

## **Postmortale Exsikkation der Fingerbeeren – Ergebnisse systematischer quantitativer und qualitativer experimenteller Untersuchungen**

**W. Weber und K. Munzert**

Abteilung Rechtsmedizin der Medizinischen Fakultät der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, Pauwelsstr. (Neuklinikum),  
D-5100 Aachen, Bundesrepublik Deutschland

### **Desiccation of Fingertips Post Mortem – Stage Classification at Experimental Time Intervals**

**Summary.** To date there have been no results published on qualitative and quantitative time-related changes with regard to desiccation of human fingertips post mortem. The fingertips of 52 hands from 36 corpses were qualitatively examined soon after death (2–6 h) to 120 h post mortem. The quantitative investigations were confined to the tips of the middle fingers. The width of three adjoining ridges of the skin was measured in four defined areas of the middle fingertips, and photographs were taken at intervals of 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 20, 26, 32, 44, 50, 60, 72, 84, 96 and 120 h p.m. Concerning the qualitative test results, four time-related stages were classified macroscopically and by a pocket lens ( $\times 25$ ). Desiccation stage IV correlates to the period 72 h after death in bodies found in apartments. Besides the rough, wrinkled, and brown or black surface of the fingertips, microwrinkles of the epidermis occur on the skin ridges, which have so far not been described. The quantitative results did not show any changes in the width of the skin ridges, independent of age, sex, right or left hand.

**Key words:** Time of death – Mummification of fingertips, early stages

**Zusammenfassung.** Obwohl die Teilmummifikation der Fingerbeeren als spät-postmortale Leichenerscheinung lange bekannt ist, fehlen bisher systematische quantitative und qualitative Untersuchungen. Die Ergebnisse experimenteller quantitativer und qualitativer Untersuchungen an den Fingerbeeren von 52 Händen (von 36 Gestorbenen; 23 Männer und 13 Frauen im Alter von 22–92 Jahren) werden vorgestellt, die in den Intervallen 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 20, 26, 32, 44, 50, 60, 72, 84, 96 und 120 Std p.m. durch Messung von drei benachbarten Hautleistenbreiten in vier verschiedenen Zonen auf

den Mittelfingerbeeren und durch subjektiv-deskriptive Dokumentation von allen Fingerbeeren erzielt wurden. Durch postmortale Exsikkation tritt im Gegensatz zur Waschhautbildung keine Veränderung der Hautleistenbreiten auf. Die qualitativen Veränderungen entsprechen vier phasenartigen Stadien, die bei Leichenfunden in geschlossenen Wohnräumen die Entscheidung über die Dauer der Liegezeit erleichtern. Beim Exsikkations-Stadium IV ist z. B. von einer postmortalen Liegezeit von über 72 Std auszugehen.

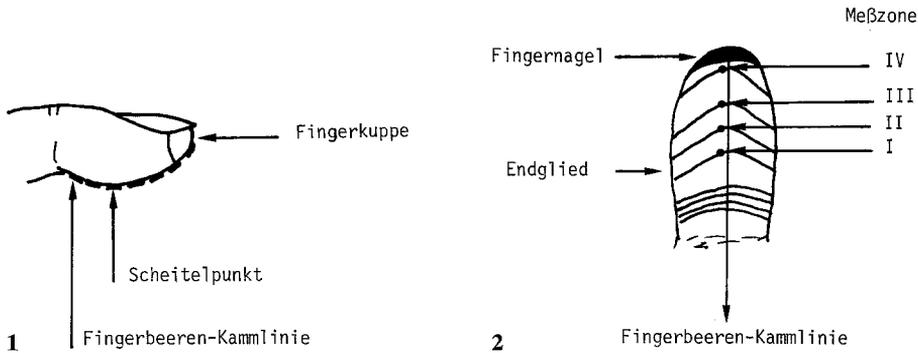
**Schlüsselwörter:** Todeszeitbestimmung, postmortale Exsikkation – Mummifikation, Fingerbeeren

Da zahlreiche Menschen ohne Zeugen sterben und oft erst nach mehreren Tagen in ihren Wohnungen gefunden werden, ergibt sich für den Arzt vor Ort das Problem der Todeszeiteinschätzung. Die „klassischen Todeszeichen“ (Livores, Rigor und Autolyse bzw. Putrifikation) und ihre Ausprägungsgrade, sowie die Auskühlung lassen bei Liegezeiten von mehr als 48 Std keine hinreichend genaue Rekonstruktion der Todeszeit mehr zu. Die von Daldrup (1979) beschriebene Analyse des postmortalen Eiweißzerfalls ist am Leichenfundort undurchführbar und schwerlich praktikabel, weil spezielle Erfahrung und entsprechende apparative Voraussetzungen notwendig sind. Metamorphosestadien von Insekten gestatten bedingt Aussagen über Liegezeiten in der spätpostmortalen Phase (Reiter und Wollenek 1982, 1983), gelten aber nur für warme Jahreszeiten.

Die Teilmummifikation der Fingerbeeren wird in der fachspezifischen Literatur als spätpostmortale Leichenerscheinung bezeichnet (v. Hofmann 1876; Natori 1927; Strauch 1928; Merkel und Walcher 1945; Schmidt 1973; Hänsch 1974; Mueller 1975; Forster und Ropohl 1976; Prokop und Göhler 1976; Petersohn 1982; Maresch 1983). Eine systematische Untersuchung dieses Exsikkationsprozesses an den oberen Extremitätenakren und der Versuch einer zeitlichen Zuordnung erfolgte bisher nicht. Mit systematischen experimentellen Untersuchungen sollte geklärt werden, ob es zeitliche Abhängigkeiten zwischen Leichenzeit und Ausprägungsgrad postmortaler Zustandsänderungen der Fingerbeeren gibt, die als praktisch anwendbare Kriterien die Einschätzung der Liegezeit von mehr als 48 Std erleichtern.

## Methodik

In der frühen postmortalen Phase (2–6 Std p. m.) wurden von 36 Gestorbenen (23 Männer und 13 Frauen im Alter von 22–92 Jahren) die Fingerbeeren von insgesamt 52 Händen untersucht. Vor Versuchsbeginn mußten folgende Kriterien erfüllt sein: genaue Kenntnis der Todeszeit, trockener Fundort, unverletzte und trockene obere Extremitäten, kein sekundärer Flüssigkeitskontakt der Hände. Sodann erfolgte die Überprüfung der bekannt gewordenen Todeszeit – (durch Messungen der Leberkerntemperatur und der Oberschenkelkerntemperatur, durch die Auslösung des idiomuskulären Wulstes und Testung der neuromuskulären Erregbarkeit der Mimikmuskulatur, durch die Kontrolle der Totenflecke und der Totenstarre in ihren Ausprägungsgraden) –, bevor die Gestorbenen in einen geschlossenen, auf Zimmertemperatur beheizten trockenen Raum (3,5 × 2,5 × 2,5 m) gebracht und die Hände in Supinationsstellung fixiert wurden. Am Untersuchungsplatz wurde das „Mikroklima“ mit



**Abb. 1.** Lokalisation der Fingerbeeren-Kammlinie

**Abb. 2.** Lokalisation der Meßzonen I–IV auf einer Mittelfingerbeere

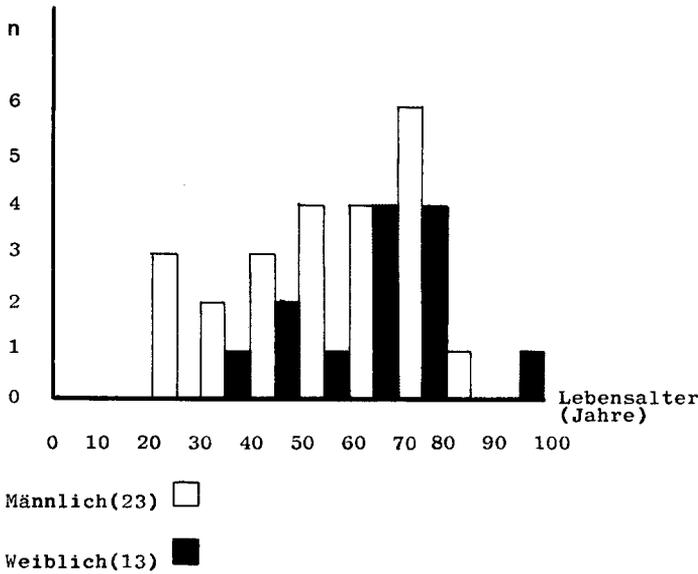
Hilfe eines Thermo-Hydro-Barographen kontinuierlich aufgezeichnet. Die fotografische Dokumentation erfolgte unter Einsatz eines Operationsmikroskops mit Fotoeinrichtung (OPMI I der Fa. Carl Zeiss). Von den Mittelfingerbeeren wurden Übersichtsaufnahmen und Detailaufnahmen in den Zeitintervallen 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 20, 26, 32, 44, 50, 60, 72, 84, 96 und 120 Std p. m. angefertigt. Durch standardisierte Fotos wurden die als Meßstrecken dienenden Breiten von jeweils drei benachbarten Hautleisten an vier gekennzeichneten Meßzonen (I–IV) nahe der Fingerbeerenkammlinie dokumentiert. Letztere zieht über das Fingerbeerenrelief durch den Scheitelpunkt der Fingerbeere und parallel zur Phalangenlängsachse. Die Meßzone II wurde in Höhe des Fingerbeerenscheitelpunkts lokalisiert, um ca. 5 Leistenbreiten proximal bzw. distal versetzt die Meßzonen I bzw. III und die Meßzone IV weitere 10 Leistenbreiten distal in Richtung auf die Fingerbeeren Spitze (Abb. 1 und 2).

Die quantitative Auswertung erfaßte insgesamt 8412 Einzelmessungen von den 624 ( $= 3 \times 4 \times 52$ ) Meßstrecken bei Beobachtungszeiten bis zu 120 Std p. m. und 701 Zeitintervallen. Die qualitativen Untersuchungen erstreckten sich auf die subjektiv-deskriptive Beurteilung successiv auftretender Oberflächenveränderungen nach Form und Farbe der Fingerbeeren aller 52 Hände, wie auch auf die 3505 Farbfotodokumentationen von den Mittelfingerbeeren ( $= 701$  Übersichtsaufnahmen plus je 4 Detailfotos zu den 701 Zeitintervallen).

## Ergebnisse

Die Aufgliederung des Untersuchungsguts nach Altersgruppen und Geschlecht zeigt Abb. 3. Bis auf die 60–70jährigen überwiegt in den anderen Altersgruppen das männliche Geschlecht. An 18 Händen begannen die Untersuchungen 2 Std p. m., an 3 Händen 3 Std, an 4 Händen 4 Std p. m., an weiteren 3 Händen 5 Std und an 24 Händen erst nach 6 Std p. m. Da verständlicherweise für Langzeitversuche Grenzen gesetzt sind, erstreckte sich die Untersuchungszeit in allen Fällen mindestens auf 50 Std, für 51 Hände auf 60 Std, für 39 Hände auf 72 Std, für 20 Hände auf 96 Std, sowie für 4 Hände auf 120 Std (Tab. 1).

Durch die 8412 Einzelmessungen der 624 Meßstrecken konnte nachgewiesen werden, daß im Gegensatz zu den Leistenbreitenveränderungen während der Waschhautbildung bei der postmortalen Exsikkation in den Beobachtungszeiten bis zu 120 Std keine Breitenversmälnerungen der Fingerbeerenhautleisten auftraten.



**Abb. 3.** Untersuchungsgut nach Altersgruppen und Geschlecht

**Tabelle 1.** Anzahl der quantitativ und qualitativ untersuchten Mittelfingerbeeren und Untersuchungszeiten

h.p.m.	Männlich und weiblich			Männlich			Weiblich		
	Ge- samt	Links	Rechts	Ge- samt	Links	Rechts	Ge- samt	Links	Rechts
2	18	14	4	12	9	3	6	5	1
3	21	17	4	14	11	3	7	6	1
4	25	21	4	16	13	3	9	8	1
5	28	23	5	18	14	4	10	9	1
6	52	36	16	34	23	11	18	13	5
7	52	36	16	34	23	11	18	13	5
8	52	36	16	34	23	11	18	13	5
12	52	36	16	34	23	11	18	13	5
20	52	36	16	34	23	11	18	13	5
26	52	36	16	34	23	11	18	13	5
32	52	36	16	34	23	11	18	13	5
44	52	36	16	34	23	11	18	13	5
50	52	36	16	34	23	11	18	13	5
60	51	35	16	34	23	11	17	12	5
72	39	26	13	25	16	19	14	10	4
84	27	17	10	16	10	6	11	7	4
96	20	12	8	13	8	5	7	4	3
120	4	3	1	4	3	1	–	–	–
	701	492	209	458	314	144	243	178	65

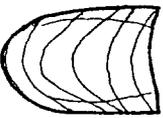
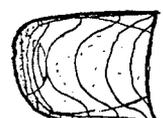
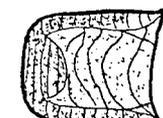
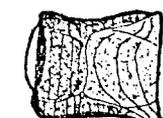
I	II	III	IV
Seitenansicht: Postmortale Formveränderungen durch Retraktion und Farbverschiebungen			
			
Aufsicht: Postmortale Farbverschiebungen am Fingerendglied			
			
Querschnitt: Postmortale Formveränderungen durch Retraktion			
			
Aufsicht: Postmortale Formveränderungen und Farbverschiebungen			
			

Abb. 4. Schematische Einteilung der Fingerbeeren-Teilummifizierung in 4 Exsikkationsstadien

Von den qualitativen Veränderungen der Fingerbeeren während der fortschreitenden postmortalen Liegezeit waren trotz der Fingerbeerenasymmetrien, der Unterschiede im Leistenrelief und der unterschiedlichen primären Pigmentierung bzw. Farbtönung an allen Fingerbeeren phasenhaft gleichartige Zustandsbilder zu erkennen.

Nach den subjektiv-deskriptiven Aufzeichnungen von den Zustandsbildern aller untersuchten Fingerbeeren konnte für die verschiedenen Zeitintervalle in Verbindung mit den Fotoserien von den Mittelfingerbeeren der Versuch einer Einteilung in vier Exsikkationsstadien nach den Farbverschiebungen und den Formveränderungen des Oberflächenreliefs (Abb. 4) unternommen werden:

Im Stadium I waren bis zu 12 Std p. m. an den Fingerbeeren praktisch keine Oberflächenveränderungen subjektiv wahrnehmbar.

Erst nach einer Liegezeit von 20–26 Std p. m. wurden im Stadium II an der distalen Fingerspitze eine Abflachung, sowie an der radialen und ulnaren Fingerbeeren-Lateralfläche eine beginnende bzw. dann successiv sich verstärkende Längsfaltenbildung sichtbar, wie auch eine gelblich-bräunliche bis rötlich-bläuliche Farbtönung.

Im Stadium III waren nach 32–60 Std p. m. eindeutige Trockenfalten an den Lateralflächen vorhanden, zudem eine Einbuchtung der Fingerbeeren spitze unterhalb des freien Nagelrandes. Die Farbtönung war intensiver geworden und hatte auch die medialen Anteile der Fingerbeeren erfaßt.

Im Stadium IV, – nach 72 Std erreicht, – zeigte die Fingerbeeren spitze eine deutliche Abflachung und erschien – wie auch die Lateralflächen – braun bis bläulich-schwärzlich verfärbt. Das mediozentrale Areal wurde jetzt ebenfalls von den Trockenfalten durchzogen. Zudem erschienen auf den einzelnen Hautleisten bei Lupenvergrößerung (25-fach) vereinzelt schräg und quer ziehende Mikrofalten der Epidermis, welche mit der Liegezeit zahlenmäßig stark zunahmen.

Zur retrospektiven Überprüfung dieser Einteilung der Exsikkationsstadien I–IV wurden die Fotoserien von den Mittelfingerbeeren zur Klärung der Fragen herangezogen, wann und wie häufig die den einzelnen Exsikkationsstadien zugeordneten Merkmale zutreffend waren. Sie hatten eine Trefferquote von 91% (638 von 701 Zeitintervallen = 100%, siehe Tab. 2).

Um die naturgemäß schwankenden klimatischen Bedingungen am Untersuchungsplatz vergleichen zu können, wurden für die einzelnen Untersuchungsreihen die arithmetischen Mittelwerte der relativen Luftfeuchtigkeit, der Lufttemperatur und des Luftdrucks über die Versuchsdauer berechnet.

Nach der Analyse der 9% abweichenden qualitativen Ergebnisse von den Exsikkationsstadien I–IV entfielen 3% auf Verzögerungen und 6% auf Beschleunigungen. Die Verzögerungen ließen sich auf eine höhere relative Luftfeuchtigkeit von mehr als 50% (bis zu 74%), die Beschleunigungen auf eine niedrigere relative Luftfeuchtigkeit von weniger als 50% (bis zu 36%) zurückführen.

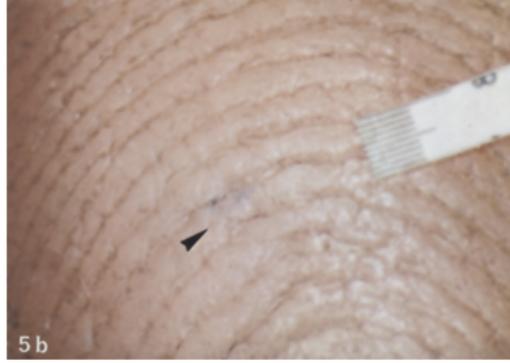
Der mögliche Einfluß der Umgebungstemperatur (15–24°C), des Luftdrucks (749–773 mm Hg) und des Alters (22–92 Jahre) auf die beschleunigten und verzögerten Abweichungen von den durchschnittlich beobachteten Exsikkationsstadien wurde anhand ihrer Verteilung auf die Stadien I–IV überprüft.

**Tabelle 2.** Stadien postmortaler Exsikkation an den Mittelfingerbeeren, gleichartiges Verhalten und Abweichungen

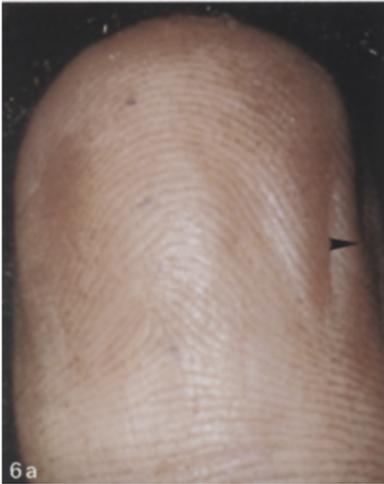
Stadium	h.p.m.	Männlich			Weiblich		
		Links	Rechts	Beidseits	Links	Rechts	Beidseits
I	bis 5	alle	alle	alle	alle	alle	alle
	6	22/23	9/11	31/34	13/13	4/5	17/18
	12	20/23	9/11	29/34	9/13	4/5	13/18
	20	3/23	1/11	4/34	–	–	–
II	6	1/23	2/11	3/34	0/13	1/5	1/18
	12	3/23	2/11	5/34	4/13	1/5	5/18
	20	18/23	9/11	27/34	11/13	5/5	16/18
	26	19/23	10/11	29/34	10/13	4/5	14/18
	32	3/23	1/11	4/34	4/13	1/5	5/18
	44	1/23	0/11	1/34	1/13	0/5	1/18
III	20	2/23	1/11	3/34	2/13	0/5	2/18
	26	4/23	1/11	5/34	3/13	1/5	4/18
	32	20/23	10/11	30/34	9/13	4/5	13/18
	44	21/23	11/11	32/34	11/13	5/5	16/18
	50	22/23	10/11	32/34	11/13	4/5	15/18
	60	20/23	9/11	29/34	9/12	4/5	13/17
	72	2/16	1/9	3/25	1/10	0/4	1/14
	84	1/10	0/6	1/16	–	–	–
IV	44	1/23	0/11	1/34	1/13	0/5	1/18
	50	1/23	1/11	2/34	2/13	1/5	3/18
	60	3/23	2/11	4/34	3/12	1/5	4/17
	72	14/16	8/9	22/25	8/9	4/4	12/13
	ab 84	9/10	6/6	15/16	alle	alle	alle
	ab 96	alle	alle	alle	alle	alle	alle
	120	alle	alle	alle	alle	alle	alle

■ Gleichartiges Verhalten; □ Abweichungen; *links* linke Mittelfingerbeere; *rechts* rechte Mittelfingerbeere; *beidseits* linke und rechte Mittelfingerbeere; *h.p.m.* Stunden nach dem Tode; *Zähler* Anzahl der Mittelfingerbeeren, die zu diesem Zeitpunkt Veränderungen des angegebenen Stadiums aufwiesen; *Nenner* Anzahl der Mittelfingerbeeren, die den Untersuchungen zu dem angegebenen postmortalen Zeitpunkt zur Verfügung standen

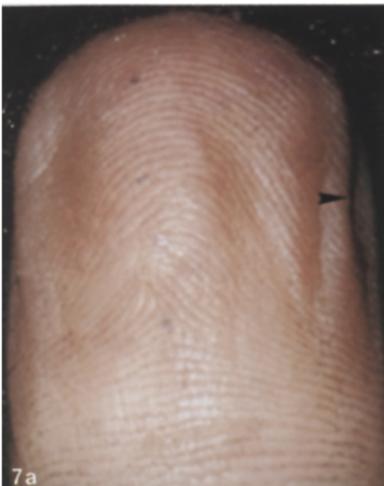
Es ergab sich eine so gleichmäßige Verteilung der Abweichungen, daß ein Einfluß dieser Faktoren nicht festzustellen war. Nach entsprechender Prüfung erwiesen sich Geschlecht, Händigkeit (*rechts*, *links*), oder der unterschiedliche Versuchsbeginn nicht als ursächliche Faktoren für die Fehleinschätzungen, die sich aus dem Befund des Oberflächenreliefs der Fingerbeeren und der zeitlichen Korrelation ergeben hatten.



**Abb. 5a, b.** Mittelfingerbeere 6 Std p. m. **a** Übersicht; **b** vergrößerter Ausschnitt, 25-fach. Der *Pfeil* weist auf die Markierung der Meßzone III



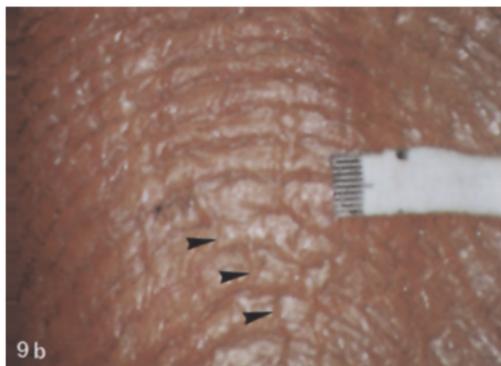
**Abb. 6a, b.** Mittelfingerbeere 12 Std p. m.



**Abb. 7a, b.** Mittelfingerbeere 26 Std p. m., beginnende Faltenbildung an den Lateralfächen sowie Farbverschiebung



**Abb. 8a, b.** Mittelfingerbeere 48 Std p. m., eindeutige Trockenfalten an den Lateralfächern, Einbuchtung der Fingerbeerenspitze, intensivere Farbtönung



**Abb. 9a, b.** Mittelfingerbeere 72 Std p. m., deutliche Abflachung der Fingerbeerenspitze, schärfere Profilierung der Trockenfalten, vereinzelte Mikrofalteln auf den Hautleisten



**Abb. 10a, b.** Mittelfingerbeere 96 Std p. m., knittrige Epidermis, multiple Mikrofalteln auf den Hautleisten

## Diskussion

Ausgehend von den Erfahrungen, quantitative und qualitative Veränderungen des Oberflächenreliefs bei der Waschhautbildung mit der Wässerungszeit zu korrelieren (Weber 1978, Weber und Laufkötter 1984), wurden nunmehr frühe postmortale Mumifikationsstadien der Fingerbeeren systematisch untersucht – mit dem Ziel, bei Leichenfunden in geschlossenen Räumen die Todeszeit nach mehr als 48 Std Liegezeit genauer einschätzen zu können.

Da für den Vergleich veränderlicher Meßgrößen auf den Fingerbeeren nur die Veränderungen mit ihren prozentualen Relationswerten sinnvoll erschienen, ließen sich die Messungen als pars pro toto auf je drei Leistenbreiten pro Meßzone (I–IV) und auf die Mittelfingerbeeren der untersuchten Hände beschränken. Durch den mit der Exsikkation einhergehenden Volumenverlust wurde mit einer zeitlich abhängigen Verschmälerung der Hautleistenbreiten gerechnet. Es konnte jedoch an den definierten Meßstrecken aller 52 Mittelfingerbeeren während der Untersuchungsintervalle zwischen 2 und 120 Std p. m. niemals eine Verschmälerung der Leistenbreiten gemessen werden; ob sie überhaupt, d. h. in den ersten beiden Stunden nach dem Todeseintritt stattfindet, bleibt zweifelhaft. Somit sind aus den Ergebnissen der quantitativen Untersuchungen folgende Rückschlüsse zu ziehen:

Innerhalb der untersuchten Zeitintervalle (2–120 Std) haben die unterschiedliche Lokalisation der Meßstrecken auf den Fingerbeeren, die Händigkeit (rechts, links), das Geschlecht, das Individualalter, das Mikroklima am Untersuchungsplatz und die Liegezeiten keinen Einfluß auf die Meßstrecken der Leistenbreiten.

Trotz der Asymmetrien und Unterschiede der Leistenreliefs, sowie der verschieden marmorierten Farbtonung und primären Pigmentierung aller Fingerbeeren treten gleichartige phasenhafte Zustandsbilder bei fortschreitender postmortaler Liegezeit auf. Nach den metrisch gewonnenen Erkenntnissen erschien der Versuch zweckmäßig, rein deskriptiv die qualitativen Formveränderungen und Farbveränderungen zu erfassen, und sie den postmortalen Zeitphasen zuzuordnen.

Das Stadium I umschreibt das Zustandsbild der Fingerbeeren in der frühen postmortalen Phase, das bis zu 12 Std praktisch unverändert bleibt. (Abb. 5 und 6).

Das Stadium II ist nach 20–26 Std p. m. erreicht, nachdem sich an der distalen Fingerbeeren spitze und an den Lateralflächen eine beginnende Längsfaltenbildung sowie eine gelblich-bräunliche bis rötlich-bläuliche Farbtonung eingestellt hat (Abb. 7).

Im Stadium III sind nach 32–60 Std p. m. an den Lateralflächen eindeutige Trockenfalten und an der Fingerbeeren spitze unterhalb des freien Nagelrandes eine deutliche Einziehung ausgeprägt (Abb. 8). Die dunkle Farbtonung hat die gesamte Fingerbeere ergriffen.

Im Stadium IV sind nach 72 Std. p. m. die Trockenfalten stärker profiliert und haben auch den mediozentralen Anteil der Fingerbeeren erfaßt (Abb. 9a). Bei 25-facher Lupenvergrößerung erkennt man zudem, daß die Leistenhaut stellenweise knittrig geworden ist, und daß auf den einzelnen Hautleisten in un-

terschiedlicher Verteilung schräg und quer verlaufende Mikrofalten der Epidermis erscheinen (Abb. 9b). Die Beobachtung dieser Mikrofalten ist neu und wurde in der bisherigen fachspezifischen Literatur noch nicht beschrieben.

Diese vier Stadien lassen sich mit bloßem Auge und bei Lupenvergrößerung differenzieren. Bei Ausnahmebedingungen – (sehr hohe oder sehr niedrige relative Luftfeuchtigkeit) – sind Verschiebungen in den zeitlichen Korrelationen möglich. Luftdruck und Zimmertemperatur, Alter, Geschlecht und Händigkeit (rechts, links) haben dagegen keinen Einfluß.

Da man in der Praxis am Leichenfundort die Primärfarbe der Fingerbeeren nicht als bekannt voraussetzen kann, besteht die Möglichkeit, z. B. bei Intensiv-Rauchern bräunlich getönte Kältefalten der Fingerbeeren (Weber 1982) fälschlich den Exsikkationsstadien II oder III zuzuordnen. Ein Vergleich mit dem Ausprägungsgrad der klassischen Todeszeichen führt jedoch zur Korrektur eines solchen Irrtums. Eine Verwechslungsmöglichkeit mit dem Exsikkationsstadium IV gibt es nicht. Insofern halten wir das Stadium IV der postmortalen Fingerbeeren-Exsikkation für ein sicheres Kriterium, welches eine spätpostmortale Liegezeit von mehr als 48 Std in geschlossenen Räumen bestätigt. Wenn das Stadium IV vorliegt, kann man von einer Liegezeit von mehr als 72 Std, bei starkem Ausprägungsgrad von mehr als 96 Std (Abb. 10) ausgehen.

## Literatur

- Daldrup T (1979) Postmortaler Eiweißzerfall in menschlichen Organen. Reaktionen und zeitliche Zusammenhänge. Triltsch, Düsseldorf
- Forster B, Ropohl D (1976) Rechtsmedizin. Enke, Stuttgart
- Hänsch G (1974) An Unusual Case of Body Mummification. *Z Rechtsmed* 75:225–227
- Hofmann v E (1876) Lehrbuch der Gerichtlichen Medizin. Urban und Schwarzenberg, Wien-Leipzig
- Maresch E (1983) Angewandte Gerichtsmedizin. Urban und Schwarzenberg. Wien München Baltimore
- Merkel H, Walcher K (1945) Gerichtsärztliche Diagnostik und Technik. Hirzel, Leipzig
- Mueller B (1975) Gerichtliche Medizin. Bd 1. Springer, Berlin Heidelberg New York
- Natori H (1927) Zwei seltsame Fälle von Mumifizierung in Japan. *Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med* 9:723–725
- Petersohn F (1982) Gerichtliche Medizin. Bd 1. Kriminalistik, Heidelberg
- Prokop O, Göhler W (1976) Forensische Medizin. Fischer, Stuttgart New York
- Reiter C, Wollenek G (1982) Bemerkungen zur Morphologie forensisch bedeutsamer Fliegenmaden. *Z Rechtsmed* 89:197–206
- Reiter C, Wollenek G (1983) Zur Artbestimmung der Puparien forensisch bedeutsamer Schmeißfliegen. *Z Rechtsmed* 91:61–69
- Schmidt G (1973) Perimortale Reaktionen. In: Eisen G (Hrsg) Handwörterbuch der Rechtsmedizin für Sachverständige und Juristen (Bd. 1, S, 190–193)
- Strauch G (1928) Beiträge zur natürlichen Mumifikation menschlicher Leichen. *Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med* 12:259–269
- Weber W (1978) Zur Waschhautbildung der Fingerbeeren. *Z Rechtsmed* 81:63–66
- Weber W (1982) Flüssigkeitspenetration durch Leistenhaut. *Z Rechtsmed* 58:185–193
- Weber W, Laufkötter R (1984) Stadien postmortaler Waschhautbildung – Ergebnisse systematischer qualitativer und quantitativer experimenteller Untersuchungen. *Z Rechtsmed* 92:277–290