

112830^a

Studien zur Lehre vom Mechanismus
der
Schädelfracturen.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doctors der Medicin
verfasst und mit Bewilligung
Einer Hochverordneten medicinischen Facultät
der Kaiserlichen Universität zu Jurjew
zur öffentlichen Vertheidigung bestimmt
von
Edgar Bohl
Assistenten der chirurgischen Klinik.

Censores:

Dr. med. Ad. Lunz. — Prof. Dr. B. Körber. — Prof. Dr. W. Koch.



Jurjew.

Druck von C. Mattiesen.
1894.



№ 08891

Печатано съ разрѣшенія Медицинскаго Факультета Императорскаго Юрьевскаго Университета.

Юрьевъ, 9-го мая 1894 г.

№ 296.

Деканъ: С. Васильевъ.

Meinen Eltern.

Ⓢ 123342

Mit Freuden ergreife ich die Gelegenheit, allen meinen hochverehrten Lehrern an der hiesigen Hochschule meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Herrn Prof. Dr. W. Koch, dessen Assistent zu sein ich die Ehre habe, bitte ich auch an dieser Stelle meinen wärmsten Dank für die Anregung zur vorliegenden Studie und die lebenswürdige Unterstützung bei der Bearbeitung derselben entgegennehmen zu wollen.

I n h a l t.

- I. Fracturen durch Einwirkung eines Keiles.
 - II. Fracturen durch Berstung.
 - III. Fracturen durch Biegung.
-

Der Mechanismus der Schädelfracturen hat die medicinische Welt zweimal in intensiver Weise beschäftigt. Einmal in den Jahren 1760—1778 und dann in jüngster Zeit, seit 1880, dem Jahre des Erscheinens der Messerer'schen Arbeit.

Es wurden in der zuerst genannten Zeit 9 Arbeiten, seit 1880, 21 über diesen Gegenstand veröffentlicht. Die in ihnen gebotenen geschichtlichen Darstellungen der Lehre von den Schädelfracturen — beispielsweise von Ca u v y, S c h w a r z, H e r m a n n, D u l l e s, G r e i f f e n h a g e n — lassen es zulässig erscheinen, Historisches auf diejenigen Angaben zu beschränken, die zur Erläuterung der von mir angestellten Experimente dienen müssen.

Die Mechanismen, durch welche Fracturen des Schädels zu Stande kommen, sind die folgenden:

- I. Keilwirkung.
- II. Berstung.
- III. Biegung.
- IV. Sprengwirkung.

Die Knochen des Schädels werden bei der Fracturirung auf Zugfestigkeit (Berstung), Druckfestigkeit und Biegungsfestigkeit in Anspruch genommen; in seltenen Fällen auch auf Schubfestigkeit, so z. B. in den Nahtverbindungen zwischen Schläfen- und Scheitelbein.

Fracturen durch Torsion kommen am Schädel nicht vor.

Beschränken wir uns auf die Fracturen durch Friedensgewalten, so fallen diese unter die Kategorie der Biegung und Berstung für die Mehrzahl, der Keilwirkung für eine Minderzahl von Fällen.

I.

Fracturen durch Einwirkung eines Keiles.

Die Bedingung für das Zustandekommen einer Fractur durch Keilwirkung ist das Eindringen eines Fremdkörpers zwischen die Schädelknochen.

Fracturen durch Keilwirkung sind experimentell von F é l i z e t erzeugt worden. Dieser experimentirte in der Weise, dass er einen Keil in einem Versuch ins Hinterhauptbein, im zweiten ins Stirnbein eintrieb. Die Folge war im linken Stirnbein eine Fissur, die das linke Orbitaldach durchsetzte und den linken Oberkiefer in senkrechter Richtung halbirte.

Durch Eintreiben eines Keiles in die linke Hinterhauptschuppe konnte er eine Fissur erzeugen, die das os occipitale in der Längsrichtung durchtrennte, schräg durch das Felsenbein zog und bis in die entsprechende Schläfenbeinschuppe hineinreichte. F é l i z e t's Experimente wurden nicht an unverletzten Schädeln, sondern nach Entfernung des Schädeldaches und zwar so angestellt, dass der Meissel von der Sägefläche aus in den Knochen hineingetrieben wurde.

Die Versuche, welche von mir zur Controlle angestellt wurden, ergaben:

Versuch I.

Schädel eines Erwachsenen.

Es wird ein 2 cm. breiter Meissel, der sich 3 cm. über der Schneide auf $\frac{1}{2}$ cm. verdickt, senkrecht über der Mitte des linken Margo supraorbitalis aufgesetzt, durch leichte Schläge

so weit eingetrieben, dass er den Knochen durchdringt, und dann durch einen schwachen Schlag mit einem leichten hölzernen Hammer um 1 cm. vorgetrieben.

Der Knochen bleibt in der Umgebung, während der Meissel ihn durchsetzt, unversehrt. Nach dem letzten Schlage entstehen 2 Fissuren entsprechend den Schmalseiten des Meissels. Die eine, 5 cm. lang, geht vom oberen Winkel der Meisselwunde bis nahe an die Coronalnaht, die zweite nach unten in gleicher Richtung ins Orbitaldach. Beide Fissuren klaffen an dem Punkte, wo sie von der Meisselwunde ausgehen, stark und schnappen nach Entfernung des Meissels zusammen.

Versuch II.

Schädel eines Erwachsenen.

Der Meissel wird auf die Mitte des rechten Parietale aufgesetzt und mit seiner Längsachse zwischen oberem vorderen und hinterem unteren Scheitelbeinwinkel gestellt. Das Eintreiben desselben vollzieht sich wie bei Versuch I. Von den beiden Spitzen der Meisselwunde zieht je eine geradlinige Fissur, genau in der Richtung der oben ausgewählten Diagonale.

Die Fissuren klaffen ebenfalls und schnappen nach Entfernung des Meissels zusammen. Die vordere misst 3 cm., die hintere 4 cm.

Wurde der Meissel durch einen starken Schlag in den Schädel eingetrieben, so entstand eine Durchbohrung des Knochens entsprechend der Grösse des Meissels mit Impression der Knochenränder.

Klinisch finden sich Fracturen des Schädels durch den Mechanismus der Keilwirkung in unzweifelhafter Weise bei penetrirenden Linearwunden, bei Lappenwunden des Schädels, nach Abhieben, endlich Verletzungen durch das Beil oder Hiebaffen. Die Verletzungen sind meist durch schneidende Werkzeuge von grösserem Volumen, wie Säbel, Schläger, Beile hervorgebracht, sie sind selten die Folge von Stichverletzungen durch Messer, Lanzen, Bajonette (cf. Bruns), können aber auch als Folgen des Ein-

dringens mehr stumpfer Werkzeuge, wie eines Stockes oder Steinnes, auftreten, im letzteren Falle combinirt mit mehr oder weniger ausgedehnten localen Splitterungen. Naturgemäss finden sich diese Verletzungen am Gewölbe. Bei tiefem Angriffspunkt der Gewalt können die entstehenden Fissuren aber auch auf die Basis sich ausdehnen, wie im Versuche № I.

Es ist zwischen den Hiebwunden des Schädels und den im Anschluss an solche entstandenen Knochenfissuren zu unterscheiden. Meist werden Zusammenhangstrennungen des Schädels in Folge einer Keilwirkung den Schädel w u n d e n zugezählt. Die Grenze ist hier schwer zu ziehen. Scheint es unthunlich einen Schnitt, der nur die äussere Tafel durchdringt, als Fractur zu bezeichnen, so ist gegenüber ausgedehnten Fissuren oder Splitterungen der Vitrea die durch das Eindringen des Fremdkörpers gesetzte Knochenwunde unwesentlich. Den Uebergang zwischen den Fracturen durch Einwirkung eines Keiles und denen durch stumpfe Gewalt bilden die Formen, in denen nach Eindringen eines stumpfen Werkzeuges durch den Schädelknochen Keilwirkung zur Geltung kam.

Als klinische Belege für Keilwirkung lassen sich die folgenden Präparate der hiesigen Chirurgischen Klinik citiren.

Präparat № A. 1, ein Geschenk von Professor Socin.

Das Präparat betrifft einen dickwandigen Schädel. Auf der Höhe des linken Scheitelbeines findet sich ein Aposkeparnismus von ovaler Gestalt, in seiner Achse nahezu quer gestellt, an der Tabula externa von 7 cm. und $4\frac{1}{2}$ cm., an der Tabula interna von $3\frac{1}{2}$ und $2\frac{1}{2}$ cm. Durchmesser. Der von hinten geführte Hieb hat im hinteren Theil des Scheitelbeins den Knochen in schräger Richtung vollkommen glatt durchschnitten und ist 6 mm. tief eingedrungen. In dieser Tiefe hört in gerader Linie die glatte Knochenwunde auf. Am übrigen Theil des Defectes sind die Ränder zackig und unregelmässig. Die Diploe ist nicht glatt durchtrennt, sondern höckerig und uneben. Der Character der schrägen Trennung des Parietale ist an der von dem Hieb getroffenen Stelle am meisten ausgesprochen, verliert sich nach vorn hin mehr und mehr, so dass an dem der getroffenen Stelle

entgegengesetzten Rande der Knochen in senkrechter Richtung durchtrennt ist. Der Defect ist so aufzufassen, dass die schneidende Waffe auf 6 mm. eindrang und als Keil die Aussprengung eines der Grösse des Defectes entsprechenden Knochenstückes verursachte. Derselbe Schädel zeigt am Hinterhaupt eine zweite Hieb- wunde, die ebenfalls die Hieb- wunde selbst und die davon ausgegangenen Fissuren deutlich unterscheiden lässt. Die Hieb- wunde, leicht concav nach unten, nahezu horizontal gestellt und schräg von oben nach unten eindringend, durchsetzt die hinteren Partien beider Scheitelbeine derart, dass sie mit ihrer Mitte die Sutura sagittalis $2\frac{1}{2}$ cm. über der Vereinigung mit der Lambdanaht durchtrennt. Die Tabula externa ist besonders am oberen Rande glatt durchsetzt, die Vitrea mehrfach gesplittert. Von den Spitzen der Wunde geht je eine Fissur aus, die in der Richtung der Hieb- wunde weiter verläuft. Jede der Fissuren reicht bis in die Linea semicircularis inferior.

Zusammen beschreiben die Fissuren und die Hieb- wunde um die Protuberantia occipitalis externa einen $\frac{3}{4}$ eines Kreises einnehmenden Bogen, der an den äussersten Partien der Linea semicircularis inf. endet. Die Fissuren, die im Beginn auf 2 mm. klaffen, durchdringen im Anfang den Knochen in schräger, weiterhin in senkrechter Richtung.

Die Fissuren laufen ganz entsprechend der Richtung, in welcher die Waffe eindrang. Ebenso wie der Hieb verlaufen sie im Beginn in schräger Richtung durch den Knochen. Vereinigt, würden die Hieb- verletzung und die Fissuren zusammen eine Calotte des Schädels abtrennen.

Präparat A. 46. Ein dünnwandiger Schädel, Verletzung durch Beilhieb.

Der Beilhieb hat einen Substanzverlust gesetzt, der 8 cm. lang und 2 cm. an Breite messend, schräg vom Tuber parietale der linken Seite über die Mitte der Lambdanaht in die Hinter- hauptsschuppe hineinzieht. Längs des ganzen medialen Randes liegen schmale, nach innen eingedrückte Knochensplitter, die beide Tafeln betreffen. Am äusseren Rande ist der Knochen in seiner Dicke deutlich schräg durchsetzt.

An der Vitrea zahlreiche feine Splitter. Von den Winkeln des Defectes gehen 2 Fissuren aus. Vom oberen zieht eine, $4\frac{1}{2}$ cm. lang, schräg nach abwärts und durchsetzt den Knochen in schräger Richtung. Die hintere Fissur, $\frac{1}{2}$ cm. lang, trennt den Knochen in senkrechter Richtung und zieht gegen die Linea semicircularis superior.

Sehr charakteristische Präparate für die behandelte Fracturform finden sich im Musée Dupuytren unter den 7 dort aufbewahrten einschlägigen Präparaten. Ebenso bei Bruns, in dessen Atlas Abth. I Taf. IV Fig. 1 und Fig. 5 Linearwunden des Schädels mit Sprüngen abgebildet sind. V. v. Bruns verfügte in seinem Handbuch der practischen Chirurgie bereits über etwa 100 Fälle von Hiebverletzungen des Schädels und ebenso finden sich bei Bergmann zahlreiche hierher gehörige Fälle, die zum grösseren Theil auf Beobachtungen älterer Autoren wie Quesnay, Louvrier, Thomson, Adelmann sich stützen.

Der Mechanismus dieser Fracturen ist klar. Es ist der einer Berstung unter Einwirkung eines Keiles. Die Fissuren beginnen an der Stelle, wo der keilförmige Gegenstand eindrang, und klaffen dort am meisten. In ihrer Richtung sind sie von der Ebene, in welcher der Keil eindringt, abhängig. Im Gegensatz zu den Berstungen nach stumpfer Gewalteinwirkung verlaufen die Fissuren meridional nur dann, wenn der Hieb in senkrechter Richtung die Knochen tafel durchdringt, je mehr schräg der Hieb die Knochen trifft, um so mehr nähern sich die Fissuren im Verlauf den horizontalen Bögen. Durchschneidet die Waffe den Knochen senkrecht zu seiner Fläche, so durchsetzen ihn auch die Fissuren senkrecht. Trifft die Waffe die Knochen tafel schräg, so trennen auch die Fissuren den Knochen in schräger Richtung, zum mindesten in ihrem Beginn (cf. Präparat A. 1). Ebenso ist naturgemäss die Dislocation bei aufgehobenen Knochenplatten der directen Einwirkung des Keiles zuzuschreiben.

Die Möglichkeit der Keilwirkung kann auch in solchen Fällen in Frage kommen, in denen sich kein Fremdkörper zwischen die Schädelknochen hineinzwängt.

Es handelt sich hier um Fracturen an stark convexen Schädelpartieen. Wird eine solche Stelle durch Einwirkung einer stumpfen Gewalt deprimirt, so müssen beim Uebergang der Form aus einer nach aussen convexen in eine nach aussen concave deprimirte Knochenstelle, die betroffenen Knochen zeitweilig gerade gestreckt werden. Dabei vergrössert die betreffende Partie zeitweilig ihren Umfang und kann die benachbarten Knochen auseinander pressen.

So beträgt an einem mir vorliegenden Schädel der Durchmesser eines um das Tuber parietale gezogenen Kreises 4.2 cm. Die Bogenlinie darüber 4.4 cm. Wird diese Partie flachgelegt, so müsste der Umfang des Kreises, der bei einem Durchmesser von 4.2 cm. 13.2 cm. beträgt, bei dem Durchmesser von 4.4 cm. auf 13.8 cm. wachsen, was einer Vergrösserung der Peripherie um 0.6 cm., das heisst dem 20^{ten} Theil des ganzen Umfanges entspricht. Die Vergrösserung ist eine sehr bedeutende, wenn man sie zusammenhält mit der Vergrösserung des Umfanges am Aequator eines doppelseitig comprimierten Schädels. Beträgt der quere Durchmesser eines Schädels 14.5 und der Umfang entsprechend 45.5, so würde sich der Umfang des Schädels bei Vergrösserung des Durchmessers um 1 mm. auf 45.8 cm. ausdehnen müssen, was einer Zunahme des Umfanges um 0.3 cm., das heisst, etwa dem 150^{ten} Theil der ganzen Peripherie entspricht. Wenn diese geringe Zunahme des Aequators die Ursache meridionaler Berstungsfissuren ist, so scheint es gerechtfertigt bei stärkerer Dehnung auf enger begrenztem Gebiet ebenfalls das Auftreten von Berstungen zu erwarten.

Nicht zu vernachlässigen ist der Gegendruck, den der Knochenring in der Umgebung eines deprimierten Stückes auf dieses auch während des Flachlegens ausübt. Wird der umgebende Knochen im Sinne der Berstung beeinflusst, so übt er auf die von der äusseren Gewalt flachgelegte Partie eine Gegenwirkung im Sinne der Biegung und Strebfestigkeit. Unser Versuch № X, in dem als Folge eines Schlages mit einem Gewicht von 5 Kilogr. auf die Stirn an dieser eine grosse Splitterfractur mit Depression der Splitter nach innen entstand, zeigt für

die peripheren Splitter, am rechten Stirnbein, Dislocation der Splitter nach aussen. Ein grosser Splitter, von dem Aussenrande des Margo supraorbitalis bis in die Schläfenschuppe reichend und nach oben und unten durch Bogenlinien begrenzt, ist an der Stirn um $\frac{1}{2}$ cm. nach aussen abgehelt, während er nach hinten noch mit dem Schläfenbein in Verbindung steht. Hier hat die Flachlegung des Tuber frontale Keilwirkung nach aussen entfaltet und die Dislocation bewirkt.

In den hierher gehörigen klinischen Fällen braucht eine Knochendepression nicht in allen Fällen vorzuliegen, da sich die betroffene Schädelpartie wieder aufrichten kann.

Es unterliegen dieser Deutung, der Keilwirkung bei gleichzeitiger Abplattung, in der Casuistik Sternfracturen mit Knochendepression oder Splitterung. Beispielsweise Fall 13 Fig. XIII A bei Knorre. Hier ist ein rechteckiges Knochenstück am Hinterhaupt durch einen Biegungsbruch umschrieben. Von diesem Biegungsbruch gehen 4 Fissuren ab, die sich rechtwinkelig schneiden und mit dem Beginn ihres Verlaufes der Mitte der Diagonalen des rechteckigen Knochenstückes entsprechen würden.

Die Fissuren, die durch eine Keilwirkung dieser Art entstehen, verlaufen meridional. Die Keilwirkung concurrirt hier also mit dem Mechanismus der Berstung, da in beiden Fällen die Fissuren an gleicher Stelle entstehen und in gleicher Weise verlaufen.

II.

Fracturen durch Berstung.

Das Vorkommen der Berstungen am Schädel steht in Abhängigkeit von den elastischen Eigenschaften desselben.

Die Aenderungen der Form, denen der Schädel bei Druck unterliegt, sind seit langer Zeit theoretisch construirt und später durch Messung in exacter Weise bestimmt worden.

Ausgehend von der Frage der „Fractures par contre-coup“ waren es zuerst die Vertreter der Vibrationstheorie, Saucerotte, Chopart, Sabourant, welche die Formänderung des Schädels in ihrem Wesen erfassten.

So schreibt Saucerotte, nachdem er gesagt hat, dass der von einem Schläge getroffene Schädel elliptische alternirende Schwingungen ausführt, dass hierbei die von der Gewalt getroffene Schädelpartie und ebenso die diesem Punkte gegenüberliegende dem Mittelpunkt des Schädels sich nähern, während die übrigen Schädelabschnitte sich in centrifugaler Richtung ausbiegen. Die Fissuren seien einerseits davon abhängig, dass die Schädelkapsel nicht nachgiebig genug ist, sich diesen Formänderungen anzupassen, zum anderen aber auch durch den Widerstand des Schädelinneren bedingt.

1816 tritt die Auffassung von der Elasticität des Schädels bei Charles Bell entgegen.

Er stellt die Formänderung des Schädels nach Schlag gegen denselben in Analogie mit einem Ringe, der sich in einem Durchmesser verkleinert, im senkrecht darauf stehenden erweitert und beweist dies dadurch, dass er an einem Ringe 4 Kugeln,

an den Endpunkten zweier sich rechtwinklig schneidender Durchmesser, aufhängt, so dass 2 den Reifen an der Innenseite, 2 an der Aussenseite berühren. Ein entsprechend geführter Schlag liess die ersten 2 Kugeln gegen den Mittelpunkt des Ringes, die 2 anderen in centrifugaler Richtung davonfliegen.

In weiterer Ausführung dieses Gedankens kommt Bell auf die Gewölbeconstruction des Schädels zurück und fasst die Schädelbasis als Grundfläche, das Dach als das darüberliegende Gewölbe auf. Bell erwartet beispielsweise nach Schlag auf den Scheitel horizontale Brüche in der Schläfenschuppe, was später, durch Kusmin, wenigstens theilweise, an Kinderschädeln, Bestätigung gefunden hat.

1854 machte v. Bruns seine berühmt gewordenen Versuche über die Elasticität des Schädels bekannt. Er war auch der erste, welcher durch Messung zahlenmässig den Grad der Aenderungen der Schädel Durchmesser bei Compression feststellte und vorraussagte, dass aus der Kenntniss der Stelle der äusseren Gewaltwirkung der Ort und die Richtung der Fracturen sich werde bestimmen lassen.

1869 behandelt Forgues die Berstungsfissuren als einen neuen Fracturtypus und widmet ihnen ein besonderes Capitel „Exposé d'un nouveau mode de fracture, dit par éclatement“, dabei als seinen Vorgänger in der Auffassung von Sprüngen als Berstungsfissuren Chassaing citirend.

Félizet aber prüfte 1873 die Elasticität des Schädels bei plötzlichen Gewalteinwirkungen. Er liess geschwärzte Schädel auf weisse Platten fallen und beobachtete, dass dann an der Platte geschwärzte Stellen von ovaler Gestalt zurückblieben. Diese Abdrücke waren um so grösser je höher der Schädel herabfiel. Auch verliefen die Fissuren senkrecht zur grossen Achse der Abdrücke.

1876 wiederholte Baum die Versuche von v. Bruns mit negativem Erfolge, indessen P. v. Bruns aufs Neue die Elasticität des Schädels zur Erklärung für das Auftreten von Fissuren verwerthete, indem er dabei auf die Experimente seines Vaters zurückgriff.

Frei herabhängende Schädel liess v. Bergmann 1880 gegen einander prallen und bestimmte die Höhe des Zurückschnellens derselben an einer Scala. Er fand, dass die Elasticität des Schädels zwischen jener von Holz und Messing die Mitte hält.

1880 folgten die ausgezeichneten Versuche Messerer's mit langsamer, doppelseitiger Compression. 1882 die ähnlichen Experimente Hermann's, 1883 der Vortrag v. Wahl's über die Fracturen der Schädelbasis und, im Anschluss daran, die im Sinne der Messerer-v. Wahl'schen Theorie geschriebenen Arbeiten von Messerer 1884, Greder 1885, Dulles 1886, Greiffenhagen 1887, v. Wahl 1887 u. 1888, Körber 1889, Knorre 1890, Kusmin 1890, Larionow 1891, Heer 1892, Ignatowski 1892.

Die Theorie der Schädelfracturen von Messerer und v. Wahl stützt sich in bekannter Weise auf die elastischen Eigenschaften des Schädels und löst sämtliche durch stumpfe Gewalt entstandenen Schädelbrüche in Berstungs- und Biegungsbrüche auf.

Der Mechanismus ist der, dass die angreifende Gewalt einerseits die getroffene Partie flach legt, eindrückt und durch Biegung fracturirt, andererseits den Schädel aber auch als Ganzes beeinflusst. Dieser ändert seine Form in dem Sinne, dass der gedrückte Durchmesser sich verkürzt, während die auf diesem senkrecht stehenden sich verlängern; gleichzeitig werden die den letzteren entsprechenden kreisförmigen Schädelabschnitte gedehnt und in ihrem Umfang vergrössert, so dass nach Ueberschreitung des Spannungsmaximums Berstungen auftreten. Gleicher Zeit setzt sich ein Theil des auf dem Schädel lastenden Druckes in eine Spannungscomponente (disruptive force nach Dulles) um und übt eine Zugwirkung aus. Die Fracturen treten in gesetzmässiger Abhängigkeit von der Druckrichtung auf, derart, dass die Biegungsbrüche senkrecht zur Druckrichtung verlaufen und den Druckpol umkreisen, die Berstungsbrüche parallel der Druckachse sich halten und in Linien liegen, die man sich als Meridiane vom Druckpol aus um den Schädel gezogen denken kann.

Diese Theorie wurde an der Hand von Druckversuchen bei langsamer doppelseitiger Compression aufgestellt und setzte eine Inanspruchnahme der Elasticität des ganzen Schädels zum Zustandekommen der Berstungen voraus; sie gestattete sofort die kritische Abweisung zweier der 3 hauptsächlich, in mehrfachen Variationen bisher aufgetretenen Theorien — der Theorie der Schwingungen von Saucerotte und der Irradiationstheorie von Aran. Mit letzterer Theorie war das isolirte Auftreten von Berstungen entfernt vom Orte der Gewalt nicht vereinbar. Gegenüber Aran wurde daher der Beginn der Berstungsbrüche entfernt vom Orte der Gewalt im Besonderen betont. Gerade in diesem Punkt erfuhr die Messerer-v. Wahl'sche Theorie in ihrer weiteren Entwicklung eine Einschränkung.

War es in den ersten Arbeiten von Messerer und v. Wahl als wesentlich hervorgehoben worden, dass der Schädel die stärkste Dehnung in einer, den jedesmaligen Druckpolen entsprechenden, aequatorialen Linie erfährt und dass in entsprechender Weise die Berstungen hier entweder isolirt auftreten oder aber ihren Ausgangspunkt nehmen, so liessen sich die Stossexperimente Messerer's diesem Grundsatz nicht anpassen. In einer grossen Zahl der Fälle reichten die Berstungsfissuren garnicht bis an die aequatorialen Partien heran, von denen sie hätten ausgehen sollen und isolirte Fissuren entfernt vom Orte der Gewalt, als sichere Kriterien einer Fernwirkung des Stosses, waren kaum zu beobachten.

Wenn schon 1881 Hermann, der die Sprünge von den am meisten gedrückten Stellen, das ist von dem Druckpol ausgehen liess, sich in Controverse mit Messerer befand, so brachten die Experimente Messerer's über Schädelfracturen nach Stoss eine Aenderung der Auffassung dahin, dass der Beginn der Fracturen nach Einwirkung plötzlich angreifender Gewalten in den Druckpol oder dessen nächste Umgebung verlegt werden musste. Während Greder den Beginn der Sprünge im Allgemeinen in die schwächsten Schädelpartien verlegt, unterscheidet Körber zwischen einseitiger und doppelseitiger Compression. Bei doppelseitiger Compression entsteht der Berstungs-

bruch in der Mitte (Aequator) und verbindet die Druckpole in einem Meridian sowohl bei Stoss wie bei Druck. Bei einseitiger Compression entsteht die Berstung im Druckpol — eine Auffassung auf welche zurückzukommen wir Gelegenheit haben werden.

Die übrigen Autoren schliessen sich der von Messerer in seiner zweiten Arbeit gegebenen Auffassung an und verlegen die Entstehung der Berstungsfissuren nach Stoss, dass heisst für weit die Mehrzahl aller Schädelfracturen, in den Druckpol resp. seine nächste Umgebung. So v. Wahl in seiner dritten Arbeit, Dulles, Heer, Kusmin, Ignatowski u. A.

Berücksichtigt man, dass die Fissuren an den Stellen des Schädels auftreten, welche die stärkste Inanspruchnahme der Elasticität und damit ihre stärkste Spannung erleiden, so muss vorausgesetzt werden, dass diese für Stoss in dem Druckpol und seiner Umgebung vorhanden sind. Es ist also weniger eine Beanspruchung der Elasticität des ganzen Schädels, wie eine solche einzelner Partien anzunehmen.

Die bisherigen zahlenmässigen Feststellungen der Elasticität des Schädels berücksichtigen diesen aber nur als Ganzes und beziehen sich auf langsame doppelseitige Compression.

Es soll daher im Folgenden untersucht werden, 1) ob experimentell die der Theorie zu Grunde liegenden Formänderungen des Schädels auch bei plötzlicher Gewalteinwirkung sich nachweisen lassen und 2) in wie weit eine Gewalteinwirkung auf ein abgegrenztes Gebiet des Schädels im Stande ist, Berstungsfracturen hervorzurufen. Dazu werden die Formänderungen des Schädels bei Stosswirkung durch Messung bestimmt, die Fissuren nach Schlag bei Beschränkung der Elasticität des Schädels als Ganzem studirt und Sprünge die an isolirten Schädeltheilen sich erzeugen lassen, beobachtet.

I. Versuche über locale und allgemeine elastische Veränderungen des Schädels bei plötzlichen Gewalteinwirkungen.

Die Versuche werden an noch feuchten Schädeln, der zu Operationsübungen benutzten Leichen angestellt, welch' letztere

zur Conservirung mit Carbolsäure injicirt worden waren. Das Alter dieser Leichen liess sich nicht feststellen.

Auch liess ihre sonstige Beschaffenheit auf Bestimmung einer Abhängigkeit der beobachteten Ausschläge von einer bestimmten Fallhöhe der Gewichte Abstand nehmen. Zur Controlle wurden ausserdem an den Schädeln kürzlich Verstorbener die gleichen Experimente, wie zu erwarten, mit dem gleichen Resultat bezüglich der Vergrösserung der nicht comprimierten Schädel-durchmesser angestellt.

Die Versuche sind, wenn nicht anders angegeben, so angestellt worden, dass zuerst die Schädelweichtheile entfernt wurden, was übrigens nach den Untersuchungen Messerer's die Fissuren nicht beeinflusst. Sonst verwendete ich nur vollständige Schädel, bei welchen, mit einigen Ausnahmen, auch der Unterkiefer nicht fehlte.

Benutzt wurden zur Fracturirung:

1 Gewicht von 5 Kgr. mit einem Durchmesser der Basis von $9\frac{1}{2}$ c.

1 Gewicht von 2 Kgr. mit einem Durchmesser der Basis von 8 cm.

1 Hammer von 1 Kgr. mit einem Durchmesser von 3,5 cm.

1 Beil von $2\frac{1}{2}$ Kgr. dessen Rückseite ein Rechteck von 5 c. u. 2 c. bildete.

Zur Messung der Ausschläge diente ein von Herrn Mechaniker Schultze angefertigter Messapparat: Er besteht aus 2 senkrechten je 28 c. langen, in der Mitte durch einen wagrechten Arm verbundenen Stangen aus Eisen. An diesem Arm ist die eine der Stangen verstellbar und um einen Drehpunct beweglich. Am unteren Ende tragen die Stangen je eine in einem Kugelgelenk nach allen Seiten hin verstellbare Messingplatte, welche auf den Schädel fest aufgeschraubt wurde. Zudem trug am oberen Ende die eine Stange eine in einem Kreisbogen angeordnete Scala mit Millimeter Eintheilung, auf der ein Zeiger sich bewegte. Dieser wurde durch eine am oberen Ende des 2^{ten} be-

weglichen Armes fixirte Messingstange in Bewegung gesetzt. Die Uebertragung geschah durch einen Winkelhebel, dessen einer Arm mit dem Zeiger durch eine unnachgiebige gespannte Schnur verbunden war und zwar mit dem kürzeren Arm des auf der Scalenscheibe laufenden Zeigers. Da die beiden Arme des Zeigers ein Verhältniss der Länge von 1 : 10 zu einander hatten, wurde jede Bewegung in 10-facher Vergrösserung auf die Scala übertragen. War der Apparat auf dem Schädel in einem beliebigen Durchmesser aufgeschraubt, so konnten die Verlängerungen der betreffenden Diameter bei Druck und Schlag in zehnfacher Vergrösserung also bis auf 0.1 mm. abgelesen werden. Schnellte der Schädel bei Nachlass des Druckes in seine frühere Form zurück, so blieb, dank der Uebertragung durch eine Schnur, der Zeiger auf dem Punkte stehen, der das Maximum der Vergrösserung anzeigte, so dass nach jedem Schlage die Verlängerung eines Durchmessers direct abgelesen werden konnte.

Versuche, während welcher der M. A. an einen Holzblock angeschraubt war, zeigten, dass allein Erschütterung bei geeigneter Unterstützung und nicht zu straffer Anspannung der Verbindungsschnur Ausschläge nicht hervorbrachte.

Die Durchmesser des Schädels aber werden vor den Versuchen nach 3 Richtungen hin bestimmt. Gemessen wird während des Versuches die Vergrösserung und zwar stets nur in einem der betreffenden Durchmesser.

A. Doppelseitige Compression des Schädels in querer Richtung durch Schlag.

Versuch III.

Schädel eines Erwachsenen.

Schädeldurchmesser: D. fronto-occipital. 16.5 cm.
D. biparietal. 14.5 cm.
Senkrechter D. 13.5 cm.

Der Schädel ruht auf dem linken os parietale. Der M. A. befindet sich im fronto-occipital. D.

Ort und Gewalteinwirkung.	D. fronto-occip.	Vergrößerung d. D.
	16.5 cm.	
Schlag mit dem Gewicht von 2 Kgr. auf das rechte planum semicirculare	16.55 „	0.5 mm.
Schlag ebenso, stärker	16.65 „	1.5 „
Schlag mit dem Beil auf die rechte Schläfenschuppe. Fractur	16.73 „	2.3 „

Es entsteht eine Splitterfractur von 7 cm. und 5 cm. Ausdehnung, entsprechend der oberen Hälfte der Schläfenschuppe und den angrenzenden Partien des parietale dextrum. Davon ausgehend kleine radiaere Fissuren. Bleibende Verkleinerung im D. b. 14.0.

Versuch IV.

Schädel eines Erwachsenen. Schädelweichtheile und Unterkiefer entfernt. Der Schädel ruht auf dem linken planum semicirculare.

Schädeldurchmesser: D. fronto-occipital. 18.5 cm.
D. biparietal. 17.5 cm.
Senkrechter D. 14.0 cm.

M. A. im fronto-occipital. Durchmesser.

Ort der Gewalteinwirkung.	D. fronto-occip.	Vergrößerung d. D.
	18.5 cm.	
Schlag mit dem Gewicht von 2 Klgr. aufs rechte planum semicirculare	18.53 „	0.3 mm.
Schlag mit dem Gewicht von 5 Klgr. trifft oberhalb der Mitte der rechten sutura parieto-temporalis. Fractur	18.72 „	2.2 „

An der getroffenen Stelle eine wenig ausgedehnte Splitterfractur.

Versuch V.

Schädel eines jungen Mädchens. Schädelweichtheile entfernt. Der Schädel ruht auf dem rechten planum semicirculare.

Schädeldurchmesser: D. fronto-occipital. 16.5 cm.
D. biparietal. 14.0 cm.
Senkrechter D. 13.0 cm.

M. A. im fronto-occipitalen Durchmesser.

Ort der Gewalteinwirkung.	D. fronto-occip.	Vergrößerung.
	16.5 cm.	
Schlag mit dem Hammer von 2.5 Klgr. auf die linke Parietale. Fractur	16.77 „	2.7 mm.

Fissur, welche von der getroffenen Stelle aus durch den hinteren Winkel des Schläfenbeins gegen die Basis zieht.

Versuch VI.

Schädel eines Erwachsenen. Die Weichtheile entfernt. Der Schädel ruht auf der linken Seite.

Schädeldurchmesser: D. fronto-occipital. 18.0 cm.
D. biparietal. 13.0 cm.

Ort der Gewalteinwirkung.	D. fronto-occip.	Vergrößerung.
	18.0 cm.	
Schlag mit dem Gewicht von 2 Klgr. aufs rechte planum semicirculare	18.05 „	0.5 mm.
Schlag mit dem Hammer ebenda	18.2 „	2.0 „
Schlag mit dem Hammer auf die Hinterhauptschuppe rechts	18.22 „	2.2 „
Schlag mit dem Gewicht von 5 Klgr. ebenda. Fractur	18.30 „	3.0 „

Entsprechend der getroffenen Stelle eine Impressionsfractur von 9 cm. Länge, die die hinteren Abschnitte des rechten Stirnbeins, das rechte Schläfenbein und das parietale betrifft. Eine isolirte Fissur der Vitrea im linken Scheitelbein in der Richtung der Gewalt.

Versuch VII.

Schädel eines Erwachsenen. Die Weichtheile entfernt.
Der Schädel ruht auf dem linken planum semicirculare.

Schädeldurchmesser: D. fronto-occipit. 16.5 cm.
D. biparietal. 13.5 cm.

D. M. A. im Fronto-occipitalen Durchmesser.

Ort der Gewalteinwirkung.	D. fronto-occip.	Vergrößerung.
	16.5 cm.	
Schlag mit dem Gewicht von 2 Kgr. auf die rechte Kopfseite	16.51 „	0.1 mm.
Schlag mit dem Gewicht von 5 Kgr.	16.61 „	1.1 „
Schlag auf das tuber front.	16.66 „	1.6 „
Schlag mit dem Hammer auf die Hinterhauptschuppe r. Fractur	16.9 „	4.0 „

Von dem hinteren unteren Winkel des rechten Scheitelbeins ziehen 2 Fissuren in schräger Richtung nach vorn und gehen in den grossen Keilbeinflügel hinein. Die 2 Fissuren laufen um 1 cm. von einander entfernt und treffen am Scheitelbeinwinkel in einem Punkte zusammen.

B. Doppelseitige Compression des Schädels in der Längsrichtung durch Schlag.

Versuch IX.

Schädel eines Erwachsenen. Die Weichtheile entfernt.
Der Schädel ruht auf dem Hinterhaupt. Am Schädel geheilte luetische Veränderungen.

Schädeldurchmesser: D. fronto-occipital. 17.75 cm.
D. biparietal. 14.0 cm.
Senkrechter D. 12.5 cm.

Der M. A. in querer Richtung.

Ort der Gewalteinwirkung.	D. biparietal.	Vergrößerung.
	14.0 cm.	
Schlag mit dem Gewicht von 2 Kgr. auf die Stirn	14.05 „	0.5 mm.
Schlag mit dem Gewicht von 5 Kgr. auf die Stirn	14.23 „	2.3 „
Schlag mit dem Gewicht von 5 Kgr. auf die Stirn. Fractur	14.5 „	5.0 „

Es werden noch einige Schläge geführt, die starke Ausschläge anzeigen.

Dickwandiger Schädel. Grosse Fissur, welche im Stirnbein an der glabella beginnt und sich entsprechend der Mitte nach hinten zieht. Die Fissur geht in gerader Linie in eine Diastase der linken Lambdanaht fort. Am Stirnbein findet sich entsprechend dem Beginn der Fissur eine Splitterung. An der tabula vitrea 3 Splitter, von denen der grösste einen Durchmesser von 2 und 1 cm. hat. Eine Fissur zieht an der linken Seite des Siebbeines und endet mit einem feinen Ausläufer im Türkensattel.

Versuch X.

Schädel eines Erwachsenen. Schädelweichtheile entfernt
Der Schädel ruht auf dem Hinterhaupt.

Schädeldurchmesser: D. fronto-occipital. 16.0 cm.
D. biparietal. 14.5 cm.
Senkrechter D. 13.5 cm.

Ort der Gewalteinwirkung.	D. biparietal.	Vergrößerung.
	14.5 cm.	
a) Schädel gestützt auf die Basis. Schlag mit dem Gewicht von 5 Kgr. auf den Scheitel	14.61 „	1.1 mm.
Schlag mit dem Gewicht von 2 Kgr. auf d. Scheitel	14.71 „	2.1 „
b) Schädel gestützt auf das Hinterhaupt. Schlag mit dem Gewicht von 5 Kgr. auf die Stirn	14.67 „	1.7 „
Schlag mit dem Gewicht von 5 Kgr. auf die Stirn. Fractur	14.95 „	4.5 „

Der Schlag trifft die glabella. Fractur der Nasenbeine und ausgedehnte Splitterfractur der Stirn von 11 resp. 3 cm. Ausdehnung. Die Fragmente nach innen eingedrückt, ausgenommen ein grosser Splitter rechts aussen, der nach Aussen dislocirt ist.

Versuch XI.

Schädel eines Erwachsenen. Weichtheile entfernt. Der Schädel ruht erst auf dem Hinterhaupt, dann auf der Schädelbasis.

Schädeldurchmesser: D. fronto-occipital. 17.0 cm.
 D. biparietal. 14.0 cm.
 Senkrechter D. 13.0 cm.

D. M. A. im bitemporalen Durchmesser.

Ort der Gewalteinwirkung.	D. biparietal.	Vergrösserung.
	14.0 cm.	
a) Der Schädel ruht auf dem Hinterhaupt. Schlag mit dem Gewicht von 2 Kgr. auf die Stirn	14.08 "	0.8 mm.
b) Der Schädel ruht auf der Basis. Schlag mit dem Gewicht von 5 Kgr. auf den Scheitel	14.35 "	35 "

Es entsteht eine Fissur, die auf dem Scheitel entsteht und auf dem rechten Stirnbein in leichter Biegung bis an das innere Drittel des margo supraciliaris sich hinzieht, wo sie sich gegen das Orbitaldach verliert. Die Fissur zieht an der Basis schräg durch das rechte Orbitaldach in den Türkensattel hinein.

C. Doppelseitige Compression in senkrechter Richtung durch Schlag.

Versuch XII.

Schädel eines Erwachsenen. Die Schädelweichtheile entfernt. Der Schädel ruht auf der Basis. Der Unterkiefer ist entfernt.

Schädeldurchmesser: D. fronto-occipital. 18.5 cm.
 D. biparietal. 15.5 cm.
 Senkrechter D. 14.0 cm.
 D. M. A. im D. fronto-occipital.

Ort der Gewalteinwirkung.	D. fronto-occipit.	Vergrösserung.
Schlag mit dem Gewicht von 5 Kgr. auf den Scheitel	18.5 cm. 18.7 "	2.0 mm.
Schlag mit dem Gewicht von 5 Kgr. auf den Scheitel	18.72 "	2.2 "
Der Schädel bleibt unverletzt.		

Versuch XIII.

Schädel eines Erwachsenen. Weichtheile entfernt. Der Schädel ruht bei erhaltenem Unterkiefer auf der Basis.

Schädeldurchmesser: D. fronto-occipital. 16.5 cm.
 D. biparietal. 14.0 cm.
 Senkrechter D. 13.0 cm.

D. M. A. im D. fronto-occipital.

Ort der Gewalteinwirkung.	D. fronto-occip.	Vergrösserung.
Schlag mit dem Gew. von 2 Kgr. auf den Scheitel	16.5 cm. 16.56 "	0.6 mm.
Schlag mit dem Gew. von 5 Kgr. auf den Scheitel	16.56 "	0.6 "
Schlag mit dem Gew. von 5 Kgr. auf den Scheitel	16.73 "	2.3 "
Schlag mit dem Gew. von 5 Kgr. auf den Scheitel	16.64 "	1.4 "
Schlag mit dem Hammer auf d. tuber front. links. Die Schrauben gelockert	17.44 "	9.4 "
Schlag mit dem Hammer auf den Scheitel. Impressionsfractur	16.67 "	1.7 "

Dicht hinter der Vereinigungsstelle der Sagittal- und Coronalnaht kleine Impressionsfractur von 2 1/2 cm. Länge und 1 1/2 cm.

Breite, ovaler Gestalt, deren rechter Rand stärker als der linke niedergedrückt ist. Nach Aufsagen des Schädels entsprechend der Stelle der Impression am Scheitel eine grössere Splitterung an der vitrea. Schädelbasis unverletzt.

Versuch XIV.

Schädel eines Erwachsenen. Schädelweichtheile entfernt. Der Schädel ruht bei erhaltenem Unterkiefer auf der Basis.

Schädeldurchmesser: D. fronto-occipital. 16.5 cm.

D. biparietal. 13.5 cm.

D. M. A. im D. fronto-occipital.

Der gleiche Schädel wird später im Versuch XX zu den Experimenten am freihängenden Schädel benutzt, da er unverletzt blieb.

Ort der Gewalteinwirkung.	D. fronto-occipit.	Vergrößerung.
Schlag mit dem Gewicht von 2 Kgr. auf d. Scheitel	16.5 cm. 16.52 "	0.2 mm.
Schlag mit dem Hammer auf den Scheitel. . .	16.58 "	0.8 "
Schlag mit dem Gewicht von 5 Kgr. auf d. Scheitel	16.64 "	1.4 "

Der Schädel bleibt unverletzt.

Versuch XV.

Schädel eines Erwachsenen. Die Weichtheile erhalten.

Schädeldurchmesser: D. fronto-occipital. 17.5 cm.

D. biparietal. 14.0 cm.

D. M. A. im queren Durchmesser.

Ort der Gewalteinwirkung.	D. biparietal.	Vergrößerung.
Schlag mit dem Gew. von 2 Kgr. auf den Scheitel	14.09 cm.	0,9 mm.
Schlag mit dem Gew. von 5 Kgr. auf den Scheitel	14.1 "	1.0 "
Schlag mit dem Gew. von 2 Kgr. auf die Stirn. Fractur	14.07 "	0.7 "

Der Effect ist eine Splitterung im Stirnbein. Links von der Mittellinie Splitter von 2 1/2 cm. und 1 cm. Ausdehnung, von welchem aus 2 Fissuren gegen Siebbein und Türkensattel ziehen.

Dieser Schädel war vorher zu Versuchen am freihängenden Schädel benutzt worden. cf. Versuch XXII.

Versuch XVI.

Es handelt sich um den Schädel eines Mannes von 34 Jahren, verstorben an Phthisis laryngis, der frisch untersucht wurde. Der Schädel wurde doppelseitiger Compression durch Schlag in querer Richtung unterworfen.

Die Schädeldurchmesser betragen: D. fronto-occip. 16.5 cm.

D. biparietal. 15.0 cm.

D. M. A. im D. fronto-occipital.

Ort der Gewalteinwirkung	D. fronto-occipit.	Vergrößerung.
Schlag mit dem Hammer auf d. proc. mast. d. . .	16.5 cm. 16.76 "	2.6 mm.
Schlag mit dem Hammer auf das r. Schläfenbein	16.56 "	0.6 "
Schlag auf das Hinterhaupt rechts	16.68 "	1.8 "
Schlag auf das pariet., hint. unt. Winkel.	16.68 "	1.8 "
Schlag auf das Hinterhaupt links	16.77 "	2.7 "
Impression.		
Schlag aufs planum temporale links	16.65 "	1.5 "
Schlag auf das tuber frontale	16.7 "	2.0 "
Impression.		

D. Einseitige Compression am freihängenden Schädel durch Schlag.

Der Schädel wird in diesen Versuchen zusammen mit dem M. A. frei schwebend aufgehängt.

Versuch XVII.

Schädel eines Erwachsenen. Schädelweichtheile erhalten. Der Schädel ist am Rest der Wirbelsäule schwebend aufgehängt.

Schädeldurchmesser: D. fronto-occipital. 17.5 cm.

D. biparietal. 14.5 cm.

Der M. A. im D. fronto-occipital.

Ort der Gewalteinwirkung	D. fronto-occip.	Vergrößerung.
Schlag mit dem Gew. von 2 Kgr. auf d. l. pariet.	17.5 cm. 17.55 "	0.5 mm.
Schlag mit dem Gew. von 5 Kgr. auf d. l. pariet.	17.6 "	1.0 "
Schlag ebenso	17.66 "	1.6 "
Schlag mit dem Beil flach auf d. parietale	17.57 "	0.7 "
Schlag mit dem Beil ebenso	17.61 "	1.1 "
Schlag mit dem Beil ebenso. Fractur	17.85 "	3.5 "

Es entsteht eine Fissur, welche in querer Richtung verläuft, in eine Diastase der sutura coronalis übergeht und so das ganze Gewölbe quer durchsetzt.

Versuch XVIII.

Schädel eines Erwachsenen. Die Weichtheile entfernt.

Schädeldurchmesser: D. fronto-occipital. 16.5 cm.

D. biparietal. 14.0 cm.

D. M. A. im D. biparietal.

Ort der Gewalteinwirkung.	D. biparietal.	Vergrößerung.
Schlag m. d. Gew. von 2 Kgr. auf d. Mitte d. Stirn	14.0 cm. 14.2 "	2.0 mm.
Schlag mit dem Gewicht von 2 Kgr. auf die Stirn	14.06 "	0.6 "
Schlag mit dem Gewicht von 5 Kgr. a. Hinterhaupt	14.21 "	2.1 "
Schlag aufs parietale nahe dem Ansatz des Appar.	14.3 "	3.0 "
Schlag aufs parietale ebenso.	14.46 "	4.6 "
Schlag a. d. Mitte d. Hinterh. Kl. Impressionsfract.	14.11 "	1.1 "
Schlag auf tuber parietale links	14.35 "	3.5 "

Am Hinterhaupt eine kleine Impressionsfractur.

Versuch XIX.

Schädel eines Erwachsenen. Der Schädel hängt frei. Die Weichtheile entfernt. D. M. A. in der Längsrichtung.

Schädeldurchmesser: D. fronto-occipital. 17.5 cm.

D. biparietal. 15.0 cm.

Ort der Gewalteinwirkung.	D. fronto-occipital.	Vergrößerung.
Schlag mit dem Gewicht von 2 Kgr. aufs planum semicirc. links	17.5 cm. 17.53 "	0.3 mm.
Schlag mit dem Gewicht von 5 Kgr. ebenda	17.55 "	0.5 "
Schlag mit dem Gewicht von 5 Kgr. ebenda	17.55 "	0.5 "
Schlag mit d. Gew. v. 5 Kgr. auf d. gleiche Stelle	17.58 ₃ "	0.85 "
Schlag auf d. parietale dicht hinter tub. pariet.	17.85 "	3.5 "
Schlag mit dem Hammer auf das tub. parietale	18.24 "	7.4 "
Schrauben gelockert.		
Schlag mit d. Hammer auf die Schuppenaht links	17.98 "	4.8 "

Nach dem letzten Schlage tritt an der getroffenen Stelle eine grosse Splitterfractur auf.

Versuch XX.

Schädel eines Erwachsenen. Schädelweichtheile entfernt.

Der Schädeldurchmesser; D. fronto-occipital. 16.5 cm.

D. biparietal. 13.5 cm.

D. M. A. von D. fronto-occipital.

Es ist derselbe Schädel wie im Versuch XIV.

Ort der Gewalteinwirkung.	D. fronto-occipit.	Vergrößerung.
Schlag aufs planum temporale rechts 2 Kgr.	16.5 cm.	0 mm.
Schlag mit d. Gew. v. 5 Kgr. ebenda	16.5 "	0.4 "
Schlag mit d. Gew. v. 5 Kgr. auf plan. temp. sin.	16.57 "	0.7 "
Schlag mit d. Hammer nach hinten v. tub. pariet. d.	16.73 "	2.3 "
Schlag mit dem Hammer auf d. tuber frontale	16.75 "	2.5 "
Schlag mit dem Hammer aufs plan. semicirc. sin.	16.75 "	2.5 "
Schlag mit dem Hammer aufs plan. semicirc. sin.	16.53 "	0.3 "
Schlag mit d. Hammer auf d. Hinterhauptschuppe links. Fractur	17.0 "	5.0 "

Versuch XXI.

Schädel eines Erwachsenen. Die Schädelweichtheile und Halswirbelsäule erhalten.

Schädeldurchmesser: D. Fronto-occipital. 17.0 cm.

D. biparietal. 15.0 cm.

D. M. A. im fronto-occipital.

Ort der Gewalteinwirkung.	D. fronto-occipit.	Vergrößerung.
Schlag mit einem Gew. v. 2 Kgr. aufs rechte par.	17.0 cm. 17.05 "	0.5 mm.
Schlag mit einem Gew. v. 5 Kgr. a. r. plan. sem.	17.05 "	0.5 "
Schlag mit dem Hammer 3 cm. v. d. Befestigung d. M. A. aufs Hinterhaupt	17.46 "	4.6 "
Schlag nach hinten v. tuber pariet. sin. Fractur	17.55 "	5.5 "

3 cm. hinter dem tuber pariet. kleine Impression von 2 cm. Länge; von dort aus zieht in schräger Richtung nach vorn in flachem gegen den Scheitel convexen Bogen eine Fissur in den rechten grossen Keilbeinflügel, wo sie endet. Die Fissur ist 15 cm. lang.

Versuch XXII.

Es liegt derselbe Schädel vor, wie in Versuch XV.

Schädel eines Erwachsenen. Die Weichtheile erhalten.

Schädeldurchmesser: D. fronto-occipital. 17.5 cm.

D. biparietal. 15.0 cm.

D. M. A. im queren Durchmesser.

Ort der Gewalteinwirkung.	D. biparietal.	Vergrößerung.
Schlag mit dem Gew. von 5 Kgr. gegen die Stirn	15.0 cm. 15.0 "	0.0 mm.
Schlag m. d. Gew. v. 5 Kgr. gegen d. Hinterhaupt	15.01 "	0.1 "
Schlag m. d. Hammer geg. d. rechte Hinterhauptss.	15.3 "	3.0 "
Schlag auf die Hinterhauptsseite 1.	15.05 "	0.5 "
Schlag auf die Mitte des Hinterhauptes. Der Schädel bleibt unverletzt.	15.03 "	0.3 "

Als Resultat der Versuche lässt Folgendes sich notiren:

Auch bei plötzlicher Gewalteinwirkung wird die Elasticität des ganzen Schädels in Anspruch genommen. Die für die Vergrößerung des erweiterten Durchmesser beobachteten Zahlen sind etwas höhere, als diejenigen, welche Messerer gefunden hat.

So schwanken die Zahlen, bei Druck in querer Richtung, vor dem Eintritt der Fractur bei Messerer zwischen 0.14 und 1.06 für die Vergrößerung in der Längsrichtung und 0.12 und 1.3 für die Vergrößerung des senkrechten Durchmessers. Bei Druck in der Längsrichtung fand Messerer aber Vergrößerungen zwischen 0.16 und 0.7 für den queren und Zahlen von — 0.36 — 0.48 mm. für die Vergrößerung des senkrechten Durchmessers, während ich für die Verlängerung der senkrecht stehenden verlängerten Durchmesser Zahlen ermittelte, welche von 0—2.3 mm. hinaufreichten, ohne dass eine Fractur dem Schläge folgte.

Nach dem Eintritt der Fractur stellen sich bei Messerer erhebliche Vergrößerungen der betreffenden Durchmesser ein, so bei Querdruck eine Zunahme im sagittalen Durchmesser bis zu 7.9 mm. im senkrechten bis zu 12.7 mm.

In gleicher Weise wurde in meinen Experimenten das Entstehen der Fractur durch eine starke Vergrößerung des senkrecht stehenden Durchmessers angezeigt. Die Zahlen stiegen plötzlich an und erreichten im Maximum 5.5 mm.

Mit der Grösse des aufschlagenden Gewichtes stiegen im Allgemeinen die Ausschläge; doch liess die Beschaffenheit des Materiales auf Messungen mit Bestimmungen der Fallhöhe Verzicht leisten.

Der Vergleich der Ausschläge bei doppelseitiger und einseitiger Compression zeigt, dass die Ausschläge bei doppelseitiger Compression, also wenn der Schädel auf der der Gewalt gegenüberliegenden Seite unterstützt wurde, grösser waren als in den Versuchen am freihängenden Schädel. Zum Vergleich kann man auch die Schädel der Versuche XV und XXII heranziehen, die sowohl doppelseitig wie einseitig comprimirt wurden.

Am stärksten wird die Elasticität des

Schädels in Anspruch genommen an den der Gewalteinwirkung direct unterworfenen Stellen, am Druckpol und in dessen Umgebung.

Traf ein Schlag die Stellen, an denen der Messapparat befestigt war, so liessen sich entsprechend der Construction des Apparates, der nur Vergrösserungen der Durchmesser messen sollte, keine Ausschläge beobachten. Lag der Druckpol in der Nähe der Messpunkte — beispielsweise bei Messung im sagittalen Durchmesser am tuber frontale — so erfolgten in allen Fällen starke Ausschläge und zwar stärkere wie in den senkrecht stehenden Durchmessern. Cf. die Versuche: VII, XVI, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII.

Während die getroffene Partie nach innen eingebogen wird, erfährt die Umgebung des Druckpoles nicht nur eine Krümmung, sondern auch noch eine Ausbiegung nach Aussen. Erfahren nun durch die Formänderung des Schädels die sämtlichen zwischen 2 Druckpolen gelegenen Parallelkreise des Schädels eine Dehnung, so werden die um den Druckpol gelegenen besonders stark gedehnt werden, was bei homogenem Material Berstungen bedingt, die in einem Punkte der in der Umgebung des Druckpoles befindlichen Parallelkreise beginnen werden. Demnach verlegen wir den Beginn der Berstungsbrüche bei Schädelfracturen durch Stoss in die Umgebung des Druckpoles.

II. Versuche über Schädelfracturen bei Beschränkung der Elasticität des Schädels.

Stehen wir vor dem Resultat, dass bei Einwirkung einer plötzlichen Gewalt die Elasticität des Schädels in ungleicher Weise in Anspruch genommen wird, indem die getroffenen Partien die stärksten, die entfernteren schwächere Formänderungen erleiden, so liegt es nahe zu fragen, wie sich die Fracturen verhalten, wenn überhaupt nur ein Theil des Schädels auf seine Festigkeit in Anspruch genommen wird. Zu diesem Zweck wurden um den Schädel Verstärkungsringe aus eisernen Reifen gespannt. Die

Ringe, von $2\frac{1}{2}$ und 4 cm. Breite und im Allgemeinen der Form des Schädels angepasst, wurden vor jedem Versuch nach dem betreffenden Schädel zurechtgebogen und durch eine den Ring zusammenhaltende Schraube fest um den Schädel angezogen. Etwaige Lücken wurden durch schmale Holzkeile ausgefüllt, so dass der Schädel fest vom Ringe umgeben war. Benutzt wurden 2 Ringe. Einer angelegt, entsprechend der Ebene durch Augenbrauen und Spina occipitalis externa. Der 2^{te} für eine frontale Ebene entsprechend einem Frontalschnitt 2 cm. hinter der Coronalnaht. Dieser Ring schloss an der Basis nicht vollkommen genau.

Versuch XXIII.

Das Verstärkungsband wird angelegt in frontaler Richtung und läuft direct vor dem äusseren Gehörgang und über dem vorderen Theile der Scheitelbeine. Der Schädel wird durch langsame doppelseitige Compression in sagittaler Richtung fracturirt. Es ist eine sehr erhebliche Gewalt erforderlich, um den Schädel zu zerbrechen, zuletzt erfolgt die Fractur unter lautem Krach.

Es entsteht ein grosser Splitterbruch an der Stirn. Die Bruchlinie beginnt beiderseits am äusseren Augenwinkel. Nach oben begrenzt sich die Fractur durch eine Bogenlinie, die mit ihrem Scheitelpunkt bis in die Höhe der tubera frontis reicht. An der Stirn lassen sich 5 grosse Fragmente zählen. Das grösste über dem rechten margo supraorbitalis. Ein gesonderter und an der Vorderseite etwas elevirter Splitter findet sich in der Schläfenpartie des rechten Stirnbeines. Die Splitter sind gegen das Innere des Schädels eingedrückt und zwar so, dass sie über den Augenbrauen wenig, nach oben hin sich mehr gegen das Schädelinnere vordrängen. Die beiden Orbitaldächer und das Siebbein sind bis zu den kleinen Keilbeinflügeln und dem limbus sphenoidalis in einzelne Stücke zertrümmert, doch lässt sich ein Berstungsbruch verfolgen, der sich links neben der crista galli durchs rechte foramen opticum bis in die Mitte der rechten mittleren Grube hineinzieht. 2 kleinere Berstungsbrüche

(resp. Keilwirkung), von $1\frac{1}{2}$ und 3 cm. Länge auf dem rechten Stirnbein. Ein isolirter Biegungsbruch in der rechten mittleren Grube in querer Richtung vom for. ovale nach rechts. Dass auch in den Orbitaldächern Biegungsbrüche vorliegen, kennzeichnet sich durch eine Dislocation der Fragmente nach Innen, durch die entsprechend der Biegung abgeschrägten Ränder und die zahlreichen Verschiebungen der Knochen über einander.

Versuch XXIV.

Der Schädel ist, wie im vorigen Versuch in frontaler Richtung vom eisernen Verstärkungsringe umgeben. Langsame doppelseitige Compression ist nicht im Stande den Schädel zu zerbrechen. Schlag mit einem Gewicht von 5 Klgr. auf die glabella. Der Schlag hat tief getroffen, es besteht eine Fractur der Nasenbeine und der vorderen Wand der Stirn. Das abgesprengte und deprimierte Stück hat 6 cm. Ausdehnung und besteht aus mehreren Splintern, die gegen die Hinterwand der Stirnhöhle niedergedrückt sind. Im übrigen an der Basis und am Gewölbe keine Fracturen. Der Schädel ist besonders dickwandig.

Versuch XXV.

Das Verstärkungsband in frontaler Richtung. D. C. in frontaler Richtung. Zuerst unter schwachem Krachen Fractur der Nasenbeine, sodann ausgedehnter Biegungsbruch im Stirnbein. Das Resultat ist ein halbmondförmiger Biegungsbruch im Stirnbein, der von der Mitte des rechten bis zum äusseren Winkel des linken Orbitalrandes reicht. Die 3 Fragmente desselben sind gegen das Schädelinnere eingedrückt. Ein kleiner Berstungssprung geht radiär ins rechte Stirnbein, 2 andere durch das rechte und linke Orbitaldach bis zum kleinen Keilbeinflügel. An der Basis ein ausgedehnter Biegungsbruch, besonders in der linken vorderen Grube. Die zahlreichen Fragmente sind zum Theil ganz aus dem Zusammenhang gelöst, nach innen dislocirt,

die Bruchränder schräg, stellenweise die Fragmente winkelig gegen einander aufgestellt. Ein isolirter Biegungsbruch an der rechten Hälfte des Türkensattels, quer in den rechten grossen Keilbeinflügel hinein.

Versuch XXVI.

Das Verstärkungsband ist um Stirn und Hinterhaupt angelegt. Schlag mit dem Hammer auf den Scheitel. Getroffen wird eine Stelle dicht hinter der Vereinigung von Pfeil und Coronalnaht. Hier entsteht ein nahezu kreisrunder Biegungsbruch von $3\frac{1}{2}$ cm. Durchmesser. Die betreffende Stelle ist in ganz geringem Grade deprimirt. Vom Mittelpunkt derselben gehen 4 radiäre, sehr feine Fissuren aus, die bis an die Grenze des Biegungsbruches laufen und durch einige haarfeine Quersfissuren verbunden sind. Im Zusammenhang mit der stärksten dieser Fissuren läuft eine Fissur von 13 cm. Länge im rechten Scheitelbein 2 cm. hinter der Coronalnaht, dieser parallel — bis zum unteren vorderen Winkel des Scheitelbeins. An dieser Stelle, wo auch das Verstärkungsband lag, biegt sie rechtwinkelig nach hinten um und zieht gegen die Schuppennaht. Dieser Zweig ist 3 cm. lang. Die Fissur klafft am stärksten am Scheitel und an der Stelle, an der der Zweig sich nach hinten wendet.

In der entgegengesetzten Absicht sind Versuche dieser Art von Greder angestellt worden. Dieser ging von der Ueberlegung aus, dass, wenn die Schädelbasisbrüche durch die Inanspruchnahme der Elasticität des ganzen Schädels entstehen, bei Vermehrung oder Aufhebung der Elasticität des Schädels auch die Möglichkeit des Entstehens der Fissuren vermehrt oder beseitigt werden muss. Er spannte in 2 Experimenten einen Eisendraht transversal um den Schädel und fracturirte diesen durch auf die Stirn, respective die seitlichen Partien auffallende Gewichte. Bei Schlag des Gewichtes auf die Stirn erhielt er einen kleinen Berstungs- und Biegungsbruch in der vorderen Grube. Bei Schlag auf die Temporalgegend eine Fissur durch beide mittleren Gruben nebst Biegungsbrüchen.

Aus meinen obigen Versuchen ergibt sich, dass die Biegungsbrüche über die Berstungsbrüche überwiegen, sowohl bei langsamer doppelseitiger Compression wie bei plötzlicher Gewalteinwirkung. Berstungsbrüche finden sich ebenfalls. Wie zu erwarten reichen sie nur bis an die in ihrer Ausdehnung gehemmten Partien heran und folgen in ihrem Verlauf den Meridianen in gleicher Weise, wie bei Fracturirung des Schädels im Allgemeinen.

Characteristisch ist der Versuch XXVI; Hier war der Scheitel die getroffene Partie, der Verstärkungsring lag horizontal um den Schädel. Eine Berstungsfissur erstreckt sich vom Scheitel nach rechts bis zum Verstärkungsring und biegt hier rechtwinkelig nach hinten um. Dies ist geeignet zu zeigen, dass zum Zustandekommen von Fissuren ein Ausweichen der betreffenden Schädelpartien nothwendig ist. Ebenso findet die Aenderung des Verlaufes der Fissur am verstärkenden Ring zahlreiche Analogien, und was im Versuch der Eisenring macht, bewirkt beim Zustandekommen des Schädelbruches unter gewöhnlichen Verhältnissen die Gruppierung der Massen am Schädel.

Fissuren der Basis, welche resistenter Partien treffen, erleiden häufig eine Abweichung in ihrer Richtung, wenn auch keine so hochgradige, dass die neu eingeschlagene senkrecht auf der bisherigen steht.

III. Versuche an abgetrennten Schädeldächern.

Fracturirt man isolirte Schädeldächer durch Schlag, so treten, wie eine Reihe von Versuchen ergab, Fissuren auf, die denen am unverletzten Schädel entsprechen. Die Fissuren entweder einzeln, in den verschiedenen Richtungen verlaufend oder in der Form von Sternbrüchen mehrfach vorhanden, entstehen sowohl bei Schlag von aussen her auf die tabula externa, als

bei Schlag von der Innenseite her auf die tabula interna. Der letztere Modus der Gewalteinwirkung kommt bei Schussverletzungen vor, bei welchen um die Ausschussöffnungen ebenfalls Fissuren entstehen, wenn auch weniger zahlreich wie um den Einschuss (cf. Fischer, Rücker).

Die Deutung ist eine einfache, auch hier kommen die Fissuren unter localer Beeinflussung des Schädels zu Stande. Das isolirte Dach zerbricht bei Schlag analog, wie eine durch einen Wurf zersprengte Glasplatte. Hier wie dort treten die radiären Risse auf, unbeschadet der Schwierigkeit dieselben zu erklären.

Das Bisherige über Keilwirkung und Berstung resumierend, hätte ich hervorzuheben, dass, nach den Ergebnissen der Experimente, Bedingungen für Berstung durch Spannung und Dehnung der getroffenen Partien in der That gegeben sind. Es concurrirt aber mit der Berstung der Mechanismus einer Keilwirkung, der ja die gleichen Fissuren hervorbringt und auch schon von Ignatowski in diesem Sinne erwähnt wird. In einzelnen Falle aber müssen beide Mechanismen auseinandergehalten werden. Wie die zahlreich beobachteten Impressionsfracturen ohne Fissuren in ihrer Umgebung zeigen, ist oft die rückwirkende Kraft des die flachgelegte Knochenpartie umgebenden Knochenringes gross genug, um diese zu fracturiren, ohne selbst Sprünge zu erhalten. Keilwirkung lässt sich da annehmen, wo, wie im Versuch X, Dislocationen der Knochen nach aussen vorliegen. Klaffen meridionale Fissuren im Zusammenhang mit Impressionsfracturen an ihrer Abgangsstelle vom Biegungsbruch am stärksten, so ist dieses ebenfalls der Effect der Keilwirkung; aber die Mehrzahl der meridionalen Fissuren bleibt der Berstung reservirt.

Wie oben erwähnt, wird bis zur Stunde für Stosswirkung eine Entstehung der Fissuren des Schädels am Ort der Gewalt angenommen.

Kriterien die Stelle zu bestimmen, an welcher eine Fissur begann, sind zahlreich vorhanden. Zum Beispiel: Der Ort der Fractur, die Ausdehnung derselben, das Klaffen der Fissuren resp. Einklemmung von Haaren etc., die Gestalt und die Zahl der Bruchspalten, besondere Fracturformen und Anderes.

Mit Rücksicht darauf, dass nach den oben angestellten Messungen die Bedingungen für Berstungen auch bei Stoss an vom Orte der Gewalt entfernten Stellen vorhanden sind, scheint es zweckmässig unter den Experimenten und der Casuistik nach Fissuren zu suchen, die thatsächlich entfernt vom Orte der Gewalt in Folge von Schlag oder Fall (einseitiger Compression nach K ö r b e r) aufgetreten sind. Unter 145 Stossversuchen bei S c h r a n z, M e s s e r e r, G r e d e r finden sich isolirte Sprünge, die als Berstungen aufzufassen sind, fünfmal und zwar sämtliche bei G r e d e r (A₃, B₁, D₄, D₅, D₆). Der isolirte Sprung in Messerer's Versuch 62 wird auch vom Autor als Biegungsbruch aufgefasst. Im auf Taf. VII abgebildeten Versuch 26 bei S c h r a n z erscheint der Sprung über dem Türkensattel isolirt, doch beschreibt Schranz das Präparat derart, dass eine Halbierung der Basis vorlag, der Sprung im Türkensattel also mit anderen durch den clivus und das rechte Orbitaldach im Zusammenhang stand. Unter den G r e d e r'schen Versuchen können die isolirten Sprünge der Schädel B₃ und D₁ auch als Biegungsbrüche aufgefasst werden und vom Schädel D₂ sagt G r e d e r, dass die Gewalt diagonal wirkte; der Sprung im rechten Orbitaldach wäre daher ein direkter.

Die Stossexperimente G r e d e r's vollzogen sich unter doppelseitiger Compression des Schädels. Unter 15 Versuchen M e s s e r e r's, in welchen die Schädel frei herabfielen, blieben isolirte Fissuren aus.

P e r r i n erhielt, als er die Schädel mit dem gepolsterten Schlagklotz fracturirte, nur directe Fissuren, aber bei seinen Fallversuchen stellten die indirecten Fissuren sehr gewöhnlich sich ein. P e r r i n meint bei Gewalteinwirkung auf den gepolsterten Vertex und das Hinterhaupt seien Fracturen par contre-coup Regel, directe Fracturen seltene Ausnahmen, wäh-

rend Schläge auf die Stirn und die Seitenwandbeine nur directe Fissuren ergäben. Beständen aber bereits Verwachsungen der Nähte, so könne man indirecte Fissuren nicht erzeugen. Nicht alle von P e r r i n beobachteten isolirten Fissuren indessen gehören hierher; insofern ein Theil, speciell der durch Schlag auf den Scheitel entstandenen, der Kategorie der Biegung verfällt. Bei dem Rest aber konnte der Beweis erbracht werden, dass Berstung und Beginn der Sprünge abseits vom Orte der Gewalt zusammenfielen.

Aus einer Casuistik von 178, unter gewöhnlichen Verhältnissen zu Stande gekommenen Basisfracturen konnte ich nur 12 hierher gehörige Fälle sammeln. Zwar ist die Zahl der von den Autoren angegebenen isolirten Berstungsfissuren eine höhere, der Ausschluss aber aller Fissuren, für deren Entstehung, Biegung resp. directe Fracturirung durch die Wirbelsäule, ersichtliche Sprengwirkung oder mehrfache Gewalteinwirkung zulässig war, reducirte die Zahl auf die genannten 12; auf die Nummern des Literaturverzeichnisses: 45, 46, 47, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 59, 52 a.

v. W a h l citirt in seinem Vortrage das Präparat A 39 der Dorpater Sammlung. G r e i f f e n h a g e n bildet 3 hierher gehörige Fälle ab.

Die isolirten Berstungsfissuren finden sich sowohl bei Kindern als bei Erwachsenen — Männern wie Frauen, aber stets nach beträchtlicher Gewalteinwirkung. Doppelseitige Compression durch Lastwagen, einseitige durch Sturz aus grosser Höhe oder Fall vom durchgehenden Pferde bildeten die Ursache der Fractur. Sowohl bei doppelseitiger wie bei einseitiger Gewalteinwirkung sind also die isolirten Fissuren anzutreffen. 3 mal kamen sie unter dem den Schädel doppelt comprimirenden Lastwagen, 8 mal durch Fall, ein mal unter unbekanntem Verhältnissen zu Stande.

Die isolirten Fissuren hielten entweder die Richtung der Hauptfissur ein, so dass sie als Fortsetzung derselben gelten konnten oder zogen parallel zur Hauptfissur,

indem sie die beiden Möglichkeiten, die gefordert werden können, erschöpften.

Bei den 3 Fällen von doppelseitiger Compression fand sich der parallele Verlauf der Fissur 2 mal. Bei einseitiger Compression war aber der Verlauf in der Richtung der Hauptfissur das typische; nur ein mal stellte ich eine isolirte Parallelfissur sicher. Den Scheitel ausgenommen war der Ort der Gewalteinwirkung verschieden.

Ein wenig bevorzugt scheint mir das Hinterhaupt (4 mal); sonst notire ich Gesicht, Stirn, Scheitelbelne oder seitliche Kopfgegend als die Oertlichkeiten, an welchen die Gewalt zur Wirkung kam, wobei das Hervortreten des Hinterhauptes im Sinne Perrins zu deuten wäre. Sitz der Fissur aber waren: das Orbitaldach 6 mal, die mittlere und hintere Grube 5 und 1 mal. Dass die isolirten Fissuren im Allgemeinen die aequatorialen Partien bevorzugen, ist aus den vorliegenden Fällen nicht zu ersehen.

Typisch für den Verlauf der isolirten Fissuren erscheint der Fall Nr. 47 Anna Heer's, Nr. 19 Taf. V. Abbild. 15.

Mann 50 a. n. auf dem Strassenpflaster liegend gefunden. Wunde am Hinterhaupt links. Eine Schädelkissur zieht in diagonalen Richtung durch die linke hintere Grube, nahe dem foramen magnum in 2 Aeste sich theilend, eine zweite beginnt am linken processus clinoides med. und verläuft schräg nach rechts vorn durch den Keilbeinkörper und die innere Partie der rechten ala parva.

Die Fissur verläuft diagonal durch die linke Hinterhauptgrube bis ins foramen magnum. Der starke clivus hat der Berstung Widerstand geleistet, aber vom Türkensattel aus verläuft die Fissur genau in der gleichen diagonalen Richtung weiter.

Geht man von der Voraussetzung aus, dass die Formänderung des Schädels mindestens so weit reichen muss, wie die zustande gekommenen Fissuren, so ist nach den Versuchen von Messerer (z. B. Nr. 34 u. 40), in denen die Fissuren ungefähr $\frac{3}{4}$ der ganzen Peripherie des Schädels umkreisen, Inanspruchnahme der Elasticität auch entfernter Theile bei einseitigem Gewaltangriff gesichert.

Im Anschluss an die isolirten Fissuren möchte ich auf die Fissuren, im clivus Blumenbachi hinweisen, welche bei Gewalteinwirkung insbesondere auf das Vorderhaupt ihren Ursprung ebenfalls an einem entfernten Punkt der Basis nehmen. Im clivus können Quer-, Diagonal- u. Längsbrüche vorkommen. Da der clivus knöchern nur mit dem Keilbeinkörper und den Condylen des Hinterhauptbeines verbunden ist, der Keilbeinkörper aber zu schwach ist, um einen so festen Knochen zu fracturiren kann die Längsfractur nur so erfolgen, dass der clivus Blumenbachi durch Auseinanderweichen der partes condyloidei senkrecht gespalten wird, also durchaus indirekt. Längsfracturen müssen daher stets bis ins Foramen magnum hineinreichen, was sich bei Betrachtung des in der Literatur enthaltenen casuistischen Materiales bestätigt.

War auch von den früheren Autoren eine Gesetzmässigkeit zwischen der Angriffsstelle der Gewalt und der Verlaufsrichtung der Fissuren gesucht und für einen Theil der Fälle gefunden worden (A. Schwarz, Giovanardi), so war es doch erst das Verdienst der Messerer-v. Wahl'schen Arbeiten die Abhängigkeit der Verlaufsrichtung der Fissuren von der Richtung und dem Angriffspunkt der Gewalt nicht nur experimentell festgestellt, sondern auch theoretisch abgeleitet zu haben. Eine schärfere Fassung hat das Gesetz, dass die Berstungsfissuren parallel der Druck- resp. Stossrichtung verlaufen, durch die Unterscheidung von Druckrichtung und Druckebene erhalten (Körber).

Ein Stoss, der in sagittaler Richtung geführt, das Scheitelbein streift, wird am ehesten eine quere, d. h. eine senkrecht darauf stehende, Fissur erzeugen; ganz entsprechend der Richtung, in welcher die Stosswirkung auf den Schädel zur Geltung kam und im Gegensatz zur Richtung des Stosses, Ignatowski fand allerdings entgegen dieser Ueberlegung, dass bei schräg geführtem Schlage die Fissuren in einer mit der Richtung des Schlages gleichsinnigen Richtung verlaufen.

Von Körber stammt auch der Gesichtspunkt, wenn schwer aufzulösende Fracturen vorliegen, nach mehreren Druckpunkten, entsprechend einer fortschreitenden Gewalteinwirkung zu suchen. Diese Annahme macht, wie die Casuistiken von Körber, Knorre und Heer zeigen, auch die Auflösung verwirrter Fracturlinien möglich.

Gemäss dem Verlauf der Berstungsfissuren in meridionalen Linien, können dieselben die Schädelbasis nach allen Richtungen hin durchschneiden, was ein Blick auf die Abbildungen bei Dulles und Félizet lehrt, da eine Anzahl Fissuren auf ein und derselben Basis eingezeichnet werden konnte. v. Wahl stellt für die Basisbrüche 4 Typen auf: Querbrüche, Längsbrüche, Diagonalbrüche und Ringbrüche, von denen die ersten 3 den Berstungsbrüchen, die letzteren dagegen den Zertrümmerungsbrüchen zugezählt werden müssen, wobei noch zu erwähnen wäre, dass diese Gruppierung von den Berstungsfissuren ausgeht, und dass auch in den grösseren Casuistiken, ausgenommen jene von Körber und Knorre, Biegungsbrüche kaum eine Berücksichtigung erfahren.

Die Fissuren des Gewölbes oder des Schädels als Ganzem lassen dieselben typischen Richtungen erkennen; es sind als ergänzend die Gruppen der horizontalen und vertikalen Fissuren hinzuzufügen.

Im Allgemeinen verteilen sich 178 aus der Literatur gesammelte Schädelfracturen derart, dass die erste Stelle die queren Fracturen, 67 an der Zahl, einnehmen. Dann folgen sagittale Fissuren, 33; diagonale, 27; verticale Sprünge, 24; horizontale, 14, und vorwiegend Biegungsbrüche, 13.

Vertikale Fissuren sind experimentell besonders von Messerer und Ignatowski erzeugt worden; bei Messerer in den Versuchen № 47, 48, 49, 50, 54, 56, 57, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 68; also insgesamt 15 an der Zahl.

Unter den Präparaten zeigen 5 mehrfache Fissuren, die entweder in der gleichen Richtung, oder in verschiedenen Richtungen zur Basis zogen. So sind es im Experiment № 50 4 Fissuren, die das Schädeldach in 4 Quadranten zerlegen.

Die Gewalteinwirkung auf den Scheitel zeigte wesentliche Unterschiede in ihrem Effect, je nachdem langsame Compression ausgeübt wurde oder ein Schlag einwirkte*). Entstanden im ersten Fall Biegungsbrüche der Basis, so erfolgten im zweiten vertikale Fissuren, die in verschiedenen Meridianen durch eine oder mehrere Gruben des Schädels gegen die Basis verlaufen und ihren Endpunkt in einem in der Mitte der Basis gelegenen Punkt im foramen magnum, dem Türkensattel oder einem der Foramina zu den Seiten des Türkensattels haben. Daneben finden sich Andeutungen von Ringbrüchen. Es war von Interesse, auch für diese Fracturform, die in der Casuistik wenig berücksichtigt ist, die Belege zusammenzustellen. Eine kurze Notiz über die Casuistik dieser Fissuren findet sich bei Dulles, der eine Anzahl einschlägiger Fälle gesammelt hat.

Unter 178 Schädelbasisfracturen, welche ich sammelte, fanden sich solcher vertikaler Fissuren 24. Nr. 49, 50, 56, 63, 64, 90, 91, 68^a, 65, 66, 67, 68, 70, 71, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 92. Die klinischen Fälle wiederholen mit Genauigkeit die Fissuren der Messerer'schen Experimente. Es fanden sich die gleichen Fissuren, welche die von der Gewalt getroffene Stelle mit dem Stützpunkt der Basis verbinden und von der Scheitelhöhe zum foramen magnum, zum clivus Blumenbachi, Türkensattel u. s. w. reichen. Daneben ebenfalls Andeutungen von Ringbrüchen der Basis. Auch kommen gleichzeitig mehrere Vertikalfissuren vor, z. B. in den Fällen: 67, 68, 68a, 91, 81, 83, 84, 70, 86, 87.

Unter diesen 10 Verticalfracturen mit mehreren Fissuren sind solche, welche zwei quer verlaufende Fissuren zeigen, am häufigsten, — sechs unter 10. (70, 81, 83, 84, 86, 91).

Von den übrigen 14 Fällen mit je einer Fissur, sind es 8 mal quer verlaufende Fissuren und je 3 mal sagittale und diagonale Sprünge. Dieses Ueberwiegen der queren Fissuren kann man sich erklären, wenn man sich den Befund aus Messerer's

*) Chauvel und Félizet erhielten auch bei Schlag auf den Scheitel Ringbrüche.

Experimenten vergewärtigt, dass die Aenderung der sagittalen Durchmesser eine stärkere ist, wie die der queren, und dass dadurch der Schädel in den quer verlaufenden Meridianen für Berstung bevorzugt ist — gegenüber den sagittal verlaufenden. Im Uebrigen gehen die Vertikalfissuren nur selten bis an den Unterstützungspunkt der Basis, die Umrandung des foramen magnum heran. Dies liess sich nur in 4 Fällen beobachten. Häufig bildet der Keilbeinkörper den Endpunct und nicht selten nimmt eines der foramina ovale spinosum, lacerum ant. u post. das Ende der Vertikalfissuren auf.

Auf vertikale Fissuren sind auch fast ausschliesslich die Halbhirnen des Schädels durch Fractur zu beziehen, von denen v. B r u n s 6 aus der Litteratur gesammelt hat, während unter den von mir zusammengestellten Basisfracturen 3 Halbhirnen des Schädels, 2 quere und eine sagittale sich fanden.

Bei tiefem Angriffspunct der Gewalt ist entsprechend der Schwäche der Basis ein Verlauf der Fissuren zu erwarten, die die Basis durchsetzen. Von begleitenden Fissuren müssten nächst dem der Zahl nach am häufigsten horizontal verlaufende Fissuren zu erwarten sein, da diese gemäss der Forderung, dass Berstungsfissuren in den Meridianen verlaufen, sowohl bei einer Gewalteinwirkung aufs Vorderhaupt, wie aufs Hinterhaupt, auf die seitlichen Schädelpartieen, endlich bei Gewalteinwirkung in diagonalen Richtung entstehen können, während für sagittale und quere Fissuren nur je 2 Angriffspunkte bestehen. Horizontale Fissuren sind aber nur selten zu beobachten; in grösserer Ausdehnung fand ich sie 14 mal, in den Nummern 48, 60, 61, 62, 69, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80.

Horizontale Fissuren entstehen am häufigsten, wenn die Gewalt aufs Hinterhaupt einwirkte. Nächst dem bei seitlicher Gewalteinwirkung. Sehr selten sind horizontal verlaufende Berstungsfissuren entsprechend dem Stirnbein.

Unter meinen 14 Fällen betraf die Gewalteinwirkung 7 mal das Hinterhauptbein oder die hinteren Partieen der Scheitelbeine (62, 75, 72, 73, 69, 76, 78), Fissuren erzeugend, welche nach vorn bis in die Schläfenbeinschuppe oder bis an die Spitze

des kleinen Keilbeinflügels sich erstreckten, wobei sie mehr weniger dicht über der Basis der Pyramide der betreffenden Seite verliefen. Die Seitenpartieen des Schädels waren ebenfalls in 7 Fällen die Stelle der Gewalteinwirkung; 4 mal war die linke, 2 mal die rechte Seite des Schädels betroffen und in einem Falle handelte es sich um eine doppelseitige Compression (60. 61. 74. 48. 77. 79. 80). Hier verliefen die Fissuren in der entsprechenden Richtung entweder nach vorn oder nach hinten. In einigen Fällen fanden sich beide Richtungen gleichzeitig genommen, so z. B. in Nr. 48 bei Anna Heer, abgebildet auf Tf. VII Abb. 22, wo 2 horizontale Fissuren, ausgehend von einem Punkt des sulcus transversus sinister nachweislich sind. Die eine strahlt in horizontaler Richtung nach hinten aus und reicht bis in die Nähe der eminentia occipitalis int., die vordere zieht ebenfalls horizontal über die Basis der linken Pyramide bis in die Mitte der linken mittleren Schädelgrube.

Eine Fissur, die das Stirnbein horizontal durchsetzte, traf ich in dieser Gruppe nur einmal — in Fall 79 von Dobrucki

Pat. hatte mit einer Schaufel einen Schlag auf das linke Schläfenbein erhalten. Von hier aus zieht eine Fissur durch das Stirnbein bis zum Schläfenbein der anderen Seite, während eine quer über das Dach laufende Fissur die Endpunkte der horizontalen Fissur verbindet. Die vordere Hälfte des Schädeldaches ist nach vorn und rechts verschoben.

In diesem Falle kam möglicher Weise die Schaufel als Keil zur Geltung und verursachte die Horizontalfissur.

Bei Knorre liegt ein horizontaler Berstungsbruch im Stirnbein auf Taf. III Fig. VIII B vor.

Endlich sind in den meisten Fällen die horizontalen Fissuren nicht allein, sondern, entsprechend der Richtung der Gewalt, in Combination mit Fissuren der Basis in der Längsrichtung oder mit querem resp. diagonalem Verlauf vorhanden.

Die Seltenheit des Auftretens horizontaler Fissuren lässt sich aus der Gestaltung des Schädels erklären. Von den verschiedenen Gebilden, mit denen der Schädel verglichen ist — Ovoid (S a b a t i e r, S a p p e y), Sphaeroid (S a b o u r a n t), Oval (Saucerotte) etc. — befriedigt keine Auffassung. Nament-

lich die Gestaltung der Basis widerstrebt jeder einheitlichen Auffassung, so dass es zweckmässig ist, der Formverschiedenheit zwischen Gewölbe und Basis auch rücksichtlich der Fracturen Rechnung zu tragen. Entsprechend den in der Anatomie gegebenen Grenzen zwischen Schädelbasis und Schädelgewölbe, setzt sich die Basis an das Gewölbe in der vorderen Schädelgrube nahezu rechtwinkelig an, in der mittleren Grube unter einem stumpfen Winkel und in der hinteren in Gestalt einer gekrümmten Fläche.

Eine Uebertragung des Gesetzes der Berstung in meridionalen Linien, das dem Verhalten einer Hohlkugel entnommen ist, wird daher am ehesten für das Hinterhaupt zulässig sein, weniger gut für die mittlere Grube und am schlechtesten für Gewalteinwirkung auf das Vorderhaupt.

Die 14 Fälle horizontaler Fissuren gruppieren sich in entsprechender Weise. Eine Hälfte der Fälle bezieht sich auf das Hinterhaupt, 6 auf die seitlichen Partien des Schädels und nur einer resp. 2 auf horizontale Berstungen im Bereich des Stirnbeins. Ausserdem überwiegen die Fissuren vom Hinterhaupt aus an Länge und können dann allerdings auch in die seitlichen Partien des Schädels hinein sich erstrecken.

III.

Fracturen durch Biegung.

Biegungsbrüche des Schädels entstehen durch Kräfte, die senkrecht zur Ebene der Knochentafeln wirken.

Die Biegungsbrüche der Convexität sind von Alters her als solche erkannt und der Mechanismus der Biegung schon vor dem Auftreten der Theorie der Schwingungen zur Erklärung der Fracturen herangezogen worden. So betrachten *Aurran*, 1764 und *Bell*, 1816 Fracturen in den Schläfenbeinen nach angeblichem Schlag auf den Scheitel in der Weise, dass sie den Schädel als Gewölbe ansehen, welches durch Druck auf seinen Scheitelpunkt gebrochen wird.

Unter den neueren Autoren sind die Biegungsbrüche eingehend bei *Bruns*, 1864, bei *Hermann Meyer*, 1861 und von *Teevan*, 1865 behandelt worden. Von beiden letzteren Autoren bei Gelegenheit ihrer Erklärung des Zustandekommens isolirter Fracturen der vitrea, die von beiden Autoren in gleicher Weise als Effect einer Biegung aufgefasst werden mit stärkerer Spannung und Biegung der tabula interna.

Biegungsbrüche der Basis sind in Form directer Basisfracturen durch Vermittelung der Wirbelsäule speciell als vollkommene und theilweise Ringbrüche ebenfalls zahlreich beschrieben und von *Chauvel*, *Félizet*, *Messerer*, *Ignatowsky* und Anderen experimentell erzeugt worden. Nach der *Messerer* — *v. Wahl'schen* Theorie entstehen die Biegungsbrüche häufiger an der Convexität, unkreisen den Druckpol und finden sich fast stets in seiner Umgebung, selten an entfernteren Punkten.

In der Folge ist der Mechanismus der Biegungsbrüche von Treub gefördert worden, nach welchem Autor man 2 Arten von Biegung, Krümmbiegung und Flachbiegung zu unterscheiden hat, analog wie bei einem Ring, der, an gegenüberliegenden Punkten comprimirt, Flachbiegung und im senkrecht darauf stehenden Durchmesser Krümmbiegung erfährt. Der Riss beginnt bei der Krümmbiegung an der tabula externa, bei der Flachbiegung an der tabula interna. An Impressionsfracturen sind beide Arten der Biegung deutlich zu trennen und entsprechend klaffen die Bruchlinien hier an der tabula externa aussen, für die tabula interna an der Innenseite am stärksten. Krümmbiegung und Flachbiegung beschränken sich auch auf die Umgebung des Druckpoles, weswegen in der Regel Biegungsbrüche an der Convexität, in weiter Entfernung vom Druckpol, so z. B. bei Compression vom Vorderhaupt zum Hinterhaupt — am Scheitel nicht zu beobachten sind.

Auch experimentell konnte Treub, der an isolirten Schädeldächern experimentirte, entfernte Biegungen der Convexität nicht constatiren. Er erhielt Fracturen analog den Brüchen bei Compression des ganzen Schädels nämlich an den Druckpolen Biegungsbrüche und dann meridional verlaufende Fissuren, welche die Druckpole mit einander verbanden.

Gilt dies für die Biegungsbrüche der Convexität Erwachsener, so sind die Verhältnisse nach den Untersuchungen von Kusmin für Kinder andere. Kusmin fracturirte Schädel von Brustkindern durch Schlag mit einer 6 Pfund schweren Eisenmasse auf den Scheitel. Es entstanden meridionale Fissuren durch Stirnbein und Scheitelbeine, die aber die Basis nicht erreichten, sondern an einer horizontal verlaufenden Fissur endeten. Diese zog vom Scheitelbein nach vorn durch die Kranznaht zum Orbitaldach, vereinigte sich hier mit der durch die Stirn ziehenden Vertikalfissur und verlief an der Stelle des Ueberganges des Schädeldachgewölbes in das Gesicht quer hinüber zur anderen Seite. Nach hinten reichte diese horizontale Fissur bis in die Lambdannaht. An der Stelle des Schlages, dem Scheitel, waren die Knochen dislocirt, gewöhnlich so, dass die hinteren unter die

vorderen getreten waren. Auch ist an der horizontalen Fissur der untere Rand tief unter den oberen eingedrückt. Kusmin erklärt diese Fissur so, dass die kindlichen Knochen bei ihrer Dünne und Sprödigkeit in Folge von Einbiegung am Ort der Gewalt und Ausbiegung an den Seiten des Schädels, auch an letzterer Stelle brechen. Diese Experimente stimmen augenfällig überein mit der Theorie der Schädelfracturen von Bell. Es findet sich hier ein Biegungsbruch des Schädeldachgewölbes entfernt vom Orte der Gewalt und, nach dem Ueberstehen des oberen Randes über den unteren zu urtheilen, gleichzeitig ein Horizontalschub der Fusspunkte des Gewölbes.

Im Gegensatz zum Schädeldachgewölbe finden sich Brüche und Fissuren entfernt vom Ort der Gewalt, die, nach ihrer Richtung, nach der Form und Dislocation des Bruchrandes und der Bruchstücke, als Brüche infolge einer Biegung angesehen werden müssen, nicht selten an der Basis.

Für einen Theil derselben ist von Körber die Erklärung gegeben, indem er sie als Theile von Ringbrüchen auffasst. Dabei ergiebt sich aus der Körber'schen Casuistik, dass Ringbrüche nicht nur bei Gewalteinwirkung auf den Scheitel, sondern auch bei Compression des Vorderhauptes, des Hinterhauptes oder der Seitenpartieen des Kopfes gegen die Wirbelsäule zu Stande kommen. Hiernach sind diese Biegungsbrüche an der Basis als direct durch den Stoss resp. Druck der Wirbelsäule entstanden anzusehen.

Für einen anderen Theil der Fälle lässt sich die Vermittelung der Wirbelsäule ausschliessen. Aufschluss über den speciellen Mechanismus dieser isolirten Biegungsbrüche geben meine Compressionsversuche an der isolirten Schädelbasis, deren Resultate durch Compression an unverletzten Schädeln und aus der Casuistik sich controlliren liessen. Der Einfluss der Wirbelsäule fällt fort bei von letzterer abgetrennten Schädeln oder bei doppelseitiger Compression.

Versuch XXVII.

Isolirte Schädelbasis. Wand mitteldick. Doppelseitige Compression in der Längsrichtung. Es entsteht zuerst ein Sprung, der vom foramen opticum zur crista galli zieht und im Beginn (for. opticum) am meisten klafft, dann erfolgt ein zweiter und dritter. Der zweite, 3 cm. lang, von der crista galli des Stirnbeins bis zum Siebbein. Der dritte von der Ansatzstelle der Orbitalplatte und der Spitze des linken grossen Keilbeinflügels quer zum Türkensattel hin. Bei stärkerer Compression verlängert sich dieser Sprung bis ins foramen lacerum sinistrum ant. Ein vierter Sprung entsteht in der rechten Hinterhauptgrube 1 cm. von der protuberantia occipitalis interna bis nahe an den Rand des foramen magnum. Entsprechend dem Querbruch in der linken mittleren Grube ist der vordere Rand über den hinteren verschoben. Die Sägefläche läuft 2 cm. über den Supra-orbitalrändern und 6 cm. über der protuberantia occipitalis externa.

Versuch XXVIII.

Isolirte Basis mit flachem Schädelgrunde. Dickwandiger Schädel. Diameter fronto-occip. 19.5 cm. D. biparietal. 14.5. Doppelseitige Compression in sagittaler Richtung.

Es entsteht bei mässig starkem Druck zuerst ein Längssprung, der durch das Stirnbein zur rechten Seite der Siebbeinplatte bis zum limbus sphenoidalis verläuft. Bei fortgesetztem Druck 2 und 1½ cm. lange parallele Fissuren zu beiden Seiten der protuberantia occipitalis und ein querer Bruch durch den Türkensattel dicht vor dem Ansatz der Sattellehne.

Versuch XXIX.

Isolirte Schädelbasis mit wenig ausgesprochenem Sattelwinkel. D. fronto-occipit. 19.0, D. biparietal. 13.5 cm. Stirnbein 0.5 cm. dick., Schläfenbein 0.2 cm. Doppelseitige Compression in der Längsrichtung.

Beiderseits symmetrische quere Fissuren durch jede der hinteren Gruben. Die Fissur beginnt beiderseits im foramen magnum, dicht hinter dem for. condyloideum und zieht nach links, quer und nahezu gerade verlaufend, bis in den sulcus transversus, nach rechts bogenförmig bis in die Vereinigung der Lambda-naht mit der sutura parieto-mastoidea. Dann entsteht ein Längssprung durch die linke hintere Grube, der senkrecht auf die quere Fissur der linken Grube auftrifft, an dieser Stelle einen kleinen Splitter aussprengt und sich zur linken Seite des clivus bis ins foramen jugulare ant. sinistrum erstreckt. Zuletzt unter sichtlich stärkerer Einbiegung des Sattelwinkels erfolgt ein Bruch quer durch den Türkensattel, vom linken processus clinoides medius quer herüber bis in das rechte foramen jugulare anter.

Versuch XXX.

Isolirte Schädelbasis. Doppelseitige Compression in sagittaler Richtung. Bei Compression bemerkt man zunächst eine stärkere Ausbiegung der hinteren Grube, dann treten unter leisem Knistern 2 Sprünge zu den Seiten der protuberantia occip. auf, von 1½ cm. bis 2 cm. Länge mit Längsverlauf, worauf unter Einwärtsbiegung des Sattelwinkels eine Fractur quer durch den Türkensattel erfolgt, welche vom linken foramen opticum quer über den Türkensattel bis nahe an das foram. ovale dextrum zieht. Die Ränder der Fractur sind mehrfach gesplittert. Bei fortgesetztem Druck klafft die Fissur im Türkensattel und es entsteht ein kleiner Längssprung in der linken Orbita, von der crista galli zum Siebbein. In den übrigen Theilen ist der Schädel unverletzt.

Versuch XXXI.

Isolirte Schädelbasis. Doppelseitige Compression in sagittaler Richtung.

Beim ersten Knistern entstehen zwei Längssprünge von 4 cm. resp. 5 cm. zu den beiden Seiten der crista occipital.

interna, etwas schräg nach aussen verlaufend, sodann bei gesteigertem Druck Querbrüche der Basis und zwar jederseits vom lateralen Umfang des foramen magnum ein Sprung in querer Richtung. Rechts theilt sich der Sprung 1 cm. vom foramen magnum entfernt. Ein kleiner Ausläufer wendet sich nach hinten, der Sprung selbst geht in querer Richtung durch die ganze rechte Hinterhauptsgrube. Ein gleicher Ausläufer des queren Sprunges nach hinten findet sich an der linken Seite. Dislocationen der Bruchränder sind nicht zu constatiren. In der rechten und linken mittleren Grube je ein querer Sprung von der Brücke zwischen foramen ovale und rotundum nach aussen zur Spitze des grossen Keilbeinflügels.

Versuch XXXII.

Isolirte Schädelbasis. Schlag mit einem Gewicht von 5 Kgr. auf die Stirn. Das Hinterhaupt unterstützt. Es entsteht eine Längsfissur, die an der rechten Seite der crista galli, durch die vordere Grube, ins foramen opticum sinistrum und bis ins foramen jugulare sinistrum reicht. Durch die Mitte des Türkensattels eine quere Fissur vom foramen opticum sinistrum bis in die fissura orbitalis dextra. Bei Druck auf den fracturirten Schädel schiebt sich hier die vordere Partie über die hintere. Die Verbindung des kleinen Keilbeinflügels links gelöst; derselbe ist um 2 mm. erhoben. In der hinteren Grube Sprung schräg durch die crista occipitalis. Spitzwinklig mit dieser vereinigt ein Sprung von der hinteren Umrandung des foramen magnum nach hinten. Den linken processus anonymus umgiebt eine kleine bogenförmige Fissur. Rings um die Basis war bei diesem Versuch ein 2 cm. breiter Ring von horizontalen Bögen des Gewölbes stehen gelassen worden.

Versuch XXXIII.

Isolirte Schädelbasis. Doppelseitige Compression in querer Richtung durch Schlag mit einem Gewicht von 5 Kgr. auf die

Gegend der rechten Schläfe. Es entsteht an der getroffenen Stelle ein Sprung, der die Schläfenbeinschuppe durchsetzt und an der vorderen Fläche der rechten Pyramide bis zu deren Spitze verläuft. Entsprechend der Basis der rechten Pyramide ein 2^{ter} Sprung von 2 cm. Länge und parallel dem ersten gestellt. Auf der unterstützten linken Seite findet sich ein Biegungsbruch in der Schläfenschuppe. Im Zusammenhang mit demselben ein Längsbruch der linken Pyramide an der vorderen Fläche verlaufend. In der Mitte stösst auf diesen ein Sprung, der in der Längsrichtung durch die Mitte der linken vorderen Grube verläuft. Zwischen beiden Sprüngen ist ein viereckiger Knochensplitter elevirt und erhoben. Auch in diesem Fall war ein Ring horizontaler Bögen erhalten.

Versuch XXXIV.

Isolirte Schädelbasis. Doppelseitige Compression in querer Richtung durch Schlag auf den processus mastoideus der rechten Seite.

An der unterstützten Seite ist die linke Pyramide herausgeschlagen. Ein Biegungsbruch umkreist die Basis derselben allseitig. 2 kleinere Biegungsbrüche finden sich in der Mitte der linken Pyramide. An der rechten Seite ein grosser Biegungsbruch. Die Fissur zieht an der Rückseite der Pyramide bis ins foramen jugulare anterius, durch den Ansatz des rechten grossen Keilbeinflügels bis zur Spitze des rechten kleinen Keilbeinflügels. Das Bruchstück ist etwas nach innen dislocirt. Die Bruchränder schräg, mit feinen Splitterungen.

Versuch XXXV.

Unversehrter Schädel eines Erwachsenen. Das Hinterhaupt unterstützt, Schlag mit einem Gewicht von 5 Kgr. auf die Stirn. Nach einem vergeblichen Schlage entsteht eine halbmondförmige Splitterfractur der Stirn. Es lassen sich 4 Splitter zählen, von

denen der eine vom rechten Orbitalrand bis in die Schläfenschuppe reichend nach Aussen abgehelt ist. (cf. S. 15.)

An der Basis findet sich ein ausgedehnter Biegungsbruch in der vorderen Grube, der bis an das Keilbein heranreicht ohne sich auf dieses auszudehnen. Durch den Türkensattel ein querer Bruch vom foramen opticum links bis in die fissura orbitalis der anderen Seite. Das vordere Fragment ist etwas über das hintere verschoben. 2 Berstungsfissuren mit sagittalem Verlauf, die eine im linken Orbitaldach, die zweite vom rechten Orbitalrande, mitten durch den clivus basilaris bis ins foramen magnum hinein.

Versuch XXXVI.

Schädel eines Erwachsenen. Schlag mit einem Gewicht von 5 Kgr. auf die rechte Kopfseite. Entsprechend der getroffenen Stelle eine Impressionsfractur von 9 cm. Länge. Die Linie des Biegungsbruches verläuft, von der Basis der rechten Pyramide im Bogen durch den grossen Keilbeinflügel nach vorn, durch die Mitte des rechten Orbitaldaches und endet am äussern Augenwinkel. Von der Hauptfissur abgezweigt, in der gleichen Richtung ein Sprung von der Mitte des rechten Orbitaldaches zum foramen opticum. In der linken mittleren Grube vom Unterstützungspunkt des Schädels ein querer Berstungsbruch von der Schläfenschuppe bis ins foramen rotundum. Eine 2-te Berstungsfissur auf der Höhe der rechten Pyramide in der Richtung derselben verlaufend.

Zu verweisen ist an dieser Stelle auch auf die Versuche Nr. XXIII, XXV die ebenfalls bei sagittaler Compression Querbrüche des Türkensattels aufweisen.

Bei Durchsicht der experimentellen Ergebnisse anderer Autoren fanden sich entsprechende Bruchformen. Ich beziehe mich hier auf Greder und Baum. Unter den 29 Versuchen Greder's erzeugt durch auf den Schädel herabfallende Gewichte, existiren 8 hier zu citirende Fälle. Auch bei diesen handelte es sich um doppelseitige Compression und ein Einfluss der Wirbelsäule ist nicht anzunehmen, da es bekanntlich besonderer Cau-

telen bedarf, um an der Leiche den Kopf gegen die Wirbelsäule so zu fixiren, dass bei Schlag auch nur auf den Scheitel Ringbrüche oder Theile von Ringbrüchen entstehen. Von seinen Experimenten über Fracturen nach sagittal auffallender Gewalt kommen an dieser Stelle in Betracht:

Der Schädel A₃ — querer Bruch der linken mittleren Grube und entsprechend dem jugum sphenoidale.

B₂. Isolirter Querbruch der rechten hinteren Grube und am Sattelwinkel.

B₃. Querer Sprung durch den Türkensattel und durch den rechten processus anonymus.

B₁. Quere Sprünge durch beide Processus anonymi.

Von Fracturen, bei in querer Richtung aufschlagendem Gewicht, sind die folgenden Präparate zu erwähnen.

D₅. Links die Naht zwischen pars mastoidea und os occipitale gelockert.

D₂. Lockerung der gleichen Nahtverbindung.

D₈. Beiderseits Lockerung der betreffenden Nahtverbindung.

D₁₁. Diastase derselben Naht an der linken Seite.

Hier sind es bei Compression in querer Richtung besonders die Pyramiden, die bei seitlichem Druck gegen die Mitte der Basis eingetrieben werden.

Von den Experimenten Baum's ist der Versuch Nr. 2 heranzuziehen:

Bei langsamer Compression in sagittaler Richtung Fissur, welche vom linken Scheitelbein, etwas oberhalb der vorderen unteren Winkels, durch den grossen Keilbeinflügel in die Basis zog, in querer Richtung verlaufend.

Aus meinen obigen Versuchen ergibt sich, dass isolirte, entfernte Biegungsbrüche der Basis sich leicht erzeugen lassen. Traten sie an der isolirten Basis in allen Fällen auf, so liessen sie sich an unverletzten Schädeln weniger leicht erzeugen. Wenn die Gewalt tief angreift, so bei sagittaler Compression der eine Hebelarm des Druckapparates auf den marge supraciliaris und die Nasenwurzel sich stützte, lassen sie sich ebenfalls und zwar an entsprechenden Stellen beobachten.

Die isolirte Basis tendirt viel mehr zur Fracturirung durch Biegung wie zu Berstungen. Es genügt aber schon, einen Ring

von horizontalen Bögen des Gewölbes, von etwa $1\frac{1}{2}$ cm. Höhe, rings um die Basis stehen zu lassen, wie im Versuch № XXXII, um ausgedehntere Berstungen zu erzielen.

Die Biegungsbrüche der Basis charakterisiren sich gegen die der Convexität durch Besonderheiten. Einmal bevorzugen sie typische Stellen, dann treten sie isolirt auf und schliessen sich nicht, wie an der Convexität, in Bogenlinien an einander, um den Druckpol zu umkreisen. Auch die Dislocationen sind meist nicht so ausgesprochen, wie an der Convexität, oder äussern sich in anderem Sinne, so dass eine Unterscheidung von Flachbiegungsbrüchen und Krümmbiegungsbrüchen hier nicht anzuwenden ist, weder für die am Ort der Gewalt noch für die isolirt entstandenen Biegungen. Eine Praedisposition bestimmter Stellen tritt zumal bei sagittaler Compression deutlich hervor und zwar in der mittleren und hinteren Grube. In der mittleren Grube bricht vor allem der Türkensattel in querer Richtung. Diese Fractur findet sich 7 mal bei mir und verbindet entweder die foramina optica, oder reicht bis in die fissura orbitalis, oder dehnt sich weiter zur Seite aus bis ins foramen jugulare anterius resp. in den grossen Keilbeinflügel hinein. Im Versuch № XXIII findet sich ein Biegungsbruch als quere Fissur im grossen Keilbeinflügel, eine gleiche Fissur im Versuch № XXXI. In der hinteren Grube sind die processus anonymi quer gebrochen, № XXIX und XXXI, oder die Fissuren verlaufen hier nach beiden Seiten quer bis zur Basis der Pyramide.

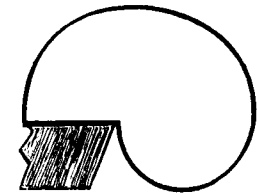
Bei querer Compression wird einmal die linke Pyramide herausgeschlagen (XXXIV), worauf ausgedehnte Biegungsbrüche auftreten, die bis in die Mitte der Basis hineinreichen, aber im Uebrigen, abgesehen von 2 kleinen Sprüngen der linken Pyramide, nicht isolirt sind. Ein anderer Biegungsbruch umschliesst die ganze rechte Hälfte der mittleren Grube von der Spitze des Keilbeinflügels bis zu den Ansätzen des grossen Keilbeinflügels, umfasst die rechte Pyramide und endet im Sinus transversus, ein dritter geht von der Basis der Pyramide durch die fissura orbitalis und über die Mitte des rechten Orbitaldaches (XXXVI).

Nebenbei war zu constatiren, dass die Basis bei Compression

in ihren einzelnen Partien in ungleicher Weise nachgiebt. Am stärksten war die Ausbiegung des Hinterhauptes. Einmal liess sich direct beobachten, wie die Spitzen der Pyramiden durch die plica petro-clinoidea direct abgerissen wurden. Das Ligament, beim Beginn der sagittalen Compression schlaff, spannte sich an, indem die Spitzen der Pyramiden von den Seiten des clivus sich nach aussen entfernten und bei gesteigerter Compression riss das Ligament die Spitzen der Pyramiden fort.

Die Erklärung dieser Biegungsbrüche gründet sich auf den anatomischen Bau der Basis. Diese ist in 3 Abtheilungen gesondert, welche als die 3 Schädelgruben terrassenförmig über einander liegen. In jeder der Gruben findet sich ein medialer unpaarer Theil und 2 symmetrisch paarige Seitentheile. Mit Ausnahme des foramen magnum und der lamina cribrosa fallen die Aperturen der Schädelbasis in das Grenzgebiet zwischen dem medialen und den paarigen Seitentheilen.

Die nebenanstehende schematische Figur aus H. Meyer's „Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüsts“ zeigt die spiralförmige Gestalt eines Mittelschnittes durch den Schädel und das starke Hervortreten des Sattelwinkels.



Bei Compression in der Längsrichtung wird der Winkel zwischen Keilbeinkörper und clivus spitzer und diese Knickung ist Veranlassung zu einer queren Fractur im Keilbeinkörper. Die Knickung war bei Compression der isolirten Basis auch direct zu beobachten. In ähnlicher Weise findet eine Knickung am Ansatz der Condylen der Hinterhauptschuppe statt und giebt an dieser Stelle die Veranlassung zu Biegungsbrüchen.

Dass der nöthige Spielraum zu diesen Deformationen der Basis vorhanden ist, folgt, abgesehen von den Experimenten, auch aus den Versuchen Messerer's, der bei Compression in der Längsrichtung Längsverkleinerungen bis zu 5.4 mm. beobachtete. Unterstützt wird diese Auffassung auch durch die Zahlen Messerer's für die Veränderung des vertikalen Durchmessers bei Compression in der Längsrichtung. Während der quere Durch-

messer, wie zu erwarten war, sich vergrösserte, nahm der senkrechte unter 12 Versuchen in Nr. 15, 16, 17, 18, 25 entweder nicht zu, oder verkleinerte sich vor oder nach dem Eintritt der Fractur. An Minusdistance wurden — 0.34 (15), — 0.36 (17) — 0.4 (25) mm. gemessen. Doch muss die Einbiegung der Basis eine noch stärkere gewesen sein, als Messerer's Zahlen angeben, da sich der Scheitel vorwölbte und den betreffenden Durchmesser vergrösserte. Ihre Erklärung findet diese Thatsache in der schraubenförmigen Einziehung der Hinterhauptbeines, (Messerer, Meyer) wodurch auch die stärkere Knickung im Türkensattel bedingt wird. Nicht in allen Fällen tritt diese Einbiegung in gleichem Maasse hervor, sondern mit Auswahl und, entsprechend der Form der Basis, bei Schädeln mit stark geneigtem clivus.

In ähnlicher Weise bedingt durch den Bau des Schädels ist das Vorkommen von Biegungsbrüchen entfernt vom Orte der Gewalt bei seitlicher Compression. Hier sind die Stellen zu den Seiten der Siebbeinplatte, beiderseits neben dem Türkensattel, endlich die Rückseite der Pyramiden durch ihre Stellung und ihre Schwäche zu Fracturen bei Inanspruchnahme auf Biegung und Strebfestigkeit disponirt.

Versuche an Streifen, die in querer Richtung aus der Basis geschnitten waren und die durch Druck und Zug belastet wurden, ergaben, in der vorderen Grube Brüche zur Seite der Siebbeinplatte, in der mittleren entsprechend dem Ansatz der Keilbeinflügel. An einem Streifen, bestehend aus clivus basilaris und Pyramiden, erfolgte ein Abriss der Spitze der rechten Pyramide. Auf Strebefestigkeit konnte dieser Streifen überhaupt nicht in Anspruch genommen werden wegen des bloss ligamentösen Zusammenhanges zwischen clivus und Pyramiden. Die Addition der Belastungen für die einzelnen Streifen ergab, dass, zum Hervorbringen einer Längsfractur durch die ganze Länge der Basis, das Gewölbe eine Zugwirkung von etwa 250 kg. ausüben muss.

Es erübrigt auf die Lockerung der Nahtverbindungen zwischen pars mastoidea und os occipitale zurückzukommen. Die Pyramiden stehen mit ihrer Längsachse in einem Winkel von

105°—110° geneigt und ihre hintere Fläche steigt vom sulcus transversus zum sulcus petrosus sup. steil an. Eine Gewalt, welche an der pars mastoidea oder an der Ohrgegend angreift, kann sich daher wirkungsvoll auf die Rückseite der Pyramiden übertragen und hier Biegungsbrüche veranlassen.

Casuistische Belege für Biegungsbrüche, entfernt vom Orte der Gewalt, lassen sich mit leichter Mühe sammeln:

1. (96). Mann von 28 Jahren vom Lastwagen überfahren. In der rechten Hinterhauptgegend eine 7 Zoll lange Lappenswunde. Die Ansätze der Nackenmuskeln abgerissen und die Muskelbäuche bis tief in den Nacken blossgelegt. Starke Verletzungen im Gesicht. Fracturen der Gesichtsknochen. An den übrigen Stellen des Schädels keine Verletzungen. An der Vorderfläche des Halses Extravasate. In der vorderen und mittleren Schädelgrube von der fissura orbitalis dextra eine Fissur quer zum for. opticum der anderen Seite verlaufend, die sich in der Längsrichtung bis zum canalis caroticus weiter fortsetzt. In der linken hinteren Grube eine breite Bruchspalte mit zackigen Rändern von der fossa sigmoidea quer bis ins foramen magnum, in der rechten hinteren Grube eine Längsfissur von der sutura lambdoidea dextra bis ins foramen magnum.

Nach der grossen Wunde im Nacken, sowie den Sugillationen des Halses, den Fracturen des Unterkiefers und der Oberkiefer zu urtheilen, wirkte die Gewalt in sagittaler Richtung und erzeugte eine Längsfissur in der rechten hinteren Grube und je einen Biegungsbruch am processus anonymus sinister und im limbus sphenoidalis.

2. (97). Ein Soldat erhielt einen Hufschlag gegen Unter- und Oberkiefer und fiel rücklings zu Boden. Wunde am Kinn. Am Unter- und Oberkiefer mehrere Zähne gelöst und zum Theil gesplittert. Am Hinterhaupt ein kleines Extravasat. Es fanden sich folgende Schädelverletzungen. Feine Spalte zwischen den kleinen Flügeln des Keilbeins quer und im Bereich der Orbitalplatten. Eine feine Fissur durch den Türkensattel von links nach rechts hinüberziehend. Längsfissur durch die linke hintere Grube. Eine halbmondförmige unbedeutende Fissur an der Spitze der Pyramide des rechten Schläfenbeines.

Hier griff die Gewalt zu tief an, als dass Compression gegen die Wirbelsäule hätte in Frage kommen können. Es finden sich neben der Längsfissur am Hinterhaupt, die durch Fall auf den Hinterkopf zu Stande kam, als Folge von Biegungsbrüchen, der Querbruch durch den Türkensattel und ein zweiter

nahezu paralleler Bruch durch die Verbindung der kleinen Keilbeinflügel. An der Pyramidenspitze ein Abriss.

3. (98). Ein Soldat erhielt einen Hufschlag gegen die linke Gesichtshälfte. Verletzungen der Weichtheile des Gesichtes. Fractur der Nasenbeine. Am Hinterkopf, 2 Finger breit unter dem Hinterhauptstachel eine 2 cm. breite Wunde. An der beschriebenen Stelle des Hinterhauptes findet sich ein 2 cm. langer Riss durch die tabula externa. In der hinteren Grube ein 6 cm. langer Knochenspalt, welcher vom hinteren Rande des grossen Loches längs des inneren Hinterhauptkammes bis 2 Finger breit nach hinten über den inneren Hinterhauptstachel hinauszieht. Vom linken Rande des grossen Loches geht ein 4 cm. langer Knochenspalt in nach Aussen convexem Bogen ab. Am grossen Loch steht der hintere Rand des Knochenspaltes über den vorderen ein wenig vor. 2 Finger breit hinter dem Hahnenkamm ein $3\frac{1}{2}$ cm. langer Riss vom rechten Sehloch quer zum linken, um von hier noch 2 cm. weiter nach hinten über das Keilbein zum grossen linken Keilbeinflügel zu verlaufen.

Ausser der Berstungsfissur in der hinteren Grube liegen 2 Biegungsbrüche vor, einer am foramen magnum der 2te entsprechend dem Keilbeinkörper. Der sagittale Gewaltangriff lag zu tief, als dass eine Compression gegen die Wirbelsäule hätte stattfinden können, denn die Gewalt wirkte von unten nach oben. Für den Mechanismus entfernter Biegung spricht auch die Verschiebung des hinteren Randes an dem Bruch des proc. anonyms.

4. (99. 100) Der folgende Fall aus dem Musée Dupuytren, beobachtet von Nélaton ist mehrfach beschrieben worden bei Sappey, Félizet (S. 154), Delens. Eine Frau von 26 Jahren fiel nach vorn über vom Wagen und eines der gefüllten Weinfässer, mit denen der Wagen beladen war, rollte ihr über den Kopf. Der Tod erfolgte 8 Monate später in Folge eines Aneurysma arteriovenosum zwischen Carotis und sinus cavernosus. Der Schädel fand sich in allen Theilen unverletzt, nur bestand über dem Keilbeinkörper eine klaffende quere Fractur. Die Fractur lag oberhalb der Vereinigung des os sphenoidale mit dem Clivus Blumenbachi. Ausserdem zeigten sich 2 kleine Splitterchen jederseits am Gipfel der Pyramiden.

Nach der Lage der Frau, als sie das Fass traf, mit dem Gesicht auf dem Boden, ist die Fractur durch doppelseitige sagittale Compression zu Stande gekommen. Dabei wurde der Türkensattel eingeknickt und durch Vermittelung der plica petroclinoidea entstanden die Rissfracturen der Spitzen der Pyrami-

den. Der Mechanismus entspricht dem in den Experimenten beobachteten.

5. (101) Mann von 48 Jahren. Fall 10 Fuss hoch, mit Aufschlagen der linken Schädelseite auf eine Brettkante. Es liegen an der linken Seite 2 concentrische Biegungsbrüche vor, von denen der weitere im Bogen vom processus frontalis des Oberkiefers durch Schläfen- und Scheitelbein in Gestalt einer Fissur zur linea semicircularis des Hinterhauptbeins zieht. Der kleinere umkreist die Basis der linken Pyramide von der fossa sigmoidea bis nahe an das foramen spinosum. Die linke Pyramide ist ausgebrochen und nach innen dislocirt. Mit dem Biegungsbruch im Zusammenhang steht eine Fissur quer durch das linke parietale.

Dieses Ausbrechen der Pyramide entspricht genau dem Versuch Nr. XXXIV.

Biegungsbrüche entsprechend den bevorzugten Stellen der Basis für Biegung sind auch in der Casuistik von Körber und Knorre angegeben z. B. bei Knorre auf Taf. I, Fig. III B ein Biegungsbruch an der Rückseite der Pyramiden nach seitlicher Compression ganz entsprechend, wie in den citirten Versuchen Greder's.

6. (102) Mann von 47 Jahren. Trümmerfractur des linken Scheitelbeins. An der Basis eine Bruchlinie vom äusseren Gehörgang durch den Carotiskanal und den Körper des Keilbeins zum for. opticum, durch den Grund der Augenhöhle zum grossen Keilbeinflügel, von diesem zur linea semicircularis des l. Stirnbeins und im Bogen zurück zum äusseren Gehörgang. Das so umschriebene Segment nach unten und einwärts getrieben.

Hier liegt ein localer Biegungsbruch der Basis vor, der mit seinem Scheitel bis in die Mitte der Basis hineinreicht. Ein entsprechendes Präparat lieferte der Versuch Nr. XXXIV.

7. (54) Mann von 47 Jahren. Verunglückte durch Fall, 20 Fuss hoch, aufs Steinpflaster, mit dem linken Stirnbein und Schläfenbein aufschlagend. Durch die Schuppe des linken Schläfenbeins ziehen 2 Fissuren, welche längs dem vorderen Rand der linken Pyramide und dem vorderen Theil des grossen Keilbeinflügels verlaufen und sich in flachem Bogen am foramen ovale vereinigen. 2 getrennte Fissuren finden sich in den Orbitaldächern.

Hier bildet ein Biegungsbruch die Vereinigung 2 Berstungsfissuren und liegt entsprechend dem Ansatz des grossen Keilbeinflügels.

8. (104) Mann 48 a. n. Fall 10 Fuss hoch auf die rechte Kopfseite. Die Kopfschwarte nach oben und hinten vom rech-

ten Ohr blutig infiltrirt. 2 meridionale Fissuren ziehen in die mittlere Grube, die hintere bis in die Mitte derselben, die vordere im Bogen bis zum for. opticum dextrum. Entsprechend dem Ansatz des rechten grossen Keilbeinflügels, fast durch die ganze Länge der Grube an dieser Stelle, zieht eine Längsfractur, ohne Zusammenhang mit den Berstungsfissuren.

Die Beobachtungen des Experimentes finden sich in der Casuistik wieder und wenn auch die Berstungsfissuren in der Casuistik den ersten Platz einnehmen, so sind die Biegungsbrüche in ihren verschiedenen Modificationen ebenfalls zahlreich zu finden. Ob genau in dem Verhältniss, welches meine statistischen Zahlen angeben, das bleibt eine vorläufig offene Frage.

Literaturverzeichniss.

- 1) Adelman n. Henke, Zeitschrift für Staatsarzneikunde, 1842, Bd. 43.
- 2) Aran. Recherches sur les fractures de la base du crâne. Archives générales de médecine. Tome VI, 1844.
- 3) Aurran. Observations sur les contre-coups. Journ. de Méd., Chir. Pharmacie tome XXI, 1764, citirt nach Dulles.
- 4) W. Baum. Beiträge zur Lehre von den indirecten Schädelfracturen. Archiv für klinische Medicin. Bd. XIX, 1876.
- 5) Sir Charles Bell. Surgical Observations.; Edinburgh 1816.
- 6) E. v. Bergmann. Die Lehre von den Kopfverletzungen. Stuttgart 1880.
- 7) Bruns. Die chirurgischen Krankheiten und Verletzungen des Gehirns und seiner Umhüllungen. Handbuch der praktischen Chirurgie. Tübingen 1854.
- 8) P. v. Bruns. Die allgemeine Lehre von den Knochenbrüchen. Deutsche Chirurgie, Lief. 27. Stuttgart.
- 9) Cauvy. Des fractures du crâne. Paris 1868.
- 10) Chauvel. Essai sur les fractures du crâne. Thèse de Paris 1864.
- 11) Chopart. Mech. sur les lésions de la tête par contre-coup. Accessit 1768. Memoires sur les sujets proposés pour le Prix de l'Ac. roy. de Chir., tome IV, Paris 1778.
- 12) Dulles. The mechanism of indirect fractures of the skull. Philadelphia 1886.
- 13) Félizet. Recherches anatomiques et expérimentales sur les fractures du crâne. Paris 1873.
- 14) Forgues. Mécanisme des fractures du crâne. Thèse. Strasbourg 1869.
- 15) Giovanardi. Osservazioni su numerosi casi di frattura del cranio. Lo Spallanzani 1881.
- 16) W. Greder. Experimentelle Untersuchungen über Schädelbasisbrüche. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. Bd. XXI. 1885.
- 17) Greiffenhagen. Ueber den Mechanismus der Schädelbrüche. Diss. Dorpat 1887.

- 20) A. Heer. Ueber Schädelbasisbrüche. Beiträge zur klinischen Chirurgie. Bd. IX. 1892.
- 21) N. Hermann. Experimentelle und casuistische Studien über Fracturen der Schädelbasis. Diss. Dorpat 1881.
- 22) Houel. Catalogue des pièces du Musée Dupuytren. Paris 1877.
- 23) Игнатовскій. Къ вопросу о переломахъ черепа. 1892. Кіевъ.
- 24) Knorre. Casuistische Studien über Schädelfracturen. Diss. Dorpat 1890.
- 25) B. Körber. Gerichtsärztliche Studien über Schädelfracturen nach Einwirkung stumpfer Gewalten. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. Bd. XXIX, 1889.
- 26) В. И. Кузьминъ. Къ вопросу о механизмѣ переломовъ черепа. VIII. Съездъ русскихъ естествоиспытателей и врачей. С. Петербургъ 1890.
- 27) Louvrier. Ist die Durchbohrung der Hirnschale bei Kopfverletzungen nothwendig oder nicht. Wien 1800.
- 28) Ларионовъ. Случай непрямыхъ переломовъ основанія черепа въ связи съ учениемъ о механизмѣ подобныхъ переломовъ. Хирургическій Вѣстникъ. Январь 1891.
- 29) O. Messerer. Ueber Elasticität und Festigkeit der menschlichen Knochen. Stuttgart 1880.
- 30) O. Messerer. Experimentelle Untersuchungen über Schädelbrüche. München 1884.
- 31) Herrmann Meyer. Die Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüsts. Leipzig 1873.
- 32) Quesnay. Mémoires de l'Académie royale de Chirurgie. Paris 1743 vol I nach Bergmann.
- 33) Sappey. Traité d'anatomie descriptive. Paris 1867.
- 34) Sabourant. Mémoire sur le même sujet (contre-coup) et partagé le prix double en 1768. Mém. sur les sujets proposés pour le Prix de l'Ac. roy. de Chir. tome IV. Paris 1778.
- 35) Saucerotte. Mémoire sur les contre-coups dans les lésions de la tête. Mémoires sur les sujets proposés pour le Prix de l'Ac. roy. de Chir. tome IV. Paris 1778. Couronné 1768.
- 36) J. Schranz. Untersuchungen über das Entstehen von Schädelbrüchen. Medicinische Jahrbücher 1881.
- 37) A. Schwartz. Zur Statistik der Fracturen der Schädelbasis. Diss. Dorpat 1872.
- 38) Teevan. British and foreign medico-chirurg Review 1865 Vol. 36 p. 129 u Transactions of the pathological Society of London. 1865 vol. XVI, p. 217.
- 39) Thomson. Report of Observations made in the Military Hospitals in Belgium. Edinburgh 1816.
- 40) Treub. Kritische en experimenteele onderzoekingen over het mechanisme der schedelbasisfracturen. Nederlandsch tijdschrift voor Geneeskunde XX. jaargang 1884. Auto-

- referat des Verfassers im Centralblatt für Chirurgie Bd. XI 1884, p. 627—630.
- 44) Ed. v. Wahl. Ueber Fracturen der Schädelbasis. Sammlung klinischer Vorträge von R. v. Volkmann, Nr. 228. 1883.
 - 42) Ed. v. Wahl. Zurechtstellung. Centralblatt für Chirurgie 1887 Nr. 49.
 - 43) Ed. v. Wahl. Demonstration einer Sammlung von Fracturen der Schädelbasis. Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Chirurgie, XVII. Congress, 1888.
 - 44) Herrmann Meyer. Einige Fälle interessanter Heilung von Schädelverletzungen. Archiv für klin. Chirurgie 1861, Bd. II.
 - 45) J. F. Morian. Zur Casuistik der Kopfverletzungen. Arch. für klin. Chirurgie. Bd. XXVIII, S. 812.
 - 46) A. Heer. Ueber Schädelbasisbrüche. Beiträge zur klinischen Chirurgie. Bd. IX, Heft 1, Fall 6.
 - 47) Ibid. Fall 19.
 - 48) Ibid. Fall 38.
 - 49) Ibid. Fall 20.
 - 50) Ibid. Fall 42.
 - 51) Hensch. Kinder-Klinik. Casuistik. Charité-Annalen 1880. S. 465.
 - 52) Köhler. Bericht über die chirurg. Klinik.
 - 52a) Ibid. Charité-Annalen 1880.
 - 53) Flatten. Ueber zwei bemerkenswerthe Fälle von Fractur der Schädelbasis. Vierteljahrsschrift für ger. Medicin. Neue Folge. LIII Bd., Fall 1.
 - 54) Volkmann. Beiträge zur Chirurgie. Leipzig 1875, Fall 6.
 - 55) Köhler. Bericht über die Chirurg. Klinik des G. R. v. Bardeleben 1888—1889. Charité-Annalen 1890, S. 409
 - 56) Ibid.
 - 57) Spengler. Bedeutende Fissur durch die ganze Schädelbasis. Illustr. Med. Zeitung. München 1852.
 - 58) Busch. Chirurgische Beobachtungen in der U.-Klinik zu Berlin 1854.
 - 59) Fischer. Mittheilungen aus der Chirurgischen Universitätsklinik zu Göttingen 1861, S. 108.
 - 60 und 61) Leisrinc. Studien über Fracturen. Archiv für klinische Chirurgie. Bd. XIV, 1872, Fall 12 und 19.
 - 62) Köhler. Bericht über die Chirurg. Klinik 88—89. Charité-Annalen 1890, S. 406.
 - 63) Köhler. Statistischer Bericht über die chirurg. Klinik pro 1879. S. 428. Charité-Annalen 1881.
 - 64) Köhler. Bericht über die chirurgische Klinik. Charité-Annalen 1880.
 - 65, 66, 67, 68, 68a) Leisrinc. l. c. Fall 8, 9, 10, 11 S. 447.
 - 69) Schriften der Universität Kiel. Diss. Kellner 1878 Fall 13.
 - 70 und 71) Ibid. Fall 12 u. 22.
 - 72) E. Magon. Bullet. de la soc. anatom. de Paris 1875 p. 247. Centralbl. für Chir. 1876, Nr. 30.

- 73) Beck. Head injuries. Med. times gazette 1877, S. 158. Centralblatt f. Chirurgie. Bd. V, 1878.
- 74) Beck. Ein neuer Beitrag zur Lehre von den Schädel- und Rückenmarksverletzungen S. 23. Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie Bd. XXIV.
- 75) Forster. Transact. of the pathol. Society of London 1873 Vol. 24. Centralblatt f. Chir. 1874.
- 76) Zucker. Brüche des Schädelgrundes. Diss. Breslau 1872. Fall 2.
- 77) Tiling. Pet. med. Wochenschrift, 1880, Nr. 50.
- 78) Brinet. Fractur der Basis des Schädels durch contre-coup. S. J. 1835. Archives générales 1834.
- 79) Dobrucki. Seltener Fall von Bruch des Schädeldaches. Virchow-Hirsch Jahresbericht 1890, Bd. II, 485.
- 80) Caspar-Liman. Practisches Handbuch der gerichtlichen Medicin. Berlin 1871, Nr. 127, Bd. II.
- 81) Guthrie. Ueber Gehirnaffectionen A. d. Engl. 1844, pag. 84, citirt nach Bruns.
- 82) Wichura. Beitrag zur Statistik der Schädelverletzungen. Berlin 1881, F. 2.
- 83) Morian. l. c. S. 807.
- 84) Schmidts Jahrbücher 1834, 2, p. 40. London med. and surg. Journ. Dec. 1833.
- 85) Wallace. Lancet 1836 cf. Schmidts Jahr. 1837, 15, p. 59.
- 86) Kanzow. Ueber Gehirncontusion. Vierteljahrsschrift für gerichtl. Medicin cf. Schmidt Jahrb. 1863, 120, pag. 349.
- 87) Wald. Gerichtliche Medicin. Leipzig 1858, Bd. I, p. 108.
- 88 und 89) Beck. Casuistik der Schädelverletzungen. Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie, Bd. VIII, S. 177.
- 90) Kristo Sen. The Indican Medical Gazette. Centralblatt für Chirurgie 1874. Fall 2.
- 91) Th. Kölliker. Eine geheilte Schädelfractur. Centralblatt für Chirurgie 1877, Nr. 49.
- 92) Beck. Serie von Schädelverletzungen. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, Bd. XI, S. 523.
- 93) Rücker. Experimentelle und casuistische Beiträge zur Lehre von der Höhlenpression bei Schussverletzungen des Schädels. Diss. Dorpat 1881.
- 94) Fischer. Handbuch der Kriegschirurgie. Stuttgart 1883.
- 95) Evler. Ueber Schädelverletzungen bei Einwirkung stumpfer Gewalten (incl. Schüssen) unter besonderer Berücksichtigung ihres Entstehungsmechanismus. Diss. Berlin 1891.
- 96) Beck. Zur Diagnose und Prognose der Brüche des Schädelgrundes. Archiv für klinische Chirurgie. Bd. VIII, 1866, S. 39.
- 97) Beck. Schädelverletzungen. Neue Folge. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. Bd. XVI, S. 631.
- 98) Beck. Neue Fälle von Schädelverletzungen. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. Bd. XX, S. 441.
- 99) Sappey l. c. S. 191.

- 100) Delens. De la communication de la carotide interne et du sinus caverneux. Paris 1870, p. 77.
- 101) Daake. Geheilte Fractur der Schädelbasis. Archiv für klin. Chirurgie. Bd. VI, S. 582.
- 102) Morton. Case of compound comminuted fracture of the skull. Philadelphia med. Times 1874 Nr. 153, p. 1—3. C. f. Ch. 1875, S. 15.
- 103) Schriften der Universität Kiel, 1878. Diss. Kellner. Fall 18.

Thesen.

1. Das Auftreten von Biegungsbrüchen der Schädelbasis, entfernt vom Orte der Gewalteinwirkung, ist im Bau der Schädelbasis begründet.
2. Mit dem Mechanismus der Berstung des Schädels am Orte der Gewalt concurrirt der Mechanismus der Keilwirkung.
3. Nach Gewalteinwirkung auf den Schädel treten Verletzungen des Hirnes in einem beträchtlichen Procentsatz der Fälle an einer der getroffenen diametral gegenüber gelegenen Stelle auf.
4. Die Methode der Radicaloperation der Hydrocele mittels Excision der Scheidenhaut ist schon im Alterthum geübt worden.
5. Dem Studium der pathologischen Anatomie entsprechend sollte die pathologische Physiologie berücksichtigt werden.
6. Zur Desinfection der Rinnsteine in Zeiten von Epidemien ist das Begiessen derselben mit kochendem Wasser zu versuchen.