hydroxy-Tryptamin nachgewiesen werden konnten. Die Anwesenheit dieser 3 Substanzen allein kann nach HAAS aber den Wirkungsmechanismus des Brennessel-Giftes nicht in vollem Umfange erklären, da die bekannten Antihistaminica in ihrer Gegenwirkung auf den Brennessel-Stich versagen, während sie bei intracutaner Injektion von Acetylcholin und Histamin Gegenwirkung zeigen (HAAS).

Über den genauen Angriffspunkt der die Quaddeln provozierenden Substanzen gibt es wenig gesicherte Informationen. Man nimmt an, daß die Quaddel-Bildung Folge einer Steigerung der Kapillar-Permeabilität ist, wie sie bei Insektenstichen durch Einwirkung biogener Amine sowie verschiedener Polypeptide und Enzyme (HABERMANN, 1974) erklärt wird.

Ansatzpunkte für eine Differenzierung zwischen Brennessel-Urticaria und anderen Urticaria-Arten können sich aufgrund folgender Gesichtspunkte erzielen lassen: Befragungen von behandelnden Ärzten und Angehörigen von Opfern eines Gewaltverbrechens können gegebenenfalls darüber Auskunft geben, ob zu Lebzeiten Überempfindlichkeiten bzw. urticarielle Reaktionen auf bestimmte Reize vorlagen.

Kälte-Urticaria kommt familiär vor. Bei Verdacht auf das Vorliegen der seltenen Licht-Urticaria lassen sich gegebenenfalls Rückschlüsse aus dem Befall nicht exponierter Hautareale ableiten. Bei Kindern sollen urticarielle Reaktionen in der Regel erst jenseits des sogenannten Spielalters auftreten. Blut-Eosinophilie weist auf "allergische" Urticaria hin. Möglicherweise läßt sich aufgrund fehlender Degranulation der Gewebsmastzellen im Bereich der Quaddeln auf Brennessel-Einwirkung zurückschließen, möglicherweise lassen sich auch einzelne, bisher noch nicht sicher identifizierbare Nesselhaar-Bestandteile biochemisch nachweisen.

Wir sehen derzeit günstigere Voraussetzungen für den Nachweis einer Einwirkung von Brennesseln auf die Haut durch den morphologischen Nachweis der durch das Eindringen der Brennhaare hervorgerufenen Stichkanäle in der Haut. Weiterhin erscheint uns von ganz besonders großer Bedeutung der Nachweis von Nesselhaar-Spitzen (Abb. 3), die beim Eindringen in das Hautgewebe abgebrochen und in diesem liegengeblieben sind. Der Nachweis kann erfolgen durch die morphologische Analyse des aus fast reiner Kieselsäure bestehenden charakteristisch strukturierten Nesselhaar-Gerüsts (Abb. 4) sowie evtl. durch den Amin-Nachweis mittels chromaffiner Reaktion (Rasterelektronenmikroskop - Elementaranalyse: Silicium und Chrom).

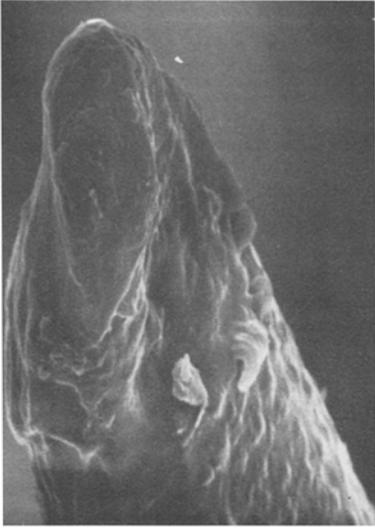


Abb. 3. Brennesselhaarspitze, die Spitze verbleibt nach dem Abbrechen in oberen Hautschichten

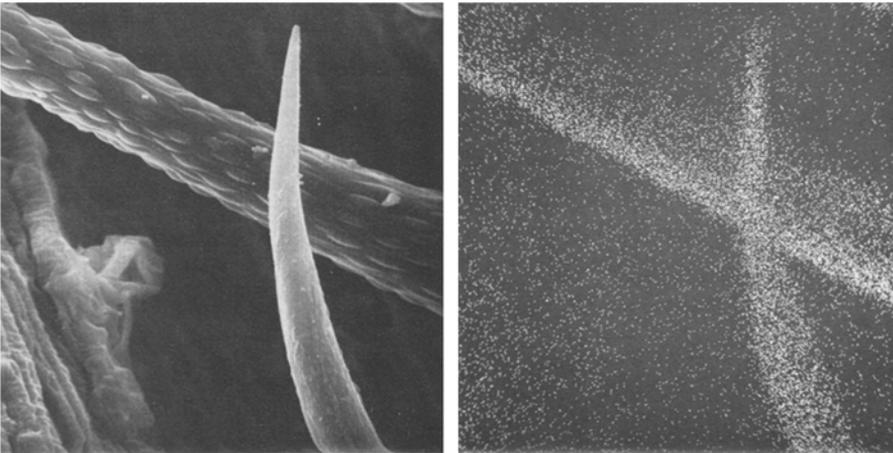


Abb. 4. a) Oberflächenmorphologie eines Brennhaares. b) Elementverteilung: Silicium (energiesdispersives Analysensystem)

Zur zweiten Frage der vitalen Reaktion stellten wir eigene Versuche an Leichen an, wobei der früheste Versuch 1/2 Stunde nach dem Todeseintritt durchgeführt wurde. Die Brennnesseln zu diesen Versuchen wurden jeweils frisch gepflückt und auf Nesselwirkung geprüft. Eine jahreszeitliche Abhängigkeit der Nesselwirkung wurde von uns in den Monaten Mai bis September nicht festgestellt. Körpertestregionen waren Oberschenkel-Innenseite und Ellbeuge. Alle Leichenversuche ver-

liefen bisher negativ, d.h. es erfolgte keinerlei Quaddelbildung nach dem Eintritt des klinischen Todes.

TIERVERSUCHE

Erste Versuche, an der rasierten Schweinehaut mit Brennesseln (*Urtica dioica*) Quaddelbildung zu erzeugen, waren erfolglos. Selbst an der Haut des Rüssels, die als sehr empfindlich anzusehen ist, war eine Quaddelbildung nicht auszulösen.

Aus diesem Grunde wählten wir als zweite Tierart Albino-Ratten (witstar strain) aus. Die ca. 250 g schweren Tiere wurden jeweils am Vortag mit Palmoliv-Rasier-schaum und einem Rasierapparat nach vorheriger Scheerung der Haut glatt rasiert. Die Haut wurde am Versuchstag -sofern erforderlich- mit Ratten-Ringer-Lösung befeuchtet und vorsichtig nachgeschabt. So vorbereitet konnten bei einer ersten Versuchsserie von 12 durch Äthereinatmung leicht vornarkotisierten Tieren durch Brennesseln massive Quaddelbildung (Abb. 5) ausgelöst werden. Die Brennesseln wurden jeweils ca. 30 Minuten vor Versuchsbeginn gepflückt und auf ihre Nesselwirkung geprüft. Zusätzlich zur Nesselwirkung war an den Versuchstieren das Auftreten von Schüttelkrämpfen an den hinteren Extremitäten festzustellen. Wir führen diese Erscheinung auf resorptive Intoxikation durch die Inhaltsstoffe der Brennhaare zurück.



Abb. 5. Quaddeln auf rasierter Rückenhaul von Albinoratten nach leichter Narkotisierung mit Äther

In einer zweiten Versuchsserie wurden jeweils 12 Tiere durch Äthereinwirkung und Decapitation getötet. Vorbereitung der Haut war wie oben beschrieben erfolgt. Die Applikation von Brennesseln erfolgte in gleicher Weise wie zuvor bei den lebenden Versuchstieren, und zwar unmittelbar nach dem Eintritt des Todes. In keinem der Einzelversuche wurde eine Quaddelbildung beobachtet.

In einer weiteren Serie von 12 Versuchstieren wurden die rasierten Ratten decapitiert (Abtrennung des Kopfes im Halsbereich durch einen schnellen und kräftigen Schnitt). Unmittelbar vor dem Setzen des tödlichen Schnittes wurde wiederum die Haut der Versuchstiere mit Brennesseln kontaminiert. Es zeigte sich, daß zwei von zwölf Versuchstieren jeweils 2-3 Quaddeln aufwiesen; diese hatten einen Durchmesser von ca. 1-1,5 mm. Die Höhe entsprach etwa dem Durchmesser. Eine Verwechslung mit der zuvor beschriebenen Quaddelform erschien uns nicht möglich. Die vitalen Quaddeln zeigen mindestens den dreifachen Durchmesser und die dreifache Höhe.

Die Erkenntnisse der Tierversuche ließen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. An lebenden Albinoratten lassen sich nach Entfernung der Haare durch Brennessel-Einwirkung Quaddeln erzeugen. Eine Narkotisierung der Versuchstiere ist ohne wesentlichen Einfluß auf Ausmaß und Umfang der Quaddelbildung.
2. Unmittelbar (in Größenordnung: 30 - 60 Sekunden) nach dem Todeseintritt ließ sich tierexperimentell eine Quaddelbildung *nicht* mehr hervorrufen.
3. Im Verlauf einer kurzen Agonie (Dekapitation der Versuchstiere nach Durchführung der Nesselung) traten nur in 2 von 12 Fällen kleine, ca. 1 - 1,5 mm große Quaddeln auf.
4. Die geringe Ausdehnung und Höhe der bei kurzer Agonie auftretenden Quaddelbildung scheint eine Differenzierung zu solchen Quaddeln zu ermöglichen, deren Vollbild bei intakten Kreislaufverhältnissen erzeugt war.

Die von uns im Tierversuch festgestellten Verhältnisse ließen aus physiologischen Gründen eine Abhängigkeit der Quaddel-Entstehung von einer weitgehenden Intaktheit des Kreislaufsystems annehmen. Um auch diese Frage weiter abzuklären und somit weitere Informationen über die Frage der Quaddel-Entstehung beim Menschen zu erlangen, führten wir 12 Versuche an lebenden Versuchspersonen durch. Als Testobjekt diente die Haut der Ellbeuge. In einer ersten Untersuchungsserie informierten wir uns über die Entstehungsgeschwindigkeit und die Größenordnung von Brennesselquaddeln.

Die frisch gepflückten Brennesseln verursachten in jedem Fall eine schnelle Schmerzreaktion. Danach wurde eine Stoppuhr betätigt und es wurden die zeitlichen Verhältnisse bei der Entstehung der Quaddeln beobachtet. Es zeigte sich, daß zunächst eine unterschiedlich große Hyperämie auftrat, 30 Sekunden später schließlich blasse, ca. 1 mm große Anschwellungen auftraten, die sich im Verlauf

von durchschnittlich 5 bis maximal 7 Minuten zum Vollbild der Quaddelbildung (5 - 7 mm große, ebenso hohe typische Einzelquaddeln) entwickelten. Gelegentlich verbreiterten sich die primären Quaddeln noch bei einzelnen Versuchspersonen bis zu ca. 10 Minuten, wobei bei zunehmender Flächenausdehnung eine Abnahme der Höhe beobachtet wurde. Sofern die Quaddeln sehr nahe beieinander lagen, trat Konfluenz auf. Es wurde uns später berichtet, daß die Quaddeln ca. 6 Stunden nach der Nesselung verschwanden. Eine Überprüfung dieser Angaben war uns jedoch nicht möglich.

In einer weiteren Versuchsserie strebten wir nun eine Unterbindung der örtlichen Blutzirkulation im Nesselgebiet an. Es wurde zunächst die Haut mit einem 10 mm dicken Gummischlauch circular von distal nach proximal hin in vielfachen Windungen komprimiert. Nach Nesselung traten keine Quaddeln auf. Weitere systematische Untersuchungen wurden mit einer Blutdruck-Manschette angestellt. Die Blutdruck-Manschette wurde am Oberarm angelegt und möglichst rasch ein Gegendruck von 180 - 200 mm Hg erzeugt. Diese Werte lagen bei den Versuchspersonen weit (stets mehr als 60 mm Hg) über den systolischen Blutdruckwerten. Die Nesselung erfolgte ca. 30 - 60 Sekunden nach Durchführung der Stauung. Bei keiner der Versuchspersonen traten nun im Verlauf von 10 weiteren Minuten unter Fortbestehen der Stauung Nesselquaddeln auf. Es zeigte sich vielmehr unmittelbar nach dem Eindringen der Brennpaare in die Haut eine Abblassung von ca. 1 - 1,5 mm Größe, danach eine hyperämische, ca. 4 - 5 mm große Zone, in deren Zentrum die Einstichstellen der Nesselhaare vorlagen. In keinem der Fälle wurde auch nur eine geringe Anschwellung der Haut beobachtet, solange die Stauung bestehen blieb.

Wegen der beginnenden erheblichen Schmerzhaftigkeit mußte die Stauung nach 10 Minuten Versuchsdauer beendet werden. Neben der nunmehr einsetzenden massiven reaktiven Hyperämie wurde auch die Ausbildung von sich in üblicher Weise entwickelnden Quaddeln am Ort der primären Nesselung beobachtet. Auch wurden stellenweise feinste Blutungen an der Hautoberfläche an den Eindringstellen der Brennpaare festgestellt.

Die Ausbildung von Quaddeln nach der Einwirkung von Brennesseln wird allgemein auf eine Permeabilitäts-Steigerung der Kapillaren zurückgeführt. Auf eine Diskussion, welchen Punkten der Kapillarwand der wesentlichste Anteil an der Permeabilitäts-Störung zukommt - Endothelzellen, Kittleisten, Basalmembran - wird hier bewußt verzichtet. Wir sehen den Grundmechanismus der Quaddelbildung in einer Steigerung der kapillären Filtrationsrate - Zunahme von $\frac{dV}{dt}$ in der unten angegebenen Formel, die wesentlich vom mittleren Kapillardruck abhängig ist. Die Filtrationsrate läßt sich durch folgende Formel angeben;

$$dV/dt = k \times A(P_K - h_K - P_G + h_G)$$

k = Filtrationskoeffizient (Maß der Permeabilität der Kapillarwand),

A = Kapillaroberfläche

P_K = mittlerer Kapillardruck

h_K = mittlerer intrakapillärer kolloidosmotischer Druck,

P_G = mittlerer Gewebsdruck,

h_G = mittlerer extrakapillärer kolloidosmotischer Druck,

dV/dt = Flüssigkeitsbewegung durch die Kapillarwand.

Die vor allem dem Histamin zugeschriebene Permeabilitäts-Steigerung kann durch eine Erhöhung der Werte für kA und P_K zustandekommen. P_g wird wahrscheinlich ebenfalls ansteigen, h_K möglicherweise abnehmen.

Nach GROSSE-BROCKHOFF setzt die Quaddelbildung bei Urticaria factitia eine starke Arteriolendurchblutung voraus. Möglicherweise liegen gleiche Verhältnisse auch bei Nesselquaddeln vor. Neben der Kapillarpermeabilität dürfte eine Erhöhung des Kapillardrucks in Betracht kommen. Auch der stärkste Druckabfall erfolgt im großen Kreislauf bekanntlich im Bereich der Arteriolen. Nach HABERMANN erhöhen Histamin und Serotonin auch die Durchlässigkeit der Endstrombahn im venulären Bereich.

Unabhängig von den zuvor angeführten theoretischen Erwägungen vertreten wir aufgrund unserer Versuchsergebnisse die Meinung, daß für das Zustandekommen des Vollbildes einer Quaddel beim Menschen eine Mikro-Zirkulation im Gewebe während einer Zeit von ca. 5 Minuten unabdingbar ist. Hingewiesen sei in diesem Zusammenhang auf die Auffassung von BURTON und ASHTON, wonach am Arm ein artiieller Druck von mindestens 12 mm Hg erforderlich ist, um überhaupt eine Zirkulation im Gewebe in Gang zu bringen (sogenannter kritischer Verschußdruck des Gewebes).

Die Beantwortung der an uns gerichteten Fragestellung im Zusammenhang mit dem Tod des 7-jährigen Mädchens erfolgte nach den hier vorgetragenen Ergebnissen.

LITERATUR

- ASHTON, H.: Critical closure in human limbs. Brit. med. Bull. 19, 149 (1963)
- BURTON, A.C.: Physiology and Biophysics of the circulation. Yearbook Med. Public. Chicago, 1965
- BRISTOW, V.G.: Urticaria. Med. J. Aust. II, 441 (1955)
- COLLIER, H.O.J., CHESHER, G.B.: Hydroxytryptamine in nettles. Brit. J. Pharmacol. 11, 186 (1956)
- FLURY, F.: Über die chemische Natur der Nesselgifte Z. ges. exp. Med. 56, 402 (1927)
- GESSNER, O.: Die Gift- und Arzneipflanzen von Mitteleuropa. Heidelberg; Univ. Verlag. C. Winter, 1953
- GUILLERM, R.: Prüfung der lokalen Antihistaminwirkung von dermatologischen Präparaten. Arzneimittel-Forsch. 24, 9, 1350 (1974)

- GROSSE-BROCKHOFF: Pathologische Physiologie. Berlin-Heidelberg-New York; Springer 1969
- HAAS, H.: Über die Brennesselwirkung. *Med. Welt* 20, 180 (1951)
- HABERMANN, H.: Pharmakologisch bedeutsame Inhaltsstoffe von Bienen- und Wespen- giften. *Pharmaz. i.u. Zeit* 5, 145 (1974)
- ILLIG, L.: Experimentelle Untersuchungen bei Kälte-Urticaria. *Klin. Wschr.* 642, (1952)
- ILLIG, L.: Urticaria und Quincke-Ödem. *Fortschr. Med.* 91, 234 (1973)
- LAVES, W., BERG, S.: Agonie. Lübeck: Schmidt-Römhild 1965
- LEWIN, L.: Gifte und Vergiftungen, 1962
- ROTHMANN, S.: Urticarielle Reaktionen auf physikalische Reize. *Hautarzt* 10, 4 (1959)
- STARKENSTEIN, E., WASSERSTROM, TH.: Pharmakologische und chemische Untersuchungen über die wirksamen Bestandteile der *Urtica dioica* und *Urtica urens*. *Arch. exp. Path. Pharm.* 172, 137 (1933)
- STÜTTGEN, G.: Die normale und pathologische Physiologie der Haut. Stuttgart: G. Fischer, 1965
- SIEGENTHALER, W.: Klinische Pathophysiologie. Stuttgart: G. Thieme, 1970
- WIRTH, W., HECHT, G.: Toxikologie-Fibel. Stuttgart: G. Thieme, 1971
- ZIEGLER, G.: Neurovegetative Untersuchungen bei chronischer Urticaria. Aktuelle Probleme der Dermatologie, Basel 1959

Dr. E. BÖHM
Dipl.-Chem. R.D. MAIER
Abt. Gerichtl. Medizin
der Med. Fak. der RWTH
D - 5100 Aachen, Lochnerstr. 4 - 20
Bundesrepublik Deutschland