

## **Einflüsse der Leichenfauna und mikrobiellen Saprophytie auf Blutgruppenbefunde an menschlichen Geweben**

**Barbara Bertozzi-Süßmann<sup>1</sup>, Steffen Berg<sup>1</sup> und Rainer Ansorg<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Rechtsmedizin der Universität Göttingen,  
Windausweg 2, D-3400 Göttingen, Bundesrepublik Deutschland

<sup>2</sup> Abt. Medizinische Mikrobiologie der Universität Göttingen,  
Kreuzbergring 57, D-3400 Göttingen, Bundesrepublik Deutschland

### **The Influence of Postmortem Fauna and Microbiological Contamination on Blood-Group Analysis of Human Tissues**

**Summary.** The investigation of postmortem human tissue, exposed to the influence of flies and their maggots, has shown in general that there is a drop in AB0 blood-group activity due to the secretive action of the anterior intestinal gland of the larva. In addition, the phenomenon of acquired heterogeneous blood-group-specific substances was observed. By analogy with the findings in mummy tissues, the postmortal invasion of foreign bacterial and fungal blood-group-active material is discussed as a cause of erroneous serological diagnosis in bones. Acquisition of foreign serological activity through plant saprophytes was detected in a bone sample infested with algae. In different subfossil bone samples, blood-group activity was evident in the more decomposed areas, while in the better preserved parts of the bony substance, negative reactions were obtained.

**Key words:** Postmortem fauna, blood-group analysis – Determination of AB0 antigens in bones

**Zusammenfassung.** Die Untersuchung von Leichengewebe, das der Einwirkung von Fliegenlarven ausgesetzt gewesen war, ergab in der Regel einen Schwund der autochthonen AB0-Aktivität durch Einwirkung des Kopfdrüsensekrets der Larven. Es wurden aber auch Akquisitionsphänomene heterologer Blutgruppensubstanzen beobachtet. In Analogie zu den Befunden an Mumien-Gewebe wird das postmortale Eindringen von bakteriellem und mykotischem blutgruppenaktivem Fremdmaterial auch für den Knochen als Ursache von Fehldiagnosen diskutiert. Die Akquisition einer fremden Blutgruppenaktivität durch pflanzliche Saprophyten konnte am Beispiel einer durch Algen befallenen Knochenprobe nachgewiesen wer-

den. An verschiedenen subfossilen Knochenproben konnte festgestellt werden, daß stärker zerfallene Areale Blutgruppenaktivität aufwiesen, während die gut erhaltenen Anteile desselben Knochens negativ reagierten.

**Schlüsselwörter:** Leichenfauna, Blutgruppenbefunde – Knochen, Blutgruppen in –

Über die Reliabilität von AB0-Blutgruppenbefunden an mumifizierten Gewebsrelikten und Skelettmaterial ist schon vor Jahrzehnten diskutiert worden (Thieme und Otten 1957; Ezra-Cohn und Benditt 1961). Vergleichend-methodologische Untersuchungen an rezenten, historischen und subfossilen Knochenfunden wurden von Berg et al. (1983) durchgeführt. Es konnte gezeigt werden, daß nicht nur methodische Schwächen der AB0-Bestimmung Fehlresultate bewirken können, sondern auch postmortale mikrobielle Besiedlung zur Akquisition heterologer blutgruppenaktiver Substanzen führen kann, wie dies für die bakterielle Fäulnis von Weichteilen schon von Moureau et al. (1963) und Jenkins et al. (1972) dargetan worden ist. Für die frühe Leichenzeit scheint dies noch keine Bedeutung zu haben (Staak und Berghaus 1983). Darüber hinaus kommt nun in verschiedenen Phasen der postmortalen Dekomposition bekanntlich ein Befall mit tierischen und pflanzlichen Saprobiotiden in Frage, deren Einfluß auf die Blutgruppentypisierung der Gewebe noch nicht untersucht ist.

## Untersuchungen

### 1. Änderung der Blutgruppenaktivität von Muskelgewebe durch Fliegenlarven

Aus der Reihe von Insekten, deren Larven in den verschiedenen entomologischen Besiedlungsperioden der Leiche eine Rolle spielen (Megnin 1894; Niezabitowski 1902; Berliat 1953; Chiodi et al. 1976; Nuorteva 1977; Reiter und Wollenek 1983) wurden die in der frühen Leichenzeit am häufigsten auftretenden Fliegenarten *Calliphora vomitoria*, *Musca domestica*, *Lucilia caesari* und *Sarcophaga carnaria* untersucht. Die nach Wyninger (1974) isoliert gezüchteten Imagines wurden nach den Species getrennt auf Muskelgewebe (*Psoas*) von Leichen mit bekannter Blutgruppe zur Eiablage angesetzt. Den Larven wurde das Substrat bis zur Verpuppung überlassen. Die AB0-Typisierung der Muskelproben vor und nach der Larveeinwirkung erfolgte nach vorangegangener Trocknung mittels der Adsorptions-Elutions-Methode von Kind in der Modifikation von Kirst und Landes (1971).

Bei der AB0-Typisierung des Muskelgewebes zeigte sich folgendes: Während sich bei den Kontrollen (in luftdurchlässigen, aber für Insekten unzulänglichen Behältern getrockneter Muskel) jeweils die richtige Blutgruppe bestimmen ließ, ergab die Untersuchung der von Maden besiedelt gewesenen Gewebe fast durchgängig ein Verschwinden der ursprünglichen A- bzw. B-Spezifität und zwar unabhängig von der Art der Fliegen. In einem Fall der ursprünglichen Gruppe 0 wurde jetzt eindeutig die Blutgruppe A bestimmt, während die Kontrolle = 0 geblieben war; in einer 2. Probe trat eine schwache B-Aktivität auf (Tabelle 1).

Hier von abgesehen ergab sich bei den vier untersuchten Species kein Unterschied; die Einwirkung aller Fliegenlarven führte gleichermaßen zum Schwund der Blutgruppenaktivität der Gewebeproben.

Nach Abschluß der ersten serologischen Untersuchung wurden die in offenen Glasbehältern gehaltenen Gewebeproben in einem relativ dunklen Abzugsraum aufbewahrt. Zwei Jahre nach Versuchsbeginn konnte man an einigen der jetzt im Gewicht leichter gewordenen,

**Tabelle 1.** Blutgruppenreaktion im Adsorptions-Elutions-Versuch nach Einwirkung der Fliegenlarven von *Musca domestica*

	Muskelgewebsprobe	Ausgangsblutgruppe	Blutgruppenbefund nach der Larveneinwirkung	
			A	B
1	A		—	—
2	A		—	—
3	A		—	—
4	B		—	—
5	B		—	—
6	0		—	—
7	0		++	—
8	0		—	(+)

schwarzlich gefärbten Gewebereste Eiablage durch kleine, mottenähnliche Insekten beobachteten. An anderen Stellen fand sich eine gleichzeitige Besiedelung mit Populationen diverser Pilze und Milben; sie bildeten z.T. feinste Gespinste an den Unterseiten oder samtig zart getönte Oberflächenareale. Eine erneute Untersuchung der Blutgruppenreaktion mit der Adsorptions-Elutions-Methode ergab, mit Ausnahme einer ursprünglich der Gruppe A zugehörigen Probe, die nach Madeneinwirkung wie 0 reagierte, jetzt aber eine eindeutige B-Positivität aufwies, keine weiteren Veränderungen.

## 2. Blutgruppenaktivität ubiquitärer Bakterien und Pilze

Aus Kulturen von verschiedenen Mikroorganismen (24 Bakterien- und 20 Pilzstämme) wurden wäßrige Aufschwemmungen hergestellt, wobei die Zellzahl für die Bakterien auf  $10^8$ – $10^9$ /ml und für die Pilze auf  $10^6$ – $10^7$ /ml eingestellt wurde. Ein  $\text{NaN}_3$ -Zusatz diente der Abtötung der Keime. Hiermit getränkte sterile Filterpapierstreifen (ca. 1 cm<sup>2</sup>) wurden im Adsorptions-Elutions-Versuch untersucht und zeigten z.T. schwache, öfters auch starke B-, seltener A-Reaktionen. Auf eine tabellarische Darstellung der Einzelbefunde wird hier aus Platzgründen verzichtet. Heterologe Blutgruppen-Aktivitäten fanden sich auch bei der verwendeten starken „Verdünnung“ bei verschiedenen Pilzen und Hefen, wie *Circinella umbellata*, *Mucor fragilis*, *Zygorhynchus moelleri*, *Byssochlamys nivea*, *Fusarium spec.*, *Penicillium stoloniferum*, und *parapsilosis*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus fumigatus* und verschiedenen *Candida*-Arten.

Bei den Bakterien zeigten, wie z.T. schon bekannt, besonders *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus faecalis* und *epidermidis* sowie verschiedene *Proteus*-Stämme, *Clostridien*, *Acinetobacter*, *Bacillus cereus* und *Aquaspirillum*-Stämme unterschiedliche heterologe AB0-Aktivitäten.

Folgende Mikroorganismen wurden aus Leichenblutproben gezüchtet und untersucht:

	Blutgruppenaktivität	
	A	B
<i>Enterobacter cloacae</i>	—	++/++
<i>Serratia liquifaciens</i>	—	++/++
<i>Serratia marcescens</i>	—	++
<i>Enterobacter aerogenes</i>	—	++

### 3. Blutgruppenbestimmung an Röhrenknochen-Compacta unterschiedlichen Zustandes

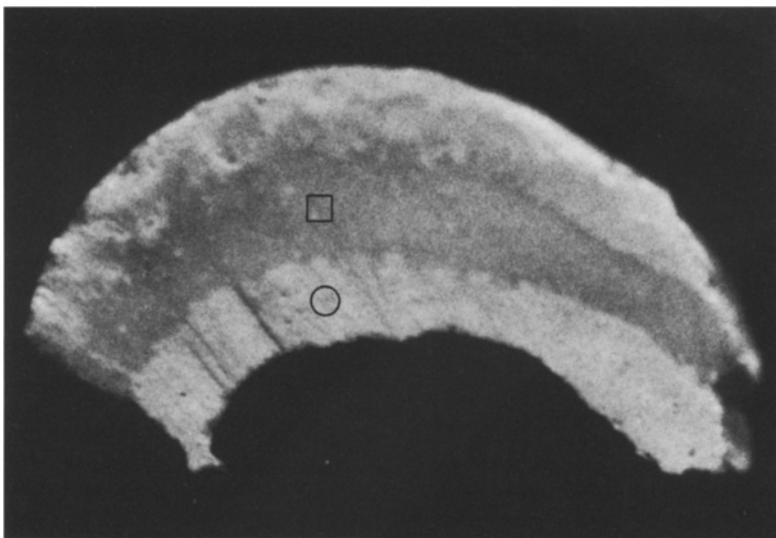
Die Auswertung horizontaler Sägeschnitte aus dem Femurschaft einer Reihe von Skeletten aus bajuwarischen Reihengräbern des 7.–8. Jahrhunderts ergab in 11 von 39 Fällen = 28% eine Inhomogenität des Fossilierungszustandes mit herd- oder gürtelförmiger Erhaltung harter, opaker Bezirke innerhalb kreidig-weicher Flächen (Abb. 1); öfter waren es die Außen- bzw. Innengürtel, manchmal landkartenähnliche Gebiete ohne bestimmte Lokalisation, die den dunkleren, härteren, benachbarten, mikroskopisch nicht veränderten Arealen gegenüber auffielen. Die mikroskopische Untersuchung am histologischen Schnitt zeigte, daß es sich bei den kreidig veränderten Bezirken um besonders stark zerfallene Knochenareale handelte. Der „Carbonatisierung“ des Apatitis entsprach hier jeweils auch ein Zerfall der organischen Matrix, welcher nach Entkalkung mit EDTA im polarisierten Licht photometrisch quantifiziert werden kann (Berg 1982); er korrelierte mit dem chemisch nachweisbaren Verlust des Kollagenbestandes.

Mit Hilfe eines kleinen Handbohrers wurden von den erhaltenen und von den zerfallenen Gebieten getrennte Knochenproben entnommen und in der Vibrationskugelmühle auf eine Korngröße von 0,07 mm gebracht.

Die Bestimmung der Blutgruppenaktivität mittels der Adsorptions-Elutions-Methode ergab meist in den zerfallenen Gebieten eine Blutgruppenaktivität, während das Material der besser erhaltenen Zonen wie 0 reagierte (Tabelle 2).

In der folgenden Tabelle sind die sechs Fälle der untersuchten 11 Knochen enthalten, in denen differente serologische Befunde erzielt wurden. Eine Züchtung von Darmbakterien aus den Knochenschnitten gelang nicht; kulturell fanden sich, ähnlich den Versuchen von Hauser et al. (1984), folgende Mikroorganismen (Tabelle 2):

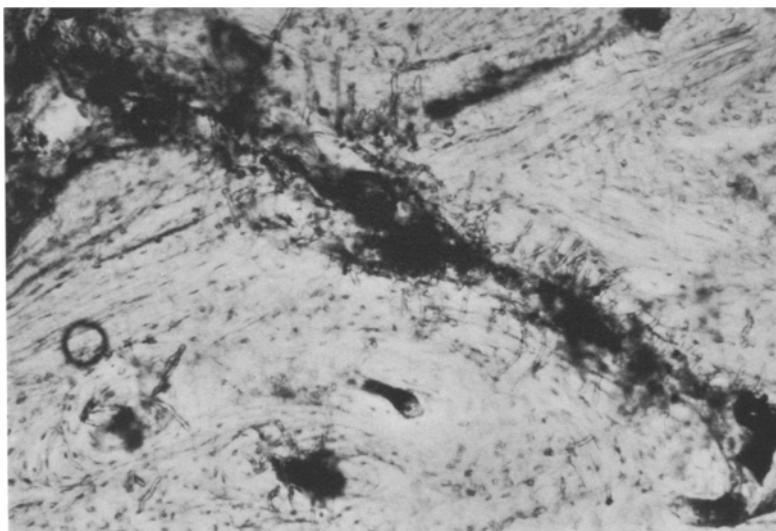
Die bakteriellen Isolate sind ubiquitär vorkommende aerobe Keimarten. Da die Bacillus-arten sporenbildende Bakterien sind, ist es durchaus möglich, daß sie vor sehr langer Zeit in die Knochen gelangt sind. Eine exogene Kontamination jüngeren Datums ist freilich nicht auszuschließen. Humanpathogene Bedeutung besitzt keine der nachgewiesenen Bakterienarten.



**Abb. 1.** Femurquerschnitt eines historischen Skelettfundes (Bajuwarische Reihengräber bei Straubing; Material von Dr. M. Schultz, Göttingen). Beispiele für Stellen der Materialentnahme: ○ = Ziffern 1<sub>a</sub>–4<sub>a</sub>, □ = Ziffern 1<sub>b</sub>–4<sub>b</sub> in Tabelle 2

**Tabelle 2.** Unterschiedliche Blutgruppenbefunde an verschiedenen Stellen des gleichen Knochens (a = zerfallen; b = erhalten)

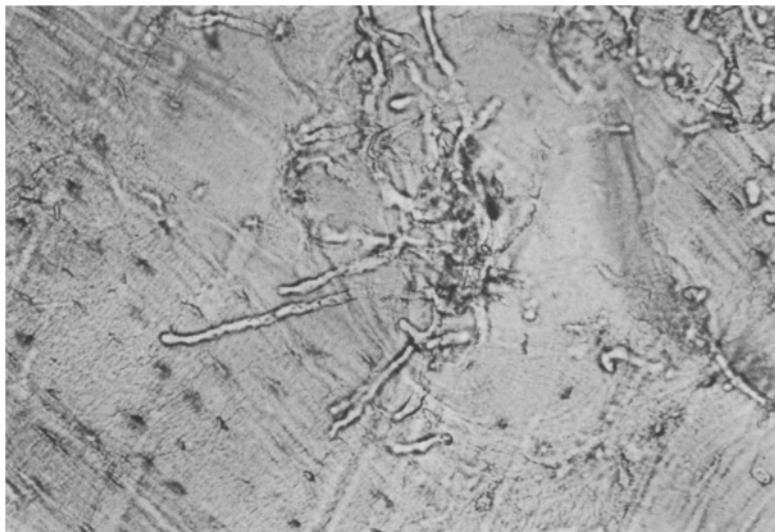
Knochen	Bezirk	Isolierte Keimart	Blutgruppenreaktion	
			A	B
1	a	Bacillus mycoides	—	+
	b	—	—	—
2	a	Gaffkya tetragena	—	++
	b	—	—	—
3	a	Bacillus cereus	++	—
	b	—	—	—
4	a	Bacillus cereus	—	—
	b	—	++	—
5	a	—	—	—
	b	—	+	—
6	a	—	+	+
	b	—	—	—



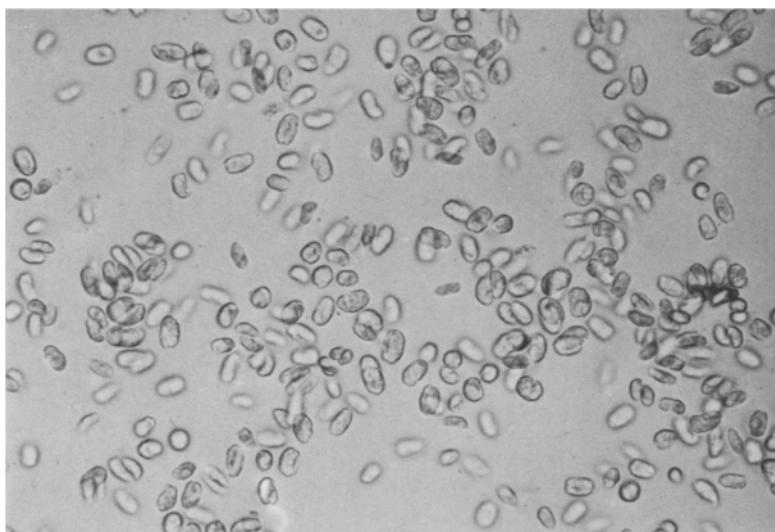
**Abb. 2.** Querschnitt eines rezenten Schädeldaches mit eingewuchertem Algenmaterial

#### 4. Blutgruppenaktivität pflanzlicher Saprophyten in menschlichem Knochenmaterial

Der Nachweis, daß das Eindringen von Fremdorganismen mit blutgruppenaktiver Leibessubstanz in einem Knochen für die Akquisition einer neuen Blutgruppenreaktion verantwortlich sein kann, gelang bei der Untersuchung eines Knochenfundes unbekannter, mit unter 50 Jahren geschätzter Liegezeit (Tgb.-Nr.: 3096/1982). Es handelte sich um einige, an einem Bachlauf bei Göttingen aufgefundene Knochenreste menschlicher Herkunft. Einige Rippenfragmente und ein Stirnbein wiesen außen grünliche Verfärbungen auf; ein Sägeschnitt durch die Diploe des Os frontalis zeigte auch eine durchgehende grünliche Verfärbung der Tabula externa. Die archäologisch nächstliegende Erklärung für derartige Befunde ist eine Metalloxidimprägnation (Berg et al. 1981); nach dem atomabsorptionsspektroskopischen Befund



**Abb.3.** Schädeldachquerschnitt wie Abb. 2, stärker vergrößert; aus Haverschem Kanal aus- sprossendes Algenproliferat



**Abb.4.** Algenkultur (*Chlamydia spec.*) aus dem Knochenmaterial der Abb. 2 und 3

lag eine solche aber nicht vor. Mikroskopisch zeigte sich, daß die Verfärbung auf einen Befall durch pflanzliche Elemente (erste Vermutung: Pilze) zurückzuführen war; es fanden sich hyphoide Wucherungen sowohl an der Oberfläche des Knochens, als auch bis hinein in die Gefäßkanälchen, zum Teil jedoch mit Chlorophyllgehalt (Abb. 2 und 3). Im polarisierten Licht zeigte sich in den befallenen Arealen ein völliger Schwund der optischen Aktivität, im Gegensatz zu den nicht befallenen Schichten, die noch gut erhalten waren.

Am Stirnbein wurden die grünlich verfärbten von den weißen Zonen getrennt und auf eine Korngröße von 0,07 mm gebracht. Die Bestimmung der Blutgruppenreaktion mit der

Adsorptions-Elutions-Methode ergab bei den helleren Bezirken keine Blutgruppenaktivität (Verhalten wie „0“), während die grün verfärbten Areale eine starke A-Reaktion ergaben.

Aus den befallenen Gebieten des Knochens konnte außer einer Blaualge, deren genaue Bestimmung aufgrund ihrer schlechten Züchtbarkeit und bakteriellen Verunreinigung der Kulturen nicht gelang, eine Reinkultur der Grünalge *Chlamydia* spez. isoliert werden (Abb. 4). (Die Kultivierung haben wir Herrn Prof. Dr. U. Schlösse, Fachbereich Biologie der Universität Göttingen, zu verdanken).

Abstriche aus Kulturen dieser Alge wurden auf sterilisiertem Filterpapier aufgetragen und getrocknet. Die Testung mit der Adsorptions-Elutions-Methode ergab eine starke heterologe A-Aktivität.

## Diskussion

Nach den vorstehend wiedergegebenen Ergebnissen der experimentellen Einwirkung von Dipteren-Larven auf menschliches Leichengewebe (Muskulatur) ist davon auszugehen, daß die Einwirkung von Fliegenlarven gelegentlich zu einer A- oder B-Akquisition, in der Regel aber zu einer Vernichtung der autochthonen Blutgruppen-Antigene führt. Dies ist wohl auf die extracorporale Verdauung der Fliegenlarven zurückzuführen, wobei autologe Gewebs-Antigene offenbar durch das Sekret der Kopfdarmdrüsen peptisch verändert oder zerstört werden können. Eine gewisse Parallele findet sich in den Befunden von Smith et al. (1983), denen die Gewinnung von humaner A- und B-Blutgruppen-like Substanz aus *Toxocara canis*-Larven des Stadiums II gelang, und zwar sowohl in der äußeren Larvenhülle wie in den Exkretions-Sekretionsprodukten. Kaninchen, die mit *Toxocara canis*-Eiern infiziert oder mit Larvensekret immunisiert wurden, entwickelten erhöhte Titer gegen A- und B-Erythrozytentigene.

Was die Akquisition von Blutgruppenaktivitäten anbetrifft, ist auch an bakterielle Besiedlung zu denken. Nach den Befunden von Moreau et al. (1963) und Jenkins et al. (1972) an Fäulnisleichen haben neuerdings Schwerd und Noll (1984) gezeigt, daß auch in lagernden Blutproben heterologe Blutgruppenaktivitäten durch Bakterien verursacht werden können; wie bei unseren Knochenproben wurde auch dort wiederholt *B. cereus* nachgewiesen.

Die unterschiedlichen serologischen Befunde an Gewebsproben nach Fliegenmadeneinwirkung und weiterer Mumifikation zeigen, daß Akquisitionsphänomene auch zu späteren Zeiten auftreten können, da ja eine der Proben, ursprünglich der Gruppe A zugehörig, nach Madeneinwirkung zunächst wie 0 und später wie B reagierte.

Nicht nur ägyptische Mumien, bei denen bisher nur das Einbalsamierungs-material als beeinflussendes Element diskutiert wurde, sondern auch einheimische Mumien zeigten morphologisch Befunde (Berg et al. 1983), die vorangegangenen Fäulnisvorgängen und faunistischem Befall entsprechen. Auch mit der Leibessubstanz von Insektenlarven kann heterologe Blutgruppenaktivität inkorporiert werden.

Meist schon bald nach dem Tode kommt es zu einer mehr oder weniger durchgehenden mikrobiellen Besiedelung des Körpers, zunächst durch die Darmflora mit ihren zum Teil hochgradig blutgruppenaktiven gram-negativen Bakterien (Springer et al. 1961; Fischer 1963; Hauser et al. 1984), auch aerobe

und anaerobe Sporenbildner kommen in Frage. Nach dem Absterben der Bakterien kann deren blutgruppenaktive Leibessubstanz im Gewebe verbleiben, wie Pedal (1985) auch immunhistochemisch nachgewiesen hat. Während ältere Autoren die Fäulnisvorgänge zentral berücksichtigen, scheinen diese Gedanken neueren anthropologischen Autoren, wie Lengyel (1972) verlorengegangen zu sein, der in dem Versuch „den Dekompositionsprozeß in irgendeinem logischen System zu überblicken“, die Meinung vertritt, daß der „biologische Teil“ der Dekomposition ohne Auswirkung auf den Blutgruppenbefund bleibe. Die starke heterologe Blutgruppenaktivität mancher, für die saprophytische Besiedlung der Leiche in Frage kommender Mikroorganismen (Wagner 1960, 1967; Corry 1968; Chiodi et al. 1976) auch im abgetöteten Zustand führt zu makroskopisch ablesbaren A- oder B-Absorptionswerten schon bei einer Zellzahl von  $10^6$ – $10^7$  (Bakterien) bzw.  $10^4$ – $10^5$  (Pilze) auf 1 cm<sup>2</sup> großen Filterpapierstücken. Ganz im Gegensatz zu Borgognini (1982), die die Meinung vertritt, der Knochen sei für Bakterien undurchdringbar, ist auch hier mit einer mikrobiellen Zersetzung der organischen Matrix, später auch mit dem Eindringen pflanzlicher Saprophyten zu rechnen. Jerusalem (1955) beschreibt das Zustandekommen von postmortalen Substanzerlusten am Knochenge webe durch Pilzbefall, Pflanzen und Parasiten; Piepenbrink (1983) isolierte aus Gruftknochen des 16.–18. Jahrhunderts Mikroorganismen, insbesondere Pilze, mit denen auch frische Knochen beimpft werden konnten.

Eine erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen Abbauvorgänge scheinen Knochen zu haben, bei denen eine Imprägnation der Außenschicht durch Metalloxyde stattgefunden hat (Schultz et al.); wie man es gelegentlich in Gräbern mit metallischen Beigaben beobachten kann. Ein wichtiges Ergebnis unserer Untersuchungen ist, daß die archäologisch als „Bronze-Verfärbung“ bekannte Grünfärbung von Knochenschichten auch durch Algenbefall verursacht sein kann, welcher ebenfalls als Ursache einer A-Akquisition des Knochens in Frage kommt.

Bei der Untersuchung von älterem Knochenmaterial auf Blutgruppeneigenschaften kann es vorkommen, daß an verschiedenen Stellen des gleichen Skeletts unterschiedliche Blutgruppenbefunde erhoben werden (Berg et al. 1983). Wenn in mikromorphologisch stark zerfallenen bzw. von pflanzlichen Saprophyten durchsetzten Arealen des gleichen Knochenquerschnitts A- oder B-Aktivität festgestellt wurde, während dies bei gut erhaltenen nicht der Fall war, so ist hiermit praktisch der Beweis erbracht, daß der postmortale mikrobielle Befall historischer oder subfossiler Knochen heterologe Blutgruppenaktivitäten verursachen kann.

## Literatur

- Berg S (1982) Schätzung der Liegezeit von Skelettmaterial durch histomorphologische Quantifizierung des Kollagenbestandes. Arch Krim 170:89–98
- Berg S, Rolle R, Seemann H (1981) Der Archäologe und der Tod. Archäologie und Gerichtsmedizin. München Luzern
- Berg S, Bertozzi B, Meier R, Mendritzki S (1983) Vergleichend-methodologischer Beitrag und kritische Bemerkungen zur Interpretation von Blutgruppenbestimmungen an Mumienrelikten und Skelettfunden. Anthropr Anz 41:1–19

- Berliat P (1953) La faune entomologique des cadavres dans ses rapports avec la criminologie. *Rev Int Crim Pol Techn* 7:129
- Borgognini-Tarli SM, Paoli G (1982) Survey on paleoserological studies. *Homo* 33:69–89
- Chiodi V, Gilli R, Puccini C, Portigliatti-Barbos M, Fallani M, De Bernardi A (1976) Manuale di medicina legale, vol 2. Milano
- Corry J (1978) A review. Possible sources of ethanol ante- and postmortem: its relationship to the biochemistry and microbiology of decomposition. *J Appl Bacteriol* 44:1–56
- Ezra-Cohn HE, Cook SF (1961) Blood typing compact human bone tissue. *Nature (Lond)* 191:1267–1268
- Fischer H (1963) Die Verwendung von Leichenblut für Transfusionszwecke. *Blut* 9:45–50
- Hauser R, Raszeja S, Pawlowski R, Samet A (1984) Mikrobielle Kontamination der Antigene AB0 im Knochengewebe. *Z Rechtsmed* 92:189–197
- Jenkins GC, Brown J, Lincoln PJ, Dodd BE (1972) The Problem of the acquired B antigen in forensic serology. *J Forens Sci Soc* 12:597–603
- Jerusalem C (1955) Über die histologische Diagnose postmortal und intravital entstandener Knochendefekte. *Z Morph Anthropol* 47:67–70
- Kirst R, Landes B (1971) Über AB0-Bestimmungen am kompakten Knochen. *Kriminalistik und Forens Wiss* 6:99–112
- Lengyel IA (1975) Palaeoserology. A Kademai Kiado, Budapest
- Megnin JP (1894) La faune des cadavres; Application de l'entomologie à la médecine légale. Encyclopédie scientifique des aides-mémoire M. Leaute n. 101 B. Sec Biol, Paris
- Moureau P, Andre A, Warin J, Joiris J (1963) B-like antigen in blood -A of Decomposed body. Proc 3rd International Meeting Forensic Immunology
- Niezabitowski E (1902) Experimentelle Beiträge zur Lehre von der Leichenfauna. *Vjschr Gerichtl Med* 23:44–50
- Nuorteva P (1977) Sarcosaprophagous insects as forensic indicators. In: Tedeschi CG von, Eckert WG, Tedeschi LG (Hrsg) Forensic medicine – A study in trauma and environmental hazards. Philadelphia
- Pedal J, Baedecker Ch (1985) Immunenzymatische Darstellung der Isoantigene A, B und H in fäulnisverändertem Nierengewebe. *Z Rechtsmed* 94:9–20
- Piepenbrink H, Herrmann B, Hoffmann P (1983) Tetracyclintypische Fluoreszenzen an bodengelagerten Skeletteilen. *Z Rechtsmed* 91:71–74
- Reiter C, Wollenek G (1983) Zur Artbestimmung der Puppen forensisch bedeutsamer Schmeißfliegen. *Z Rechtsmed* 91:61–69
- Schultz M, Berg S, Bonte W, Kijewski H (im Druck) Der morphologische Erhaltungszustand von subfossilem Knochenmaterial in Abhängigkeit von protektiver Metallimprägnation. *Anthrop Anz*
- Schwerd W, Noll A (1984) Über die Zuverlässigkeit von AB0-Befunden in gelagerten Blutproben. *Z Rechtsmed* 93:111–116
- Smith HV, Kusel JR, Girdwood RWA (1983) The production of human a and B blood group like substance by *Toxocara canis* larvae. *Clin Exp Immun* 54:625–633
- Springer GF, Williamson P, Brandes WC (1961) Blood group activity of Gram (–) bacteria. *J Exp Med* 113:1077–1093
- Staak M, Berghaus G (1982) AB0-Blutgruppennachweis am menschlichen Knochen. *Arch Kriminol* 169:140–148
- Thieme FP, Otten CM (1957) The unreability of blood typing aged bone. *Am J Phys Anthropol* 15:387–398
- Wagner HJ (1960) (1967) Die Bedeutung der Antibiotika und Sulfonamide für Todes- und Tatzeitbestimmungen in der gerichtlichen Medizin. Habil.-Schrift Mainz 1960 – Einfluß auf die Leichenfäulnis. *Dtsch Z Ges Gerichtl Med* 49:714; 59:245
- Wyninger R (1974) Insektenzucht. Ulm Stuttgart