

Zum Erstickungstode beim Verschluß der Atemöffnungen durch Sand*

H. Maxeiner und V. Schneider

Institut für Rechtsmedizin der Freien Universität Berlin, Hittorfstr. 18, 1000 Berlin 33

Death by Suffocation as a Result of Occlusion of the Respiratory Tract by Sand

Summary. Eleven cases are reported in which death occurred because of suffocation as a result of occlusion of the respiratory tract by sand (without thoracic compression: 3 cases) or being buried alive (8 cases). Two tables demonstrate the findings and circumstances in the events. Three cases are described in detail. A 22-year-old woman was manhandled by blows and kicks to the head and neck. She became unconscious and her head and neck were covered by a layer of sand so that she suffocated. A 42-year-old man was smothered, while unconscious, in a prone position with his face in the sand, after hard blows to the head by two culprits. A 17-year-old girl finally died by choking. Previously the culprit had pressed her face into the ground, so that she aspirated particles of soil. The question of vital reactions during aspiration of sand was investigated by microscopic examination of the content of the air passage and by destroying parts of the lungs by sulphuric acid. Minimal aspiration of sand occurred in all cases. Although the post-mortem remains were left in the ground, there was no postmortem penetration of sand into the air passage. Histological examinations were carried out to support the diagnosis of violent suffocation. In some cases, there were remarkable findings (mobilization of alveolar cells, hepatocellular hydropic degeneration), but there were no typical or unanimous findings that pertained to all cases.

Key words: Suffocation – Being buried alive – Sand aspiration

Zusammenfassung. Detaillierte Beschreibung von drei Tötungsdelikten, bei denen ein Verschluß der Atemöffnungen durch Sand oder Erde (ohne gleichzeitige Verschüttung des ganzen Körpers) als zum Tode beitragende Bedingung zu erörtern war. Tabellarische Übersicht der Umstände und

* Herrn Prof. Dr. med. W. Janssen zum 60. Geburtstag
Sonderdruckanfragen an: Dr. H. Maxeiner (Adresse siehe oben)

Befunde von zwei weiteren Tötungsfällen sowie sechs Unglücksfällen durch Verschüttung. Wie bei anderen Erstickungsarten kann die Todesursache meist nur indirekt abgeleitet werden. Bei aufgrund der Fundsituation oder eines Aspirationsbefundes anzunehmenden Erstickungsvorgang entstehen unter Umständen Schwierigkeiten der Abgrenzung bei weiteren, potentiell todesursächlichen Verletzungen. Histologische Untersuchungen können unter günstigen Bedingungen die Reihenfolge verschiedener Einwirkungen klären helfen. Im Hinblick auf vitale Reaktionen auf den Erstickungsvorgang ergab die Histologie in einigen Fällen bemerkenswerte Befunde, jedoch kein insgesamt einheitliches Bild. Sandpartikel werden (auch bei freier Thoraxexkursion) nur in geringem Umfang aspiriert. Dem subtilen, auch topographische Gesichtspunkte einschließenden Nachweis des Fremdmaterials in Atemwegen und Lungen kommt eine besondere Bedeutung zu. Bei der Interpretation dieses Befundes wird eine Unterscheidung, ob es sich um ein nicht entscheidendes, agonales Aspirieren oder um einen tödlichen Erstickungsvorgang gehandelt hat, außerordentlich schwierig und manchmal auch nicht sicher möglich sein.

Schlüsselwörter: Ersticken – Sandaspiration – Verschüttung

Bei der Untersuchung einer Leiche, die von Sand (oder Erde) bedeckt aufgefunden wird, ist zu klären, ob die Person noch zu Lebzeiten „begraben“ (oder verschüttet) worden ist oder erst nach dem Tode. Eine zentrale Bedeutung kommt hierbei — wie bei anderen Erstickungsarten infolge Verschlusses der Atemöffnungen durch festes oder flüssiges Material — einer Aspiration des Fremdmaterials zu. Findet sich eine solche, so wird der Schluß berechtigt sein, das Opfer habe während bzw. nach dem Vergraben (Verschütten) noch geatmet; andererseits schließt eine fehlende Aspiration aber einen solchen Vorgang nicht sicher aus; schließlich bleibt zu überprüfen, ob im konkreten Fall auch mit einem postmortalen Eindringen des Verschüttungsmaterials in die Atemwege gerechnet werden muß. Eine massive Aspiration des Fremdmaterials scheint sowohl nach Berichten im älteren Schrifttum [1, 10, 14, 23–26, 36] als auch nach den eigenen Erfahrungen in diesen Fällen regelmäßig nicht zustande zu kommen; hierin besteht ein deutlicher Unterschied zu eigentlichen Aspirations-Todesfällen, über die kürzlich wieder ausführlich berichtet wurde [22]. Anhand einer Reihe bemerkenswerter Fälle sollen die besonderen Fragestellungen erörtert werden.

Material and Methoden

Zur Auswertung standen die Ergebnisse der gerichtlichen Leichenöffnungen von 11 Fällen (5 Tötungsdelikte, 6 Unglücksfälle) zur Verfügung, bei denen ein Verschluß der Atemöffnungen durch Sand oder ähnliches Material als eine zum Tode beitragende Bedingung zu diskutieren war.

In 5 der Fälle (3 der Tötungen) erfolgte die Obduktion unter spezieller Berücksichtigung der oben genannten Fragestellungen (Fälle 1, 2, 3, 6, 11). In den Fällen 1–4, 6–8 sowie 10 und 11 konnten histologische Untersuchungen der Organe, insbesondere der Lungen und der

Tabelle 1. Tötungsdelikte

Alter, Geschlecht	Umstände, Fundsituation, Leichenalter	Hergang, Verletzungen	Lungenbefund, Sandaspiration (Menge nach Lungenveraschung)
1 22 Jahre, ♀ (517/83)	Unbekleidet in Rückenlage auf einem Spielplatz aufgefunden; Kopf und Brust sandbedeckt. Sektion 10–15 h.p.m.	Multiple (histologisch: kurz überlebte) stumpfe Einwirkungen (Schläge, Tritte) gegen Kopf und Hals	Lungenblähung +++ . Alveolarrupturen; subpleurale Patechien. Wenig Sand in Pharynx, Trachea und Bronchien; (182 mg)
2 42 Jahre, ♂ (321/80)	In Bauchlage auf Kinderspielplatz aufgefunden, Gesicht im Sand. Sektion ca. 30 h.p.m.	Multiple (histologisch: kurz überlebte) massive stumpfe Einwirkungen (Schläge, Tritte) gegen Kopf und Hals	Lungenblähung ++; interstitielles Emphysem neben Dystelektasen; alveoläres Ödem und Alveolarzellmobilisation; wenige Sandkörnerchen in der Trachea
3 17 Jahre, ♀ 312/84	In Bauchlage, z. T. durch Gestrüpp verdeckt aufgefunden. Gesicht dem Erdboden anlegend. Sektion 18 h.p.m.	Bewußtlos geschlagen (Faustschläge gegen Kopf), in Bauchlage vergewaltigt und letztlich erwürgt worden; ferner Zuhalten des Mundes; später Beatmungsversuche	Lungenblähung +++; interstitielles Emphysem; Alveolarrupturen; subpleurale Patechien; reichlich Pflanzenbestandteile und etwas Sand in Trachea und Bronchien; (7 mg)
4* 17 Jahre, ♀ (576/83)	In Bauchlage in etwa 1,5 m tiefem Erdgrab aufgefunden. Liegezeit etwa 8 Monate	Fäulnis +++ . Täter: bis zur Bewußtlosigkeit gewürgt, in eine Grube geworfen, bewegte sich noch; Grube rasch zugeschüttet	Erst bei mikroskopischer (Ausstrich-) Untersuchung wenig Sand in Kehlkopf und Trachea
5** 26 Jahre, ♂ (579/77)	In rechter Seitenlage in etwa 1 m tiefem Erdgrab aufgefunden. Liegezeit etwa 3 Monate	Fäulnis +++ . Hammerschläge gegen den Kopf; Kopfsteckschuß. Täter: Opfer noch lebend begraben	Reichlich Sand in Luftröhre und Bronchien

* D. Cabanis, H. Bratzke (1985)
** H. Bratzke, V. Schneider, W. Dietz (1982)

Tabelle 2. Unglücksfälle

Alter, Geschlecht	Umstände, Fundsituation Leichenalter	Hergang, Verletzungen	Lungenbefund, Sandaspiration (Menge nach Veraschung)
6 12 Jahre, ♂ (336/84)	In etwa 80 cm Tiefe völlig sandverschüttet in Sandkasten (Spielplatz) aufgefunden. Sektion ca. 3½ Tage p.m.	Beim Spielen (Ausschachtungen und Höhlenbau im Sandkasten) verschüttet worden; später (1–2 Std danach?) vermißt und ausgegraben worden; Reanimationsversuche ohne Erfolg	Überblähung mit interstitiellem Emphysem neben Dystelektasen. Teils hämorrhagisches alveoläres und interstitielles Ödem. Fettembolie. Subpleurale Blutungen. Wenige Sandkörnerchen in Nasenhöhlen, Trachea und Bronchien; (ca. 5 mg)
7 54 Jahre, ♂ (24/83)	Wurde nach Verschüttung des ganzen Körpers durch Sand (ca. 80 cm) rasch geborgen; Reanimationsversuche ohne Erfolg. Sektion ca. 5 Tage p.m.	Bei Ausschachtung in einem Keller durch nachrutschenden Sand verschüttet worden. Keine Verletzungen	Lungenblähung mit interstitiellem Emphysem. Alveolarrupturen. Sand im Mundvorhof. Makroskopisch keine weitergehende Sandaspiration
8 31 Jahre, ♂ (515/72)	Rasch nach Verschüttung durch nachrutschenden Sand aus Baugrube geborgen, Reanimation, Intensivstation, Tod 2 Tage nach dem Unfall. Sektion 5 Tage p.m.	Oberschenkelfraktur rechts. Hypoxische Hirnschädigung, zentrale Dysregulation	Lungenblähung (Zustand nach Beatmung). Geringe Sandauflagerungen auf der Kehlkopfschleimhaut
9 22 Jahre, ♂ (142/69)	In Baugrube durch nachrutschenden Sand verschüttet worden, rasch geborgen, Toteinlieferung.	Lag ca. 10 min unter einer 50 cm dicken Schlammsschicht (Eindringen von Wasser in die Grube)	Lungenblähung. Etwas Sand in Ösophagus, Trachea und Bronchien
10 71 Jahre, ♀ (466/84)	Nach mehrstündigen Bergungsarbeiten aus zum Teil eingestürzten Haus vollständig verschüttet geborgen. Sektion 5 Tage p.m.	Oberflächliche Verletzungen; Fraktur des rechten Schambeines; fortgeschrittene Arteriosklerose	Lungenblähung; Sand und Mauersechutt in Mund- und Nasenhöhle, kaum in der Trachea; (14 mg)
11 43 Jahre, ♀ (467/84)	Nach mehrstündigen Bergungsarbeiten aus zum Teil eingestürzten Haus vollständig verschüttet geborgen (s. auch Fall 10). Sektion 5 Tage p.m.	Massive Blutstauung im Kopf- und Halsbereich (Druckstauung); Knickung zweier Rippen	Keine Sandaspiration makroskopisch erkennbar, nach Veraschung der Lungen nur ganz vereinzelte Sandkörnerchen

Leber (Gefrierschnitte mit Fettfärbung sowie Paraplastschnitte) durchgeführt werden; in den Fällen 3 und 4 war die Aussagekraft allerdings durch die fortgeschrittene Fäulnis weitgehend aufgehoben. In den Fällen 1, 3, 6, 10 und 11 wurden die — nach Entnahme von Proben für die Histologie verbliebenen — Lungen zur Bestimmung evtl. aspirierten Sandes feucht verascht; zum Vergleich wurde eine solche Untersuchung bei 10 Todesfällen aus dem laufenden Obduktionsgut durchgeführt, bei denen eine Fremdmaterialaspiration nicht in Betracht kam.

Im Hinblick auf ein postmortales Eindringen von Erde wurden 12 Kaninchenkadaver 30–60 cm tief vergraben und nach ca. 2 Monaten seziert; bei 3 weiteren Kadavern wurde Sand in das Maul gestopft und Wasser aus ca. 20 cm Höhe in das geöffnete Maul laufen gelassen.

Schließlich wurde versucht, eine evtl. Sandaspiration in der Trachea röntgenologisch sichtbar zu machen. Hierzu wurde Sand (der im Röntgenbild schattengebend war) in größerer Menge durch Sonden endotracheal appliziert, anschließend Röntgenaufnahmen des Halses im a.-p. sowie im lateralen Strahlengang. Drei der Tötungsdelikte boten in den Tatumständen und Befunden Besonderheiten, die eine ausführlichere kasuistische Darstellung erfordern. Die beiden übrigen sind bereits an anderer Stelle beschrieben worden [3, 9].

Umstände und Befunde dieser fünf Fälle sind im übrigen zusammengefaßt in Tabelle 1; Einzelheiten zu den Unglücksfällen siehe Tabelle 2.

Fallbeschreibungen

1. 517/83

22jährige Studentin, unbekleidet in Rückenlage auf einem Kinderspielplatz aufgefunden, Kopf und Brustbereich von einer bis zu etwa 15 cm dicken Sandschicht bedeckt (Abb. 1). Multiple Blutunterlaufungen und Schürfungen im Gesicht und am Hals (z. T. Schuhabdruckmuster). Flächenhafte und petechiale konjunktivale Blutaustritte. Lippenquetschungen. Blutungen in der Mundbodenmuskulatur, der Zunge und den vorderen Halsmuskeln. Kehlkopfgerüst unversehrt. Dünne subarachnoidale Blutungen. Blutaspiration. Stark überblähte Lungen (Gewicht zusammen 640 g); subpleurale Blutaustritte. Etwas Sand im Hypopharynx (Abb. 4). Geringe Sandaspiration; in den Lungen insgesamt 182 mg (Abb. 7).

Histologie: Alveolarwandrupturen (Abb. 2 und 3). Nur stellenweise geringes herdweises alveoläres Ödem. Einige kleine Blutaspirationsherde: hier Alveolarzellmobilisation sowie deutliche Leukozytose in den Kapillaren; keine Erythrophagie. Hyperämie. Keine Lungenfettembolie von Gewicht. Ausgeprägte hydropische Degeneration der Hepatozyten (Abb. 5); deutliche Sternzellverfettung.

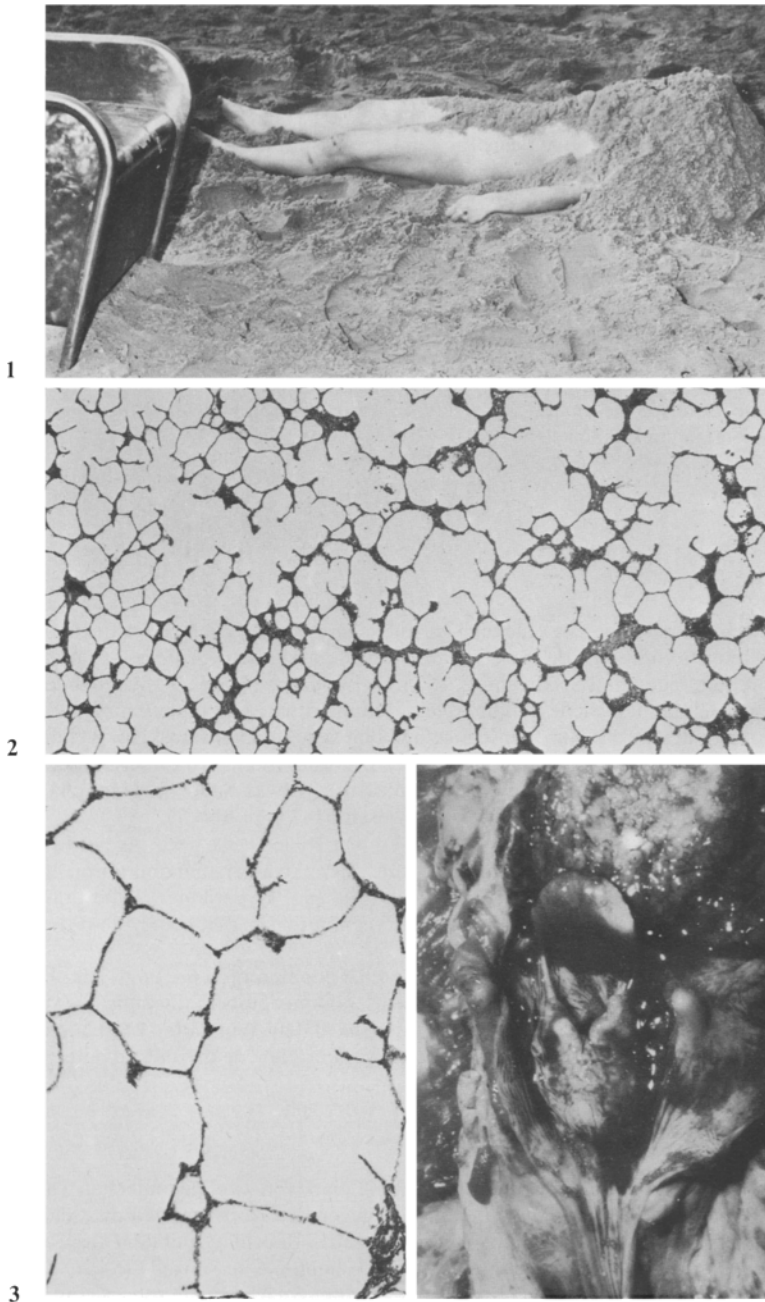
Emigration segmentkerniger Granulozyten im Bereich der stumpfen Gesichts- und Halsverletzungen (Abb. 6). Keine Alkoholisierung. Keine Medikamentenbeeinflussung.

Todesursache: Erstickten des nach längerdauernder (nach dem Wundalter 1 Std oder länger) Mißhandlung bewußtlos gewordenen Opfers unter dem über dem Kopf aufgetürmten Sandhaufen.

2. 321/80

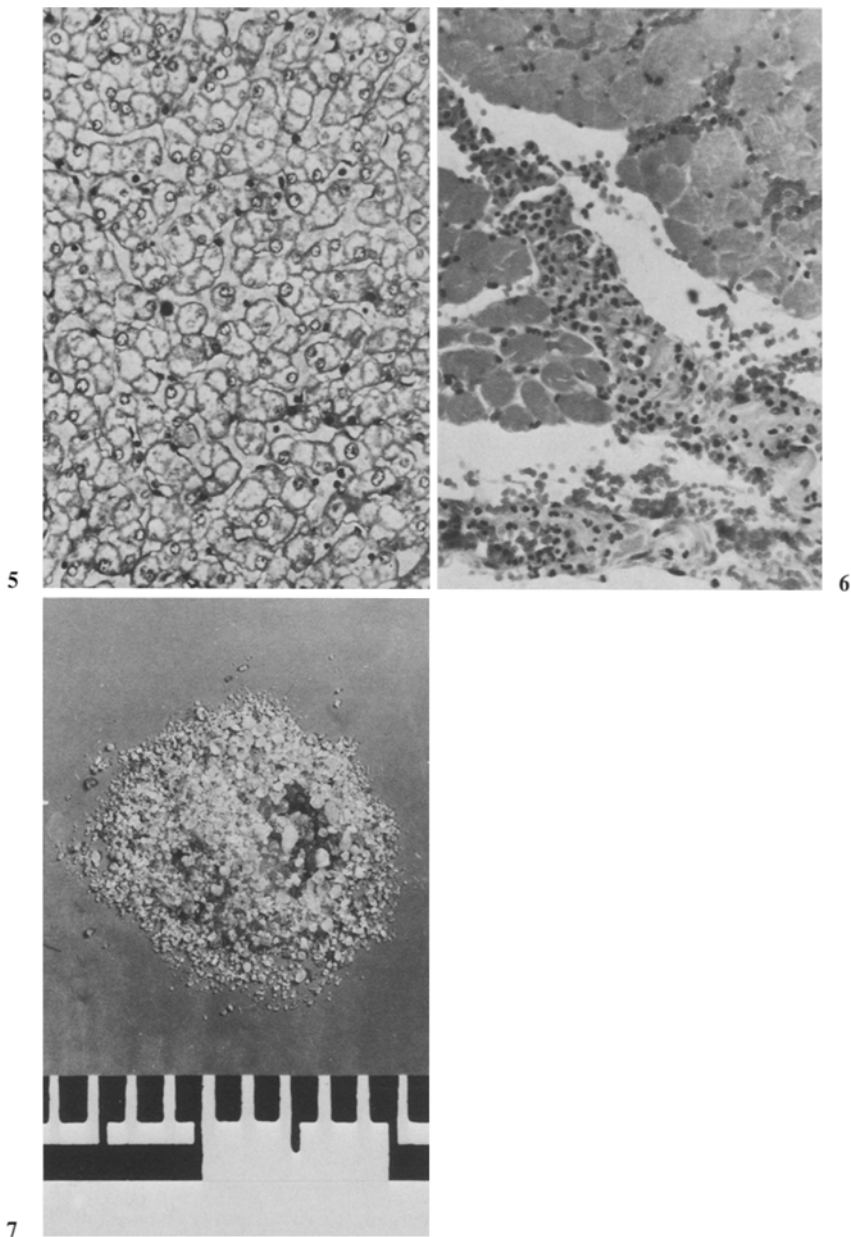
Der 42jährige Mann wurde nachts auf einem Kinderspielplatz von zwei jugendlichen Tätern zusammengeschlagen und am Boden liegend mehrfach gegen den Kopf getreten und schließlich liegengelassen. Die Leiche wurde am folgenden Morgen in Bauchlage mit dem Gesicht im Sand aufgefunden. Multiple Schürfungen, Wunden und Hämatome im ganzen Gesicht, rechter Augapfel ausgelaufen. Hämatome der Kopfschwarte; dünne flächenhafte subarachnoidale Blutungen. Dichte Blutungen in den Halsweichteilen bei unverletztem Kehlkopf. Flächenhafte sowie vereinzelte petechiale Blutaustritte der Augenbindehäute. Wenig Sand im hämorrhagischen Schaum in der Trachea. Überblähte Lungen mit ausgeprägtem interstitiellem Emphysem, daneben Dystelektasen (Abb. 11). Herdweises alveoläres Ödem. Kein Verblutungsbefund.

Histologie: Überblähte Lungenabschnitte mit Alveolarwandrupturen, daneben ausgedehnte Dystelektasen mit starker Alveolarzellmobilisation und zahlreichen (pigmenthalti-



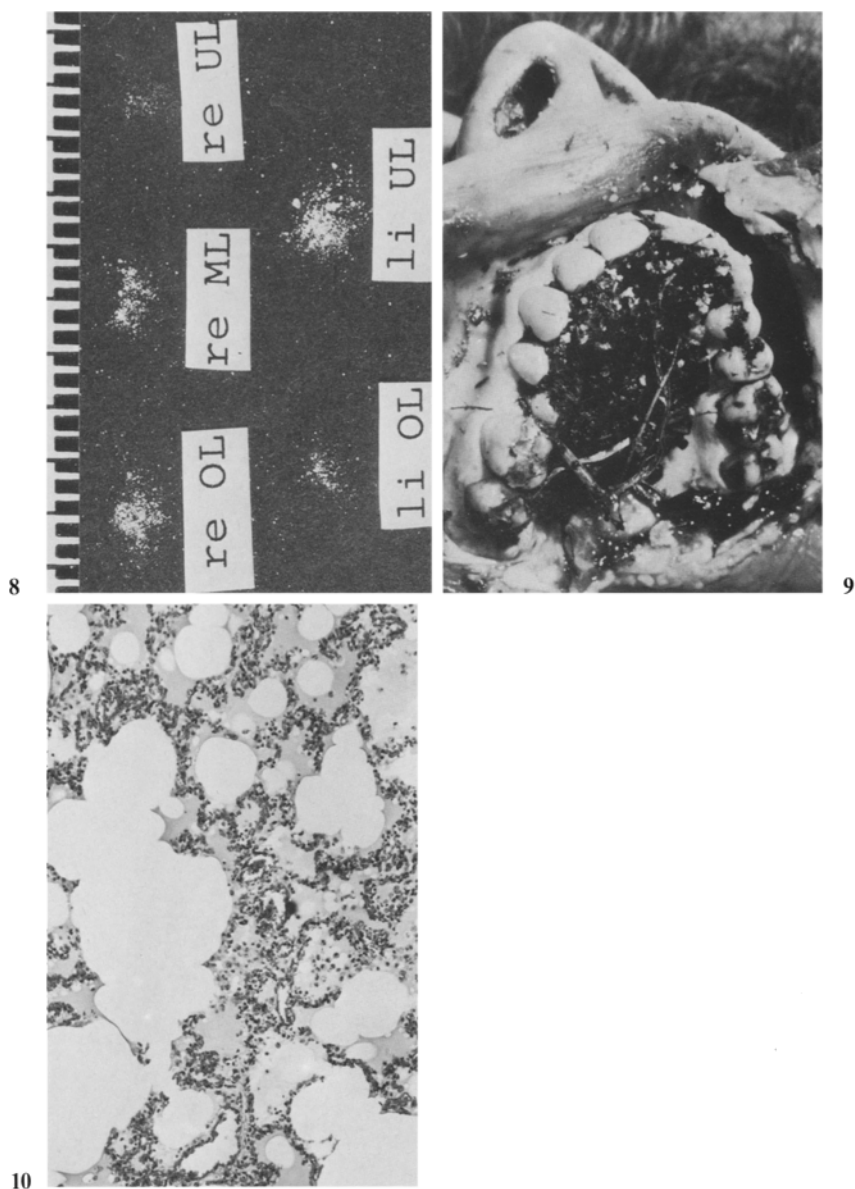
Fall 1: 22jährige Studentin. Mehrfache stumpfe Einwirkung gegen Kopf und Hals; letztlich unter Sandhaufen erstickt worden

Abb. 1. Fundsituation auf einem Kinderspielplatz: Leiche unbekleidet in Rückenlage; Kopf und Hals sowie Teile des Rumpfes sandbedeckt. **Abb. 2.** Lunge. Mikrofoto, H.E., Vergrößerung 20fach. Ausgeprägte akute Überblähung. **Abb. 3.** Lunge. Silberfärbung, Vergrößerung 54fach. Multiple Alveolarwand- und Gitterfaserrupturen. **Abb. 4.** Teilsezierte Halsorgane: blutdurchmischter Schleim im Schlundkopf. Sandkörnchen im Hypopharynx und Anfangsteil des Oesophagus



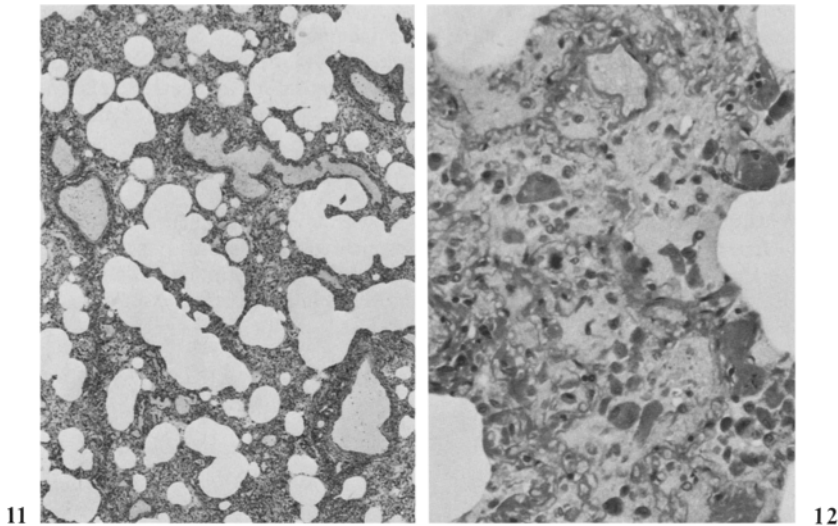
Fall 1:

Abb. 5. Leber. Mikrofoto; Ladewig, Vergrößerung 110fach. Ausgeprägte vakuolige Degeneration der Hepatozyten. **Abb. 6.** Innere Kehlkopf-Weichteilblutung. Mikrofoto, H.E., Vergrößerung 110fach. Frische Blutung im M. vocalis mit deutlicher Emigration segmentkerniger Granulozyten. Entsprechende Zellreaktion an den äußeren und inneren Verletzungen. **Abb. 7.** Durch Veraschung aus beiden Lungen gewonnene (aspirierte) Sandmenge: 182 mg



Fall 3: 17jähriges Mädchen; Tötung durch Erwürgen. Zuvor Atemwegsverschluß durch Drücken des Gesichtes auf den Erdboden.

Abb. 8. Aus den Lungenlappen erhaltene Sandmenge (ca. 7 mg). **Abb. 9.** Eine größere Menge Erdrich am Rachen und zwischen den Zähnen festgedrückt; solches Material (in geringerem Umfang) auch in der Trachea und den Bronchien. **Abb. 10.** Lunge. Mikrofoto, H.E., Vergrößerung 36fach. Akut erweiterte neben z. T. dystelektatischen und ödemgefüllten Alveolen, in denen sich stellenweise zahlreiche Alveolarzellen finden. Blutstauung



Fall 2: 42jähriger Mann. Mehrfache wuchtige stumpfe Einwirkungen gegen den Kopf; bewußtlos in Bauchlage mit dem Gesicht im Sand erstickt.

Abb. 11. Lunge. Mikrofoto, H.E., Vergrößerung 16fach. Überblähte neben dystelektatischen Alveolarbezirken; herdweises alveoläres Ödem. **Abb. 12.** Lunge. Mikrofoto, H.E., Vergrößerung 90fach. Massenhaft mobilisierte Alveolarzellen, Alveolarmakrophagen (z.T. pigmenthaltig); Riesenzellbildungen

gen und pigmentfreien) Alveolarmakrophagen; stellenweise Riesenzellbildungen (Abb. 12). Geringe Lungenfettembolie. Geringe gemischtropfige Leberzellverfettung. Nur ganz vereinzelt vacuolig degenerierte Hepatozyten. Deutliche Emigration segmentkerniger Granulozyten an den Gesichtsverletzungen und den subarachnoidalen Blutungen.

Chemie: Keine Alkoholisierung oder Medikamentenbeeinflussung.

Todesursache: Ersticken in Bauchlage (Verschuß der Atemöffnungen, die wie das ganze Gesicht stark sandverschmutzt waren) in bewußtlosem Zustand aufgrund vielfacher (einige Zeit überlebter) stumpfer Einwirkungen gegen den Kopf.

3. 312/84

Das 17jährige Mädchen wurde vom Täter durch einen Faustschlag gegen den Kopf niedergestreckt, bewußtlos (teils in Bauchlage) an einer Straßenböschung vergewaltigt und — als sie zu sich kam und sich wehrte — durch Mund-zu-halten und Würgen am Schreien gehindert, wobei sie letztlich nach Würgen leblos wurde. Der (hochgradig alkoholisierte) Täter will dann noch Beatmungsversuche durchgeführt haben; er ließ das Opfer dann aber (auf dem Bauch) liegen und bedeckte es teilweise mit Zweigen und Laub.

Befunde: Multiple Blutunterlaufungen und Schürfungen am ganzen Kopf, insbesondere im Mittelgesicht, aufgequetschte Lippen; Nasenbeinbruch (Schädel sonst unverletzt; geringe subarachnoidale Blutungen); vielfache Kratzspuren am Vorderhals; Blutunterlaufungen in den vorderen Halsmuskeln und in den inneren Kehlkopfweichteilen; dichtstehende konjunktivale Petechien. Dichtgepreßte Erd- und größere Pflanzenteile am ganzen Gaumen (Abb. 9); makroskopisch erkennbare Pflanzenteile und etwas Sand in der ganzen Trachea; geringfügige Blutaspiration. Sandpartikel und Pflanzenteile in (von peripher her längs eröffneten) Subsegmentbronchien. 7 mg Sand in den feucht veraschten Lungen (Verteilung s. Abb. 8), Lungenblähung (Gewicht zusammen 605 g). Zahlreiche Blutunterlaufungen an den Beinen und am

äußeren Genitale (Vaginalabstrich auf Spermien +++). Bißspuren am Körper. 0,7‰ Blutalkoholkonzentration; chemische Untersuchung im übrigen negativ.

Histologie: Vor allem die subpleuralen Lungenbezirke stark überbläht mit multiplen Alveolarwandrupturen; einige ödemhaltige Alveolengruppen, hier Alveolarzellmobilisation (daneben auch Nester lipoidhaltiger Makrophagen) (Abb. 10). Keine Lungenfettembolie von Gewicht.

Ganz geringe läppchenzentrale feintropfige Leberzellverfettung. Ausgeprägte Sternzellverfettung. Leberödem.

Nach dem histologischen Bild durchgehend ganz frische äußere und innere Verletzungen.

Todesursache: tödliche Kompression der Halsweichteile (Würgen); vorangegangene gewaltsame Verlegung der Atemöffnungen (Drücken des Gesichtes auf den Erdboden?) mit erheblichem Eindringen von Erdbestandteilen in den Mund und deutlicher Aspiration bis in die Lungen (Überlagerung durch Beatmungsversuche?).

Ergebnisse

Makroskopische Befunde (Fälle 4 und 5 wegen Fäulnis ausgenommen):

Konstanter Befund in beiden Kollektiven (Tötungsdelikte, Verschüttungsfälle) war eine deutliche Überblähung der Lungen sowie eine nur geringfügige Aspiration von Sand. Flüssiges Blut lag jedesmal vor; eine dilatierte rechte Herzkammer war viermal ausdrücklich erwähnt [1, 3, 6 und 9], in den übrigen Fällen keine detaillierte Angabe. Auch ein auffallend ungleichmäßiger Blutgehalt der Milz war nur dreimal beschrieben [1, 6 und 11]. Petechiale Blutungen im Kopfbereich lagen bei allen Tötungsfällen vor — bei denen aber auch teils direkt entstandene Hämatome der Augenbinnhäute bestanden, teils nachhaltige Einwirkungen gegen den Hals —, ferner auch in den Unglücksfällen 6 (hier nur sehr diskret), 7, 9, 10 und 11. Petechiale Blutungen der serösen Häute: Fälle 1, 2, 7 und 9. Zungenblutungen (als Folge der Angriffe gegen Gesicht und Hals zu werten): Fall 1–3.

Mikroskopische Befunde (außer Fall 4 und 5):

An den Lungen wurde anhand von ca. 5–10 untersuchten Stellen geachtet auf Veränderungen a) des Luftgehaltes, b) des Flüssigkeitsgehaltes, c) des Gefäßinhaltes und d) der Alveolarzellen. Vorbestehende pathologische Veränderungen erschwerten die Befundung in den Fällen 2 und 10, Reanimationsfolgen im Fall 6.

Zu a): Volumen pulmonum auctum mit Alveolarwandrupturen in den Fällen 1, 3, 7, gering ausgeprägt in 6 und 11; fokale Dystelektasen in 2, 3, 6 und 7.

Zu b): In keinem Fall ein diffuses alveoläres Ödem, in den Fällen 2, 3, 6 und 7 ein fokales, stellenweise gering hämorrhagisches alveoläres Ödem. Ein sehr diskretes interstitielles Ödem fand sich bei Fall 3 und 6.

Zu c): Deutliche Lungenfettembolie: 6, 7 und 10. Zellausschwemmungen (Leukozyten, z. T. myeloische Zellen) und Mikrothromben: 1 und 3, nur in diesen Fällen auch z. T. deutliche Endothelvacuolisierung. Blutstauung in allen Fällen.

Zu d): Stellenweise vermehrt „freie“ Alveolarzellen in den Fällen 1, 2, 3, 6 und 7; pigmenthaltige Alveolarmakrophagen in 2, 3, 7 und 11; Riesenzellen nur im Fall 2.

Bei der Untersuchung der Leber war recht häufig eine Sternzellverfettung festzustellen (1, 3, 6, 10 und 11); eine (sicher vorbestehende Leberzellverfettung bei weiteren pathologischen Leberveränderungen) in den Fällen 2, 7, 10 und 11. Eine vacuolige Degeneration der Hepatozyten war nur im Fall 1 deutlich, in den Fällen 2 und 7 diskret. Doppelkerne in größerer Anzahl fanden sich bei 1, 3 und 11.

Übrige Untersuchungen:

Bei der Sektion der vergrabenen Tierkadaver war ein postmortales Eindringen von Sand in die Atemwege nicht festzustellen. Auch beim „Wässern“ von sandgefüllten Mäulern wurde nur wenig Material bis in den Schlundkopf und Kehlkopfengang gespült; in die Trachea selbst gelangte — bei den allerdings nur exemplarisch durchgeführten Versuchen — kein Sand.

Auch bei der Obduktion eines nach einer Schlägerei verstorbenen, Tage später von den Kontrahenten in Rückenlage im Sand vergrabenen und erst rund zwei Monate später aufgefundenen 47jährigen Mannes (L 220/78) war keinerlei Sand in der Mundhöhle oder gar den Atemwegen festzustellen.

Die Lungenveraschung bei 10 Vergleichsfällen ergab in keinem Fall Sandpartikel.

Die Versuche, in der Trachea befindlichen Sand schon vor der Sektion röntgenologisch nachzuweisen, verliefen ohne Erfolg.

Diskussion

Das Untersuchungsgut bestand aus zwei unterschiedlichen Fallgruppen: 8 Todesfälle durch Verschüttung des ganzen Körpers durch Sand oder Schutt; davon 2 Tötungsdelikte, bei denen aber wegen fortgeschrittener Fäulnis außer dem Ausmaß der Sandeinatmung keine hier interessierenden Befunde mehr erhoben werden konnten. Das Kollektiv der Unglücksfälle durch Verschüttung konnte als Vergleichsmaterial für makroskopische und mikroskopische Befunde sowie im Hinblick auf die Aspiration von Fremdmaterial herangezogen werden.

Bei den übrigen drei Opfern von Tötungsdelikten war ein gewaltsamer zum Tode führender Erstickungsvorgang zu diskutieren, der bislang detailliert noch nicht beschrieben worden ist: Verlegung der äußeren Atemöffnungen durch Sand bzw. Erde ohne Behinderung der Thoraxbeweglichkeit wie bei Verschüttung und ohne Tamponade der inneren Atemwege durch Fremdmaterial, wie dies bei tödlicher Aspiration gewöhnlich zu beobachten ist [2, 11–13, 21, 22, 38]. Im Fall 1 und 2 war der Tod nach dem zusammenfassenden Ergebnis der Befunde und Ermittlungen durch diesen vollständigen (Fall 1) bzw. wahrscheinlich zeitweise unvollständigen (Fall 2) Atemwegsverschluß eingetreten. Von Bedeutung hierfür war, daß die Opfer aufgrund heftiger Mißhandlungen,

die sie nach dem histologisch zu schätzenden Wundalter einige Zeit überlebt hatten, bewußtlos geworden waren und sich daher nicht aus ihrer Lage befreien konnten.

Bei der dritten Beobachtung war von den Befunden allein her eine solche zeitliche Reihung nicht möglich, da sich der Vorfall offensichtlich in kurzer Zeit abspielte und auch rasch zum Tode des Opfers führte; weiterhin bestanden typische Befunde des Todes durch Würgen, so daß — den Angaben des Täters entsprechend — der zeitweise Verschuß der Atemöffnungen bei dem Handgemeine vor der Tötung des Mädchens geschehen sein dürfte. Bemerkenswert war dafür die erhebliche Menge Erde, die in der Mundhöhle und der Trachea festzustellen war; ungewöhnlich auch die Einlassung des Täters, er habe noch Beatmungsversuche durchgeführt. Hierdurch war allerdings die Erdaspiration sicher nicht zu erklären; ein artefizieller Weitertransport bis in periphere Bronchiolen erschien aber möglich. Insgesamt war aber die Sandaspiration hier wie in allen anderen Fällen sehr gering, so daß dieser Befund allein daran denken lassen könnte, die Verlegung der Atemöffnungen sei ein terminales, für den tödlichen Ausgang unerhebliches Geschehen gewesen.

Bei den Verschüttungsfällen läßt sich dies zunächst damit erklären, daß der Tod meist rasch an der Atembehinderung durch Thoraxkompression eintritt. Es gibt aber einige Berichte zunächst überlebter Sandverschüttungen (bei denen also ein solcher Mechanismus nicht vorgelegen haben kann), bei denen ebenfalls kaum Sand aspiriert wurde [18, 20, 36]; auch weisen die in der älteren Literatur beschriebenen Fälle lebend Vergrabener (Kinder) übereinstimmend eine weitgehend fehlende Sandaspiration auf [1, 23, 25, 26], obwohl solches Material einmal sogar im Dünndarm festzustellen war. Dies weist auf Besonderheiten der Substanz Sand als Verschüttungsmedium; daher wurden einige Aspekte einer Atmung unter Sand durch ein einfaches Experiment untersucht [27]: Selbst bei 90 cm dicker festgedrückter Sandschicht vor den Atemöffnungen sind noch Atem-Volumenverschiebungen von 2–3 l möglich (dies allerdings nur kurze Zeit bei gesunder Versuchsperson); bei dünneren und lockereren Sandschichten ist ein solcher Vorgang aber auch noch bei abwehrgeschwächten bzw. bewußtlosen Personen denkbar. Es handelt sich dabei aber lediglich um eine Totraumventilation, die — je nach den örtlichen Gegebenheiten — über kurz oder lang zur Hypoxie führt. Erstaunlicherweise wurden auch bereits bei einem Wassergehalt des Sandes von etwa 5% selbst bei forcierter Inspiration kaum Partikel durch den Atemstrom mitgerissen.

Dies alles weist darauf hin, daß eine protrahierte Erstickung unter Sand ohne nennenswerte Aspiration auch dann möglich ist, wenn das Fremdmaterial den Atemöffnungen unmittelbar anliegt, und nicht etwa wie bei Verschüttungen u. U. größere Hohlräume entstehen, in denen zunächst noch Überlebenschancen bestehen.

Bei der Beweisführung eines solchen Vorganges wird man sich daher von einer nur geringfügigen Sandaspiration nicht irreführen lassen dürfen, sondern nach einer solchen speziell suchen und sie möglichst auch topographisch erfassen müssen: Ist Sand nach Eröffnen der Trachea (in situ) nicht bereits erkennbar, so sollte Trachealinhalt zwischen Objektträger gebracht (Knirschen bei Sand) und (polarisations-)mikroskopisch untersucht werden; an den Lungen

empfiehlt sich eine an den Aufzweigungen des Bronchialsystems orientierte Sektionstechnik (Längseröffnung der Bronchien von der Peripherie her und Abstrichuntersuchung).

Das nach Entnahme von Proben für die Histologie (und ggf. Chemie) verbleibende Lungengewebe kann dann möglichst nach Lungenlappen getrennt verascht werden. Ähnliche Untersuchungen wurden bereits im Zusammenhang mit der Untersuchung von Ertrinkungslungen [8, 30, 32] und von Silikosefällen [z. B. 37] durchgeführt; hierbei wurden aber lediglich Partikel im Rückstand in der Größenordnung von wenigen μ beschrieben („Lungenstaub“); mit freiem Auge erkennbare Sandkörnchen fanden sich dabei offensichtlich ebenso wenig wie bei einer eigenen Untersuchung (an allerdings erst 10 Fällen).

Bei einem so diskreten Befund wird man natürlich auch die Möglichkeit eines (postmortalen) Artefaktes — insbesondere bei längerer Leichenliegezeit — zu erörtern haben; zumindest in die Mundhöhle können Fremdmaterialien auch an der Leiche ohne Schwierigkeit gelangen [14].

Eine artefizielle Verschleppung von Sand in den Larynx oder sogar in die Trachea scheint nach den eigenen Erfahrungen aber sehr unwahrscheinlich zu sein; ein Vordringen von Partikeln bis in kleinere Bronchien sogar ausgeschlossen — im Gegensatz zu entsprechenden Befunden bei Wasserleichen.

Findet man nun bei der Obduktion einer unter entsprechenden Umständen verstorbenen Person wenig Sand in den Atemwegen und/oder im Lungengewebe, so wird dies allein natürlich nicht den sicheren Schluß erlauben, es habe ein zum Tode führender Verschuß der Atemöffnungen vorgelegen. Im Fall 3 war ein solcher Vorgang ja offensichtlich überlebt worden; je nach den Gegebenheiten sind auch andere zufällige Möglichkeiten einer geringfügigen Sandaspiration denkbar. Bei der Beweisführung wird man sich daher neben den Umständen und der Fundortsituation vor allem auch auf die makroskopischen und mikroskopischen „Erstickungsbefunde“ zu stützen versuchen, wenn der Zustand der Leiche dies erlaubt; vorteilhaft wäre es zudem, sich ein Bild über den Zustand der die Leiche evtl. bedeckenden Schicht zu verschaffen, insbesondere über deren Wasser- und Luftgehalt: hieraus lassen sich u. U. Schlüsse auf eine evtl. Atmungsmöglichkeit [27] sowie auf die Geschwindigkeit der Leichenveränderungen [15] ziehen. Die allgemeinen Erstickungszeichen [29, 33] waren in den Fällen 1 und 3 sowie 6 und 9 ausgeprägt, im Fall 2 nur teilweise festzustellen; hier waren die Befunde aber allein durch die längerdauernde Bauchlage modifiziert. Ferner zeigten alle 3 Tötungsfälle Folgen unterschiedlicher zu Atemnot und ggf. Erstickung führender Einwirkungen: äußerer Atemwegsverschuß, daneben z. T. massive Angriffe gegen den Hals. Ferner fanden sich massive stumpfe Verletzungen, die z. B. die stauungsbedingten Petechien überlagerten. Eine eindeutige Zuordnung von Veränderungen zu einer bestimmten Ursache wird hier problematisch, wenn nicht (wie bei 1 und 2) durch unterschiedliche Wundreaktionen eine zeitliche Reihung möglich ist.

Auffallend war die erhebliche Lungenblähung im ersten Fall, während im zweiten neben einem interstitiellen Emphysem auch ausgedehnte Dystelektasen vorlagen. Anhand tierexperimenteller Untersuchungen [6] wurden bei völlig verlegter Trachea ebenfalls überblähte neben kollabierten Lungenbezirken gefunden, was als Folge einer intensiven „Pendelatmung“ zwischen den ver-

schiedenen Abschnitten der Lungen interpretiert wurde. Für Fall 1 ließe sich hieraus — in Übereinstimmung mit den eigenen experimentellen Erfahrungen — beim weitgehenden Fehlen von Dystelektasen ableiten, daß die Atemöffnungen zwar vollständig bedeckt, aber funktionell nicht hermetisch abgedichtet waren. Bei der Pendelatmung in den Sand konnte dabei offensichtlich eher Volumen ein- als ausgeatmet werden.

Der Versuch, anhand vorwiegend aus tierexperimentellen Studien bekannter, meist bei längerdauernder Asphyxie auftretender mikroskopischer „Erstickungsbefunde“ vor allem an Lungen und Leber die Diagnose eines zum Tode führenden gewaltsamen äußeren Erstickungsvorganges zu stützen, lieferte teilweise interessante Befunde, insgesamt aber kein einheitliches Bild.

Am häufigsten waren Alveolarwandrupturen oder zumindest Gitterfaserveränderungen (Abb. 2 und 3) festzustellen, wie sie zuerst beim Ertrinkungstod [34], dann auch bei Strangulation [z. B. 6] beschrieben worden sind. Ist ein solcher Befund sehr ausgeprägt (Fall 1), so wird sich dies als wichtiger Hinweis dafür verwenden lassen, daß der Tod unter den Zeichen erheblicher Asphyxie eingetreten ist. Vorkommen und Interpretation solcher Veränderungen werden aber — wie auch die übrigen mikroskopischen Befunde — von den konkreten Umständen des Einzelfalles abhängen und jeweils gegen andere mögliche Ursachen und ggf. vorbestehende pathologische Veränderungen abzugrenzen sein: bei jüngeren, zuvor gesunden, abwehrkräftigen Individuen werden intensive Veränderungen zu erwarten sein; bei älteren, kranken oder durch andere Gewalteinwirkungen oder toxische Einflüsse (Alkohol) Beeinträchtigten finden sich dagegen häufig nur diskret entwickelte Reaktionen.

Alveolarzellveränderungen (Mobilisierung, Makrophagen, Riesenzellen) wurden bei nicht ganz rasch tödlichen Erstickungsvorgängen wiederholt sowohl tierexperimentell [17, 28] als auch autoptisch [4, 16, 18, 19] beschrieben, wobei die besonders hier häufig schwierige Differenzierung gegenüber Zellveränderungen anderer Ursachen betont wurde. Differentialdiagnostisch hat man dabei neben den schon länger bekannten Ursachen auch „Raucherzellen“ [35] abzugrenzen, wie sie auch bei den eigenen Fällen 2 (deutlich), 3 (sehr diskret) sowie 7 und 11 zu finden waren.

Bemerkenswerterweise waren im Fall 1 nur ganz vereinzelt mobilisierte Pneumozyten festzustellen, dagegen zahlreiche in 3 (Abb. 10) und massenhaft in Fall 2 (Abb. 12), hier auch Riesenzellbildungen. Wertet man diese Veränderungen entsprechend, so weist dies auf einen doch recht raschen Todeseintritt nach der Bedeckung des Gesichtes mit Sand beim ersten Opfer und auf einen protrahierten Erstickungsvorgang beim zweiten hin; in diesem Fall war aber die Beurteilung wegen sicher vorbestehender pathologischer Veränderungen besonders schwierig. Im Fall 3 könnte man folgern, daß es während des insgesamt doch kurzzeitigen Geschehensablaufes von Beginn an zu Asphyxie-Zuständen (Mund-zu-halten, Drücken des Gesichtes auf den Boden) gekommen ist, und nicht erst beim letztlich tödlichen Würgeangriff. Schwer abzuschätzen ist natürlich das Ausmaß eines vital eingeleiteten, aber supravital fortlaufenden Vorganges [17]. In den Fällen 1 und 3 liegen allerdings etwa gleiche postmortale Intervalle vor; in den Unglücksfällen dagegen — bei insgesamt

höchstens geringfügigen Zellveränderungen — wesentlich längere Autolysezeiten.

In einem gewissen Widerspruch zu diesen Überlegungen stehen die Befunde an der Leber. Hier wurden fettfreie Vacuolen der Hepatozyten als Hypoxiefolge beschrieben [4, 7, 19]. Ein derartiger Befund war aber nur im ersten Fall (Abb. 5) deutlich zu erheben, nicht jedoch bei 2 und 3.

Vacuolen in Myokardfasern [19] fanden sich in keinem Fall; ebenso waren eindeutig interpretierbare Veränderungen an Ganglienzellen nicht zu erheben. Als vitale Reaktion des Erstickungstodes (vor allem bei Strangulation und Druckstauung) wurden in den letzten Jahren mehrfach Zellausschwemmungen und Mikrothromben in der Lungenstrombahn sowie Endothelvacuolisierungen von Lungengefäßen beschrieben [4–6]. In den Fällen 1 und 3 waren deutliche entsprechende Reaktionsformen nachzuweisen; in den übrigen Fällen allerdings nicht in verwertbarem Ausmaß.

Bei den Beobachtungen 2, 3, 6 und 7 mit Entwicklung eines fokalen, z. T. hämorrhagischen Lungenödems sowie im Fall 1 mit einer geringen Blutaspiration wurde unter dem Gesichtspunkt einer Altersbestimmung auf Reaktionen auf die intraalveolären Erythrozyten geachtet [31]. Dabei war lediglich bei 1 eine in den angrenzenden Kapillaren verstärkte Leukozytose und auch geringe Zellauswanderung in die Alveolen festzustellen, jedoch noch keine sichere Erythrophagie.

Angeichts der verschiedenen diskutierten, z. T. recht weitreichenden Folgerungen aus mikroskopischen Befunden — die hier aber durch das Gesamtergebnis der Fälle vertretbar erscheinen — stellt sich die allgemeine Frage, welcher Aussagewert (und Beweiswert: 18, 19) z. B. dem Fehlen eines an sich erwarteten oder dem Auftreten eines unerwarteten Einzelbefundes zukommt. Hierbei wird deutlich, daß vor allem die systematischen (insbesondere kreislaufgebundenen) sowie die lokalen Reaktionen der Organe auf allgemeine Schädigungen trotz zahlreicher bemerkenswerter Einzelaspekte noch längst nicht ausreichend erforscht sind.

Histologische Untersuchungen können aber neben ihren üblichen Aufgabenstellungen (Ausschluß pathologischer bzw. potentiell todesursächlicher Veränderungen — soweit morphologisch faßbar — sowie Nachweis und ggf. Altersbestimmung von Gewebsreaktionen) im Einzelfall wichtige Einblicke auch in kurzzeitige Abläufe im Rahmen gewaltsamer Todesursachen geben und die Beweisführung entscheidend stützen helfen.

Literatur

1. Bérenguier A (1851) Über Kindesmord durch Eintauchen des Kindes in staubförmige Stoffe. (Journ. de Bord. Avril et Joun. de Toul. Août). Referat. In: Carl Christian Schmidt's Jahrbücher der in- und ausländischen gesamten Medizin (1852) 4: 242–243
2. Bonte W, Bode G (1975) Fremdkörper im Rachen — Mord oder Selbstmord. Arch Kriminol 156: 160–168
3. Bratzke H, Schneider V, Dietz W (1982) Röntgenuntersuchung bei gerichtlichen Leichenöffnungen. Röfo 136: 463–472
4. Brinkmann B (1978) Zur Pathophysiologie und Pathomorphologie bei Tod durch Druckstauung. Z Rechtsmed 82: 79–96

5. Brinkmann B (1978) Vitale Reaktionen in der Lungenstrombahn bei Tod durch Strangulation. *Z Rechtsmed* 81:133–146
6. Brinkmann B, Püschel K (1981) Die Lunge als Erfolgsorgan der Strangulationsagonie. *Z Rechtsmed* 86:175–194
7. Büchner F (1957) Die Pathologie der cellulären und geweblichen Oxidationen. In: Büchner F, Letterer E, Roulet F (Hrsg) *Handbuch der allgem. Pathologie*. Springer, Berlin Göttingen Heidelberg, Bd 4, Teil 2
8. Buhtz G, Burkhardt W (1938) Die Feststellung des Ertrückungstodes aus dem Diatomeenbefund der Lungen. *Z Ges Gerichtl Med* 29:475–479
9. Cabanis D, Bratzke H (1985) Eine Schülertragödie. *Monatsschr Kriminol* (im Druck)
10. Dittrich P (1921) *Lehrbuch Gerichtl Med*. Haase, Leipzig Prag Wien, 2. Aufl, S 140
11. Fazekas IG, Kósa F (1967) Säuglingstod infolge Einatmung von Geflügelfedern aus einem Kissen. *Arch Kriminol* 139:168–173
12. Fischer H, Kahler J, Megges G, Steiner R (1977) Zur Kasuistik der Ölschlamm aspiration. *Z Rechtsmed* 79:241–244
13. Glaw K, Gibb B (1964) Tod durch Getreidekörneraspiration. *Dtsch Z Gerichtl Med* 55:277–283
14. Haberda A (1923) (Hrsg) v. Hoffmanns *Lehrbuch der Gerichtl Med*. Urban und Schwarzenberg, Berlin Wien, 10. Aufl, Teil 2, S 566–567
15. Hofmann E (1877) Die forensisch wichtigsten Leichenerscheinungen. *Vierteljahresschr Gerichtl Med* 26:278–281
16. Janssen W (1963) Riesenzellenbildung bei Erstickung. *Dtsch Z Gerichtl Med* 54:200–210
17. Janssen W, Bärtsch (1964) Vitale und supravitale Reaktionen der Alveolarzellen nach protrahiertem Sauerstoffmangel. *Dtsch Z Gerichtl Med* 55:47–60
18. Janssen W (1969) Der forensische Beweiswert histologischer Untersuchungen. *Beitr Gerichtl Med* 25:51–60
19. Janssen W (1977) *Forensische Histologie*. Schmidt-Römhild, Lübeck
20. Janssen W Persönliche Mitteilung
21. Kalbfleisch HH (1942) Erstickungstod durch Aspiration ungewöhnlicher Fremdkörper. *Dtsch Z Gerichtl Med* 36:114–118
22. Koops E, Püschel K, Handjirafitis K, Brinkmann B (1984) Ungewöhnliche Aspirations-Todesfälle. *Beitr Gerichtl Med* 42:47–56
23. Liman C (1889) *Casper's Handbuch der Gerichtl. Med*. Hirschwald, Berlin, 8. Aufl, S 669–672
24. Marx AM (1918) Über den Tod durch Verschüttung. *Vierteljahresschr Gerichtl Med* 56:246–258
25. Maschka v (1888) *Gerichtsärztliche Mitteilungen*. *Vierteljahresschr Gerichtl Med* 68:318–321
26. Maschka v (1886) *Mitteilungen aus der gerichtsärztlichen Praxis*. *Vierteljahresschr Gerichtl Med* 65:242–247
27. Maxeiner H, Haenel F (1985) Modellversuche zur Atmung unter Sand. *Z Rechtsmed* 94:191–196
28. Mueller B (1961) Tierexperimentelle Studien über den Erstickungstod, insbesondere über Erdrosseln und Erwürgen. *Dtsch Z Ges Ger Med* 51:377–383
29. Mueller B (1975) *Erstickung*. In: Mueller B (Hrsg) *Gerichtl Med*. Springer, Berlin Heidelberg New York, Bd 1, S 439–468
30. Mueller B, Gorgs D (1949) Studien über das Eindringen von corpusculären Wasserbestandteilen aus den Lungenalveolen in den Kreislauf während des Ertrückungsvorganges. *Dtsch Z Gerichtl Med* 39:715–725
31. Oehmichen M (1984) Blutabbau in den Lungenalveolen: Zeichen der Vitalität und Bestimmung der Überlebenszeit. *Z Rechtsmed* 92:47–57
32. Otto H (1961) Über den Nachweis von Diatomeen in menschlichen Lungenstauben. *Frankfurter Z Patholog* 71:176–181
33. Ponsold A (1967) *Erstickung im allgemeinen*. In: Ponsold A (Hrsg) *Lehrbuch der gerichtlichen Medizin*. Thieme, Stuttgart, 3. Aufl, S 313–337

34. Reh H (1968) Neue Untersuchungsmethode beim Ertrinkungstod. Dtsch Z Gerichtl Med 63:134–141
35. Reiter C (1983) Chromolipidspeicherung in Alveolarmakrophagen: Ein Agnoszierungsmerkmal für Zigarettenraucher. Z Rechtsmed 91:37–46
36. Silberstern PH (1909) Bemerkungen über die Lebenshaltung Verschütteter. Wien Med Wochenschr 22:273–274
37. Strecker FJ, Einbrodt HJ (1961) Über die Staublagerung in der Lunge und den regionalen Lymphknoten (Untersuchungen an menschlichem Material). In: Davies CN (ed) Inhalation Particles and Vapours. Pergamon Press, Oxford London New York Paris
38. Walcher K (1937) Über tödliche Unfälle durch Ersticken infolge Verlegung der Luftwege mit Getreidespelzen. Monatsschr Unfallheilk 64:554–557

Eingegangen am 29. Januar 1985