

## 7 Diskussion

In dieser retrospektiven Studie wurden die Informationen, die Daten, Skizzen und Fotos aus den Sektionsprotokollen der Jahre 1983 bis 2005 gewonnen. Darin sind die Informationen ursprünglich zur Dokumentation gesammelt worden. Leider war die Anzahl der betrachteten Fälle nur begrenzt.

Bei der Anfertigung von Frakturzeichnungen haben die Obduzenten den Frakturverlauf teilweise mit Hilfe einer Zeichenvorlage dargestellt und teilweise Fotos angefertigt. Dokumentiert wurden dabei meistens nur die Frakturen der Tabula externa. Obwohl die interessanteren Befunde nicht selten an der Tabula interna gefunden wurden, musste sich diese Analyse deshalb auf die Tabula externa beschränken.

Es handelte sich um Handzeichnungen. Damit war die Detailliertheit oder ein Maßstab in den Zeichnungen nur eingeschränkt möglich. Andererseits konnten so Erfahrungen und Eindrücke in eine Skizze einfließen, die ein Foto nicht darstellen konnte.

Einschränkungen bestanden weiterhin dadurch, dass einige Daten zur Anatomie oder zur Traumaintensität nicht quantitativ angegeben werden konnten. Individuelle anatomische Unterschiede konnten nur bedingt in die Betrachtung einfließen.

Die Traumaintensität konnte beispielsweise lediglich durch die Art des Traumas abgeschätzt werden.

Ebenso sind die Winkel der Frakturausläufer für die tabellarische Aufarbeitung in 45°-Winkeln näherungsweise angegeben worden. Das beinhaltet zwar eine Ungenauigkeit, machte aber eine Zusammenfassung der Frakturen zu Gruppen möglich.

Zur Ursache der einzelnen Anteile eines Fraktursystems kommen Biegungen im Bereich der Aufschlagstelle und Berstungen durch Verformung des gesamten Schädels in Betracht. Die kurzen Enden der Y-förmigen, radiären Frakturlinien befinden sich im Bereich des Frakturzentrums (Frakturtyp 2). Darum sollten sie eigentlich durch lokale Verformung des Schädels, also Biegung entstanden sein.

An der Tabula externa würden die radiären Y-Frakturlinien jedoch aufgrund von Biegung in der Mitte der Aufschlagstelle entstehen. Dort jedoch wird die Tabula externa auf Druck belastet- in

der Umgebung auf Zug belastet. Durch die Zugbelastung entstehen die konzentrischen Biegungsfrakturen (Frakturtypen 3 und 4).

Die Schädelknochen sind auf Druck belastbarer als auf Zug. So müssten die konzentrischen Biegungsfrakturen häufiger auftreten als die radiären Y-Frakturlinien. Tatsächlich ist es jedoch umgekehrt.

## 7.1 Biegungsfrakturen

R.P. Hubbart und W. v. d. Berge hatten den Einfluss der Dicke des Schädelknochens auf die Biegefestigkeit des Knochens gezeigt.

W. v. d. Berge hatte verschieden dicke Knochenstücke gebogen, die teilweise von den gleichen Schädeln stammten. Die Schädel waren an verschiedenen Stellen verschieden dick.

In dieser Studie wurde die durchschnittliche Knochendicke an der Sägebene betrachtet. Die Knochendicke ist jedoch nicht in allen Fällen gemessen worden.

Der Typ des Frakturzentrums und die Ausprägung von konzentrischen Biegungsfrakturen war in den verschiedenen Bereichen der Schädeloberfläche unterschiedlich.

So fand sich an der Stirn ein überdurchschnittlich hoher Anteil an konzentrischen Biegungsfrakturen und Globusbrüchen.

Demgegenüber konnte gezeigt werden, dass die betrachteten Schädelfrakturen an der Schädelhinterseite selten konzentrische Biegungsfrakturen aufwiesen.

Occipital ist der Schädelknochen dicker als in anderen Bereichen. Ebenso kam bei den untersuchten Frakturen der Schädelhinterseite kein Sturz aus der Höhe vor.

Darum konnte nicht unterschieden werden, ob nun die höhere Schädeldicke oder die geringere Sturzintensität bewirkten, dass konzentrische Biegungsfrakturen in der Occipitalregion nahezu nicht aufgetreten sind.

Bei den hier untersuchten Fällen sind bei einer mittleren Schädeldicke von mindestens acht Millimetern keine konzentrischen Biegungsbrüche oder Globusbrüche aufgetreten. Das gilt letztlich für Traumen begrenzter Intensität, da zertrümmerte Schädel nicht mit in die Betrachtung eingeflossen sind.

## 7.2 Berstungsfrakturen

1947 und 1950 hatten E.S. Gurdjian et al. aus ihren Experimenten mit lacküberzogenen Schädeln gefolgert, dass die Richtung der Berstungsfrakturen von der Aufschlagstelle des Schädels abhängt.

Als Beispiel lieferte E.S. Gurdjian die hintere obere Schädelseite und die Occipitalregion. Für diese Regionen zeigte er Fotos der stress-lines (s. Abbildung 8). Die stress-lines verliefen ausgehend von der hinteren oberen Parietalregion schräg nach vorne unten und ausgehend vom zentralen Hinter Schädel nach unten.

Dieser Zusammenhang konnte anhand der eigenen Daten bestätigt werden, denn in gleicher Weise verliefen die Berstungsausläufer der in dieser Studie betrachteten Frakturen, bei denen sich das Frakturzentrum in diesen Regionen befand. Deutlich wird dies insbesondere in den kumulierten Frakturskizzen.

In der Kumulativskizze des Occipitalbereiches zeigte sich, dass die Berstungsfrakturen überwiegend nach

- unten verliefen.

Im Parietalbereich des Hinterkopfes grenzten sich drei Hauptrichtungen ab:

- unten
- schräg vorne unten
- gegenüberliegende Schädelseite

Dabei konnte durch t-Test eine Korrelation zwischen der mittleren Schädeldicke und der Richtung der Frakturausläufer gefunden werden. Der Zusammenhang ist mit  $p=0.01$  signifikant. Verglichen wurde die Richtung der Frakturlinien mit dem Mittelwert der angegebenen Schädeldicke. Bei dünnen Schädeln verlief die Berstungsfraktur nach kontralateral, bei dickeren Schädeln nach isolateral.

Wie die mittlere Schädelstärke die Richtung der Frakturausläufer in dieser Region der Schädeloberfläche beeinflusst ist, konnte nicht gezeigt werden, denn obwohl ein großer Teil der betrachteten Frakturen in diesem Bereich aufgetreten ist, ist die Anzahl insgesamt gering.

An der Schädelseite ließen sich drei Hauptrichtungen der Frakturlinien abgrenzen:

- unten
- schräg vorne unten
- vorne

Der Winkel der Frakturlinien war dabei im vorderen Teil steil nach „unten“.

Je weiter hinten ein Frakturzentrum lag, desto flacher wurde der Richtungswinkel der entsprechenden Berstungsfraktur. Hinten zeigten die Berstungsausläufer zu einem großen Teil nach „vorne“.

Im weiteren Verlauf waren die Berstungsfrakturen teilweise grade und teilweise gebogen. Dabei verhielten sich die Frakturlinien ausgehend von den verschiedenen Orten auf der Schädeloberfläche immer ähnlich.

Die Berstungsfrakturen der Occipitalregion verliefen fast immer gerade.

Ebenso verliefen die Berstungsfrakturen der vorderen Schädelseite überwiegend gerade.

Jedoch waren Frakturen der hinteren Schädelseite sehr häufig nach unten gebogen.

Berstungsfrakturen der Schädelseite strebten von allen Orten der Schädelseite aus dem großen Keilbeinflügel zu.

Für die hintere Parietalregion entspricht das dem Verlauf der stress-lines, die E.S. Gurdijan zeigte.

Eine Erklärung hierfür könnte eine Skizze liefern, die A. Paltauf 1888 anfertigte (s. Abbildung 3). Darin hatte er Linien eingezeichnet, welche die Spaltbarkeit der Bindegewebsfasern an entkalkten Schädeln zeigen.

Vergleicht man nun die Spaltbarkeit der Bindegewebsfasern am entkalkten Schädel mit dem Verlauf der Berstungsfrakturen so fällt eine Ähnlichkeit des Verlaufes der in dieser Studie untersuchten Frakturen, der stress-lines und dem von A. Paltauf beschriebenen Verlauf der Bindegewebsfasern auf.

Darum könnte man vermuten, dass Berstungsfrakturen entlang der Bindegewebsfasern verlaufen oder in ihrem Verlauf durch die Bindegewebsfasern beeinflusst werden.

Denkbar ist weiterhin, dass die Frakturausläufer durch den bogenförmigen Ansatz des M. temporalis an der Linea temporalis abgelenkt werden.

Weil die Schädelnähte mit zunehmendem Alter verknöchern, wurde auch das Verhalten der Berstungsfrakturen an einer Schädelnaht betrachtet.

Ein Überqueren der Schädelnaht ohne Stufe oder eine Ablenkung sprächen dabei für eine fest gefügte Schädelnaht, eine ganze oder teilweise Aufsprennung der Naht oder ein Stopp der Berstung für eine locker gefügte Schädelnaht.

Der Altersdurchschnitt der Personen, bei denen die Schädelnaht zum Stopp der Frakturlinie geführt hat oder bei denen die Schädelnaht durch die Fraktur ganz oder streckenweise gesprengt wurde, war mit 57,3 Jahren niedriger als der Altersdurchschnitt von 60,5 Jahren derjenigen Personen, bei denen die Fraktur ohne Stufe die Schädelnaht überquert hat oder die Fraktur durch die Schädelnaht abgelenkt wurde.

Betrachtete man die Fälle jedoch nach Altersgruppen, so zeigte sich, dass sich die Verlaufsformen an einer Schädelnaht nicht wesentlich unterscheiden. Die homogene Gruppe der Über-90-jährigen ist zu klein für eine gültige Aussage.

Auch wenn die Personengruppe von V.N. Zvjagin (Personen europäischer Abstammung und nur im Alter zwischen 17 und 70 Jahren) der hier betrachteten Personengruppe (Berliner im Alter von 20 bis 94 Jahren) im Wesentlichen entspricht, konnte ein unterschiedliches Verhalten der Frakturlinie an der Schädelnaht in den einzelnen Altersgruppen nicht deutlich werden.