

# Alte Brüche des Naviculare carpi.

Von  
Hans Virchow, Berlin.

Mit 42 Abbildungen im Text.

(Eingegangen am 21. August 1939.)

## Inhalt.

Veranlassung S. 108. — Einleitung S. 108. — Naviculare S. 110. — Handbänder S. 114. — Lage des Kahnbeins bei Dorsalflexion der Hand S. 118. — Bruchformen S. 123. — Schwächste Stelle des Kahnbeins S. 125. — Tailenbrüche und Steilbrüche S. 127. — Idealsteilbruch S. 127. — Radius-Scheerbruch S. 128. — Keil und Scharte S. 130. — Bruchflächen S. 132. — Abschlußplatte S. 133. — Reibung, Schleifung, Eburnierung S. 135. — Schleifung des distalen Bruchstückes des Naviculare am Proc. styl. radii S. 136. — Einzelbefunde S. 137. — Material S. 137. — Steilbrüche S. 139. — Tailenbrüche S. 155. — Trümmerbrüche S. 161. — Ergänzungen: 1. Röntgenbilder S. 161. — 2. Pseudarthrose S. 162. — 3. „Verzahnte“ und „eingekielte“ Brüche S. 164. — 4. Intra- und extrakapsuläre Kahnbeinbrüche S. 165. — 5. Geschlossene Bruchspalten S. 166. — 6. Arthritische Veränderungen S. 166. — Literatur S. 167.

*Veranlassung.* Mein Interesse für Kahnbeinbrüche wurde durch ein eigentümliches Zusammentreffen erregt: ein junger amerikanischer Arzt, der sich zum Chirurgen ausbilden wollte, kam im Jahre 1902 zu mir mit dem Wunsch, seine anatomische Grundlage zu verbessern. Ich sagte ihm, wenn er Chirurg werden wolle, müsse er auch die Gelenke kennen, wenn er die Gelenke verstehen wolle, müsse er auch die Bänder kennen, und ich gab ihm eine Hand. Bei der Präparation fand sich das Kahnbein gebrochen. Die Präparation wurde zunächst ausgesetzt und erst eine x-Aufnahme gemacht. Dabei erinnerte sich der Amerikaner, daß er einmal beim Stabhochsprung auf die Hand gefallen sei und längere Zeit Schmerzen gehabt habe. Man machte auch von ihm eine x-Aufnahme. Beide Aufnahmen, die des Präparanten und die des Präparates, glichen einander. Dadurch wurde ich angeregt, mehr auf das Kahnbein zu passen, und bis zum Jahre 1928 erhielt ich davon 26 Fälle.

*Einleitung.* Seit dem Jahre, in welchem mein Interesse begann (1902), hat sich die Stellung der Praxis zur Frage der Kahnbeinbrüche gewaltig geändert. Während man damals von namhaften Chirurgen hören konnte, daß Kahnbeinbruch überhaupt nicht heilbar sei, konnte Böhler auf Grund eines großen Materials mitteilen, daß er bei frischen Fällen in 100% Heilung, d. h. knöcherne Vereinigung der Bruchstücke erreicht habe<sup>5</sup> und über ähnlich günstige Ergebnisse hat Carl Rabl<sup>11</sup> berichtet. Auch Brandt erzielte „stets Heilung mit voller Funktion“ (<sup>6</sup>, S. 87).

Angesichts dieses enormen Unterschiedes in den Berichten der Praktiker von sonst und jetzt ist man zu der Frage gedrängt, wodurch es wohl bedingt war, daß die früheren Chirurgen, die doch auch Meister in ihrem Fach waren, so machtlos dem Kahnbeinbruch gegenüberstanden.

In dieser Hinsicht ist folgendes zu nennen:

1. Unmöglichkeit die Stücke *für sich zu fassen* und aneinander anzupassen.

2. Die Verbindung des proximalen Endes des Kahnbeins durch Bänder mit dem Mondbein und des Kegels des Kahnbeins durch Bänder mit dem Multangulum majus, so daß bei Flexionsbewegungen der Hand die beiden Bruchstücke unter zwei entgegengesetzten Einwirkungen stehen.

3. Noch wichtiger ist, daß die Bruchpalte nahezu ausschließlich durch *überknorpeltes Gebiet* läuft, auf der radialen Seite durch die Fac. artic. radialis und auf der ulnaren Seite durch die Fac. artic. capitalis, wo ja kein die Vorheilung gewährleistender Außencallus gebildet werden kann.

4. Haben die Kranken, wie schon *Granier* mitgeteilt hat (7, S. 13) oft im Anfang nur geringe Beschwerden, beachten deshalb die Verletzung nicht sonderlich und ziehen erst nach Wochen den Arzt zu Rate. In dieser Hinsicht ist schlagend der Fall des anfangs erwähnten jungen Amerikaners *Dubs*, der selbst Arzt war und von dessen Naviculare-bruch *Richard Wolff* die Anamnese mitgeteilt hat<sup>19</sup>. Derselbe hatte nach Fall beim Stabhochspringen sofortigen Schmerz im rechten Handgelenk, der aber so mäßig war, daß er am selben Abend noch weiter turnte. Nach 3—4 Wochen bemerkte er wieder Schmerzen beim Turnen, besonders wenn er im Handstand war, also bei extremer Dorsalflexion. Die Schmerzen störten für gewöhnlich nicht (19, S. 8).

5. Aber noch wichtiger als diese im Objekt, in dem gebrochenen Kahnbein, liegenden Gründe war doch, daß man früher das *x-Verfahren* noch nicht besaß. Während es im Anfang des Jahrhunderts kaum x-Aufnahmen von gebrochenen Kahnbeinen gab, findet sich eine Röntgen-einrichtung jetzt in allen Krankenhäusern und sogar bei manchen Privatärzten und die Röntgenapparatur hat sich in so staunenswerter Weise vervollkommenet, daß selbst der Raster der Textabbildungen die Klarheit der Drucke nicht vernichten kann.

Die x-Aufnahmen fördern die Behandlung der Kahnbeinbrüche in doppelter Weise: erstens dadurch, daß sie von dem frischen Fall den Knochenbefund und damit die Diagnose sichern, und zweitens dadurch, daß sie eine Verfolgung des Verlaufes durch wiederholte Aufnahmen ermöglichen. So hat *Böhler* auf 6 Bildern erst den frischen Bruch, dann den Zustand nach 6, 10, 16 Wochen,  $2\frac{1}{2}$  Jahren und  $7\frac{1}{2}$  Jahren vor-geföhrt<sup>5</sup>.

Was wollen demgegenüber Präparate alter Brüche sagen, welche aus Maceration gewonnen sind, von denen es keine Spur von Anamnese gibt, von denen man nicht weiß, wie alt der Betreffende war, welche Konstitution er hatte, wieviel Zeit zwischen dem Unfall und dem Tode vergangen war, wie und ob überhaupt er behandelt worden ist, ob er sich hat schonen können oder ob er mit der verletzten Hand hat arbeiten müssen?

Bedenken dieser Art haben mich lange Zeit immer wieder davon zurückgehalten, mich mit meinem aufgesammelten Material an alten Kahnbeinbrüchen zu melden, zumal auch dieses Material bei einer ersten Besichtigung zum Teil recht schwer deutbar erschien. Nachdem ich aber meine Anfangsabneigung überwunden und das Material durchgearbeitet habe, glaube ich doch, daß eine Mitteilung über dasselbe auch denen etwas bieten kann, welche Kahnbeinbrüche an Lebenden in reichlichem Maße zu sehen Gelegenheit haben.

Wer sich aber mit Navicularebrüchen beschäftigen und sich nicht damit begnügen will, daß durch das x-Bild die Diagnose gesichert und durch die verbesserte neuere Behandlung die Heilung gewährleistet ist, sondern den Wunsch hat, den Bruch zu verstehen, der muß x-Bilder kritisch zu betrachten wissen, worüber ich zum Schluß einiges sagen werde, und im voraus muß er dreierlei kennen: das Kahnbein, die Handbänder und die Stellung, welche das Kahnbein in der dorsal flektierten Hand einnimmt. Mit diesen drei Dingen werde ich mich daher einleitend beschäftigen.

#### Naviculare (Abb. 1, 2, 3, 4).

Wenn man von dem Naviculare die richtige und vollständige körperliche Vorstellung haben will, so muß man es nicht nur von der volaren und dorsalen Seite betrachten, so wie es uns die anatomischen Lehrbücher darbieten, sondern auch von der radialen und ulnaren Seite und, was wohl am seltensten oder gar nicht geschieht, von der proximalen und distalen Seite.

Betrachtet man die 4 Knochen der proximalen Reihe — wohlgemerkt: in Form zusammengestiftet: — von der proximalen Seite (Abb. 1), so drängt sich der Betrachtung auf, wie weit das Naviculare volarwärts vorragt, und man verbindet in Gedanken seine volare Spitze mit dem Erbsenbein, um den Canalis carpi zu schließen.

Will man das Naviculare richtig auffassen und beschreiben, so muß man ferner aufs Peinlichste auf die *Richtungsbeziehungen* achten, was gerade, wenn man sich mit Brüchen dieses Knochens beschäftigt, von äußerster Wichtigkeit ist, weil bei dem am meisten typischen Bruch die Stellung, welche das Naviculare im Augenblick des Brechens hat, um etwa 90° von derjenigen Stellung abweicht, welche es in der gestreckten Hand und — was dasselbe ist — welche es bei der x-Aufnahme hat.

*Teile des Naviculare.* In klinischen Arbeiten werden zwei Stücke des Kahnbeins unterschieden: der „Hauptteil“ oder „Körper“ und ein zweites Stück, für welches es eine passende Bezeichnung bisher nicht gibt. „Tuberculum“ ist farblos und ist ein Erzeugnis des generalisierenden Schematismus. Weil es ein Tuberculum des Multangulum majus gibt, soll es auch ein solches des Naviculare geben. Aber das Tuberculum des Multangulum majus ist eine Leiste, eine „Crista“, und das Tuberculum des Naviculare ist ein Kegel, ein „Conus“, als welcher er im folgenden bezeichnet werden wird.

Die Vorstellung erhält eine größere Schärfe dadurch, daß man Körper und Kegel gegeneinander abgrenzen kann. Das gelingt durch einen Schnitt, der proximal die „volare Taillenbeuge“ und distal die Grenze der Felder für das Tuberculum majus und minus trifft.

Bei öfterer Betrachtung einer größeren Zahl von Kahnbeinen schärft sich der Blick dafür, daß die Gestalt nicht unerheblich individuell variiert, und zwar der Kegel mehr wie der Körper. Der erstere ist bald mehr schlank, bald mehr knubbelig; der Winkel, unter welchem er vom Körper abgeht, ist bei wohlgestalteten Kahnbeinen ungefähr  $135^\circ$ , er kann sich aber bis auf  $90^\circ$  verkleinern. Doch auch am Körper gibt es erhebliche individuelle Verschiedenheiten.

Ich belege dies durch 2 *Mhehe-Kahnbeine*, das größere von einem solchen namens „Manamsawangu“, das kleinere von einem namens „Mekinera“; beide durch Friedrich Fülleborn verschafft (Abb. 2). An dem des Manamsawangu war die Facies articularis lunaris ungewöhnlich hoch (5,6 mm), an dem des Mekinera war sie ungewöhnlich niedrig (3,5 mm)\*.

Am Kahnbein gibt es 4 Gelenkflächen, welche nach den Knochen, mit denen das Naviculare in Verbindung tritt, bezeichnet werden können als Facies articularis radialis\*\*, lunaris, capitalis, multangularis.

\* Von Manamsawangu liegen beide Hände vor, bei beiden ist der Kahnbeinbefund ganz gleich. Von Mekinera ist nur die linke Hand vorhanden; an ihr sind Lunatum und Triquetrum verwachsen.

\*\* Mit dem Adjektivum „radialis“ kommt man beim Kahnbein in Verlegenheit, da es einerseits bedeuten kann „mit dem Radius in Verbindung tretend“, andererseits „auf der radialem, d. h. Daumenseite gelegen“.



Abb. 1. Die 4 proximalen Wurzelknochen einer linken Hand, in Form zusammengestiftet, von der proximalen und etwas von der volaren Seite geschen; vergrößert von 10 auf 13. Aufn. Kaul und Thurmann.

N Naviculare, L Lunatum, T Triquetrum,  
P Piriforme.

Die Facies articularis *radialis* steht schief, ist also sowohl proximalwärts wie lateralwärts gewendet.

Die Facies articularis *lunaris* ist halbmondförmig; sie füllt die *Superficies lunaris* nicht vollkommen aus, sondern es bleibt außer ihr noch je ein kleiner Fleck dorsal und volar übrig, an welchen sich die beiden interstitiellen Ligg. *navilunata* befestigen.

Die Facies articularis *radialis* und die *Superficies lunaris* stoßen in einer proximalwärts gerichteten und dorso-volar gestellten „*halbkreisförmigen Kante*“ zusammen.



Abb. 2. 2 linke karpale Mhehe-Kahnbeine von der ulnaren Seite, das kleinere linksstehende von McKinera, das größere rechtsstehende von Manamsawangu. Beide sind zusammen aufgenommen, daher genau gleich sehr vergrößert. Aufn. Scheffler und Schmuck.

Die Facies articularis *capitalis*, die man gelegentlich auch „Pfanne des Kahnbeins“ genannt hat, ist durch  $\frac{3}{4}$  einer Kreiskante an der proximalen, volaren und distovolaren Seite begrenzt; an der dorso-distalen Seite hat diese Kreislinie einen Ausschnitt — „*Incisura capitalis*“ — für den Hals des Kopfbeines. Die Facies articularis *capitalis* hängt um den proximalen Rand herum mit der Facies articularis *lunaris* und um den dorso-distalen Rand herum mit der Facies articularis *multangularis* zusammen.

Die Facies articularis *multangularis* nimmt die distale Seite des Kegels ein und zieht sich dann weiter unter Biegung an der dorsalen Seite des Körpers empor. Sie reicht hier in der Mehrzahl der Fälle, in einen Zipfel verschmälert, am Rande der *Incisura capitalis* bis zu einem kleinen Höcker des Randes, mit welchem die Incisur aufhört. Dieser ist als *Tuberculum inferius* oder distale zu bezeichnen, da es noch einen zweiten Höcker gibt, von welchem sogleich die Rede sein wird. Nicht immer ist der aufwärts ragende Zipfel der Gelenkfläche vorhanden, sondern die Facies articularis *multangularis* kann auch schon vorher quer abgeschnitten endigen.

Die Trennung der Facies articularis multangularis in eine Facette für das Multangulum majus und eine solche für das Multangulum minus wird durch eine leichte Kante angegeben, die aber nicht in allen Fällen vorhanden ist.

Für die Frage der Navicularbrüche wichtig ist es zu wissen, welche Teile der Oberfläche von Knorpel bedeckt und welche von Periost überzogen sind, weil an solchen Stellen, wo der Bruch durch Knorpel geht, kein die Heilung unterstützender Außencallus gebildet wird.

#### Periostüberzogene Abschnitte:

1. Der Kegel ist, abgesehen von der distalen Seite, welche die Gelenkfläche für das Multangulum majus trägt, ganz und gar von Periost überzogen. Deswegen heilen auch, wie die Kliniker angeben, Kegelspitzenabbrüche — die übrigens selten sind — leicht an.

2. An der radialen Seite findet sich ein dorso-volar verlaufender schmaler, aber individual verschieden breiter, knorpelfreier Streifen zwischen der Facies articularis radialis und der Facies articularis multangularis, welcher volar in die Oberfläche des Kegels übergeht.

In diesem Streifen ist eine Leiste zu bemerken, deren hinteres (dorsales) Stück einen Teil des Randes der Facies articularis radialis bildet, und deren vorderes Stück sich von diesem Rande trennt und an der radialen Seite des Kegels bis zu dessen Spitze weiter verläuft. Diese Leiste ist in manchen Fällen so schwach, daß man sie gar nicht beachten würde, in anderen Fällen ist sie so hoch und dabei zackig, daß sie die Bezeichnung einer „rauen Leiste“ verdient. Sie verläuft rückwärts (dorsalwärts), wo ihr Ende auf das distal-dorsale Ende der eben

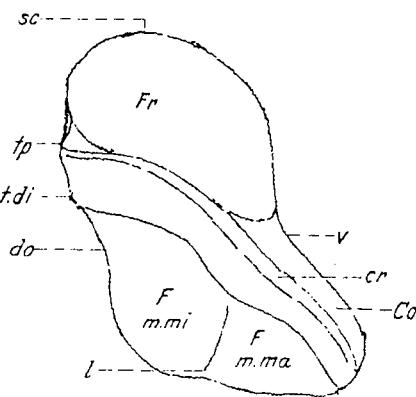


Abb. 3. Radiale Seite eines unverletzten rechten Kahnbeins, 2mal vergr. Dasselbe ist etwas nach der ulnaren Seite gekippt, um die Fac. artic. multangul. besser sehen zu lassen. Co, Kegel. cr, rauhe Leiste. do, dorsale Taille. F. m. mi, Fac. artic. multang. maj. F. m. ma, Fac. artic. multang. min. l, Grenze zwischen beiden. F. r, Fac. artic. radialis. sc, halbkreisförmige Kante. t. di, distaler dorsaler Höcker. t. p, proximaler dorsaler Höcker. r, volare Taille.

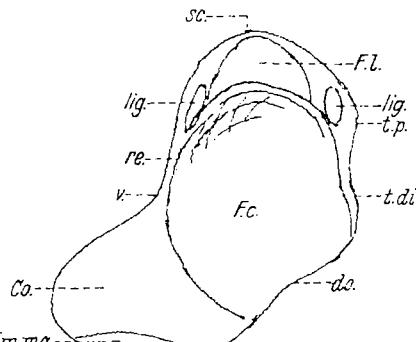


Abb. 4. Ulnare Seite eines unverletzten rechten Kahnbeins, vergr. von 28 auf 50. Co, Kegel. do, dorsale Taille. F. c, Fac. artic. capit. F. l, Fac. artic. lun. F. m. mi, Fac. artic. mult. maj. lig. Ansetzfelder der Ligg. navi. lun. re, Rand der Fac. artic. capit. sc, halbkreisf. Kante. t. di, distal dors. Höcker. t. p, proxim. dors. Höcker. v, volare Taille.

erwähnten halbkreisförmigen Kante trifft, und mit dieser zusammen einen Höcker bildet, den „*proximalen Höcker*“, der beachtet zu werden verdient wegen seines Wertes für die Lokalisierung der besonders wichtigen Form des Bruchspaltes (wovon später).

Unmittelbar unterhalb (distal) von der rauhen Leiste verläuft eine Rinne oder Furche, in welcher man eine Anzahl größerer Löcher (Venenlöcher) findet. Es ist daraus zu schließen, daß im Verlaufe dieser Rinne der Hauptabfluß und wohl auch -zufluß von Blut vom und zum Kahnbein stattfindet, und da bei Kahnbeinbrüchen diese Gegend dem distalen Bruchstück zufällt, so ist daraus zu ersehen, daß dessen Ernährung besser gesichert ist wie die des proximalen Stückes, wofür auch, wie später mitgeteilt werden wird, das Verhalten der Bruchstücke beider in manchen Fällen spricht.

Zuweilen ist die Rinne an ihrem distalen Rande durch eine zweite rauhe Leiste eingefaßt, welche dann den lateralen Rand der Facies articularis multangularis bildet.

3. Das Mittelstück der halbkreisförmigen Kante vereinigt sich mit dem Scheitel der Facies articularis lunaris. Dahinter und davor (dorsal davon und volar davon) entfernen sich die Ränder der beiden Gelenkflächen allmählich voneinander und es entsteht an jeder Seite (dorsal und volar) ein kleines periostüberzogenes Feld. Das dorsale derselben endigt an der Facies articularis multangularis, das volare geht über in die Oberfläche des Kegels.

#### Handbänder.

Mit den Handbändern habe ich mich früher einmal beschäftigt<sup>16</sup> und dabei deren Beziehungen zur Funktion des Carpus festzustellen versucht.

Diese Arbeit ist in einer klinischen Besprechung des Kahnbeinbruches von *Blau*<sup>4</sup> berücksichtigt worden. Sonst nehmen es die Praktiker gerade neuerdings mit den Handbändern nicht allzu genau, nehmen in ihren Schemata manchmal sogar solche an, die gar nicht existieren, wenn es ihnen auf Verdeutlichung ihrer theoretischen Vorstellungen ankommt.

Hier sollen die Bänder so weit berücksichtigt werden als sie auf das Kahnbein Bezug haben.

*Seitenbänder.* Die früher in die Nomenklatur aufgenommenen Seitenbänder („*Lig. collaterale carpi ulnare*“ und „*Lig. collaterale carpi radiale*“ der B. N. A., s. dort S. 42) sind in dem neuen Nomenklaturentwurf als nicht bestehend weggelassen worden. Sie wurden aus dem dichten Bindegewebe zu den Seiten des Handgelenkes künstlich herausgeschnitten, waren Erzeugnisse des „generalisierenden Schematismus“. Weil es Seitenbänder am Ellbogengelenk, Kniegelenk und Arthron\* talo-crurale gibt, deswegen mußte es solche auch am Handgelenk geben.

\* ἄρθρον = Gelenk. Der Stamm Arthr... ist in einer Anzahl von Zusammensetzungen gang und gäbe: Arthrologie, Pseudarthrose, Arthrocace, Arthritis u. a.

Aber in jenen drei Gelenken haben die Seitenbänder die sehr wichtige Aufgabe der Sicherung gegen seitliche (abduktori sche) Bewegungen; dagegen muß das Handgelenk für solche gerade freibleiben. Wer einmal 4, 6 oder mehr Stunden hintereinander gepaddelt hat, der hat in dieser Zeit tausende von abduktori schen Bewegungen gemacht.

*Lig. navi-trapezium laterale.* Es gibt aber doch ein wirkliches Seitenband am Handgelenk, das kleine *Lig. navi-trapezium laterale*. Dieses habe ich bei meiner Aufzählung der Handbänder eingeführt (¹, S. 118). Es besitzt die charakteristische dreieckige Gestalt mancher Seitenbänder, z. B. des ulnaren Seitenbandes am Ellenbogengelenk, indem es schmal an der Spitze des Kegels des *Naviculare* und breit am *Trapezium* von dessen Leiste an bis an einen lateral en Wulst befestigt ist. Zuweilen ist es, was man ja gleichfalls vom ulnaren Seitenbande des Ellbogengelenkes kennt, in zwei divergierende Züge, einen dorsalen und einen volaren, getrennt.

In die Nomenklatur von 1930 war dieses Bändchen auf Beschuß der Kommission aufgenommen worden (², S. 106). In der Nomenklatur von 1936 ist es jedoch wieder fallen gelassen worden. Es sei deswegen noch einmal darauf hingewiesen, was seinerzeit zur Aufnahme in die Liste der Handbänder geführt hat: das war gerade die Rolle, welche es bei der Dorsalflexion der Hand spielt. Man betrachte die Abb. 5 der vorliegenden Arbeit und fasse die Spitze des Kegels des *Naviculare* und das gegenüberliegende *Multangulum majus* ins Auge. Diese beiden Knochenstellen dürfen bei Dorsalflexion nicht auseinander weichen, wenn die Festigkeit der Hand nicht verloren gehen soll. Allerdings sorgt auch das *Lig. carpi transversum* für den Zusammenhalt beider, indem es sich sowohl an die Spitze des Kegels des Kahnbeins wie an die Leiste des *Multangulum majus* ansetzt, aber doch nicht genügend, weil die Richtung seiner Fasern quer (radio-ulnar) ist, und ein zu dieser Faserrichtung rechtwinkliger Zug auseinanderspreizend wirken würde. Davor ist das *Lig. navi-trapez. later.* durch seine proximo-distale Faser richtung bewahrt.

Was das *Lig. navi-trapezium* der Entdeckung entzieht, ist, daß es durch das *Lig. carpi transversum* zugedeckt und deswegen schwer darstellbar ist, aber die Schwerdarstellbarkeit dürfte seine Anerkennung nicht verhindern.

*Lig. carpi transversum.* Das was das *Lig. navi-trapez. laterale* leistet, daß es das Auseinanderklaffen des *Naviculare* und *Multangulum majus* bei Dorsalflexion verhindert, das tut, wie soeben gesagt, auch das *Lig. carpi transversum*.

*Lig. carpi vol. radiatum.* Diejenige Bandformation, welche im An schluß an Henles „*Lig. carpi vol. profundum radiatum*“ \* jetzt mit

\* Henle: Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen, 3. Aufl., Bänderlehre S. 103. 1871.

Fortlassung des „profundum“ den Namen „carpi vol. radiatum“ trägt, erweist sich bei genauer Präparation nicht als ein einzelnes Band, sondern als eine *Gruppe kurzer Bändchen*, welche von dem Wulst an der volaren Seite des Capitatum aus divergieren und an alle übrigen Karpalien gehen, aber nicht an das Lunatum.

Beides, was in diesem Satz gesagt ist, sowohl daß das sog. Lig. c. vol. rad. nicht ein Einzelband sondern eine Gruppe kurzer Bändchen ist, als auch, daß keines dieser Bändchen an das Mondbein geht, war schon in meiner Beschreibung der Handbänder im Jahre 1902 gesagt worden (<sup>17</sup>, S. 119). Manchem, welcher Handbänder nie oder nur so präpariert hat wie ein Student im ersten Semester, mag wohl beides als Spitzfindigkeit oder als übertriebene Genauigkeit erscheinen. Daß es das aber nicht ist, erfuhr ich durch einen unerwarteten Fund, über welchen ich im Jahre 1921 berichtet habe<sup>19</sup>.

Es handelte sich um die Knochen eines chronisch arthritischen Handgelenkes, welche zu meiner Kenntnis kamen, als sie bereits ausmaceriert und dadurch voneinander getrennt waren. Was mir zuerst auffiel, war, daß das Kopfbein nicht einen „Kopf“, sondern an Stelle desselben eine *gekehlt Rolle* trug. Es war von diesem Kopf ein Betrag von 5 mm weggeschliffen. Genaue Besichtigung wies an einigen der Gelenkflächen Schleifung mit Politur und Sklerosierung (Eburnierung) nach, an anderen nicht. Der Befund ist in meiner damaligen Mitteilung in einer schematischen Figur vereinigt (l. c. Abb. 3). Betroffen war die Fac. artic. rad. des Naviculare, aber nicht die gleichnamige Fläche des Lunatum, betroffen die Gelenkfläche am Kopf des Capitatum, soweit sie mit dem Lunatum zusammenstieß, aber nicht derjenige Abschnitt derselben, welcher auf das Naviculare traf, und entsprechend war betroffen die distale Fläche des Lunatum, aber nicht die Pfanne des Kahnbeins.

Ein Kritiker möchte vielleicht sagen: „Das kam daher, daß nur die betroffenen Abschnitte erkrankt waren, die anderen aber nicht!“ Das kann aber ganz sicher nicht der Grund sein. Es ist nur möglich anzunehmen, daß in dem ganzen System der Gelenkspalten des Carpus die Erkrankung oder die Neigung zur Erkrankung gleich war, daß aber die Abschleifung des Knorpels und daran anschließend die Sklerosierung (Eburnierung) nur in denjenigen Abschnitten zur Ausführung kam, welche durch *Benutzung* stärker als die anderen Abschnitte der Reibung ausgesetzt waren.

Obwohl diese Auffassung nicht wohl zu umgehen ist, schien sie mir doch zunächst verwegen, da nur die durch Maceration voneinander isolierten, von Weichteilen und selbst von Knorpel befreiten Knochen in meinen Besitz gelangt waren und sogar der Radius fehlte (auf Ulna kam es weniger an). Ich hatte daher den lebhaften Wunsch, daß noch einmal ein Parallelfall, und zwar womöglich mit Vorderarm, Binde-

gewebe und Knorpel mir zufiele. Dieser Wunsch ging in Erfüllung, und da in diesem neuen Falle auch ungelöste Verbindung der Knochen bestand, so konnte noch etwas weiteres wichtiges Ergänzendes unternommen, nämlich Abgüsse der noch verbundenen Knochen hinzugefügt werden, in welchen später nach der Maceration sich die Knochen zusammenstiften ließen.

Ich habe diesen Carpus, weil ich ihn als ein wertvolles Geschenk des Zufalls betrachtete, mit der größten Sorgfalt präpariert und den Befund protokolliert; auch wurden wirklich die Knochen in den Formen zusammengestiftet.

Was unter der Arbeit und an dem fertigen Präparat zu erfahren war, das war, abgesehen von einigen Kleinigkeiten und Genauigkeiten, nichts anderes als das, was ich von dem ersten Präparat her schon wußte, und was im vorausgehenden gesagt worden ist. Das ist, um es zu wiederholen, daß bei Flexionsbewegungen der Hand das Naviculare ausgiebiger wie das Lunatum gegen den Radius bewegt wird und das Capitatum ausgiebiger gegen das Lunatum wie das Lunatum gegen den Radius.

Daß das Naviculare ausgiebiger gegen den Radius bewegt wird wie das Lunatum, kommt daher, daß der volarwärts vorragende Kegel des Naviculare straff mit dem Multangulum majus verbunden ist: daß das Lunatum ausgiebiger gegen das Capitatum flektiert wird wie gegen den Radius, kommt daher, daß es ein Lig. capito-lunatum nicht gibt.

Es könnte scheinen, als sei diese Ausführung, welche sich an das sog. Ligamentum carpi vol. rad. anschließt, eine nicht hierher gehörige Abschweifung, aber man wird bei der folgenden Besprechung von I. & auf eine Feinheit treffen, welche sich demjenigen anschließt, was die besprochenen beiden arthritischen Carpi gelehrt haben.

*Ligg. navilunata.* Bei den Bändern, welche Nachbarknochen miteinander verbinden (Ligg. intercarpica), muß man unterscheiden, ob solche der proximalen oder der distalen Karpalreihe angehören. In der distalen Reihe, da deren Knochen eine feste Einheit bilden, stellen die Bänder den Kitt oder Mörtel dar, welcher die Knochen zusammenhält und brauchen nicht einzeln betrachtet zu werden. In der proximalen Reihe dagegen, in welcher es *so charakteristische Teilbewegungen* zwischen den Knochen gibt, welche durch Skeletpräparate nach Form und durch x-Aufnahmen in übereinstimmender Weise bekannt geworden sind, ist es dringender, sich auch um die *Ligg. intercarpica* zu kümmern.

Es gibt deren zwischen Naviculare und Lunatum und zwischen Lunatum und Triquetrum je zwei, jedesmal ein dorsales und ein volares.

Faßt man den Spalt zwischen Naviculare und Lunatum und zum Vergleiche denjenigen zwischen Lunatum und Triquetrum ins Auge, so gibt es zwischen beiden zwei bemerkenswerte Unterschiede: 1. ist der Spalt zwischen Naviculare und Lunatum in Längsrichtung, parallel

der Längsrichtung der Speiche, gestellt, der Spalt zwischen Lunatum und Triquetrum dagegen schief, von der proximo-ulnaren nach der disto-radialen Seite, was für seitliche (abduktori sche und adduktorische) Bewegungen Bedeutung hat; 2. sind die einander zugewendeten Flächen von Lunatum und Triquetrum ganz, die einander zugewendeten Flächen von Naviculare und Lunatum dagegen nur zum Teil überknorpelt. Es nimmt also, wie schon bei der Beschreibung des Naviculare gesagt und in Abb. 4 veranschaulicht wurde, an dem Naviculare die Fac. artic. lun. nicht die ganze Superficies lunata ein, sondern läßt an dieser auf der dorsalen und volaren Seite je ein kleines Feld frei. An diese beiden kleinen Felder befestigen sich die beiden Ligg. navilunata, das dorsale und das volare.

Über diese beiden Bänder ist in einer früheren Mitteilung von mir bemerkt, sie seien schlaffer als die beiden gleichnamigen Bänder zwischen Lunatum und Triquetrum (<sup>16</sup>, S. 7).

Die doppelte Bindung des Naviculare einerseits an das Trapezium, andererseits an das Mondbein kommt zur Geltung einmal für den Augenblick des Fallens auf die dorsal flektierte Hand, indem das Kahnbein, eingespannt zwischen Mondbein und großem Vieleckbein, dem Stoß der Speiche nicht ausweichen kann, und dann nach erfolgtem Bruch dauernd, indem nun von den beiden Bruchstücken das proximale mit dem Mondbein, das distale mit dem großen Vieleckbein verbunden bleibt, bei den Beugebewegungen der Hand das eine mehr dem Mondbein, das andere mehr der distalen Reihe folgt und in Folge davon ein *beständiges Reiben der beiden Stücke aneinander* stattfindet.

Es sei noch darauf aufmerksam gemacht, daß es besondere Bänder vom Radius zum Naviculare nicht gibt.

#### Dorsalflexion der Hand und Lage des Kahnbeins bei derselben.

Die Erfahrungen der Praktiker belehren darüber, daß isolierte Brüche des Kahnbeins sehr verschiedene Gründe haben können\*, aber auch darüber, daß meistens *Sturz auf die dorsal flektierte Hand* die Ursache ist. Wenn man daher, wie es mir geht, ein aus Maceration abpräparierter Arme gewonnenes Material ohne Spur von Anamnese zur Verfügung hat, so darf man mit einem gewissen Vorbehalt dies als die für das ganze Material gültige Ursache ansehen.

Damit ist aber durchaus nicht gesagt, daß der Unfall immer mit schematischer Einheitlichkeit verlaufen müsse. Zur Abwechslung sorgt schon der *Boden*, auf den man fällt. Er kann glatt sein wie Eis oder Parkett oder uneben wie locker liegende Steine, hart wie wieder Eis

---

\* Um nur eines zu nennen, so hat *Richard Wolff* zwei Fälle mitgeteilt, in welchen Bruch des Kahnbeins bei einem Menschen eintrat, welcher die Tür eines Eisenbahnwagens von innen her schloß, als diese plötzlich von außen heftig geöffnet wurde <sup>19</sup>.

oder Parkett oder weich wie Sand. Weiter kommt in Betracht das Verhalten des Fallenden, ob seine Muskeln im Augenblick des Sturzes schlaff oder gestrafft sind, und die Beschaffenheit seiner Knochen, demgemäß auch das Lebensalter u. a. Zweierlei möchte ich aber noch besonders hervorheben: die individuelle Verschiedenheit der Dorsalflexionsfähigkeit und die angebliche Beimischung von ulnarer und von radialer Abduktion zur Dorsalflexion.

Die *Fähigkeit dorsalwärts zu flektieren* ist individuell bei lebenden Menschen ungleich. Ich für meinen Teil vermag aktiv so weit dorsalwärts zu flektieren, daß die Hohlhandfläche einen rechten Winkel mit der Volarfläche des Vorderarmes bildet, ein guter Freund und Schüler von mir, der bekannte *Friedrich Fülleborn*, vermochte dorsalwärts die Finger in seine allerdings sehr weite Hemdmanschette zu stecken; andererseits habe ich junge Menschen getroffen, sowohl junge Männer wie junge Mädchen, welche nicht über  $45^{\circ}$  hinaus kamen. Das ist keine Angelegenheit der Gelenke, sondern eine solche der Muskeln. Aber gleichviel; beim Sturz werden Menschen der einen Art ihre Hand dorsalwärts anders flektieren wie solche der anderen Art und das muß auch die Bruchrichtung beeinflussen.

Die Beimischung von *Abduktion* zur Dorsalflexion, bald radialer bald ulnarer, als Ursache für die Form des Bruches spielt in den deduktiven Betrachtungen der Praktiker eine erhebliche Rolle. So wird z. B. in der auf gründlicher Berücksichtigung der damaligen (1909) Literatur beruhenden Arbeit von *Granier*<sup>7</sup> gesagt, daß der „Kompressionsbruch“ durch Stoß „bei radial abduzierter Hand“ erzeugt werde. In anderen Arbeiten wieder ist mehr von ulnar abduzierter Hand die Rede.

Ich möchte dazu folgendes bemerken: ich selbst kann, wenn ich meine Hand um  $90^{\circ}$  aktiv gegen den Vorderarm gebeugt habe, sie auch noch etwas radialwärts abduzieren, ich kann sie auch noch etwas ulnarwärts abduzieren\*, aber das ist doch mit der Empfindung starken Zwanges verbunden, und der Betrag ist minimal. Man sollte sich doch, wenn man bei *gestreckter* Hand mit Leichtigkeit Abduktion, insbesondere ulnare, ausführt, klarmachen, daß diese Möglichkeit bei *Dorsalflexion* wegfällt.

Und nun stelle man sich einen Menschen vor, der ausgleitet oder sonstwie ins Stürzen gerät. Das geschieht unbeabsichtigt und ohne Überlegung, die einzige Empfindung ist Schreck (Bestürzung). Zu einer Überlegung, in welche Stellung er seine Hand bringen will, kommt es gar nicht, selbst wenn der Stürzende ein Fachanatom wäre. Er gibt ganz von selbst seiner Hand die gleiche Stellung, die er ihr schon gab, als er sich als kleines Kind vom Boden aufrichtete. Es kann wohl vorkommen, daß ein Stein, auf den die Hand beim Stürzen trifft, oder ein

\* Man muß sich bei solchen Versuchen sehr in acht nehmen, nicht Pro- oder Supinationsbewegungen zu machen und dadurch den Versuch zu fälschen.

Stock so liegt, daß dadurch die Hand in Abduktionsstellung *abgelenkt* wird, aber das wäre doch seltene Ausnahme.

Mir kommt immer, wenn ich von diesen abduktorischen Beimischungen zur Dorsalflexion lese, das biblische Wort in die Erinnerung: „Mücken seihen und Kamele verschlucken“; d. h. diejenigen, die eine klare Anschauung von der Stellung des Carpus und damit auch von der des Naviculare im Augenblick des Bruches erlangen wollen, verderben sich dies damit, daß sie ihr Nachdenken auf die höchst zweifelhaften und im besten Falle ganz unbedeutenden abduktorischen Beimischungen richten, sich aber gar nicht die *rein dorsalflexorische Stellung* des Carpus und damit auch die des Naviculare klarmachen. Und darauf kommt es in erster Linie an.

Mir ist diese Stellung klar geworden im Anschluß an Präparate, die ich im Anfange der neunziger Jahre des vorigen Jahrhunderts herstellte. Ich sage absichtlich nicht „im Anschluß an Untersuchungen“, sondern an „Präparate“, denn um solche handelt es sich, um Präparate, welche ich herstellte und herstellen ließ, nicht um in Erörterungen über den Mechanismus des Carpus einzutreten, sondern als Lehrer an der damals bestehenden Hochschule für die Bildenden Künste, um meinen Schülern, den *Kunststudierenden*, Skeletabschnitte — in Betracht kamen zunächst Fuß und Hand — in derjenigen Lage der Knochen zueinander zu zeigen, welche diese in dem noch mit Weichteilen umhüllten Körper gehabt hatten. Dem besonderen Zwecke entsprechend, d. h. weil es für Kunststudierende sein sollte, wurden dabei kräftige und wohlgestaltete Körper bevorzugt, deren Hände und Arme auch in der Haltung solchen *gesunder Lebender* glichen. Das ist von Händen und Armen leicht zu haben; man findet an kräftigen Körpern oft genug Arme und Hände in Stellungen, die gerade durch die Totenstarre etwas Lebendiges und Energisches bekommen haben und sich dadurch für den Zweck, den ich damals verfolgte, bestens eignen\*.

Nachdem gleich anfangs das Verfahren sich gut bewährt und noch einige Verbesserungen erfahren hatte, wagte ich mich weiter und brachte Hände, die mit den Vorderarmen und Stücken der Oberarme verbunden waren, in die vier *Endstellungen* Volarflexion, Dorsalflexion, ulnare Abduktion und radiale Abduktion, ließ sie in diesen frieren, präparierte sie und ließ sie präparieren\*\*.

Durch diese Präparate erfuhr ich manches über die *Mechanik des Handgelenkes*, was mir bis dahin unbekannt war. D. h. also: nicht ich

\* Das eingeschlagene Verfahren, „Skeletzusammensetzung nach Form“, welches anfangs unter der Bezeichnung „Gefrierskeletverfahren“ ging, weil zum Erstarren der Körperteile Frost benutzt wurde, habe ich bei verschiedenen Gelegenheiten beschrieben und will darauf jetzt nicht zurückkommen.

\*\* Ich hatte damals einen willigen und sogar enthusiastischen Gehilfen Fritz Hanke, der im Sommer Dachdecker und im Winter Diener an der Anatomischen Lehrstelle der Hochschule für die Bildenden Künste war.

hatte an die Präparate Fragen gestellt, die sie beantworten sollten, sondern sie erzählten von sich aus, und meine Aufgabe war es nur, die Ohren aufzumachen und auf das zu hören, was sie erzählten. Aber mit dem, was ich erfahren hatte, hielt ich zurück, weil ich mir sagte, daß Stellungen, welche Leichenarmen passiv gegeben werden, doch nicht genau das gleiche sind wie die entsprechenden Stellungen, wenn sie von Lebenden mit den sich spannenden und nachlassenden Muskeln angenommen werden.

Da wurde das Röntgenverfahren bekannt (1895).

Ich ließ mir sofort nicht nur von der gestreckten Hand, sondern auch von den vier Endstellungen Volarflexion, Dorsalflexion, ulnarer Abduktion, radialer Abduktion, Aufnahmen machen, damals durch den Stabsarzt an der Militärärztlichen Kaiser Wilhelms-Akademie *Lambertz*, die Aufnahmen der Flexionsstellungen bei seitlicher Durchstrahlung.

Diese x-Aufnahmen zeigten genau das gleiche wie die vorher gemachten Skeletzusammensetzungen nach Form. Letztere und die x-Aufnahmen bestätigten sich also gegenseitig, was von großem Werte ist.

Ich beschränke mich hier auf dasjenige, was zu dem vorliegenden Thema unmittelbare Beziehung hat, auf die *Stellung des Kahnbeins bei Dorsalflexion der Hand*.

Damals gab es über den Mechanismus des Carpus mehrere Meinungen, auf welche einzugehen hier keine Veranlassung ist. Die am meisten verbreitete bequeme, wenn auch oberflächliche war die, daß in jeder der beiden Reihen der Handwurzelknochen die vier zu ihr gehörigen Knochen fest untereinander verbunden seien, und daß man die Bewegungen des Carpus zu zerlegen habe in Bewegungen der proximalen Reihe gegen den Radius und solche der distalen Reihe gegen die proximale. Dies erwies sich als falsch. Es zeigte sich, daß zwar die Knochen der *distalen Reihe* und mit ihnen das *II. und III. Metakarpale* eine feste Einheit bilden, wie schon *Henke* gelehrt hatte, daß aber das gleiche nicht von der proximalen Reihe gesagt werden kann, daß vielmehr bei den Flexionsbewegungen das *Naviculare* mehr mit der distalen Reihe wie mit dem Mondbein geht\*.

\* Dies hätte man sich eigentlich von selbst sagen können, wenn man bedacht hätte, daß der Carpus nicht, wie es in den Lehrbüchern der Anatomie erscheint, eine ebene, sondern eine gewölbte Platte ist, und daß, wie man an einer in Form zusammengesetzten proximalen Karpalreihe sehen kann, der Kegel des Naviculare weit volarwärts vorragt (Abb. 1). Man kann sich an einem kleinen, aus zwei gebogenen Blechplatten, die in der Mitte durch ein Charnier verbunden sind, bestehenden Modell veranschaulichen, was geschehen muß, wenn man zu flektieren versucht: Bei Dorsalflexion klaffen beide Platten an den Ecken auseinander, womit, wenn man dies auf das Handskelet überträgt, die Festigkeit aufgehoben wäre, die doch gerade bei Dorsalflexion so nötig ist; und volare Flexion ist, wenn man auch dies auf die Hand überträgt, unmöglich, weil die Ecken der beiden Platten aufeinander stoßen. Dieses kleine Modell beweist nicht — Beweis ist nicht nötig, den liefert die Hand selbst —, aber veranschaulicht, daß das Naviculare im Interesse der Leistungsfähigkeit der Hand mit dem *Multangulum majus* fest verbunden sein muß.

In einem Falle (x-Aufnahmen von meiner Hand) bescherte mir der Zufall ein besonders elegantes Ergebnis, indem die Gesamtdorsalflexion, d. h. Flexion vom Radius bis zum II. und III. Metakarpale und ebensoviel bis zur distalen Reihe,  $80^\circ$ , vom Radius bis zum Lunatum  $40^\circ$ , also gerade die Hälfte, vom Radius zum Kahnbein aber  $70^\circ$ , also nicht viel weniger als bis zur distalen Reihe, betrug\*.

Ich habe die Untersuchung der Dorsalflexion des Naviculare, weil das Ergebnis von dem, was früher von den meisten für richtig gehalten wurde, abwich und weil es auch von einer Seite angegriffen wurde, mehrmals aufs genaueste wiederholt, sowohl die mit Skeletzusammensetzung nach Form wie die mit x-Strahlen (*Ramm, Levi-Dorn, Köhler*), aber immer das gleiche gefunden, und ich betrachte es — wie ich noch einmal sagen will — als besonders beweisend, daß *beide Methoden das gleiche zeigen* — sich gegenseitig unterstützen.

Das Skelet des Carpus in Dorsalflexionsstellung ist in Abb. 5 wiedergegeben. Bei der Herstellung wurde nicht etwa eine äußerste Flexionsstellung herausgequält.

Man kann aus dieser Abbildung das Naviculare herauspausen und es auf die Längsrichtung des Radius orientieren als auf die Richtung des *von oben kommenden Stoßes*.

Man kann auch, von der Stellung des Naviculare bei gestreckter Hand ausgehend, zu seiner Orientierung bei Dorsalflexion durch folgende Überlegung gelangen: bei  $80^\circ$  Dorsalflexion der Hand wird, wie durch x-Aufnahmen am Lebenden erwiesen wird, das Naviculare um  $70^\circ$  dorsal flektiert, die Hand des Lebenden kann aber normalerweise bis zu  $90^\circ$  flektiert werden und dementsprechend das Naviculare um mehr wie  $70^\circ$ , bis an  $80^\circ$  heran; beim Aufstoßen auf den Boden wird ohne Zweifel die Hand durch den Widerstand des Bodens noch weiter in die Dorsalflexion hineingedrückt und dabei mag das Naviculare bis  $90^\circ$  dorsalwärts flektiert werden.

Diese  $90^\circ$  gelten natürlich nicht für alle Fälle des Navicularebruches, aber sie gehen auch nicht über dasjenige hinaus, was möglich ist und

---

\* Wenn Lützeler behauptet, daß „bei Beugung und Streckung des Handgelenkes eine wesentliche gegenseitige Verschiebung der einzelnen Handwurzelknochen und der beiden Handwurzelreihen nicht stattfindet“ [„Die Entstehungsursache der Pseudarthrose nach Bruch des Kahnbeins der Hand.“ Dtsch. Z. Chir. 235, 450—467 (1932), s. dort S. 465], so ist diese Behauptung richtig, soweit sie sich auf das Verhältnis des Naviculare zum Multangulum majus bezieht, aber falsch, soweit sie das Verhältnis des Lunatum zum Capitatum und dasjenige des Naciculare zum Lunatum betrifft. — Die Tatsache, daß das Naviculare ausgiebiger als das Lunatum gegen den Radius, und daß das Capitatum gegen das Lunatum ausgiebiger wie die Multangula gegen das Naviculare flektiert wird, hat eine Bestätigung gefunden, an die man gar nicht denken konnte, durch zwei Fälle von chronisch arthritischen Handgelenken [„Chronische Arthritis und Mechanismus des Handgelenkes.“ Arch. f. Orthop. 38, 634—656 (1938)].

bilden einen anschaulichen Ausgangspunkt für die Betrachtung der Entstehung der *besonders typischen Brüche*.

Stellen wir nämlich das Naviculare um diese  $90^{\circ}$  gedreht auf, so steht der Scheitel der halbkreisförmigen Kante, der in Streckstellung der Hand proximalwärts gewendet ist, volarwärts vor, und die Spitze des Kegels, welche in Streckstellung volarwärts zeigt, ist distalwärts gerichtet.

Der Anblick des so stehenden Naviculare suggeriert, wenn man sich den von oben (proximal) her wirkenden Stoß des Radius dazu denkt,



Abb. 5. Skelet einer linken Hand, mit Vorderarmknochen, aber ohne Finger, in Form zusammengestiftet in Dorsalflexion. Natürl. Größe. Aufn. Seip und Wittkopf. *L.* Lunatum. *M.* Multang. majus. *N.* Naviculare. *R.* Radius.

eine Vorstellung, die durch den Ausdruck „*Scherbruch*“ wiederzugeben ist. Ob und wieweit diese Auffassung berechtigt ist und der Wirklichkeit entspricht, wird sich weiterhin aus den tatsächlichen Fällen ergeben.

#### Bruchformen.

So ziemlich in allen klinischen Arbeiten, die sich mit dem Bruch des Kahnbeins beschäftigen, findet sich ein wenn auch ganz kurzer s.z.s. systematischer oder klassifikatorischer Absatz über Bruchformen. Die Einteilungen lauten aber nicht immer gleich. Das kommt in letzter Linie daher, daß man dieselben von *zwei verschiedenen Gesichtspunkten* aus machen kann: vom kausalen und vom lokalen; d. h. man kann einteilen entweder nach den *Ursachen* des Bruches oder nach der *Lage* der Bruch-

spalte; der erste dieser beiden Gesichtspunkte liegt dem Kliniker, der zweite dem Anatomen und er ist der einzige mögliche, wenn, wie es bei mir der Fall war, keine Spur von Anamnese vorhanden ist.

*Granier* (1909) unterschied Rißbruch, Kompressionsbruch und Biegungsbruch (l. c. S. 11), teilte also ein nach Kausalität. Dies wurde von *Zwerg* und *Heidemann* übernommen\*, aber es wurde beigefügt beim Rißbruch „oder Abscheerfraktur“ und beim Kompressionsbruch „oder Stauchungsbruch“. Verbesserungen sind diese beiden Zusätze nicht, sondern Trübungen: „abscheeren“ hat in der Mechanik eine ganz bestimmte Bedeutung und ist ungefähr das Gegenteil von Abriß; „Verstauchen“ ist das ominöse Wort, welches man so oft zu hören bekommt, wenn die Diagnose ungewiß ist. Die Hinzufügung dieses Ausdrucks als Erläuterung zu Kompressionsbruch ging wohl aus dem richtigen Empfinden hervor, daß letzterer für sich keinen klaren Sinn gibt. Komprimieren heißt „zusammendrücken“. Um zusammengedrückt werden zu können, muß ein Gegenstand einen gewissen Grad von Weichheit haben, etwa wie Ton. Besser ist, was *Zwerg* und *Heidemann* auch gebrauchen, „Zertrümmerungsfraktur“ (l. c. S. 400), kürzer „Trümmerbruch“.

Rißbruch, deutlicher Abrißbruch, soll sagen, daß die Spitze des Kegels durch das gespannte radiale Seitenband abgerissen worden ist. Da es aber ein radiales Seitenband nicht gibt (s. S. 114), kann durch ein solches auch nichts abgerissen werden. Übrigens bezeichnen *Zwerg* und *Heidemann* selbst in zwei Krankengeschichten die gleiche Verletzung als „Absprengung“ (l. c. S. 399). Man muß in der Tat die Möglichkeit offen lassen, daß es sich um Abstoßung handelt. „Abbruch der Spitze des Kegels“ ist wohl der noch am meisten indifferenten Ausdruck.

Ich teile in folgender Weise ein:

1. Abbruch der Spitze des Kegels.
2. Trümmerbruch.
3. und 4. Steilbruch und Taillenbruch.

*Abbruch der Spitze des Kegels* („Rißbruch“) erklärt *Granier* als „sehr selten“; er selbst hat ihn nie gesehen (l. c. S. 11). Auch nach *Böhler* kommt er „nicht häufig vor“ (l. c. S. 627). Ich habe darüber keine Erfahrungen.

*Trümmerbruch*. Ich spreche von Trümmerbruch, wenn das Kahnbein in mehr als die zwei typischen Stücke und einen Keil zersprengt ist. Unter meinem Material befinden sich zwei derartige Fälle, die beide zufällig vor der Maceration entdeckt wurden, so daß die Bruchstücke zusammen gestiftet werden konnten. In dem einen Fall sind die *beiden* Carpi vorhanden. Der zweite Fall, von welchem nur der linke Carpus da ist (Fall l. 11), ist besonders beachtenswert dadurch, daß das

---

\* Arch. klin. Chir. 185, 395—427; s. dort S. 400.

proximale Bruchstück in 4 Stücke zersprengt, das distale dagegen unzerteilt erhalten ist, so daß dieser Fall gewissermaßen als „Halbtrümmerbruch“ bezeichnet werden kann.

Nach Ausscheidung dieser zwei Gruppen komme ich zu denjenigen Formen, welche die Hauptmenge der Kahnbeinbrüche bilden. Ich leite deren Besprechung mit einem Zitat aus der Literatur ein, mit der Angabe von *Granier*, „daß der Bruch des Kahnbeins stets durch die schwächste Stelle des Knochens geht“ (l. c. S. 9).

Wenn man das so hört oder liest, so klingt es glaubhaft. Wenn man aber überlegt, so kann „schwächste Stelle“ dreierlei bedeuten: 1. lockerste oder 2. dünnste oder 3. schmalste Stelle. Die Kritik hat sich also mit drei Untersuchungen zu befassen.

1. *Lockerste Stelle*, d. h. diejenige Stelle, an welcher das Bälkchengerüst am weitesten maschig ist. — Dies nimmt *Granier* an, indem er sich auf den Anatomen *Dwight* bezieht. Die Angabe lautet bei *Grunier*: „daß auch bei äußerlich ungeteilten Kahnbeinen die Struktur im Inneren an der Einschnürungsstelle oft ein lockeres, weitmaschiges Gewebe aufweist“ (l. c. S. 5). Es ist also dem Wortlaut nach durch *Dwight* nicht behauptet worden, daß die lockere Beschaffenheit an der genannten Stelle im Inneren des Kahnbeins *immer*, sondern nur daß sie „oft“ bestehen.

Der (mit der Laubsäge gemachte) Durchschnitt durch ein vorher ausmaceriertes gesundes Kahnbein in der Richtung des am meisten typischen Bruches und damit auch durch die angeblich „schwächste Stelle“ (Abb. 6) zeigt nichts von *Lockigkeit* der *Spongiosa* an letzterer und auch an x-Bildern des Kahnbeins habe ich solche nicht bemerkt. Wenn also *Zwerg* und *Heidemann* so zitieren, als gälte *Dwights* Angabe für alle Fälle (l. c. S. 403 und 410), so ist das

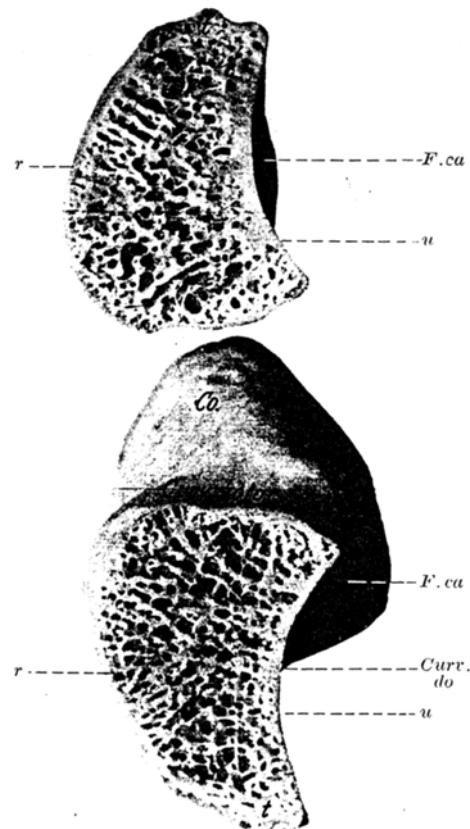


Abb. 6. Die beiden Stücke eines in Steilbruchrichtung (s. S. 127) durchsägten gesunden linken Kahnbeins. Das proximale Stück oben, das distale unten. Vergr. 1 auf 3. Aufn. Michm und Sell. Co., Kegel. *Curv. do.* Gegend der dorsalen Taillenbeuge. *Curv. volar.* volare Taillenbeuge. *F. ca.* Facies artic. capit. *r.* radiale Schnittkante. *t.* proximaler dorsaler Höcker. *u.* ulnare Schnittkante.

ein literarischer und sachlicher Irrtum. Ich habe jedoch den Verdacht, daß klinische Beobachter geneigter gemacht werden, an diese Weitmaschigkeit im Zentrum zu glauben durch ein Verhalten, welches an gebrochenen Kahnbeinen erst *nach dem Bruch* eingetreten ist. Darauf muß ich deswegen eingehen.

Die Bildung, um die es sich handelt, wird von *Zwerg* und *Heidemann* als „*Cyste*“ (l. c. S. 405), von *Hirsch* als „zentrale Aufhellung“ (l. c. S. 225), von *Böhler* als „*Höhle*“ (l. c. S. 635), ebenso von *Schnek*, von *Brandt* als „*Herd*“ („*Aufhellungsherd*“) \* bezeichnet.

Wenn *Böhler* von „traumatischer Höhlenbildung“ (S. 635) spricht, so klingt das so als sei die Höhle eine unmittelbare Folge des Traumas. Das ist aber gar nicht die Meinung von *Böhler*, sondern es heißt: „Wenn das Handgelenk nach einem Kahnbeinbruch nicht durch mindestens 6 Wochen ... ruhiggestellt wird, kommt es gewöhnlich zur Verbreiterung des Bruchspaltes ... oder zur Bildung einer mehr oder weniger großen Höhle“ (S. 635). Nach *Hirsch* dagegen tritt die „zentrale Aufhellung“ unmittelbar nach der Verletzung ein (l. c. S. 225).

Betrachte ich nun mein Material von alten, aus Maceration gewonnenen Kahnbeinbrüchen daraufhin, was sich etwa von ihnen aus für die vorliegende Frage gewinnen läßt, so ist zunächst, wie ja selbstverständlich, in keinem einzigen Falle die Bruchfläche so glatt wie die Sägefläche. Abgesehen von leichteren Unebenheiten der Bruchfläche gibt es aber auch Gruben, welche tief in die Spongiosa eindringen. Diese darf man sich so entstanden denken, daß Gruppen von Bälkchen zerknickt (ich möchte nicht sagen „zerquetscht“), herausgerissen sind und andere Bälkchen mitgerissen haben. Es ist nicht in allen Fällen nur eine einzige derartige Grube, sondern es können ihrer mehrere nebeneinander vorhanden sein. Diese Gruben werden unmittelbar nach dem Bruch mit den Trümmern der zerbrochenen Bälkchen und ausgetretenem Blut gefüllt sein und erst bei der allmäßlichen Resorption dieser Füllmasse im x-Bilde deutlicher sichtbar werden.

2. *Dünste Stelle*. Als solche kann, wenn man das Kahnbein von der ulnaren Seite her betrachtet, die Mitte von dessen Pfanne erscheinen. Wenn man es aber von der radialen Seite her betrachtet, so zeigt sich, daß auf dieser durch die Konvexität ebensoviel aufgetragen wie auf der ulnaren Seite durch Konkavität abgenommen wird. Das wird durch den erwähnten Sägeschnitt (Abb. 6) bestätigt.

3. *Schmalste Stelle*. Als solche wurde schon bei der Beschreibung des Naviculare die „*Taille*“ bezeichnet, welche in der Ebene liegt, die dorsal durch die Mitte der Incisura capitalis und volar durch die volare Tailen-

---

\* Erklärung zu Abb. 39 auf S. 88 in „Verzögerte Knochenbruchheilung und Pseudarthrosenbildung“. Leipzig: Georg Thieme 1937.

beuge hindurchgeht\*. Es ist allerdings richtig, daß durch diese Stelle eine *große Zahl* der Brüche geht, aber bei meinem Material wie das folgende zeigen wird, *durchaus nicht alle*, nicht einmal die *Mehrzahl\*\**.

Ich teile daher die Brüche, abgesehen vom Abbruch der Spitze des Kegels und Trümmerbruch, in zwei Gruppen. Der Name für die eine (*Taillenbrüche*) ist nach dem Vorausgesagten verständlich; für die zweite Gruppe konnte ich eine örtliche Bezeichnung nicht finden; ich wähle „*Steilbruch*“, weil, wenn sich das *Naviculare* in typischer Dorsalflexionsstellung befindet (s. S. 121), die Bruchspalte senkrecht, rechtwinklig zur horizontalen Unterlage gerichtet ist.

Weder Taillenbrüche noch Steilbrüche sind in allen Fällen gleich, sondern *variiieren* vielfach. Bei den Taillenbrüchen kann die Eintrittsstelle an der *Incisura capitalis* weiter proximalwärts oder distalwärts gerückt sein, die Austrittsstelle an der volaren Seite weiter proximalwärts, so daß sie sogar das volare Horn der *Facies articularis lunaris* trifft. An den Steilbrüchen kann die Eintrittsstelle und kann ebenso die Austrittsstelle weiter proximalwärts gerückt sein\*. Durch die Varianten wird der Zwischenraum zwischen Taillenbrüchen und Steilbrüchen ganz ausgefüllt, so daß man eigentlich von zwei getrennten Gruppen gar nicht sprechen kann. Es ist aber doch zweckmäßig, die beiden Gruppen festzuhalten im Interesse der Ordnung, ja sogar in jeder der beiden Gruppen einem bestimmten Fall den Vorrang eines „*Idealbruches*“ zuzusprechen, eines *Idealtaillenbruches* und eines *Idealsteilbruches*, von welchen wenigstens der letztere nicht nur eine formale, sondern auch eine reale Bedeutung hat.

Der *Idealtaillenbruch* wäre derjenige, bei welchem die Spalte eintritt in der Mitte der *Incisura capitalis* und austritt in der volaren Taillenbeuge; *Idealsteilbruch* derjenige, bei welchem die Spalte eintritt am dorsalen Ende der halbkreisförmigen Kante und austritt wieder in der volaren Taillenbeuge.

Der *Idealsteilbruch* hat folgende Merkmale: die Bruchspalte tritt ein am dorsalen Ende der halbkreisförmigen Kante und aus in der volaren Taillenbeuge; sie verläuft zwischen diesen beiden Punkten gradlinig

\* *Granier* bezeichnet diese Stelle als „*Einschnürungsstelle*“ (l. c. S. 6) und auch als „*Hals*“ (l. c. S. 11).

\*\* Bei *Granier* heißt es: „Die typische *Navicularfraktur* ist eine Querfraktur, die, nahezu durch den Hals bzw. die Mitte des *Naviculare* gehend, den Knochen in zwei Stücke teilt“ (l. c. S. 11); bei *Böhler*: „Am häufigsten sind die Querbrüche durch das mittlere Drittel des Kahnbeinkörpers“ (l. c. S. 627); bei *Hirsch*: „Der Verlauf der Frakturlinie ist immer in typischer Weise der gleiche. Die Frakturlinie verläuft stets fast genau durch die Mitte des Knochens, von der Mitte der konkaven Fläche zur Mitte der konvexen Fläche“ (l. c. S. 224).

Auch *Hirsch* macht auf die Mannigfaltigkeit in der Gestalt der Bruchspalte aufmerksam: „Der Frakturspalt ist bald geradlinig, bald S-förmig gekrümmt, bald V-förmig, auch zickzackförmig“ (l. c. S. 224).

und trifft die beiden Oberflächen, die Facies articularis capitalis und Facies articularis radialis, unter rechten Winkeln.

Von diesen Merkmalen aus lassen sich auch in bestimmter Weise die abweichenden Merkmale anderer Fälle angeben: Die Eintrittsstelle kann verschoben sein, die Austrittsstelle ebenso, die Spalte braucht nicht gradlinig, sondern kann gebogen oder geknickt verlaufen; sie braucht die Oberflächen nicht rechtwinklig zu treffen, sondern kann auf der lateralen Seite distalwärts absinken. Auf diese Weise ist die Möglichkeit einer genauen und anschaulichen Beschreibung aller Fälle gegeben.

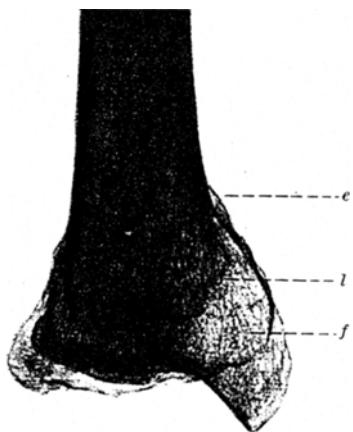
Bei der Unterscheidung der beiden Formen gewinnt auch die *kausale* Betrachtung: bei dem Taillenbruch könnte man an den in der Literatur mit so großer Bestimmtheit vertretenen *Biegungsbruch* denken. Mir will es allerdings so scheinen, als sei diese Vorstellung hervorgegangen aus einer Übertragung von Brüchen langer dünner Röhrenknochen her; es ist mir nicht so ganz glaubhaft, daß dies für das Naviculare paßt. Doch habe ich darüber keine bestimmt begründete Meinung und enthalte mich des Urteils. Beim *Steilbruch* dagegen liegt die Kausalität klar zutage. Man braucht nur, wie schon gesagt wurde, das Naviculare aus dem Skelet der dorsal flektierten Hand herauszunehmen, für sich aufzustellen und sich dabei klar zu machen, daß jetzt dasjenige, was bei

Abb. 7. x-Aufnahme des unteren Endes eines rechten Radius mit geheiltem Scherbruch. e. Austrittsstelle des Bruches oberhalb des Proc. styl. f. das abgebrochen gewesene Stück des Radius, erkennbar an der Dürftigkeit der Spongiosa. l. Grenze des abgebrochen gewesenen Stückes.

gestreckter Hand proximalwärts gewendet ist, das Mittelstück der halbkreisförmigen Kante, volarwärts schaut, dasjenige, was bei gestreckter Hand volarwärts gerichtet ist, der Kegel, distalwärts, um sofort zu begreifen, daß dasjenige, was volarwärts vorspringt, durch den Stoß des Radius *abgescheert* wird. Dieser Bruch ist also ein *Scheerbruch*.

Es läßt sich etwas die *Kausalität* desselben noch nachdrücklicher Kennzeichnendes beibringen durch eine *Analogie*, nämlich durch alten Bruch des *distalen Radiusendes* (Abb. 7).

Auch bei diesem handelt es sich um Scheerbruch. Das früher abgeschlagen gewesene Stück ist ohne Verschiebung wieder angewachsen. der Callus fast gänzlich verschwunden und die Bruchlinie auf demjenigen Teil des Knochens, der von Periost bedeckt war, nur mit Mühe erkennbar samt der 33 mm oberhalb der Spitze des Processus styloides gelegenen



Austrittsstelle der Bruchspalte. Aber dasjenige, worauf es ankommt, ist die Eintrittsstelle der Bruchspalte, welche genau auf der Grenze der Facies lunaris und Facies navicularis der distalen Gelenkfläche liegt (Abb. 8). Man sieht also, dasjenige, was in diesem Falle den Eintritt der Bauchspalte beim Radius veranlaßt hat, ist die *halbkreisförmige Kante des Naviculare*.

Und nun: was den Eintritt der Spalte am dorsalen Ende der halbkreisförmigen Kante beim *Steilbruch* des Naviculare veranlaßt, ist auch wieder eine Kante, nämlich die *Kante am dorsalen Rande der Gelenkfläche des Radius*. Indem die beiden feindlichen Nachbarn, Radius und Naviculare, aufeinander prallen, bekämpfen sie sich mit den beiden rechtwinklig zueinander stehenden Kanten, der dorso-volar gerichteten Kante des Radius und der radio-ulnarwärts gerichteten Kante am Naviculare. In dem Kampfe der beiden miteinander trägt bald die eine, bald die andere den Sieg davon. Bei der Stellung, welche das Naviculare bei dorsal flektierter Hand hat, trifft die dorsale Kante des Radius gerade auf das dorsale Ende der halbkreisförmigen Kante des Naviculare.

Hier muß ich nun etwas einschieben, was zu den Dingen gehört, die so selbstverständlich sind, daß man sie gar nicht erwähnt, deren Außerachtlassung sich aber rächt. Das ist die Tatsache, daß wenn ein Mensch auf die dorsal flektierte Hand gefallen ist und darauf seine Hand durch ihn selbst oder durch die Hilfe anderer in Strecklage versetzt wird, sein Naviculare um *annähernd*  $90^\circ$  aus derjenigen Lage herausgedreht wird, welche es *im Augenblick des Falles* inne hatte. Dabei macht natürlich der Bruchspalt die gleiche Drehung mit. Da es für das Verständnis unerlässlich ist, sich dies ganz genau klar zu machen, so veranschauliche ich es noch dadurch, daß ich die Hand in rechtwinklige Dorsalflexion bringe und einen Streifen steifen Papiere auf das untere Ende des Vorderarmes lege. Dieser Streifen gibt die Lage des Bruchspaltes im Augenblick des Bruches an. Wird nun die Hand in Streckstellung gedreht, so muß der Papierstreifen in entsprechender Weise mitgedreht werden und er steht dann zuletzt rechtwinklig zur Vorderfläche des Unterarmes und zugleich zur Hohlhandfläche. Das ist die Lage, in welcher uns die x-Bilder den Bruchspalt als eine Querlinie zeigen. Von diesem wie gesagt selbstverständlichen Verhalten ist in den Navicularbrucharbeiten, die sich auf x-Bilder stützen, gar keine Rede.



Abb. 8. Distale Endfläche des Radius von Abb. 7.  
Vergr. 4 auf 5. Autn. Scheffler und Schmuck.  
*F. l.* Fac. artic. lun. *F. n.* Fac. artic. nav.  
*f. s.* dorso-volarer Bruchspalt. *f. t.* radio-ulnarer  
Bruchspalt. *st.* Proc. styl. *u.* Incis. ulnaris.

Es geht aus dem Gesagten hervor, daß bei Steilbrüchen die beiden Stücke, in welche das Naviculare geteilt wird, im Moment des Brechens ein *volares* und ein *dorsales* sind, daß diese aber dadurch, daß die Hand in Streckstellung zurückkehrt, zu einem *proximalen* und einem *distalen* werden. Und als solche werden sie im folgenden bezeichnet.

Noch ein Punkt bedarf bei dieser mechanischen Betrachtung der Erwägung, wie nämlich im Moment des Fallens das *Naviculare nach unten gestützt* ist, was ja notwendig ist, damit der von oben kommende Stoß des Radius den Bruch erzwingen kann. An meinem nach Form aufgestellten Skelet der dorsal flektierten Hand (Abb. 5) steht die Spitze des Kegels ein wenig höher wie die Leiste des Multangulum majus. Man darf aber annehmen, daß im Moment des Stoßes das Kahnbein so weit an dem Multangulum majus *hinabgleitet*, daß es auf die Unterlage aufstößt. Das Ligamentum carpi transversum, indem es nicht in proximo-distaler Richtung von dem einen Knochen zum anderen geht, sondern sich in radio-ulnarer Richtung an beide befestigt, wird ein solches beschränktes Gleiten gestatten. Von einer solchen Gleitung der Multangula gegen das Naviculare, „so daß der Gegenstoß unmittelbar auf die Tuberositas des Kahnbeins auftreffen kann“, haben schon, wie ich aus einem Zitat bei *Granier* ersehe, zwei französische Autoren *Cousin* und *Gallois* in etwas anderem Zusammenhange gesprochen.

*Ein- und Austrittsstelle bei Brüchen.* Ein Bruch irgendeines Gegenstandes vollzieht sich gewöhnlich so schnell, daß er für die unmittelbare Auffassung in dem gleichen Augenblick durch den ganzen gebrochenen Gegenstand hindurchgeht. Bei genauerer Überlegung muß man sich aber sagen, daß er an einer Stelle der Oberfläche beginnt und an der gegenüberliegenden Stelle endigt („Eintrittsstelle und Austrittsstelle“). Praktisch genommen ist es in vielen Fällen gleichgültig, beides von einander zu unterscheiden, theoretisch müßte man es in allen Fällen versuchen und für eine klare Auffassung des Vorganges ist es nützlich.

Bei den *Steilbrüchen* scheint mir die Sache gauz klar. Eintrittsstelle ist die Stelle, wo der Schlag (Stoß) durch den Radius das Naviculare trifft, besonders kenntlich gemacht durch den *Keil*, der an dieser Stelle herausgeschlagen ist.

Beim *Taillenbruch* ist an sich nicht ebenso deutlich, was als Eintrittsstelle zu bezeichnen ist. Ich gehe aber von der Eintrittsstelle des Steilbruches am dorsalen Rande weiter und komme damit auf die Eintrittsstelle des Taillenbruches in der Incisura capitalis.

Für die Beschreibung der Einzelfälle, die nachher gegeben werden soll, war es nötig, im voraus zu sagen, was von mir unter Ein- und Austrittsstelle verstanden wird.

#### Keil und Scharte.

An dem Abschnitt der Bruchpalte, welcher bei Streckstellung der Hand dorsal und bei Dorsalflexionsstellung der Hand proximal ist,

wird ein ausgeschlagener Keil und eine diesem entsprechende Scharte gefunden. Bei *Granier* ist das in der Form mitgeteilt, daß die Bruchlinie eine Y-förmige Gestalt habe (l. c. S. 12). Durch das Ausschlagen des Keiles entsteht eine Scharte. Keil und Scharte finden sich sowohl bei Steilbrüchen wie bei Taillenbrüchen. Bei meinen Fällen, da sie aus Maceration stammten, habe ich den Keil nie zu Gesicht bekommen, kann daher auch nicht sagen, ob er als einheitliches Stück oder in Trümmern ausgeschlagen wurde; doch läßt sich die Gestalt der Scharte und damit auch die des Keiles bestimmen, indem man die beiden Stücke des Kahnbeins aneinander hält.

Der Keil hat 3 Flächen, von welchen eine, der „Nacken“, gebildet wird durch ein Stück des dorsalen Randes des Kahnbeines, die beiden anderen Seitenflächen sind eine proximale und eine distale.

Die Größe des Keiles bzw. die Breite seines Nackens ist außerordentlich verschieden. Er kann ganz fehlen, kann sehr schmal, aber auch so breit sein, daß er gar nicht mehr wie ein Keil, sondern wie ein drittes Stück des Kahnbeines erscheint.

Meist ist der Keil von dem proximalen Stück des Kahnbeines abgeschlagen, was man daraus erkennt, daß, während die distale Schartenwand sich gerade fortsetzt in das volare Stück der distalen Bruchfläche, die proximale Wand der Scharte durch einen Knick von der volaren Fortsetzung der proximalen Bruchfläche abgegrenzt ist.

In der älteren Literatur, in welcher das x-Verfahren noch unbekannt war, waren Scharte und Keil wohl verstanden; in der neueren Literatur dagegen, welche vorwiegend mit x-Aufnahmen arbeitet, sind Scharte und Keil fast verschollen. Das erklärt sich nicht daraus, daß sie weniger vorkommen wie früher, sondern aus den Bedingungen der x-Aufnahme. Das ist bei Steilbrüchen deutlich: die Scharte kann unverhüllt nur in ulnarer oder radialer Ansicht (bei Dorsalflexionsstellung) wahrgenommen werden, aber bei der dorso-volaren Durchstrahlung der gestreckten Hand, also bei der x-Aufnahme, wird ein Bild derselben nicht gewonnen, weil die beiden Schartenlippen sich dann decken.

Über die Beschriftenheit des Keils vermag ich nichts zu vermuten, da beim Aufsuchen der Navicularstücke aus dem macerierten Material auf diese Splitter nicht geachtet wurde. Es bestehen daher die beiden Möglichkeiten, daß entweder der Keil als ganzes Stück ausgeschlagen war oder daß er aus mehreren Brocken bestand.

Ist an den Bruchflächen ausgiebigere Schleifung und Eburnierung zu bemerken, so sind die Schartenwände entweder daran beteiligt oder von Schleifung frei, woraus man einige Mutmaßungen über das Verhalten des Keiles machen kann.

In seltenen Fällen springt ein Keil auch an der Austrittsstelle des Bruchspaltes aus, d. h. in der volaren Taillenbeuge.

### Bruchflächen \*.

Bei der Betrachtung der Bruchflächen macht sich das Fehlen der Anamnese besonders unangenehm fühlbar, denn der Zustand, in welchem man die Bruchflächen bei alten Navicularbrüchen findet, ist das Ergebnis des Unfallen und aller der Einflüsse, welche nachträglich eingewirkt haben. Dabei ist es nicht ausgeschlossen, daß das in Dorsalflexionsstellung verletzte Kahnbein schon bei der Zurückführung der Hand in Streckstellung weiter beschädigt wird, obwohl dies im allgemeinen nach den Erfahrungen der Röntgenuntersuchung nicht einzutreten scheint.

In manchen Fällen ist es möglich, die bei dem Unfall und späterhin eingetretenen Veränderungen voneinander zu trennen, in manchen aber nicht.

Insbesondere gibt es Fälle, in welchen das proximale Teilstück ganz *in das distale eingebettet* ist und das letztere nach Verlust aller seiner Spongiosa bälkchen nur eine flache *Schale* oder *Schüssel* bildet. Da ist es denn ganz unmöglich zu wissen, ob gleich bei dem Unfall das proximale Stück so fest in das distale hineingepreßt wurde, daß alle Spongiosabalkchen des letzteren niedergebrochen wurden, oder ob nachträglich im Laufe eines längeren Lebens das proximale Stück sich in das distale eingewühlt und die Bälkchen desselben zerrieben hat.

Gleiche Unsicherheit besteht hinsichtlich eines zweiten Punktes: bei einer Anzahl von Präparaten stehen die *Spongiosa-Markräumchen* so vollkommen *offen*, als seien sie eben aufgebrochen worden. In solchen Fällen gibt es an sich die beiden Möglichkeiten, daß entweder der Bruch vor verhältnismäßig kurzer Zeit eingetreten war oder daß die Heilungsneigung schwach war.

Die *Veränderungen*, welche an Navicularbrüchen vor sich gehen, falls sie nicht sachgemäß oder gar nicht behandelt werden, sind teils innerlich, teils äußerlich bedingt. Die innerlich bedingten bestehen in einer die Spongiosa abschließenden Knochenplatte (Abschlußplatte) und in Eburnierung derselben; die äußerlich bedingten in Reibung der zwei Bruchstücke aneinander.

Das ist aber nicht so vorzustellen, daß diese drei Veränderungen in einer Reihenfolge vor sich gingen, indem erst die ganze Bruchfläche von einer Knochenlamelle überzogen, dann diese eburniert würde und dann erst das Schleifen begäne, sondern alles Dreies geht durcheinander. Das *Reiben* beginnt, sobald der Verletzte sich die Benutzung der Hand

---

\* „Bruchspalte“ ist die durch das Brechen entstandene Spalte, welche die beiden Stücke voneinander trennt; „Bruchflächen“, eine proximale und eine distale, sind die beiden Flächen, welche die Stücke der Spalte zuwenden; „Bruchkanten“ sind die Kanten, welche die Bruchflächen mit den freien Oberflächen, Fac. artic. radialis und Fac. artic. capitalis bilden; „Bruchlinien“ die Linien, welche den Verlauf der Bruchkanten an den Oberflächen anzeigen.

zumutet, was bei jemandem, der mit sich hart oder zu arbeiten gezwungen ist, früher, bei jemandem, der sich schonen kann, später eintritt.

Die Bildung der *Abschlußplatte* muß nicht an der ganzen Bruchfläche auf einmal eintreten, sondern es können einzelne Abschnitte derselben s. z. s. inselartig erscheinen und erst allmählich Vervollständigung erreicht werden.

Die *Eburnierung* ist nicht immer über die ganze Bruchfläche gleichmäßig ausgedehnt und ebenso ist es mit den Anzeichen der Reibung.

#### **Abschlußplatte.**

Falls das gebrochene Kahnbein Zeit hat und die Vitalität des Spongiosamarkes kräftig genug ist, so bildet sich — vorausgesetzt, daß nicht Verwachsung der Bruchstücke eingetreten ist — aus dem Spongiosamark eine oberflächliche zusammenhängende Schicht, durch welche die durch den Bruch eröffneten Spongiosaräumchen abgeschlossen werden. *Böhler* bezeichnet diese als „kalkdichten glatten Deckel“ (<sup>5</sup>, S. 687). Ich möchte „Abschlußplatte“ vorziehen. Die Bemerkung von *Schnek*: „daß die einander zugekehrten Ränder (muß heißen: „Flächen“) der Fragmente eine deutliche compactaähnliche Knochenschichte zeigen, die ... den Markraum abschließt“ (<sup>12</sup>, S. 350), sagt das gleiche.

Die Abschlußplatte ist also Erzeugnis des *endostalen Callus*. Von diesem heißt es in der 4. Auflage der Cellularpathologie *Rudolf Virchows* von 1871 auf S. 519: „Vollständig verschieden von der äußeren Callusbildung ist diejenige, welche mitten im Knochen aus dem Mark erfolgt: die medulläre oder besser myelogene“. Und weiter: „In der Nähe der Bruchstelle füllen sich fast konstant die noch unversehrten Markräume mit Callus, indem sich an die innere Fläche der sie umgrenzenden Knochenbalken neue Knochenlamellen aus dem Marke ansetzen“.

Gerade mit Beziehung auf die Abschlußplatte macht sich der Mangel jeder Anamnese bei den aus Maceration gewonnenen alten Brüchen besonders fühlbar, vor allem der Umstand, daß man nicht weiß, wieviel Zeit zwischen dem Unfall und der Auffindung des Präparates vergangen ist. Man darf aber keineswegs daraus, daß sich in manchen Fällen keine Spur von Abschlußplatte findet, schlechtweg schließen, daß der Unfall so kurze Zeit zurückliege, daß es noch nicht zur Bildung der Abschlußplatte habe kommen können. Beachtentwert ist in dieser Hinsicht auch, daß in manchen Fällen die Abschlußplatte am proximalen Bruchstück weniger vollständig ist wie am distalen. Das läßt sich darauf zurückführen, daß an ersterem die Blutversorgung nicht so gut ist wie an letzterem.

Zwischen den Fällen, in welchen gar nichts von Abschlußplatte gebildet worden ist, und denen, in welchen diese Schicht über die ganze Bruchfläche hin fertig ist, stehen diejenigen Fälle, in welchen Stücke

derselben schon vorhanden sind, aber zwischen ihnen noch offene Stellen bestehen.

In fast allen Fällen sind an der Abschlußplatte Zeichen von mehr oder weniger ausgedehnter *Reibung* in Form von Glättung anzutreffen. Die von solchem Einfluß freien Platten sind selten, finden sich aber doch. In dieser Hinsicht ist der im vorausgehenden schon erwähnte „Halbtrümmerbruch“ (l. 11) besonders belehrend, da bei ihm wegen Unterteilung des proximalen Bruchstückes in vier weitere Stücke das distale Stück ungerieben geblieben ist. An diesem hat sich eine — zufällig sehr ebene — Abschlußplatte gebildet, die nicht glatt (poliert, spiegelnd) ist, sondern ein mehr *stumpfes* Aussehen hat. Solche Abschlußplatten kommen auch an einigen anderen meiner Präparate vor. Wenn die Bruchflächen besonders uneben, höckerig, hügelig, winklig sind, so war die Reibung erschwert oder ganz behindert, und dann hat die Abschlußplatte ein *stumpfes* Aussehen.

Ob Reibung die Bildung der Abschlußplatte begünstigt, anregend darauf einwirkt, vermag ich nicht zu entscheiden. Jedenfalls kommt aber Bildung ohne Reibung zustande. Es kommt auch vor, daß Abschnitte der Platte geschliffen (glatt) und andere Abschnitte nicht geschliffen (stumpf) sind. Damit sind aber die Verschiedenheiten noch nicht erschöpft: in manchen Fällen dehnt sich die Abschlußplatte nicht über die ganze Bruchfläche aus, sondern bedeckt nur einen Teil derselben, oder es sind mehrere Stücke Abschlußplatte getrennt voneinander vorhanden. Die Platte braucht also nicht auf der ganzen Fläche genau zu gleicher Zeit zu entstehen, sondern kann an mehreren Stellen beginnen, die sich vergrößern und sich vereinigen. — In manchen Fällen bzw. an manchen Stellen, wo die Zugänge zu Spongiosaräumen noch sichtbar sind, sind diese doch enger als bei einem gesunden durchsägten Kahnbein, was wohl so aufgefaßt werden darf, daß sich Spongiosacallusmasse an den Rändern der Löcher angesetzt hat. — Endlich gibt es Stellen, an denen man mit der Lupe winzige Knöpfchen bemerken kann, anscheinend ganz kleine Klümpchen von Innencallus, die sich aus den Spongiosa-löchelchen herausdrängen.

Manchmal sind mehrere dieser Erscheinungen auf einer Bruchfläche vereinigt, ja es kommt vor, daß eine solche eine Musterkarte der verschiedensten Zustände ist. Sie wirkt dann auf den Beschauer zunächst abstoßend, verwirrend als ein Bild der Unordnung, bei näherem Anschauen aber anziehend durch ihren Reichtum.

Die Abschlußplatte hat auf meinen Kahnbeinen nicht genau den gleichen Ton wie die Knochen selbst; während diese einen ganz leichten Stich ins Gelbliche haben, so ist sie mehr rein weiß. Daraus darf man aber nicht auf eine andere chemische Zusammensetzung schließen, sondern es ist wohl eine rein optische Erscheinung, bedingt durch ein

anderes Mikrogefüge, so daß das Licht in anderer Weise zurückgeworfen wird.

Sobald die Abschlußplatte sich über die ganze Bruchfläche hin vervollständigt hat, läßt sich in gewissem Sinne von „*Heilung*“ sprechen, nicht in dem Sinne, als sei der normale, gesunde Zustand wieder hergestellt, wohl aber in dem Sinne des Abschlusses des Markraumes und damit der Sicherung gegen das Eindringen von Synovia.

Es ist üblich geworden, den damit erreichten Zustand der Bruchspalte als „*Pseudarthrose*“ zu bezeichnen, wozu ich mich zum Schluß noch äußern werde.

#### Reibung, Schleifung, Eburnierung.

Daß Reibung der beiden Bruchstücke aneinander stattgefunden hat, erkennt man an den Zeichen von Schleifung. Diese bestehen darin, daß die Bruchflächen geglättet sind, noch deutlicher darin, daß die beiden Bruchflächen nicht genau gleich breit sind, sondern eine von beiden seitlich etwas übersteht und ganz besonders darin, daß sich die Schleifung eine kurze Strecke weit auf die proximale Seite des Kegels fortsetzt. Dies habe ich an 5 von meinen Fällen angemerkt, nämlich an den Kahnbeinen r. 2, l. 2, l. 5, l. 6, r. 7.

Natürlich vollzieht sich der Vorgang der Schleifung um so leichter, je *glatter* von vornherein der Bruch war. Aber selbst bei stark höckerigen Brüchen sind doch oft Abschnitte der Flächen angeschliffen. Unter den 26 mir zur Verfügung stehenden Präparaten fallen 5 für diese Betrachtung aus (2 wegen Verwachsung — wovon später — und 3 wegen Trümmerbruches), von den verbleibenden 21 sind nur 5 ganz frei von Schleifspuren und bei diesen ist starke Höckerigkeit Schleifungshindernis. Man darf auf Grund dieser Erfahrung annehmen, daß bei *allen* alten Kahnbeinbrüchen Reibung und dadurch erzeugte Schleifung eingetreten wäre, falls sie nicht durch sehr große Unebenheit der Bruchflächen verhindert wurde.

Ein die Schleifung besonders verdeutlichendes Merkmal besteht in *Furchen* (Rinnen), denen auf der Gegenseite *Leisten* entsprechen. Rinnen und Leisten sind in manchen Fällen so fein, daß sie nur wahrgenommen werden können, wenn man das Präparat schief gegen das Licht hält und dieses spiegeln läßt; in anderen Fällen sind sie größer. In manchen Fällen findet sich eine Anzahl feinerer Furchen, in anderen Fällen eine einzige gröbere.

In *allen* Fällen, die zu meiner Beobachtung gekommen sind, waren die Rinnen und Leisten *dorso-volar* gerichtet. Daraus ist zu ersehen, daß die mit alten Brüchen Behafteten nur noch *flexorische Bewegung* mit der verletzten Hand ausgeführt hatten.

*Eburnierung* ist in manchen Fällen über die ganze Bruchfläche ausgebreitet, in anderen Fällen auf Abschnitte, ja kleine Stücke derselben

beschränkt. Immer weisen die Bruchflächen oder Abschnitte von solchen, welche eburniert sind, Zeichen von Schleifung auf. Das fand ich in einem Falle besonders anschaulich (Fall r. 2), in welchem die distale Bruchfläche in 3 Bahnen geteilt war, eine ulnare, eine radiale und eine dazwischen liegende, und in welchem die beiden seitlichen Bahnen geschliffen und eburniert waren, die mittlere aber ungeschliffen und uneburniert geblieben war. Dies führt auf die Vorstellung, daß Eburnierung nur durch Reibung, und zwar Reibung unter Druck zustande kommt.

*Schleifung des distalen Bruchstückes am Processus styloides radii.*

In manchen Fällen zeigen die beiden Stücke, in welche die Fac. artic. radialis des Naviculare durch den Bruch zerschnitten ist, ein verschiedenes Verhalten, indem das distale Stück — entweder ganz oder teilweise — angeschliffen und eburniert, das proximale Stück dagegen von dieser Veränderung frei ist. Ich habe dieses Verhalten besonders schön bei meinem Präparat l. 4 und außerdem bei den Präparaten l. 5, l. 6, r. 7 und r. 8 getroffen.

Aber in allen Fällen, gleichviel, ob die Schleifung und Eburnierung am distalen Stück vollständig oder teilweise vorhanden ist, beschränkt sie sich ganz streng auf dieses. Sie reicht *hart bis an den Bruchspalt* heran, aber überschreitet diesen nie. Zum Verständnis, zum Finden der Kausalität leisten meine beiden Präparate l. 4 und l. 11 die besten Dienste, und zwar deswegen, weil bei ihnen der Radius (bzw. dessen distales Stück) vorliegt, was bei meinen anderen Navicularepräparaten nicht der Fall ist.

Natürlich läßt sich das Anschleifen nicht aus derjenigen Lage erklären, welche das Naviculare im Augenblick des Brochens gehabt hat, denn die Hand ist ja, nachdem das Unglück geschehen war, in Streckstellung zurückgekehrt. Noch weniger soll damit, daß in meinem Präparat l. 11 das distale Bruchstück des Naviculare an den Processus styloides des Radius angestiftet ist, gesagt sein, daß eine derartig feste Verbindung von distalem Stück des Naviculare und Radius im Leben bestanden habe. Im Gegenteil: nachdem durch den Bruch das Naviculare in ein proximales und ein distales Stück getrennt worden war, konnte sich bei den Flexionsbewegungen der Hand das mit dem Lunatum verbundene proximale Stück darauf beschränken, nur so stark flektiert zu werden wie das Lunatum selbst, wogegen das an das Multangulum majus gefesselte distale Stück die volle Flexion der distalen Reihe mitmachte.

Daraus ergibt sich, daß die Reibung des distalen Navicularestückes ebenso stark gewesen sein muß am Processus styloides radii wie am proximalen Navicularestück; und daraus ergibt sich, daß die Schleifung und Eburnierung an der Fac. artic. radialis des Naviculare auf deren distalen Abschnitt beschränkt bleibt.

In dem geschilderten Verhalten des Naviculare liegt eine neue Demonstration dessen, was ich seit 50 Jahren gesagt habe, daß bei Dorsalflexion der Hand das Naviculare mehr der distalen Karpalreihe wie dem Lunatum folgt.

Hier möchte ich nun einen Gedanken aussprechen, der mir schon öfter gekommen ist, ob nicht bei gewaltsamer Dorsalflexion der Hand das Naviculare, eingespannt zwischen Lunatum und Multangulum majus, mit beiden fest verbunden, in einen Zustand von Spannung gerät, welcher das Platzen begünstigt.

#### Einzelbefunde.

Der Zustand von Brüchen, bei denen schon eine längere Zeit vergangen ist zwischen dem Tage, an welchem sie eingetreten sind, und dem Tage, an welchem sie bei der anatomischen Untersuchung gefunden wurden, ist ein *Mischergebnis* des Zustandes, welcher bei der Verletzung entstanden ist, und aller derjenigen Veränderungen, welche nach diesem Moment Platz gegriffen haben. Der Beobachter ist daher in jedem einzelnen Fall vor die Aufgabe der Analyse gestellt, was von der Gesamterscheinung auf Rechnung der einzelnen Einflüsse kommt, eine Aufgabe, welche streng genommen unlösbar ist.

*Material.* Das Material, auf welches sich die vorliegende Arbeit bezieht, besteht aus 26 Fällen, durch einen sonderbaren Zufall gerade 13 rechte und 13 linke. Es wurde gesammelt in den Jahren 1902—1928. Das hat aber in keiner Weise den Wert einer Statistik. Einmal kam in einem Zeitraum von 8 Jahren kein einziger Fall hinzu, einfach weil in dieser Zeit nicht gesammelt wurde. Dagegen brachte der stud. med. *Rudolf Schilling*, der auf meine Veranlassung  $1\frac{1}{2}$  Wintersemester lang alle abpräparierten Arme auf Kahnbeinbrüche durchsah, in dieser Zeit 5 Fälle zusammen. Ferner wurde die Mehrzahl meiner Fälle durch einen einzigen Diener, der sich als besonders emsig und findig erwies, geliefert\*.

Zweimal hat es sich ereignet, daß 2 Fälle von *derselben Person* von deren rechter und linker Hand stammten. Dabei hat wieder der Zufall sonderbar gespielt, indem die beiden Fälle der Schwere noch an den beiden Enden der Reihe stehen, der eine beide Bruchstücke verwachsen zeigt (r. I und l. I), der andere ein Trümmerbruch ist (r. 13 und l. 13). In jedem dieser beiden Fälle war die Form und die Schwere der Ver-

\* In der Sammlung des Berliner Anatomischen Institutes sind 3 Fälle zusammengestellt mit der Etikettenbezeichnung: 194 N 3 „sog. Os naviculare bipartitum. Wahrscheinlich sind alle drei aufgestellten Fälle Frakturen.“ Es ist auf den ersten Blick zu erkennen, daß es gebrochene Kahnbeine sind. Die Etikettierung stammt aus der Zeit, in welcher *Wenzel Grubers* Auffassung Geltung hatte. Zwei weitere Fälle von Kahnbeinbrüchen finden sich unter einer Schar von einigen 70 Kahnbeinen, die zu Vergleichszwecken aufbewahrt werden. Diese 5 Fälle wurden von mir nicht mitverwertet.

letzung rechts und links gleich, woraus zu erkennen ist, daß der Verletzte auf beide Hände in gleicher Weise gefallen war.

Als ich im Frühjahr 1937 an mein aufgesammeltes Material mit der Absicht heran ging etwas darüber mitzuteilen, glaubte ich von einem *Chaos* zu stehen, in welchem es kaum möglich sein würde, sich zurechtzufinden. In einigen Fällen dauerte es sogar mehrere Tage, bis es mir auch nur glückte, die Seite, obrechts oblinks, zu bestimmen. Diese Vielgestaltigkeit stand in einem auffallenden Gegensatz zu der anscheinend ewig gleichen hellen Querlinie, welche im x-Bilde den Kahnbeinbruch verrät. So äußert sich z. B. *Hirsch*: „Der Verlauf der Frakturlinie ist immer in typischer Weise der gleiche. Die Frakturlinie verläuft stets fast genau durch die Mitte des Knochens, von der Mitte der konkaven Fläche zur Mitte der konvexen Fläche“ (l. c. S. 224). A priori wäre Vielgestaltigkeit schon zu erwarten, denn erstens ist die Veranlassung verschieden, zweitens kann, selbst wenn die Ursache Fall auf die dorsal flektierte Hand ist, die Verletzung doch verschieden ausfallen je nach der Beschaffenheit des Bodens und der Höhe des Falles (von einer Leiter, Turnübungen verschiedener Art); drittens ist auch der Grad, in welchem die Menschen dorsalwärts flektieren können, verschieden (s. S. 119).

Unter 12 rechten Brüchen waren 6 Steilbrüche und ebenso viele Taillenbrüche, unter 12 linken 11 Steilbrüche und 1 Taillenbruch. Unter den rechten kamen stärkere Unregelmäßigkeiten vor wie unter den linken.

*Abbildungen.* Ein ernst zu nehmender Leser kann sich von der bildlosen Beschreibung eines gebrochenen Kahnbeines, selbst wenn diese Beschreibung geschickt und sorgfältig ist, keinen anschaulichen Begriff machen, und durch solche bildlosen Beschreibungen wird daher der Leser ohne Nutzen geplagt. Dennoch habe auch ich ihrer einige gegeben und ich verantworte es mit der Hoffnung, daß diese Sammlung alter Navicularebrüche an einem Institut aufbewahrt werden werde, so daß jemand, der sich über sie unterrichten will, Präparate und Beschreibungen zu vergleichen vermag. Bei einem Objekt wie dem vorliegenden ist Anschaulichkeit, Vorstellbarkeit durch Worte allein nicht erreichbar; es bedarf der Abbildungen, wenn man wirklich deutlich sein will, für jeden Knochen wenigstens einer, ja für manchen Knochen mehrerer. In einer Zeitschrift muß man sich beschränken. Wenn aber der Leser an einigen Kahnbeinen Anschauung genug durch Abbildungen gewonnen hat, so wird er sich auch von den übrigen eine Vorstellung machen können.

Bei meiner Besprechung sind die beiden Trümmerbrüche, rechter und linker 13. Fall, als nicht belehrend weggelassen. Den Anfang machen der rechte und der linke 1. Fall, bei denen anscheinend tadellose Verwachsung beider Bruchstücke zustande gekommen ist. Es folgen die 5 weiteren rechten Steilbrüche, so geordnet, daß die mehr typischen,

glatteren am Anfange stehen, die mehr komplizierten sich anschließen; dann die 10 weiteren linken Steilbrüche ebenso geordnet. Darauf kommen die 6 rechten Taillenbrüche und der eine linke Taillenbruch.

In den Überschriften der einzelnen Fälle sind die rechtsseitigen durch r. und die linksseitigen durch l. kenntlich gemacht.

### Steilbrüche.

*l. 1* (Abb. 9, 10, 11) und *r. 1* (Abb. 12 und 13).

Von diesem Fall erhielt ich beide Kahnbeine und das war gut, weil der Befund ungewöhnlich und daher Kontrolle sehr erwünscht war.



Abb. 9. Linkes Naviculare mit geschlossener Bruchspalte von der ulnaren Seite. Vergr. 5 auf 9. Aufn. Kempf und Kühne. *ca. d.* dorsaler Callus. *ca. r.* volarer Callus. *Co.* Kegel. *Cu. d.* dorsale Taillenbeuge. *Cu. r.* volare Taillenbiege. *f.* geschlossene Spalte. *F. ca.* Fac. artic. capit. *F. l.* Fac. artic. lunar. *s. c.* Scheitel der halbkreisförmigen Kante.

Beide Navicularia sind gut gestaltet. Die Facies articularis lunaris ist sehr schön, 5 mm hoch. Die rauhe Leiste an der lateralen Seite tritt stark hervor, ist volarwärts bis zur Spitze des Kegels und dorsalwärts bis zum distalen Ende der „halbkreisförmigen Kante“ zu verfolgen, an welchem sie den proximalen distalen Höcker bildet.

Das rechte Kahnbein ist noch rätselhafter wie das linke; deshalb beginne ich mit letzterem.

1. l. Bei ihm ist die Bruchlinie sowohl auf der Facies artic. capit. (Abb. 9) wie radialis (Abb. 10) deutlich zu erkennen. Sie beginnt unmittelbar proximal von dem distalen Ende der halbkreisförmigen Kante; auf der Facies artic. capit. läuft sie nicht geradlinig, sondern leicht gebogen mit distalwärts gewendeter Konvexität, steigt dann volarwärts an, so daß sie die volare Ecke der Facies artic. lunaris gerade trifft, und überschreitet 10 mm von der volaren Taillenbiegung entfernt den nicht überknorpelten Streifen zwischen Facies capit. und radialis, der an dieser Stelle 3,5 mm breit ist. Damit tritt sie auf die Facies radialis und erreicht auf dieser wieder den Ausgangspunkt, läuft aber dahin auch nicht geradlinig, sondern mit distalwärts gewendeter Konvexität (Abb. 10).

Die Bruchlinie ist nicht glatt, sondern sowohl auf der Facies artic. capit. wie radialis s. z. s. zitterig. Einzelne kleine Splitter sind in der Bruchlinie ausgebrochen, zum Teil noch in der Spalte steckend, zum Teil ausgefallen. An den zwei Stellen,

an welchen die Bruchlinie die knorpelfreien also periostüberzogenen Streifen zwischen beiden Gelenkflächen überschreitet, ist sie durch eine geringe Spur von Callus überdeckt und dadurch zum Verschwinden gebracht (Abb. 11).

r. 1. Hier ist die Bruchlinie nur auf der Facies artic. capit., nicht auch auf der radialis zu erblicken. Sie beginnt (Abb. 12) etwas proximal von dem proximalen dorsalen Höcker, biegt sogleich distalwärts, läuft in flachem Bogen mit distalwärts gerichteter Konvexität und erreicht 3 mm proximal von der volaren Taillenbiegung den volaren Rand der Facies artic. capit. Auf dem knorpelfreien Knochenstreifen zwischen

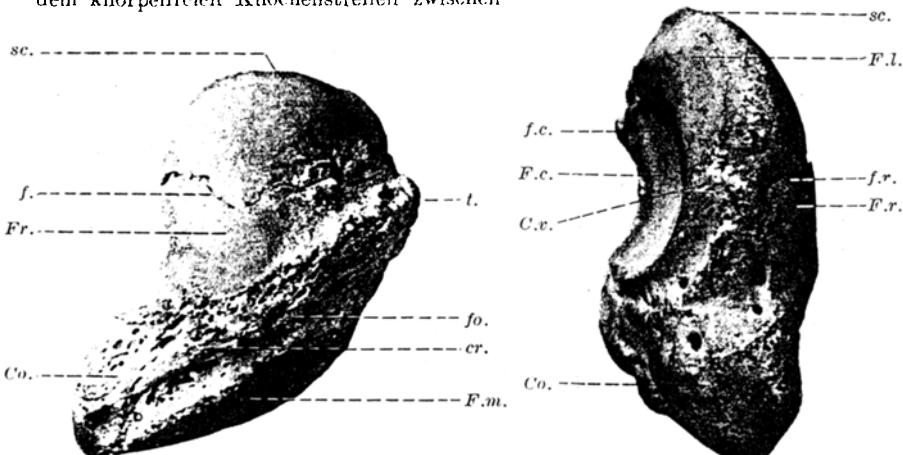


Abb. 10.

Abb. 10. Linkes Naviculare mit geschlossener Bruchspalte von der radialen Seite. Vergr. 5 auf 9. Aufn. Kempf und Kühne. *Co.* Kegel. *cr.* rauhe Leiste. *f.* geschlossene Spalte. *fo.* Rinne unter der rauhen Leiste. *F. m.* Fac. artic. lunat. *F. r.* Fac. artic. rad. *sc.* Scheitel der halbkreisförmigen Kante. *t.* proximaler dorsaler Höcker.

Abb. 11. Linkes Naviculare mit geschlossener Bruchspalte von der volaren Seite. Vergr. 5 auf 9. Aufnahme Kempf und Kühne. *c. v.* volarer Callus. *Co.* Kegel. *f. c.* geschlossener Bruchspalt im Bereich der Fac. artic. capit. *f. r.* geschlossener Bruchspalt im Bereich der Fac. artic. rad. *F. c.* Fac. artic. capit. *F. l.* Fac. artic. lun. *F. r.* Fac. artic. rad. *sc.* Scheitel der halbkreisförmigen Kante.

beiden Gelenkflächen, der hier 5 mm breit ist, ist nur schwer die Spur der Bruchlinie zu bemerkern; diese biegt dann scharf um auf die „raue Leiste“ und verschwindet damit (Abb. 13).

Auf der radialen Seite ist nichts von der Bruchlinie aufzufinden. Wenn sie hier gewesen ist, so kann sie nur auf der rauen Leiste entlang verlaufen sein, muß aber später verschwunden sein, ohne eine Spur zu hinterlassen.

Man muß hier also zwischen zwei Möglichkeiten wählen: 1. daß der Bruch nur die mediale Seite und nicht die laterale Seite betroffen hat, 2. daß er auf der lateralen Seite in der rauen Leiste verlaufen ist und sich hier so reaktionslos geschlossen hat, daß auch nicht eine Spur von ihm nachgeblieben ist.

Die Diagnose „Geheilter Bruch!“ schien mir anfangs zu kühn, weil zwar an der Oberfläche Bruchlinien waren, aber im Innern des Knochens, wie durch x-Aufnahmen nachgewiesen wurde, keine Spalte noch sonst eine Störung der Textur erkennbar war.

Zur Erklärung dieses negativen Befundes müßte man annehmen, daß durch Umbauvorgänge in der Spongiosa die früher durch diese hindurchgehende Spalte

völlig verwischt worden ist, während sich in der Corticalis die Spalte erhalten hat, so wie das ja bei Brüchen, welche durch Gelenke hindurchgehen, stets der Fall ist.

$\times$ -Aufnahmen sind sowohl vom rechten wie vom linken Kahnbein bei radio-ulnarer, ulnar-radialer und dorso-volarer Durchstrahlung gemacht worden. Doch wies die Spongiosa auf allen Bildern ein ganz gleichmäßiges Gefüge ohne Verdichtungs- oder Verdünnungszone auf.

Bei weiterer Überlegung scheint die Diagnose „geheilter Bruch“ nicht zu umgehen.

#### r. 2 (Abb. 14, 15, 16).

Die Austrittsstelle der Spalte liegt typisch in der volaren Taillenbeuge, die Eintrittsstelle weiter proximal wie bei einem Idealsteilbruch. Dadurch ist das proximale

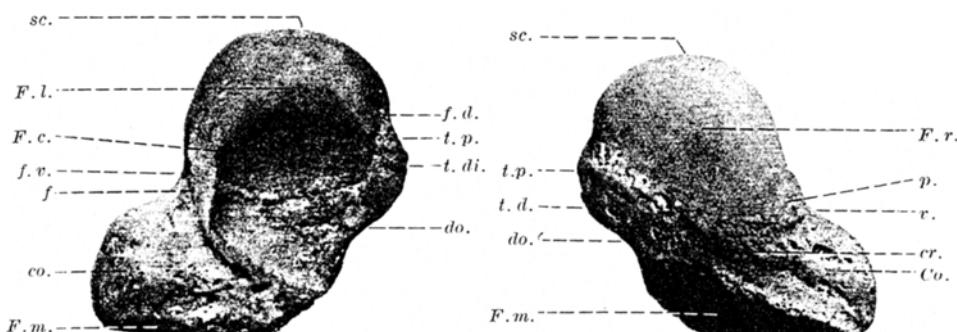


Abb. 12.

Abb. 13.

Abb. 12. Rechtes Naviculare mit geschlossenem Bruchspalt von der ulnaren Seite. Vergr. 3 auf 5. Aufn. Jaurnek, Kießling, Kopp. Co. Kegel. do. dorsale Taillenbeuge. F. c. Fac. artic. capit. F. l. Fac. artic. lun. F. m. Fac. artic. mult. maj. f. geschlossener Bruchspalt im Bereich der Fac. artic. capit. f. d. geschlossener Bruchspalt im Bereich des dorsalen periostbedeckten Feldes. f. v. geschlossener Bruchspalt im Bereich des volaren periostbedeckten Feldes. sc. Scheitel der halbkreisförmigen Kante. t. di. distaler dorsaler Höcker. t. p. proximaler dorsaler Höcker.

Abb. 13. Rechtes Naviculare mit geschlossenem Bruchspalt von der radialen Seite. Vergr. 3 auf 5. Aufn. Jaurnek, Kießling, Kopp. Co. Kegel. cr. rauhe Leiste. do. dorsale Taillenbeuge. F. m. Fac. artic. multang. F. r. Fac. artic. radialis. p leichte Callusbildung. sc. Scheitel der halbkreisförmigen Kante. t. di. distaler dorsaler Höcker. t. p. proximaler dorsaler Höcker. r. volare Taillenbeuge.

Stück viel kleiner als das distale. Eine Scharte nimmt die dorsale Hälfte der Spalte ein. Der Keil ist von dem proximalen Stück abgesprengt (Abb. 15). Die proximale Bruchfläche ist 7,3, die distale bis 7,9 mm dick, woraus man die Größe der Abschleifung erkennen kann.

Die distale Bruchfläche hat zwei lochlose, eburnierte Rinnen und dazwischen einen nicht eburnierten Streifen, in welchem noch Spongiosalöchelchen von normaler Größe erhalten sind (Abb. 16). Die proximale Bruchfläche hat zwei ebenfalls eburnierte Leisten, welche in die Rinnen der distalen Bruchfläche hineinpassen und dazwischen eine Rinne mit zwei größeren Löchern. Rinnen und Leisten sind den Bruchkanten parallel gebogen. Die Schleifung setzt sich auf dem distalen Stück etwas auf den Kegel fort. Die Eburnierung setzt sich auf die beiden Wände der Scharte fort.

Die Facies artic. lun. ist 4 mm hoch und schön ausgebildet.

r. 3 ♀.

Ein an sich stattliches Kahnbein. Die Facies artic. lun. nicht sichtbar, verschlossen.

Die Spalte tritt typisch neben dem proximalen dorsalen Höcker ein, aber aus

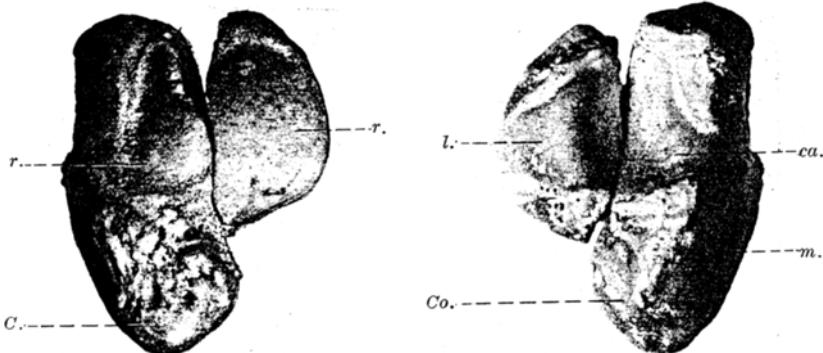


Abb. 14.

Abb. 14. Naviculare r. 2 mit Steilbruch in Dorsalflexionsstellung, ebenso wie in Abb. 15, d. h. die dorsale Seite nach oben, die volare Seite nach unten gewendet von der radialem Seite. Vergr. 2mal. Aufn. Penz und Sander. C. Kegel. r. Fac. artic. rad.

Abb. 15. Naviculare r. 2 mit Steilbruch in Dorsalflexionsstellung von der ulnaren Seite. Vergr. 2mal. Aufn. Penz und Sander. ca. Fac. articul. capit. Co. Kegel. l. Fac. articul. lun. m. Fac. articul. lunatang.

nicht in der Taillenbeuge, sondern weiter proximal. Dadurch ist das proximale Stück sehr klein. Die distale Bruchfläche ist gerade, aber keinesweges glatt, sondern

sie zeigt eine durch Spongiosaverlust entstandene längliche Grube und ist außerdem grobhöckerig. Das proximale Stück läßt sich nur sehr unvollkommen anpassen, weil es viele Kantenabbrüche erlitten hat. Die ulnare Kante der Bruchfläche dieses Stücks hat sogar nur punktförmige Berührung mit der entsprechenden Kante des distalen Stücks. Die Scharte ist auf Kosten des proximalen Stücks entstanden, von welchem fast die ganze dorsale Hälfte weggeschlagen ist.

Trotz der Höckerigkeit ist doch auf der distalen Bruchfläche eine kleine flache Schleifstelle in der Nähe der Austrittsstelle der Spalte anstoßend an die Facies artic. rad. zu erblicken.

Von den Spongiosalöchelchen ist auf der distalen Bruchfläche so gut wie nichts mehr zu erkennen, auf der proximalen mehr.

Die „raue Leiste“ ist stark wulstig, wohl durch Arthritis.

r. 4 (Abb. 17).

Es läßt sich zwar erkennen, daß man einen Steilbruch vor sich hat, aber die beiden Bruchflächen passen ganz und gar nicht aufeinander, so daß man annehmen muß, daß zwischen beiden Stücken ein erhebliches Stück ausgefallen ist, welches bei der Maceration verloren gegangen ist.



Abb. 16. Distale Bruchfläche des Naviculare r. 2. Vergr. 2mal. Aufn. Jaurnek und Kießling. ca. Fac. articul. capit. Co. Kegel. r. radiale Schleifrinne, u. ulnare Schleifrinne.

An dem distalen Stück sind die Spongiosabälkchen gänzlich verschwunden. Ob man sagen muß „weggebrochen“ oder „weggerieben“, d. h. entweder gleich beim Unfall zerstört oder in der nachfolgenden Zeit bei der Benutzung der Hand allmählich vernichtet, ist nicht bestimmt zu wissen; wahrscheinlich ist letzteres. Bei diesem Verlust ist sogar der Kegel von seiner Basis her ausgehölt. Durch dies zusammen hat das distale Bruchstück das Aussehen einer Schüssel bekommen.

Die proximale Bruchfläche, in Abb. 17 bei 4facher Vergrößerung dargestellt, hat ein ganz anderes Aussehen, als man nach der Betrachtung der distalen Bruchfläche annehmen würde. Sie ist weder konvex noch konkav, sondern eben (plan).

Auf der Figur ist das dorsale Ende nach oben, das volare Ende nach unten gewendet; der nach rechts gewendete Rand entspricht dem Bruch durch die Facies artic. radialis, links erblickt man ein Stück der Fac. artic. capit. Das große Loch ist durch künstliche Bohrung entstanden.

Das Bemerkenswerte an dieser Bruchfläche und das, warum es sich lohnt, eine Abbildung von derselben zu geben, ist, daß trotz des offenbar schon sehr alten Bruches die Spongiosaräumchen der Mehrzahl nach offen stehen, und daß zwar Stücke von Abschlußplatte gebildet sind, die aber getrennt voneinander wie Inseln bestehen.

Daß der Heilungsvorgang, der sich in der Ausbildung der Abschlußplatte zu erkennen gibt, hier an der proximalen Bruchfläche so geringe Fortschritte gemacht hat, kann damit erklärt werden, daß das proximale Stück durch den Bruch fast gänzlich von der Gefäßverbindung und damit Blutversorgung abgeschnitten ist.



Abb. 17. Proximale Bruchfläche des Naviculare r. 4 mit teilweiser Abschlußplattenbildung. Vergr. 4mal. Aufn. Michm. c. Fac. articul. capit. d. dorsale Randstelle. r. radiale Bruchkante. v. volare Randstelle. x künstliches Loch.

#### r. 5.

Der Bruch ist zwar auch noch als Steilbruch zu bezeichnen, ist aber weit davon entfernt, ein Idealsteilbruch zu sein. Die Bruchspalte tritt zwar am dorsalen Endpunkt der halbkreisförmigen Kante, die ulnare Bruchlinie verläuft aber von dort nicht geradeswegs auf die volare Taillenbeuge zu, sondern hält sich mehr dorsal und biegt erst ganz zuletzt volarwärts in die volare Taillenbeuge ein; und die Bruchspalte steht nicht rechtwinklig zur Fac. articul. capitalis, sondern fällt stark nach der radialen Seite ab, so daß sie mit der Fac. articul. capit. eine scharfe Kante bildet.

#### r. 6.

Auch dieser Bruch ist ein Steilbruch, indem er am dorsalen Endpunkt der halbkreisförmigen Kante ein- und in der volaren Taillenbeuge austritt. Aber die Bruchflächen sind im höchsten Maße uneben und höckerig. Demgemäß ist es auch begreiflich, daß die Spongiosaräumchen, welche durch den Bruch eröffnet waren, zwar zum großen Teil durch Stücke von Abschlußplatte abgekapselt sind, eine vollkommene einheitliche Abschlußplatte sich aber nicht gebildet hat.

## I. 2 (Abb. 18, 19, 20).

Ein kräftiges festes Kahnbein mit Steilbruch. Die rauhe Leiste und die Furche unter ihr (distal von ihr) sind stark entwickelt. Der distale dorsale Höcker tritt stark hervor.

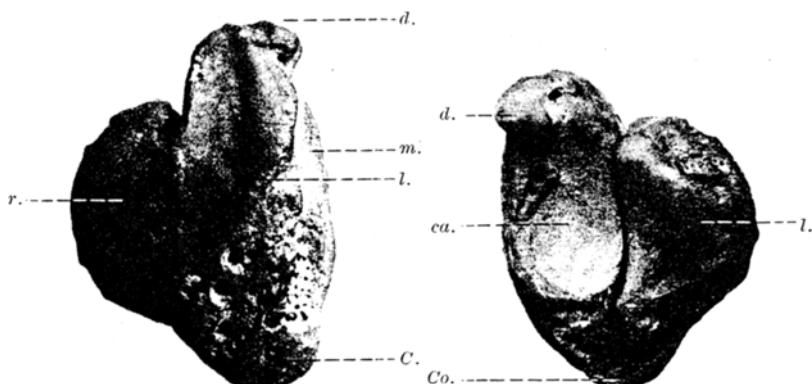


Abb. 18.

Abb. 18. Naviculare I. 2 mit Steilbruch in Dorsalflexionsstellung, ebenso wie in Abb. 20, von der radialen Seite. Vergr. 10 auf 19. Aufn. *Kaul und Thurmann*. *C.* Kegel. *d.* dorsadistaler Höcker. *l.* rauhe Leiste. *m.* Fac. artie. multang. *r.* Fac. artie. radialis.

Abb. 19. Naviculare I. 2 von der ulnaren Seite. Vergr. 3 auf 5. Aufn. *Kaul und Thurmann*. *ca.* Fac. artie. capit. *Co.* Kegel. *d.* distaler dorsaler Höcker. *l.* Fac. artie. lunaris.

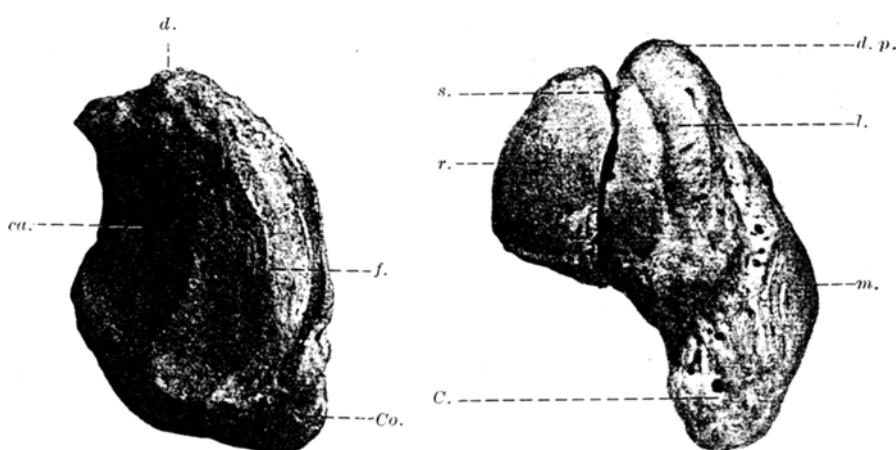


Abb. 20.

Abb. 20. Distale Bruchfläche des Naviculare I. 2. Vergr. 2mal. Aufn. *Jaurnek und Kießling*. *ca.* Fac. artie. capit. *Co.* Kegel. *d.* proximaler dorsaler Höcker. *f.* distale Bruchfläche.

Abb. 21. Naviculare I. 3 mit Steilbruch in Dorsalflexionsstellung, ebenso wie in Abb. 22, von der radialen Seite. Vergr. 2mal. Aufn. *Bulke und Behrens*. *C.* Kegel. *d. p.* proximaler dorsaler Höcker. *l.* rauhe Leiste. *m.* Fac. artie. multang. *r.* Fac. artie. rad. *s.* Scharte.

Die Bruchflächen haben die für Idealsteilbruch typische Gestalt: Von der dorsalen nach der volaren Seite allmählich dicker werdend und dann plötzlich gerundet endigend.

Die Bruchspalte beginnt etwas proximal von dem proximalen dorsalen Höcker und greift am volaren Ende etwas zu tief, so daß sie ganz zuletzt, um die volare Taillenbeuge zu treffen, im Bogen herausbiegen muß (Abb. 19). Abgesehen von dieser geringen Endbiegung ist sie gerade.

Die distale Bruchfläche (Abb. 20) ist in der Nähe des volaren Endes 9 mm dick, am dorsalen Ende dünner. Sie ist auf der volaren Seite etwa 2 mm auf dem *Kegel* weiter geschliffen.

Die Bruchflächen sind in ganzer Breite dicht eburniert, die beiden Schartenwände aber von Ebur frei. In den Flächen ist eine ganze Anzahl von feinen Löchelchen und Furchen, die letzteren den Bruchkanten parallel gekrümmmt; dazu ein stärkerer Wulst auf der distalen (Abb. 20) und entsprechende Furche auf der proximalen Fläche.

Die *Fac. artic. lun.* ist 4,7 mm hoch.

*l. 3* (Abb. 21, 22, 23).

Die *Bruchspalte* tritt „normal“ ein und aus, verläuft von der dorsalen bis zur volaren Seite grade (Abb. 21 und 22), ist aber in Querrichtung (radio-ulnar) nicht ganz eben, sondern das distale Stück schwach vertieft. Die Dicke der Bruchfläche ist an beiden Stücken gleich (bis zu 7,8 mm).

Von Eburnierung finden sich nur winzige Spuren an den beiden Knorpeltragplatten, aber sonst in der ganzen Dicke nicht, obwohl die fast ebene Fläche Gleitung begünstigt hätte. Der dorsale Abschnitt beider Bruchflächen ist aber lochlos geschlossen durch eine *Abschlußplatte*. Die distale Bruchfläche besonders zeigt in wunderlicher Weise die „Heilung“; auf dem volaren Abschnitt sind die kleinen Löcher alle geschlossen, jedoch ist noch eine Anzahl von größeren Löchern offen geblieben (Abb. 23). Auf dem dorsalen Abschnitt finden sich gar keine Löcher mehr, sondern eine ganz dichte geschlossene Fläche. Dieselbe ist aber nicht spiegelnd, nicht poliert, sondern stumpf. Mit der Lupe glaubt man äußerst feine, ganz flache Kugelchen zu sehen.

Das ist also Bildung der *Abschlußplatte ohne Schleifung*.

Eine Scharte gibt es nicht, wohl aber ist auf dem dorsalen Ende der ulnaren Seite der proximalen Bruchfläche ein 5 mm breiter Scherben weggesprenget.

*l. 4* (Abb. 24).

Dies ist derselbe Fall, durch den ich zuerst mit der Kahnbeinbruch-Frage in Berührung kam (s. S. 108). Er ist bereits durch *Richard Wolff* beschrieben (<sup>19</sup>, S. 404), denn auch die Weichteile und das x-Bild zur Verfügung standen. Doch komme ich auf denselben zurück, weil an ihm einige Merkmale in ganz vorzüglicher und das Nachdenken anregender Weise ausgeprägt sind. Dazu trägt bei, daß das distale Stück des Radius erhalten ist.

Der *Kegel* ist außerordentlich kurz und dabei dick. — Die *Fac. artic. multang.* misst in dorso-volarer Richtung nur 14,5 mm und schneidet am dorsalen Ende quer ohne Zipfel ab. In Verbindung damit ist die *Incis. capit.* tief ausgeschnitten. Trotz-

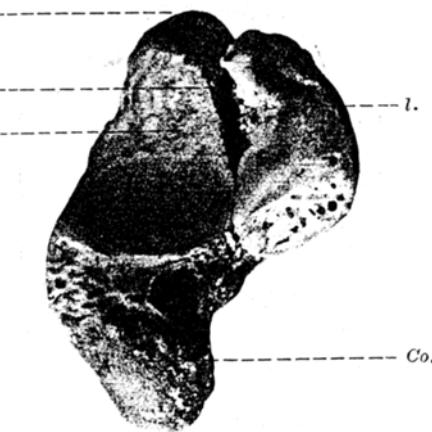


Abb. 22. *Naviculare l. 3* in Dorsalflexionsstellung von der ulnaren Seite. Vergr. 2mal. Aufn. *Balke* und *Behrens*. *ca.* *Fac. artic. capit.* *Co.* *Kegel.* *d.* *dorsaler Höcker.* *l.* *Fac. artic. lun.* *s.* *Scharte.*

dem tritt die Bruchspalte nicht in sie ein, denn der Bruch ist kein Taillenbruch, sondern ein *Steilbruch*. Die Fac. artic. lun. ist 5,5 mm hoch, groß und deutlich.

*Arthritische* Wucherungen finden sich ziemlich reichlich, und zwar in erster Linie in Gestalt einer starken Zacke der halbkreisförmigen Kante vor der Eintrittsstelle der Bruchspalte und einer weniger langen Zacke hinter dieser Eintrittsstelle; außerdem einiger Höcker an der rauen Leiste.



Abb. 23. Distale Bruchfläche des Naviculare 1. 3.  
Vergr. 4mal. Panphot.-Aufnahme Kopp. c. Fac.  
artic. capit. d. distaler dorsaler Höcker. f. distale  
Bruchfläche. p. proximaler dorsaler Höcker.  
r. Fac. artic. rad.

der Leiste ineinander, eine Grube bildend, übergehen. Rinnen und Leiste sind in gleicher Weise poliert. An der proximalen Bruchfläche entspricht der Leiste der distalen Bruchfläche eine Furche und der ulnaren Furche der distalen Bruchfläche eine Leiste. Indem Leisten und Furchen ineinander greifen, gleiten beide Stücke glatt aneinander in dorsovolarer Richtung. Das proximale Stück hat sich mit seinem vorderen (volaren) konvexen Ende in das distale Stück eingewühlt, dessen Bruchfläche dadurch am volaren Ende grubig vertieft ist.

*Schleifung des distalen Bruchstückes um Processus styloides radii.* In ungewöhnlich ausdrucks voller Weise machen sich in diesem Falle die Folgen der Schleifung des distalen Bruchstückes am Processus styloides des Radius bemerkbar. Der Anblick des Radius und der des Kahnbeins ergänzen und erklären sich dabei gegenseitig.

*Radius* (Abb. 24). Die Fac. artic. navic. ist aufs Schärfste in zwei Unterfelder geschieden, ein mediales (ulnares) und ein laterales (radiales). Die Grenze zwischen

*Bruchspalte*. Ein- und Austritt sind typisch, der Verlauf aber nicht ganz gerade, vielmehr ist die proximale Bruchfläche etwas konkav, die distale etwas konkav, so daß die Bruchspalte, um die volare Taillenbeuge zu erreichen, mit ihrem distalen Ende volarwärts herausbiegen muß.

*Scharte* ist vorhanden. Es bestand also auch ein Keil. Derselbe ist von Wolff erwähnt als „Splitter“ (Z. Chir. 69, 404). Er ist von dem proximalen Stück abgeschlagen, wie man daraus erkennen kann, daß sich die distale Bruchfläche gerade in die distale Schartenwand fortsetzt, während die proximale Bruchfläche mit der proximalen Schartenwand einen Winkel bildet. Beide Bruchflächen sind ganz und gar aufs schönste glatt geschliffen und eburniert. Auch beide Schartenwände verhalten sich ganz ebenso. Die Glättung und Eburnierung setzt sich sogar dorsalwärts fort auf die arthritischen Höcker.

Trotz dieser vollendeten Glättung sind aber die Bruchflächen keineswegs eben. Auf der distalen Bruchfläche bemerkte man zwei Rinnen, die durch eine dorsovolarwärts verlaufende Leiste getrennt sind, aber vor dem volaren Ende

beiden wird gebildet durch eine Kante, welche dorsovolar, aber nicht ganz gerade, sondern radialwärts ausgebogen verläuft. Die Kante kommt dadurch zustande, daß sich die Krümmung der Fläche nicht gleichmäßig von der medialen Seite her auf den Processus styloides fortsetzt, sondern dieser abgeschliffen ist, wie sich aufs deutlichste darin äußert, daß er nicht wie am gesunden Radius gerundet, sondern mit scharfer Kante endigt. Ferner ist das laterale Unterfeld glatt poliert und spiegelnd, das mediale sieht duff, samtig aus, d. h. das mediale hatte seinen Knorpelüberzug behalten, auf dem lateralen war der letztere abgerieben und war der Knochen eburniert. Und endlich: Das mediale Unterfeld ist in dorsovolarer Richtung konkav wie beim normalen Radius, das laterale ist in der gleichen Richtung konvex.

Die hier in Worten angegebenen Merkmale des Radius sind in der Abb. 24 trotz der auf diese verwendeten Sorgfalt nicht völlig deutlich, da die Grade von Konkavität und Konvexität wegen Schattierung und Spiegelung nicht ganz klar zu erkennen sind. Um völlige Anschaulichkeit zu bieten, müßten zwei weitere Abbildungen hinzugefügt werden, eine von der volaren Seite, um die Zuschärfung am lateralen Rande, und eine von der lateralen Seite, um die Konvexität des lateralen Unterfeldes des in dorsovolarer Richtung zu zeigen.

*Distales Bruchstück des Kahnbeins.* Die laterale (radiale) Fläche des Kahnbeins ist durch die Bruchspalte in zwei Stücke zerschnitten, welche — um früher gesagtes zu wiederholen — im Augenblick des Hinstürzens auf die dorsal flektierte Hand ein volares und ein dorsales, nach der Rückkehr der Hand in Streckstellung ein proximales und ein distales sind. In unserem Falle liegt die radiale Bruchlinie annähernd im gleichen Abstande von dem Scheitel der halbkreisförmigen Kante und von der rauen Leiste, letzterer etwas näher. Diese Fac. artic. radialis zerfällt also auch in zwei Unterfelder, ein proximales und ein distales, die durch die laterale Bruchlinie voneinander getrennt sind.

Diese beiden Unterfelder unterscheiden sich nun in bemerkenswerter Weise: 1. Ist das proximale Unterfeld in dorsovolarer Richtung erheblich konvex, so daß es genau in das mediale Unterfeld der Fac. navic. des Radius hineinpaßt; das distale Unterfeld dagegen ist etwas unregelmäßig, aber doch annähernd eben, so daß es nicht kongruent mit dem lateralen Unterfeld der Fac. navic. des Radius gekrümmt ist, was zur Folge hat, daß zwischen beiden nur wenig Kontakt besteht, nämlich nur in einer ulnoradialen Linie, und sie aufeinander schaukeln. 2. Ist das proximale Unterfeld duff, samtig, sowie es auch das mediale Unterfeld am Radius, mit dem es zusammenpaßt, ist, das distale Unterfeld dagegen ist poliert und eburniert wie das laterale Unterfeld am Radius, mit welchem es zusammenstößt.

Diese Merkmale sprechen eine beredte Sprache: Paßt man das Kahnbein an die Speiche an, so entspricht die dorsovolare Kante zwischen beiden Unterfeldern des



Abb. 24. Distale Endfläche des Radius bei altem Bruch des linken Naviculare (Fall Dubs). Die volare Seite ist in der Abb. nach oben, die dorsale nach unten gewendet. Vergr. 1 : 2. Aufn. Emmer und Feistkorn. lu. Fac. artic. lunaris. na. r. radiale Unterfacette, nav. u. ulnare Unterfacette der Fac. artic. navicul.

Radius genau der lateralen (radialen) Bruchlinie des Kahnbeins, woraus sich auch erklärt, daß diese Kante nicht gerade, sondern lateralwärts ausgebogen ist, was der Konvexität der Fac. artic. radialis des Kahnbeins entspricht. Natürlich ist diese Kante nicht bei dem Unfall (momentan) entstanden, sondern sie ist im Laufe der Zeit dadurch erzeugt worden, daß das laterale Unterfeld des Radius stärker wie das mediale abgeschliffen worden ist.

Jedenfalls ist die Reibung des distalen Bruchstückes des Kahnbeins am Processus styloides viel intensiver gewesen wie die des proximalen Bruchstückes am Radius weiter ulnar. Das geht aus der Beschaffenheit der Gelenkflächen hervor, dem duffen Aussehen der medialen Unterfacette am Radius und der proximalen Unterfläche an der Fac. artic. radialis des Kahnbeins und im Gegensatz dazu der polierten eburnierten Beschaffenheit der lateralen Unterfläche am Radius und der distalen Unterfläche der Fac. artic. radialis des Kahnbeins.

Weitere Präzision erhalten diese Angaben durch Maße. Von solchen kommen in Betracht

dorsovolare Maße:

- a) Laterales Stück der Fac. artic. navic. des Radius . . . . 12,6 mm
- b) Distales Stück der Fac. artic. radialis des Naviculare . . 20 mm
- c) Proximales Stück der Fac. artic. radialis des Naviculare 15 mm

radioulnare Maße:

- d) Laterales Stück der Fac. artic. navic. des Radius . . 9 mm
- e) Distales Stück der Fac. artic. radialis des Naviculare . 10,3 mm

Von diesen Beträgen ist am wichtigsten der von b verglichen mit dem von a und von e; d. h. das dorsovolare Maß des distalen Stückes der Fac. artic. radialis des Kahnbeins ist erheblich größer sowohl wie das des proximalen Stückes am Naviculare wie dasjenige des lateralen Stückes der Fac. artic. navicularis des Radius.

Daraus und aus der verschiedenen Beschaffenheit der beiden Stücke der Fac. artic. navicularis des Radius läßt sich erkennen, daß die Schleifung des distalen Kahnbeinstückes an der Speiche viel bedeutender war wie die des proximalen Stückes. Ja es ist sogar die Vermutung gestattet, daß das proximale Stück des Naviculare, durch den Bruch vom distalen Stück befreit und durch die beiden Ligg. navilunata\* am Lunatum festgehalten, sich, anders wie beim ungebrochenen Kahnbein, nicht stärker wie das Lunatum an der Flexion beteiligt habe. Natürlich muß dann das distale Stück des Naviculare genau ebenso stark am proximalen Stück des Naviculare wie am Processus styloides schleifen. Das läßt sich sehr schön veranschaulichen, indem man das proximale Stück des Naviculare an den Radius anhält. Dann bilden diese zwei zusammen eine Nische, in welche man das distale Stück des Kahnbeins hineinlegen und in ihr flxorisch bewegen kann. Diese Erfahrungen am Naviculare und am Radius sind eine glänzende Bestätigung dafür, daß — wie ich vor 50 Jahren beachtet habe — das proximale Ende des Naviculare durch das Lunatum und das distale Ende des Naviculare durch das Multangulum majus festgehalten ist.

Eine solche eburnierte Schleiffläche für den Proc. styl. radii am distalen Bruchstück des Naviculare, ganz scharf auf dieses begrenzt und gar nicht auf das proximale Stück übergreifend, habe ich -- außer beim l. 4 noch bei vier anderen Fällen: beim l. 5, l. 6, r. 7, r. 8 gefunden.

Das bedeutende dorsovolare Maß der Fac. artic. radialis des distalen Stückes des Kahnbeins erklärt sich daraus, daß dasselbe sowohl in dorsaler wie in volarer Richtung weiter abgeschliffen ist, in volarer Richtung bis auf die proximale Seite des Kegels, in dorsaler Richtung bis auf den distalen Höcker.

\* Siehe über diese S. 117.

Abgleiten des distalen Stückes vom proximalen, wie man nach *Granier* annehmen könnte (? , S. II) besteht nicht.

*l. 5* (Abb. 25, 26, 27).

*Idealsteilbruch* von klassischer Klarheit: Ein- und Austritt des Spaltes typisch, d. h. der Spalt tritt ein am Tuberculum proximale und aus in der volaren Taillenbeuge, verläuft zwischen diesen beiden Punkten schnurgerade, ist rechtwinklig zur Oberfläche gerichtet. Es gibt eine ganz winzige *Scharte*.

Die *Bruchflächen* sind fast eben. Auf ihnen finden sich schwache Leisten und Furchen, den Bruchkanten parallel und demgemäß gebogen, dorsovolares Gleiten andeutend. Die Gleitbahn ist auf die proximale Seite des *Kegels* 2,3 mm fortgesetzt.

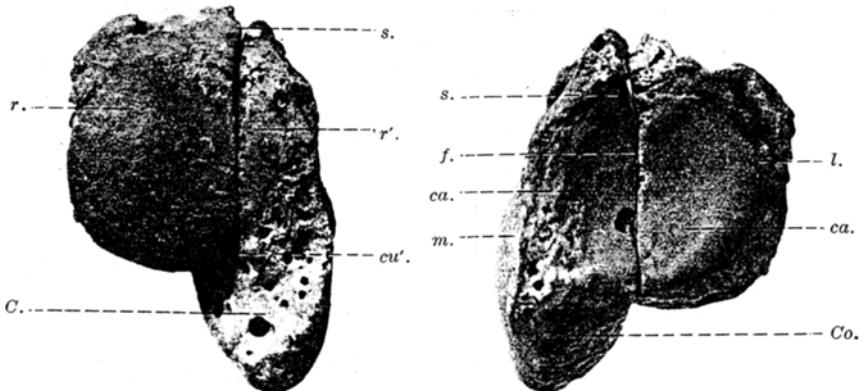


Abb. 25.

Abb. 25. Naviculare 1.5 mit Steilbruch in Dorsalflexionsstellung, ebenso wie in Abb. 26, von der radialen Seite. Vergr. 2mal. Aufn. Ehlenbeck, Gütthe, Lorinser. C. Kegel. cu' das auf den Kegel fortgesetzte Stück der Gleithahn. s. Scharte. r. Fac. art. radialis. r' der auf dem distalen Bruchstück gelegene, durch Schleifen an dem Proc. styl. rad. geglättete und eburnierte Abschnitt der Fac. artic. rad. s. Scharte.

Abb. 26. Naviculare 1.5 mit Steilbruch in Dorsalflexionsstellung von der ulnaren Seite. Vergr. 2mal. Aufn. Ehlenbeck, Gütthe, Lorinser. ca. Fac. artic. capit. Co. Kegel. f. Bruchspalte. l. Fac. artic. lun. m. Fac. artic. multang. s. Scharte.

Die Bruchflächen sind vollkommen eburniert, trotzdem finden sich auf ihnen zahlreiche Spongiosalöcher.

Auf dem Abschnitt der Fac. artic. radialis, welcher dem distalen Stück angehört, findet sich eine 13 mm lange am distalen Höcker beginnende Eburnierung, welche durch *Schleifen am Processus styloides radii* bedingt ist. Dieselbe beschränkt sich, was sehr wichtig ist, so streng auf das distale Stück, ohne auf das proximale überzugreifen, daß sie scharf mit der Bruchkante abschließt (vgl. 1.4 und 1.9).

*l. 6.*

*Idealsteilbruch*. Ein- und Austritt und Verlauf der Bruchspalte ideal: Sie tritt ein proximal von dem distalen Höcker, aus in der volaren Taillenbeuge und verläuft zwischen beiden Stellen gerade. Der proximale Höcker ist weggeschlagen, was an Stelle eines Keiles anzusehen ist. Die Gestalt der Bruchflächen ist die typische: In volarer Richtung allmählich dicker werdend bis zu 7 mm und dann plötzlich abfallend. Auf der distalen Bruchfläche sind zwei längliche eburnierte Wülste, ein ulnarer an die ulnare Kante anstoßend und ein radialer an die radiale

Kante anstoßend. Zwischen beiden Wülsten verläuft eine Rinne, aus welcher zwei kleinere und zwei sehr große Löcher in die Spongiosa hineinführen, während die klein gebliebenen Löcher verschlossen sind. Weiter vorn (volar) vereinigen sich die beiden Wülste zu einer breiteren, in querer Richtung konvexen Fläche, welche, gleichfalls eburniert, sich noch 3,5 mm weit *auf den Kegel* fortsetzt. So viel hat also das proximale Stück durch Gleiten auf dem distalen der Gleitbahn hinzufügen können.

Die Scharte ist klein, sowohl kurz wie schmal. Sie ist auf Kosten des proximalen Stückes entstanden, indem dessen Bruchfläche hinten (dorsal) leicht gebogen ist.

Die rauhe Leiste auf der lateralen Seite und die Rinne unter ihr sind stark ausgebildet; in der Leiste mehrere Venenlöcher.

Die *Fac. artic. lunaris* ist nur in Höhe von 2,5 mm erhalten, das oberen Stück derselben weggewetzt.

*l. 7* (Abb. 28 und 29).

Idealsteilbruch. Schönes *Naviculare* mit schönem typischem Bruch: D. h. die Spalte tritt ein proximal vom distalen Höcker, aus in der volaren Taillenbeuge und es verläuft dazwischen die distale Bruchfläche gerade, während das proximale Stück den Keil hergegeben hat. Die distale Schartenwand ist einfach ein Stück der distalen Bruchfläche, die proximale beginnt weiter proximal. Die Bruchflächen sind ziemlich ausgiebig eburniert, abgesehen von den Wänden der Scharte, die nicht geglättet und nicht eburniert sind. Das Ebur trägt Schleifflächen und Schleifrinnen. Die distale Bruchfläche zeigt sehr schön die typische Form des Durchschnittes: In volarer Richtung allmählich dicker werdend und dann plötzlich abfallend.

*Fac. artic. lunaris* 5,4 mm hoch.

*l. 8* (Abb. 30, 31, 32).

Die Eintrittsstelle der *Bruchspalte* durch den proximalen dorsalen Höcker und die Austrittsstelle

in der volaren Taillenbeuge sind typisch, aber der Verlauf der Spalte ist ungewöhnlich, indem sie von dem Eintritt bis in die Nähe des volaren Endes zu weit distal bleibt (Abb. 30), so daß sie zuletzt, um die volare Taillenbeuge zu erreichen, unter rechtem Winkel proximalwärts heraustreten muß. Die Bruchflächen sind voller Höcker und Gruben.

*Scharte minimal* (Abb. 31).

Jede Spur von *Schleifung fehlt*. Man kann sagen, daß die rechtwinklige Knickung der Bruchspalte das Gleiten verhindert hat. Aber dann ist es auffallend, daß nicht Verwachsung eingetreten ist.

Auf der *distalen Bruchfläche* (Abb. 32) finden sich mehrere große Löcher, welche tief in die Spongiosa hineinführen, dazwischen Strecken, in welchen die kleinen Löcher durch die Abschlußplatte ausgefüllt sind. Auf der proximalen Bruchfläche ist der Unterschied nicht so stark, es gibt zwar einige größere Löcher, aber keine so großen wie auf der distalen Fläche. Die kleinen Löchelchen, Zugänge zu Spongiosaräumchen, sind streckenweise noch erhalten, streckenweise aber durch schon gebildete Abschnitte der *Abschlußplatte* ausgefüllt. In diesem Falle ist es sehr anschaulich, daß Abschnitte der Abschlußplatte schon gebildet sind, während andere

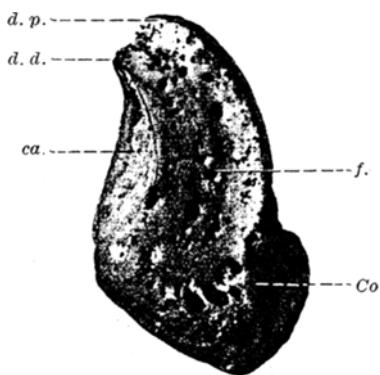


Abb. 27. Distale Bruchfläche des *Naviculare* 1. 5. Vergr. 2mal.  
Aufn. Greber, Zapfe, Zinnumann. ca. *Fac. artic. capit.* Co.  
*Kegel.* d.d. distal-dorsaler Höcker.  
d. p. proximaler dorsaler Höcker.  
f. Bruchfläche.

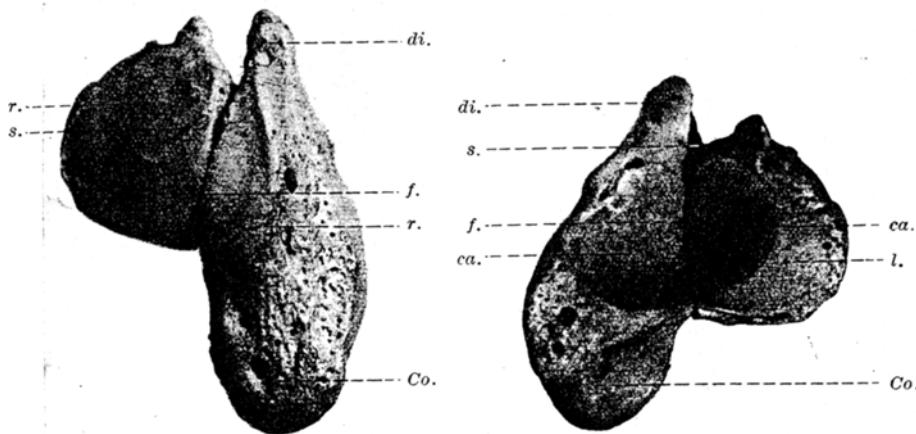


Abb. 28.

Abb. 29.

Abb. 28. Naviculare I. 7 mit Steilbruch in Dorsalflexionsstellung, ebenso wie in Abb. 29, von der radialem Seite. Vergr. 2mal. Aufn. Ehlenbeck, Gütthe, Lorinser. Co. Kegel. di. distaler dorsaler Höcker. f. Bruchspalte. r. Fac. artic. rad. s. Scharte.

Abb. 29. Naviculare I. 7 mit Steilbruch in Dorsalflexionsstellung von der ulnaren Seite. Vergr. 2mal. Aufn. Ehlenbeck, Gütthe, Lorinser. ca. Fac. artic. cap. Co. Kegel. di. distaler dorsaler Höcker. f. Bruchspalte. l. Fac. artic. lunaris. s. Scharte.

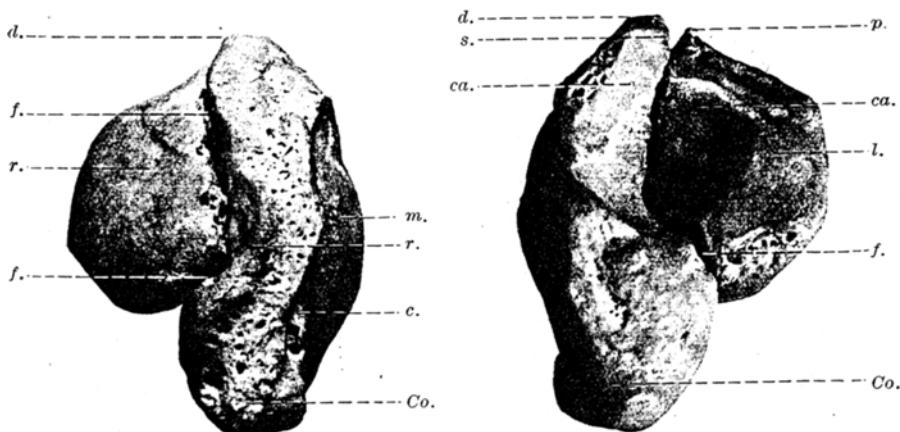


Abb. 30.

Abb. 31.

Abb. 30. Naviculare I. 8 mit Steilbruch in Dorsalflexionsstellung, ebenso wie in Abb. 31, von der radialem Seite. Vergr. 2mal. Aufn. Scholz und Stappeneck. c. ruhе Leiste. Co. Kegel. d. distal-dorsaler Höcker. f. Bruchspalte. m. Fac. artic. multang. r. Fac. artic. rad.

Abb. 31. Naviculare I. 8 mit Steilbruch in Dorsalflexionsstellung von der ulnaren Seite. Vergr. 2mal. Aufn. Scholz und Stappeneck. ca. Fac. artic. capit. Co. Kegel. d. distaler dorsaler Höcker. f. Bruchspalt. l. Fac. artic. lun. p. proximaler-dorsaler Höcker. s. Scharte.

Abschnitte noch fehlen. Die Abschlußplatte ist nicht im strengsten Sinne glatt, sondern läßt äußerst feine, nur mit der Lupe andeutungsweise erkennbare Hügelchen sehen.

Fac. artic. lun. 4,5 mm hoch.

*I. 9 (Abb. 33).*

Ein großes Naviculare. Die Oberfläche, soweit sie von Periost bedeckt war, durch Arthritis rauh.

Die *Bruchspalte* ziemlich wie beim Steilbruch, jedoch mit der Besonderheit, daß das dorsale Ende des distalen Stückes einen proximalwärts gekrümmten Haken bildet (Abb. 33), welcher durch eine ringsherum laufende feine Furche abgegrenzt ist, woraus man ersehen kann, daß er einmal abgebrochen war und wieder angewachsen ist.



Abb. 32.

Abb. 32. Distale Bruchfläche des Naviculare 1. 8. Vergr. 2mal. Aufn. Scholz und Stappenbeck.  
ca. Fac. artic. capit. Co. Kegel. d. distaler dorsaler Höcker. f. distale Bruchfläche.  
p. proximaler dorsaler Höcker.

Abb. 33. Distale Bruchfläche des Naviculare 1. 9. Aufn. Michm. ca. Fac. artic. capit.  
Co. Kegei. d. distal-dorsaler Höcker, erst abgebrochen, dann wieder angewachsen.  
f. distale Bruchfläche.

Auf den stark höckerigen *Bruchflächen* ist eine Anzahl von größeren Löchern, welche aber keine kantigen, sondern gerundete Ränder haben (Resorptionserscheinung). An einigen beschränkten Stellen erblickt man die kleinen ursprünglichen Löchelchen; an dem größten Teil der Bruchflächen aber ist die *Abschlußplatte* schon gebildet und an dieser sind streckenweise winzige Höckerchen mit der Lupe eben zu erkennen, der größere Teil der Flächen aber ist glatt. Von Schleifung und Ebur ist an keiner der beiden Bruchflächen auch nur eine Spur zu erblicken, und es ist daraus zu erkennen, daß die Spongiosa von sich aus ohne einen in Reibung bestehenden Reiz die Verschlußplatte schaffen kann.

Fac. artic. lun. 4 mm hoch und unbeschädigt.

*I. 10.*

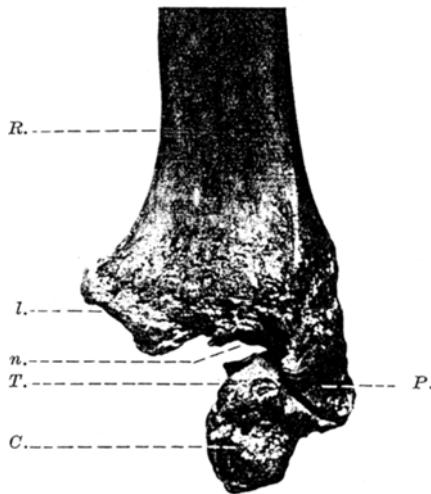
Dieses als rechtes erhaltenes Kahnbein erwies sich als linkes.

Der Bruchspalt verläuft anfangs, d. h. in seinem dorsalen Abschnitt typisch

wie der eines Steilbruches, greift dann aber tief in das distale Stück ein, in diesem eine *Grube* erzeugend, in welche das proximale Stück wie mit einem dicken Kopf hineinpaßt. An diesem Kopf und in dieser Grube gibt es je zwei sich entsprechende eburnierte, aber sehr kleine Flächen, eine ulnare und eine radiale. Es sieht nicht so aus, als habe der Kopf die Grube allmählich gehöhlten, sondern als sei Kopf und Grube gleich bei der Verletzung entstanden. In diesem Falle könnte man eine solche Bruchform als „Schalenbruch“ bezeichnen, indem das distale Stück eine Schale bildet, in welcher das proximale Stück ruht.

Scharte ist nicht vorhanden, indem die dorsale Portion des distalen Bruchstückes weggebrochen ist.

Die Fac. artic. lun. ist gänzlich verwaschen.



L. II (Abb. 34, 35, 36).

Von diesem Präparat ist nicht nur das Kahnbein, sondern sind auch die beiden Vorderarmknochen und sämtliche Handwurzelknochen erhalten. Das kann daher, daß der Bruch von mir auf dem Präpariersaal während der Präparierübungen bemerkt wurde, so daß ich die Präparation unterbrechen und die Stücke zusammenstiften lassen konnte, während die Knochen sich noch in ihrer gegenseitigen Lage befanden und die Knorpelüberzüge erhalten waren. Dabei wurde das distale Kahnbeinstück an die Speiche angestiftet (Abb. 34); alle Karpalien mit Ausnahme des Kahnbeins wurden durch Stifte vereinigt und an das Mondbein die vier Brocken, in welche das proximale Stück des Kahnbeins zersprengt war, in derjenigen Lage angestiftet, in welcher sie sich fanden (Abb. 35).

Bei der Betrachtung des Präparates muß man sich beständig vorsagen, daß die Stellung, in welcher sich die Stücke jetzt befinden, die der gestreckten Hand ist, während der *Bruch in Dorsalflexion*, also um etwa 90° gegenüber dieser Stellung gedreht, erfolgt ist. Wenn man das beachtet, so läßt sich manches klar erkennen. Es zeigt sich dann, daß die *Bruchspalte* eintritt an dem dorsalen Höcker und austritt in der volaren Taillenbeuge, daß also der Bruch ein *Steilbruch* ist.

Das *proximale* Stück ist in *vier Brocken* zerschlagen, man darf wohl annehmen gleich bei dem Unfall; das distale Stück ist nicht weiter zerlegt worden.

Die *vier Brocken des proximalen Stückes*, wie sie jetzt angestiftet sind, sind zwei volare und zwei dorsale, von jeder Sorte ein proximales und ein distales. Die dorsalen sind größer. Die Maße sind: do. prox. 10 mm, do. dist. 10 mm, vol. prox. 4 mm, vol. dist. 6 mm. An den beiden proximalen sind Bruchstücke der Fac. artic. radialis erhalten \*.

\* An der dorsal-radialen Ecke des Lunatum springt eine Zacke rückwärts, die dem dorsal-distalen Bröcken des Naviculare Berührung hat. Diese Exostose erinnert an eine gleiche, welche ich in zwei Fällen von chronischer Arthritis des Handgelenks an derselben Stelle angetroffen habe (Arch. f. Orthop. 38, 650).

*Speiche und distales Kahnbeinbruchstück* (Abb. 36). Jetzt, d. h. bei der Lage, welche der Streckstellung der Hand entspricht, verläuft die distale Bruchfläche, wie man bei Betrachtung von der volaren und von der dorsalen Seite her feststellen kann, schief von der ulnaren Seite her lateral-proximalwärts ansteigend, also so wie es bei x-Bildern frischer Kahnbeinbrüche meistens zu sehen ist. Man nimmt dabei wahr — immer noch von der volaren oder dorsalen Seite her —, wie diese distale Bruchfläche — man darf auch sagen: „wie der Bruchspalt“ — den Radius auf einer dorsovolaren Linie trifft, durch welche an der *Fac. artic. navicul.* des Radius *zwei Unterfelder* getrennt werden, ein mediales (ulnares) und ein laterales (radiales).

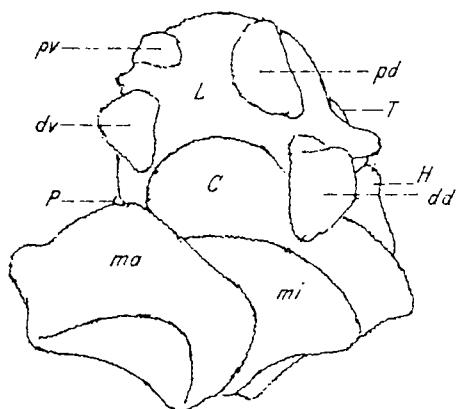


Abb. 35.

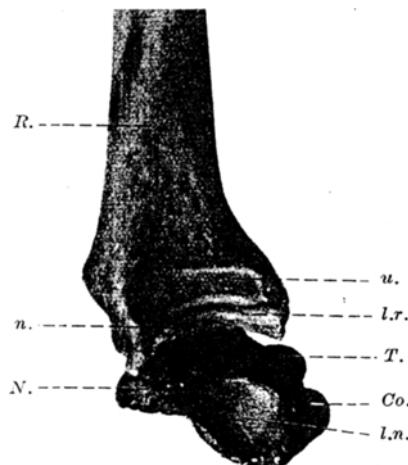


Abb. 36.

Abb. 35. Die Handwurzelknochen des Naviculare I. II mit Ausnahme des distalen Stückes des Naviculare in derjenigen Lage zusammengestiftet, in welcher sie sich am unimacerierten Präparat fanden; die 4 Brocken des proximalen Stückes des Naviculare sind in der Lage, in welcher sie sich fanden, an das Lun. angestiftet. Das Präparat wird von der radialen Seite her erblickt. C. Capitulum. H. Hamatum. L. Lunatum. ma. Multang. maj. mi. Min. P. Pisiforme. T. Triquetrum. dd. distal-dorsaler. dv. distal-volarer. pd. proximal-dorsaler. p.v. proximal-volarer Brocken des proximalen Stückes des Naviculare.

Abb. 36. Linker Radius mit dem an den Proc. styl. angestifteten distalen Stück des Naviculare I. II von der ulnaren Seite gesehen. Natürliche Größe. Aufn. Jaurnek, Kießling, Kopp. Co. Kegel. l. n. Fac. lun. am Naviculare. l. r. Fac. lun. am Radius. N. Naviculare. n. Facies navic. am Radius. R. Radius. T. durch Arthritis entstandener Knubbel in der volaren Taillenbeuge. u. Incisura ulnaris radii.

Das mediale (ulnare) Unterfeld ist in eigentümlicher Weise rauh oder kleinhöckerig, von einer Beschaffenheit, wie ich sie an keinem der gebrochenen Kahnbeine getroffen habe. Man darf wohl annehmen, daß dieser eigentümliche Zustand dadurch hervorgerufen war, daß während des Lebens die *Brocken des proximalen Kahnbeinstückes an dem Radius gescherert* haben. Der Zustand unterscheidet sich sehr bemerkenswert von dem der daneben gelegenen *Fac. artic. lun.* des Radius, welche das Aussehen einer gesunden Fläche dieser Stelle hat.

An das *laterale Unterfeld* der *Fac. artic. navicularis* des Radius ist das *distale Bruchstück* des Kahnbeins ganz fest angepreßt und durch Stiftung mit ihm verbunden worden. Das distale Kahnbeinstück ist hier in gleicher Weise an den *Processus styloides radii* angelegt wie beim Präparat I. 4 (S. 147), aber es besteht ein Unterschied, indem nicht wie bei I. 4 das distale Stück in dorsovolarer Richtung eben ist, wodurch es und der Radius in dieser Richtung inkongruent sind und

aufeinander schaukeln, sondern das distale Kahnbeinstück in dorsovolarer Richtung *konkav* ist und sich dem Processus styloides des Radius angepaßt hat.

Das distale Kahnbeinstück ist dadurch, daß auf seiner Fac. artic. rad. und ebenso an dem Proc. styl. radii der Knorpel und wohl auch schon etwas vom Knochen weggeschliffen ist, bedeutend in die Höhe gerückt (Abb. 34).

Die „raue Leiste“ tritt scharf hervor, ist hart an den Proc. styl. angeschmiegt und dementsprechend nach unten ausgebogen. An ihr vorderes (volares) Ende schließt sich ein eigentümlicher Wulst an in der Gegend der volaren Taillenbeuge (Abb. 34 und 36, T.), der sich so ausnimmt (impressionistisch), als sei hier die Knochensubstanz herausgequetscht.

Durch das mediale Unterfeld der Fac. artic. navic. des Radius und die distale Bruchfläche des Kahnbeins wird eine Nische gebildet, welche von der ulnaren Seite her zugängig ist und spitz an der lateralen Seite endigt (Abb. 34). In ihr lagen die Brocken des proximalen Stückes des Kahnbeines. Die *distale Bruchfläche* des Kahnbeins ist fast ganz eben und von einer vollkommenen *Abschlußplatte* bedeckt, welche jedoch nicht glatt ist und keine Spur von Schleifung zeigt, wozu ja auch, da das proximale Stück zertrümmert war, keine Möglichkeit vorlag.

### Taillenbrüche.

r. 7.

Kleines festes Naviculare. Der Bruch ist ausgesprochener Taillenbruch; der Bruchspalt tritt sogar am distalen Ende der Incisura capit. ein, aber in der volaren Taillenbeuge aus.

Die proximale Bruchfläche ist bis 8,3 mm, die distale bis 9,8 mm dick, also von „dünner Stelle“ kann keine Rede sein. An der dorsalen Seite geht die Spalte in eine *Scharte* über, deren distale Wand gerade und deren proximale Wand in der dorsalen Hälfte leicht gebogen ist, so daß das proximale Stück auf dem distalen schaukelt.

Die beiden *Bruchflächen* sind in ganzer Breite und ganzer Länge eburniert und diese Eburnierung setzt sich ohne Grenze auf die beiden Wände der Scharte fort. Am volaren Ende des Spaltes geht sie auf dem distalen Stück noch etwas auf den *Kegel* weiter. Das Ebur enthält eine Anzahl von Spongiosalöchern. Auf den Bruchflächen sind mehrere dorsovolare Furchen und Rinnen parallel mit den Bruchkanten.

Die Fac. artic. lun. ist 2,3 mm hoch.

r. 8 (Abb. 37).

Periartikuläre arthritische Knochenwucherungen finden sich hauptsächlich am halbkreisförmigen Rande und in der volaren Taillenbeuge, aber auch am Rande der Fac. artic. multang.; überhaupt sind alle Stellen dieses Knochens, welche von Periost bedeckt waren, rauh wie von Arthritis angefressen.

Die Fac. artic. lun. ist gar nicht erkennbar.

Der *Bruchspalt* tritt ein in der Incisura capitalis, aber er tritt nicht aus in der volaren Taillenbeuge, sondern erheblich weiter proximal, durch die Stelle, welche dem vorderen (volaren) Ende der Fac. artic. lun. entsprechen würde, falls eine solche vorhanden wäre. Der Bruch ist also genau genommen kein Taillenbruch. Das dorsale Ende des Spaltes liegt so weit distal, daß er mit ihm sogar das dorsale Ende der Fac. artic. multang. schneidet.

Die *proximale Bruchfläche* ist sowohl in dorsovolarer wie in ulnaradialer Richtung konvex; die *distale Bruchfläche* in beiden Richtungen konkav, aber etwas weniger wie die Konvexität der proximalen Fläche, so daß das proximale Stück auf dem distalen leicht schaukelt. Keine Scharte.

Die Bruchflächen sind ganz und gar *dicht eburniert* (Abb. 37); auf der distalen ist nur ein einziges kleines Loch. Auf der proximalen Fläche findet sich eine ganz schwache Furche und auf der distalen Fläche eine ganz schwache Leiste. Furche und Leiste entsprechen einander und bezeichnen den Weg der Gleitung von proximovolarer nach distodorsaler Seite.

Auf dem Abschnitt der Fac. artic. rad., welcher dem distalen Stück des Kahnbeins angehört, findet sich ein *kleineres poliertes* (eburniertes) Feld, aber eben nur auf dem distalen Stück, haarscharf bis an den Spalt heranreichend, nicht auch

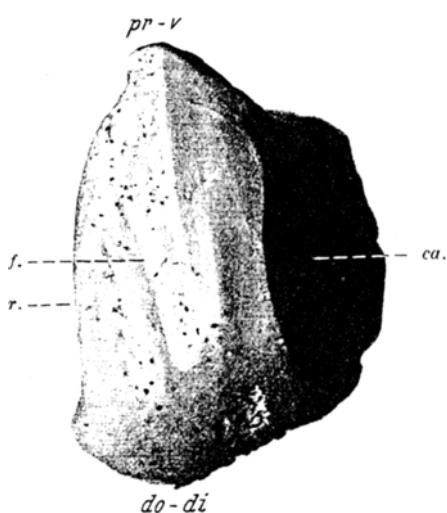
proximal von diesem. Diese Stelle muß am Processus styloides radii geschliffen haben, was schon bei 1. 4, 1. 5 und 1. 11 beschrieben worden ist.

Etwas Besonderes und nicht ganz sicher zu Deutendes findet sich noch auf dem proximalen Bruchstück, nämlich eine ganz feine, nur mit Lupe zu beobachtende, aber *scharfe Furche* sowohl auf der ulnaren, also kapitaleen, wie auf der radialen Gelenkfläche. Man hat also zunächst zwei Furchen vor sich, eine ulnare und eine radiale, und hat sich nun zu fragen, ob beide Furchen zusammengehören. Und das ist in der Tat der Fall, denn beide beginnen und endigen an denselben Stellen. Nämlich sie beginnen in der Eintrittsstelle der Bruchspalte, d. h. in der Mitte der Incisura capitatis und endigen an einer Stelle der halbkreisförmigen Kante, welche an der Grenze des mittleren und dorsalen Drittels dieser Kante liegt. An diesen beiden Stellen müßte man erwarten, die beiden Furchen ineinander umbiegen zu sehen. Aber an beiden Stellen ist die Umbiegung verwischt, an der halbkreisförmigen Kante durch die hier bestehenden arthritischen Wucherungen, auf der Bruchfläche durch Schleifung und Eburnierung.

Durch die Furchen wird sowohl die ulnare wie die radiale Gelenkfläche in zwei Abschnitte zerschnitten, die man als dorsales und volares Stück unterscheiden kann. Das volare ist dreieckig.

Abb. 37. Proximale Bruchfläche des Naviculare r. 8 (Taillenbruch). Vergr. 3mal. Aufn. Miehm. Die Helligkeitsunterschiede sind sehr stark, weil das Licht streifend auftreten mußte, um die Feinheiten der eburnierten Bruchfläche herauszubringen. Die Fac. artic. capit. ist deswegen ganz beschattet. Sie liegt nicht in einer Flucht mit der Bruchfläche, wie es der Figur nach scheinen könnte, sondern ist gegen dieselbe unter rechtem Winkel abgeknickt. *ra.* Fac. artic. capit. *do-di.* dorsal-distale Stelle des Randes der Bruchfläche. *pr. r.* proximovolare Stelle des Randes der Bruchfläche. *f.* Bruchfläche. *r.* radiauer Rand der Bruchfläche.

Beide Stücke unterscheiden sich auf der ulnaren Seite dadurch, daß das dorsale Stück eigentlich flachhöckerig, das volare Stück von normalem Aussehen ist. Auf der radialen Seite besteht solche Verschiedenheit nicht. Wenn man nach einer Erklärung für dieses eigenartliche Verhalten sucht, so kommt man auf die Vermutung, daß bei dem Unfall das Kahnbein nicht in zwei, sondern in drei Stücke gesprengt worden war, ein distales und zwei proximale, von welchen die letzteren als proximovolares und proximodorsales zu unterscheiden sind. Als „Keil“ ist von den beiden proximalen keines zu bezeichnen, dafür ist ihre Größe zu gleich und paßt auch ihre Lage nicht. Allerdings ist die Gestalt des proximovolaren Stückes dreieckig. Die Vermutung geht dann weiter, daß die beiden proximalen Stücke wieder



vollständig miteinander verwachsen sind, während die Spalte zwischen dem proximovolaren Stück und dem distalen Stück bestehen geblieben ist. Der Grund für das verschiedene Verhalten der beiden Spalten kann darin gesehen werden, daß beide proximalen Bruchstücke mit dem Lunatum verbunden und dadurch in ihrer gegenseitigen Lage gesichert sind, wogegen das distale Stück mit dem Multangulum majus verbunden und dadurch gezwungen ist, bei den Flexionsbewegungen der distalen Reihe zu folgen.

Die Frage taucht auch hier auf wie bei dem r. I und l. I, ob man an eine ringförmige Fissur, welche nur die Corticalis durchtrennt hat, ohne die Spongiosa durchzuspalten, zu denken habe (s. S. 141).

*r. 9 (Abb. 38, 39, 40).*

Dieses Kahnbein ist schwer zu verstehen und demgemäß auch schwer zu beschreiben. Die beiden Bruchstücke lassen sich zwar aneinanderfügen, sogar mit gut

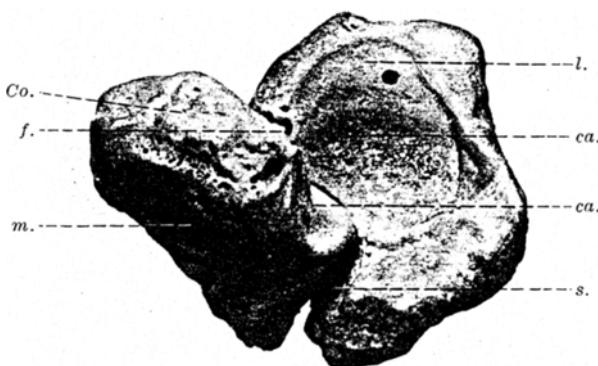


Abb. 38. Naviculare r. 9 mit Taillenbruch von der ulnaren Seite. Vergr. 2mal. Aufn. Balke und Behrens. ca. Fac. artic. lun. Co. Kegel. f. Bruchspalte. l. Fac. artic. lun. m. Fac. artic. mult. s. scheinbare Scharfe, s. Text.

eburnierten Flächen; wenn man sie aber so aneinanderpaßt, daß diese eburnierten Flächen schließen, so gibt das keine richtige Kahnbeinform, vielmehr muß ein großes Stück — ein „Keil“ — ausgesprengt sein, diesmal aber nicht an der dorsalen, sondern an der volaren Seite; die beiden Stücke müssen sich dann an der volaren Seite gegeneinander geneigt haben oder — anders ausgedrückt — das distale Stück muß an der volaren Seite emporgeklappt sein, und in dieser Lage müssen sich beide Stücke aneinander eingeschliffen haben, so daß ein sekundäres Passen zustande gekommen ist.

Das Verständnis wird noch dadurch erschwert, daß die von Periost überzogenen Knochenabschnitte durch arthritische Rauhigkeiten entstellt sind.

Paßt man die beiden Stücke aufeinander so wie sie jetzt sind und betrachtet sie von der ulnaren Seite her (Abb. 38), so ist die ulnare Bruchlinie S-förmig. Das kommt daher, daß die distale Bruchfläche einen dorsalen Wulst hat, der in eine Grube der proximalen Bruchfläche hineinpaßt, und die proximale Bruchfläche einen volaren Wulst, welcher in eine Grube der distalen Bruchfläche hineinpaßt. Rückseite des proximalen Wulstes und Vorderseite des distalen Wulstes haben dauernd aneinander gerieben, wie ihre dichte Eburnierung zeigt, aber diese Reibung hat wegen der S-förmigen Krümmung nicht unter geradliniger Verschiebung,

sondern unter wiegenden Bewegungen erfolgen müssen. Die Rückseite des distalen Wulstes, die Vorderseite des proximalen Wulstes und die entsprechenden Gegenstellen sind nicht eburniert, sondern zeigen diejenige Beschaffenheit, mit welcher der Knochen aus dem Bruch hervorgegangen ist, mit teilweiser Bildung der Abschlußplatte. Die dorsale Bucht zwischen den beiden Stücken, welche auf der Abbildung zu sehen ist, darf nicht als eine durch Ausspringen eines Keiles entstandene Scharte angesehen werden, sondern ist entstanden durch Entfernung der beiden Stücke voneinander, indem dieselben volarwärts zusammenklappten.

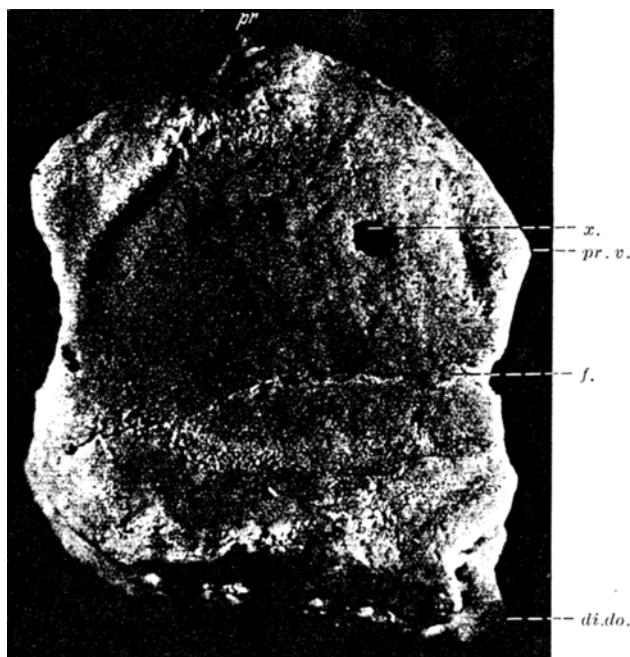


Abb. 39. Das proximale Stück des Naviculare r. 9 von der radialen Seite. Vergr. 5mal.  
Aufn. Rausch, Roland, Seidel. *di.do.* distal-dorsales, *pr.v.* proximal-volares Ende des Bruchrandes, *f.* verwachsene Bruchspalte, *pr.* Mitte des proximalen Randes, *x.* künstliches Loch.

Der Bruchspalt tritt ein am distalen Ende der Incisura capit. Die Austrittsstelle ist an sich sehr breit wegen der großen volaren Scharte, welche distalwärts bis in den Kegel und proximalwärts bis an das volare Horn der Fac. artic. lun. reicht. Ein richtiger Taillenbruch ist es also nicht.

Die Fac. artic. lun. ist sehr schön ausgebildet, 5,5 mm hoch (Abb. 39).

Eine Besonderheit dieses Falles besteht in zwei ganz feinen, nur mit guter Lupe erkennbaren Furchen, von welchen je eine sich auf der lateralen (radialen) und auf der medialen (ulnaren) Gelenkfläche des proximalen Stückes (Fac. artic. rad. und capit.) findet, jede von ihnen beginnend am dorsalen Ende des halbkreisförmigen Randes und endigend an der Mitte der radialen (Abb. 39) bzw. ulnaren Bruchkante. Es ist überraschend, hier dieselben beiden Furchen wieder zu finden, welche bei r. 8 getroffen wurden, obwohl dort der offene Bruchspalt ganz anders verlief. Im vorliegenden Falle ist das Verhalten noch deutlicher wie bei r. 8, indem sich erkennen läßt, daß die beiden Furchen an ihren Enden, einerseits über die

halbkreisförmige Kante hinweg, andererseits über die proximale Bruchfläche hinweg, ineinander übergehen. Das Stück der Furche, welches über die Bruchfläche hinüberläuft, trennt voneinander das vor ihm liegende eburnierte und das hinter ihm liegende nicht eburnierte, also von Schleifung nicht betroffene Stück der Bruchfläche.

Dadurch, daß die beiden Furchen an ihren beiden Enden in Verbindung miteinander stehen, wird noch deutlicher, daß das proximale Stück dieses Kahnbeins erst aus zwei Stücken, einem proximodorsalen und einem proximovolaren bestanden hat, daß aber diese beiden später wieder ganz ohne Verschiebung fest verwachsen sind.

Auf dem x-Bilde durch das proximale Stück (Abb. 40) machen sich die beiden Furchen als zwei helle Streifen bemerkbar, welche an den Enden ineinander umbiegen, die zwischen ihnen liegende Portion der Spongiosa hat aber in keiner Weise eine andere Textur wie die übrige Spongiosa. Dieses Bild an sich würde also keine Entscheidung bringen darüber, ob nur die Corticalis durch eine ringförmige Fissur durchtrennt ist oder ob der Knochen gebrochen war und durch spätere Umbildungen innerhalb desselben die gleichmäßige Spongiosatextur wieder hergestellt worden ist.

#### r. 10 (Abb. 41, 42).

Die Beschreibung dieses Kahnbeins ließe sich mit dem ganzen ersten Absatz der vorigen beginnen von „Dieses Kahnbein ist schwer zu verstehen“ bis „zustande gekommen ist“. Auch der Satz kann gelten: „Das Verständnis wird noch dadurch erschwert, daß die von Periost überzogenen Knochenabschnitte von arthritischen Rauhigkeiten eingenommen sind.“

An dem distalen Stück ist die Fac. artic. multang. und der volare Abschnitt der „rauen Leiste“ zu erblicken; von dem *Kegel* ist nur die Spitze erhalten, indem der Bruch oder nachträgliche Ausschleifung — das muß unentschieden bleiben — bis in die Basis des Kegels vorgedrungen ist. Auch ein kleines Stückchen der Fac. artic. capit. ist an dem distalen Stück wahrzunehmen. Die Bruchfläche ist konkav in ulnarradialer und noch mehr in proximo-distaler Richtung (Abb. 41). Wieweit dies aber primäre Bruchfläche oder sekundäre Ausschleiffläche ist, läßt sich nicht sicher bestimmen. Jedenfalls ist das distale Bruchstück von der Bruchfläche her tief ausgehöhlt, so daß es einer Schale gleicht. Der Grund der Schale ist zum Teil eburniert, zum Teil eburfrei und von Spongiosalöchelchen durchsetzt. So weit Eburrierung vorhanden ist, lassen sich mit der Lupe feine, dorsovolar gerichtete Schleifrinnen erkennen.

An dem proximalen Stück (Abb. 42) ist die Fac. artic. rad. und teilweise die rauhe Leiste aufzufinden; außerdem ein Abschnitt, etwa die Hälfte der Fac. artic.

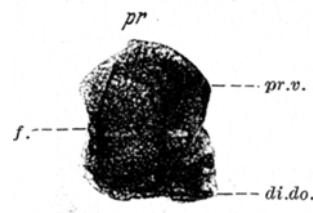


Abb. 40. x-Aufnahme des proximalen Stückes des Naviculare r. 9.  
di. do. distal-dorsales,  
pr. v. proximal-volares  
Ende des Bruchrandes.  
pr. Mitte des proximalen  
Randes.



Abb. 41. Distale Bruchfläche des Naviculare r. 10 (Taillenbruch). Vergr. 15 auf 32. Aufn. Spotanski und Fiersigmann.  
ca. Fac. artic. capit. Co. Kegel.  
f. Bruchfläche (ausgehöhlt).

capit. Die Fac. artic. lun. ist verwaschen und dadurch unsicher, was zu bedauern ist, da sie immer gute Dienste bei der Orientierung leistet. An der Bruchfläche bzw. Abschleiffläche ist starke Konvexität in dorsovolarer Richtung und sind feine Schleifrinnen in gleicher Richtung bemerkenswert.

#### r. 11.

Sehr kleines Naviculare. Aneinanderpassen beider Stücke unmöglich, weil die Bruchränder durch Abbröckeln unscharf sind, obwohl Ein- und Austrittsstelle typisch für Taillenbruch sind und die Bruchrichtung gerade ist. Fac. artic. lun. undeutlich. Die Spongiosa, insbesondere die im distalen Stück ist tief ausgebrochen und die Bälkchen starren zum Teil frei empor. Zeichen von Schleifung oder Eburnation fehlen gänzlich.

#### r. 12.

Der einzige Fall, in welchem der Beruf bekannt ist (Tapezierer\*). Kein Abschnitt der beiden Bruchflächen paßt aufeinander; vorn (volar) und hinten (dorsal)



stoßen dieselben zwar aufeinander, aber ohne zu passen, dazwischen ist ein linsenförmiger Spalt, in welchem die beiden Flächen sich nicht berühren. Die Beschaffenheit der Bruchflächen ist am proximalen und distalen Stück gleich: Im vorderen (volaren) Drittel ist *Abschlußplatte* gebildet, aber ohne Spur von Reibung oder gar Ebur, an den hinteren (dorsalen) zwei Dritteln der Bruchflächen ist ein Gemisch von kleinen Löchelchen und etwas größeren Löchern zu erblicken. — Die Fac. artic. lun. ist 3 mm hoch.

#### l. 12.

Die Bruchflächen sind höckerig bis zur Ausdruckslosigkeit. Der Eintritt der Spalte ist am proximalen Ende der dorsalen Taillenbeuge,

Abb. 12. Naviculare r. 19 mit Taillenbeuge von der ulnaren Seite. Vergr. 2mal. Aufn. Rausch, Roland, Seidel. a. arthrit. Knubbel in der volaren Taillenbeuge. ca. Fac. artic. capit. Co. Kegel. d. s. dorsale, v. s. volare Scharte. l. Fac. artic. lunaris.

der Austritt in der volaren Taillenbeuge. Am Eintritt findet sich eine mächtige Scharte mit höckerigen Wänden, am Austritt eine ganz kleine Scharte. Dazwischen aber gibt es eine Strecke, in welcher die beiden Stücke aufeinanderpassen, indem das distale Stück einen Querwulst bildet, auf welchem das proximale Stück reitet. Auf dieser mittleren Strecke ist an beiden Bruchflächen der Beginn von Glättung und Eburnierung zu bemerken, aber doch eine Anzahl von Spongiosalöchern erhalten. Dorsal und volar davon, also im Bereich der dorsalen und volaren Scharte, wo Schleifung nicht eingetreten ist, sind die Spongiosalöcher zahlreicher.

Fac. artic. lun. 2,5 mm hoch.

Auf der ulnaren Seite des proximalen Stückes findet sich eine selbst bei Lupenbetrachtung kaum feststellbare ganz *feine Furche*, welche geradlinig von der

\* Auf Anfrage bei einem Tapezierer, ob wohl öfters bei diesem Beruf Kahnbeinbruch durch Fall von der Leiter entstehe, erhielt ich die Antwort, daß dies tatsächlich der Fall sei, und zwar werde dabei meist die linke Hand verletzt, weil der Betroffene in der rechten etwas halte. Ergänzend dazu hörte ich durch eine Hausfrau, daß auch beschäftigte Frauen, wenn sie auf die Hand fallen, dies meist auf die linke Hand tun, weil sie in der rechten etwas halten.

dorsalen nach der volaren Seite hinüberläuft, wobei sie die beiden Hörner der Fac. artic. lun. eben berührt. Auch auf der Fac. artic. rad. findet sich eine ähnliche Linie, welche auf den nicht überknorpelten volaren Streifen in gleicher Höhe wie die ulnare Furche, aber auf den nicht überknorpelten dorsalen Streifen weiter distal trifft.

Diese Linien schen mehr wie feine Sprünge aus, welche nur die Corticalis betroffen haben. Daß sie nicht Reste eines alten Bruches sind, der später zum Verschluß gelangt ist, läßt sich daraus ersehen, daß sie sich nicht auf die beiden nicht überknorpelten Streifen fortsetzen. Man muß also auf die Möglichkeit kommen, daß in der Corticalis durch Stoß Risse entstehen können, ohne daß der Spalt die Spongiosa durchdringt. Als „Fissuren“ möchte man solche Sprünge nicht bezeichnen, denn Fissuren nach gewöhnlicher Auffassung dringen rechtwinklig zur Oberfläche eine Strecke weit ein, die Risse dagegen, welche hier zur Beobachtung gelangten, sind auf die Oberfläche beschränkt.

### Trümmerbrüche.

#### r. 13 und l. 13.

r. 13 und l. 13 sind von der gleichen Person. Die Bruchstücke wurden nach dem Auffinden bei dem noch mit den Bändern versehenen Präparat zusammengefügert, wobei von dem rechten fünf Brocken, zwei größere und drei kleine, von dem linken zwei Stücke, ein proximales und ein distales gefunden wurden, aber möglicherweise kleine Brocken verloren gegangen sind. Bei dem linken verläuft die Bruchpalte so weit distal, daß das distale Bruchstück eine flache Schüssel geworden ist.

### Ergänzungen.

Durch die folgenden „Ergänzungen“ soll dem Vorausgehenden nichts Neues hinzugefügt, sondern dasselbe gegen unbestimmte und irrtümliche Vorstellungen geschützt werden.

1. *Röntgenbilder*. Jeder, der mit x-Aufnahmen zu tun hat, weiß, daß man dieselben nicht so auf sich wirken lassen darf wie gewöhnliche Bilder, daß man die Raumvorstellungen nicht auf Grund der alltäglichen Erfahrung bei sich entstehen lassen darf, sondern über dieselben nachdenken muß. Hierbei kommt folgendes in Betracht:

1. x-Bilder zeigen „verkehrte Perspektive“, d. h. während bei Photographie die von der Platte entfernten Gegenstände kleiner und die näheren Gegenstände größer zur Ansicht gebracht werden, ist bei x-Aufnahmen das Entgegengesetzte der Fall. — Zur Veranschaulichung habe ich das „Röntgengitter“ herstellen lassen<sup>14</sup>, bald nachdem die x-Strahlen bekannt geworden waren.

2. Eine Schicht, welche *doppelt so dick* ist wie eine andere, erscheint im x-Bilde nicht nur doppelt so dunkel sondern noch dunkler. Auch dies wird durch das Röntgengitter zur Ansicht gebracht.

3. Da der Gegenstand von den x-Strahlen durchdrungen wird, so werden Bestandteile aus seinen verschiedenen Schichten *zusammenprojiziert*. Darauf beruht der Irrtum, der sich bei den Praktikern eingestellt hat von „verzahnten“ Kahnbeinbrüchen.

4. Eine *Spalte* kommt im x-Bilde nur dann völlig klar zur Anschauung, wenn sie rechtwinklig zur aufnehmenden Platte gerichtet ist; die Undeutlichkeit nimmt zu mit der Schiefrichtung der Spalte, und die letztere hört auf wahrnehmbar zu sein, wenn sie mit der Platte parallel steht. Das klassische Beispiel dafür ist das zweigeteilte erste Keilbein am Fuß, bei welchem der trennende Spalt horizontal, parallel mit dem Boden steht, und der infolgedessen bei dorsoplantarer Durchstrahlung, obwohl es ein großer Spalt ist, überhaupt nicht zu bemerken ist. So kann es sich beim Kahnbeinbruch, falls die Bruchspalte gebogen oder winklig ist, ereignen, daß ein Stück derselben im x-Bilde sichtbar, die Fortsetzung aber unkenntlich ist, und daß eine solche Bruchspalte nicht als durchgehend, sondern als Fissur gewertet wird, wie übrigens in der Literatur schon angedeutet ist.

5. Was aber auf den x-Bildern gar nicht erkennbar ist, das ist die Beschaffenheit der *Bruchflächen*. Und das gerade ist das, was die aus dem Körper herausgenommenen Knochenstücke, die man drehen und wenden und von allen Seiten betrachten kann, mit voller Deutlichkeit zeigen.

2. „*Pseudarthrose*“\*. Die erste Arbeit, in welcher der Ausdruck *Pseudarthrose* für gebrochene Kahnbeine vorkommt, ist, soweit ich sehe, von *Richard Wolff* aus dem Jahre 1903<sup>21</sup>\*\*.

Der erste Fall, den *Wolff* beschreibt, ist, wie *Wolff* unterlassen hat zu erwähnen, von derjenigen linken Hand, welche ich dem jungen Amerikaner *Dubs* (s. Vorbemerkung) zum Präparieren gegeben hatte. Sie kam zur Kenntnis *Wolffs* dadurch, daß er neben *Dubs* im Laboratorium arbeitete; unter dem Material meiner vorliegenden Arbeit taucht sie noch einmal als l. 4 auf.

Die Vorstellung *Wolffs* ist, wie es ja manchmal geht, durch den ersten Fall, den er untersucht und gleich sehr gründlich untersucht hat, auf ein bestimmtes Geleise geschoben worden und ist dann auf diesem Geleise geblieben.

Schon der Satz: „Es hat sich eine Pseudarthrose gebildet“ verführt zu einer falschen Vorstellung, nämlich zu der Vorstellung, es sei etwas materiell Neues entstanden, während nach *Wolffs* eigener Beschreibung nichts weiter geschehen ist, als daß eine Spalte aufgetreten ist und die Wände dieser Spalte sich aneinander gerieben haben. Mit *Wolffs* eigenen Worten heißt es: „Es ist keine Vereinigung zwischen den Bruchstücken zustande gekommen“ (l. c. S. 404); und weiter: Die Stücke des Naviculare

\* Wäre es nicht einfacher und offener zu sagen „*Pseudarthron*“ = Truggelenk (ganz allgemein, abgesehen von dem besonderen Fall des Navicularebruches)? Was besagt überhaupt die Endung -ose (osis)? Wir haben Psychose, Hypnose, Lordose, Phimose und manches anderes.

\*\* Von dem gleichen Verfasser gibt es anschließend noch vier weitere Arbeiten über Kahnbeinbrüche.

„zeigen an ihren gegenüberstehenden Rändern und Flächen keine Spur einer Verbindung durch Bindegewebe, Gelenkkapsel oder Bänder“ (ibid); endlich: „Der Bruchspalt, welcher nach dem Radiokarpal- und Interkarpalgelenk klafft...“ Das ist ganz klar und einfach; es heißt, etwas anders ausgedrückt: Durch den Bruch ist eine Spalte im Kahnbein aufgetreten, die mit den benachbarten Spalten in Verbindung ist, ohne daß dadurch die Verhältnisse der bindegewebigen Teile geändert wurden.

Aber es ist da noch ein kleiner Zusatz; es heißt, daß diese angebliche Pseudarthrose „zwischen den großen Fragmenten einen ausgeprägten Gelenktypus zeigt, nach Art einer gekehlten Rolle“ (l. c. S. 404). Damit ist gewissermaßen das Urteil darüber, ob es sich um ein Gelenk, zwar nur ein Falschgelenk (eine „Pseudarthrose“) handele, der funktionellen, physiologischen Betrachtung zugeschoben.

Dagegen ist nun dreierlei zu sagen:

1. Kommen nicht bei allen alten Kahnbeinbrüchen so schöne Schleifflächen vor wie bei dem *Dubsschen Präparat*, welches zufällig das erste war, welches *Wolff* kennen lernte. Manchmal fehlt Abschleifung gänzlich, wie es gleich bei dem zweiten Präparat, welches *Wolff* beschreibt, heißt: „An den einander zugekehrten Flächen besteht nirgends Abschleifung“ (l. c. S. 407).

2. Haben durchaus nicht in allen Fällen die Bruchflächen so schöne einfache stereometrische Formen wie bei dem *Dubs-Präparat*, daß man sie als „Gelenkkörper“ auffassen dürfte.

3. Falls eine solche einer gekehlten Rolle ähnliche Form herauskommt, so ist das rein passiv dadurch bedingt, daß der Patient mit seinem alten Kahnbeinbruch wegen der Schmerhaftigkeit keine anderen Bewegungen mehr als *Flexionen* ausgeführt hat, wodurch allmählich seine Kahnbeinbruchflächen in *dorsovolarer Richtung geschliffen* worden sind.

*Wolff* aber hat es fertig gebracht, dadurch, daß er in seinen fleißigen Arbeiten beständig das Schlagwort „Pseudarthrose“ wiederholt hat, dasselbe einzubürgern; und so treffen wir es bei *Blau*<sup>4</sup> (1904), *Schnek*<sup>12</sup> (1929, S. 350), *Lützeler*<sup>10</sup> (1932, S. 450), *Zwerg* und *Heidemann*<sup>23</sup> (1936, S. 393), *Böhler*<sup>5</sup> (1937, S. 635). Bei *Lützeler* findet sich die seltsame Behauptung, daß „nur eine bestimmte Art der Kahnbeinbrüche, der glatte Querbruch durch die Mitte des Kahnbeinkörpers“ zu Pseudarthrose führt<sup>10</sup> (S. 461). Das ist in doppelter Hinsicht falsch: 1. Kommt nicht nur bei Taillenbruch, sondern auch bei Steilbruch, 2. nicht nur bei glattem, sondern auch bei zackigem Bruch (wir keine Pseudarthrose, aber doch) dasjenige vor, was die genannten Verfasser Pseudarthrose nennen.

Es wäre zu wünschen, daß diese Bezeichnung des Navicularebruches aus der Literatur verschwände, da sie diejenigen, die die anatomischen Verhältnisse nicht kennen und ihr ganzes Wissen auf Röntgenbilder aufbauen, verwirrt. Will man aber doch „Pseudarthrose“ für gebrochene

Kahnbeine beibehalten, so bezeichne man klar die Grenze, an welcher der Zustand anfängt, Pseudarthrose zu sein. Man könnte dann wohl nur sagen: Der Zustand der Pseudarthrose ist dann erreicht, wenn an jeder der beiden Bruchflächen eine *vollständige Abschlußplatte* zustande gekommen ist.

3. „Verzahnte“ und „eingekielte“ Brüche. Bei *Zwerg* und *Heidemann* findet sich der Satz: „*Lützeler* teilt in glatte und verzahnte oder eingekielte Querbrüche ein“ (23, S. 404).

In diesem Satze sind zwei Eigenschaften als gleichbedeutend zusammengestellt, die gar nicht gleichbedeutend sind: Verzahnt und eingekiekt. Wir müssen beides getrennt voneinander untersuchen.

*Verzahnung.* Wenn ein Kahnbein nicht glatt, sondern zackig bricht, so entsprechen selbstverständlich Vorsprünge (Zacken) der einen Bruchfläche Vertiefungen der anderen Bruchfläche. Das aber gibt noch keine Verzahnung. Verzahnt sind, um das typische Beispiel aus der normalen Anatomie zu nennen, die *Schädeldachknochen*, deren Randzacken zwar nicht alle, aber doch zum Teil an den Basen schmäler sind wie an den freien Enden, wie schon in *Vesals Humani corporis fabrica* auf den S. 18, 21, 25, 26, 29 dargestellt ist. Ein solcher Zustand der Verklammerung besteht auch in manchen Fällen von chronischer *Arthritis*, indem periartrische Knochenwucherungen ineinander greifen. Besonders ausdrucks-voll aber habe ich es angetroffen bei mehreren Fällen von *Senkrücken* von Pferden, wo durch reichliche Osteophyten, die zunächst und hauptsächlich von den einander zugewendeten Kanten der Dornfortsätze ausgingen, die Wirbel so fest verklammert waren, daß sie sich zum Teil auch bei der Maceration nicht voneinander trennten\*. Das für unseren Zusammenhang besonders zu Betonende daran ist, daß diese, wie gesagt sehr erhebliche, Osteophytenbildung nicht etwa eine Teilerscheinung einer ausgebreiteten Arthritis war, denn die ganze Wirbelsäule, soweit sie nicht gerade im Bereiche der Senkung lag, war gesund und nur eben dort, wo die Reibung der Knochenkanten aneinander stattgefunden hatte, war die Osteophytenbildung aufgetreten. Man kann daher diese auch nicht eigentlich krankhaft nennen.

Im Gegensatz zu diesen klammernden Osteophyten am Senkrücken des Pferdes findet sich an den Navicularebrüchen der menschlichen Hand gar nichts gleiches oder auch nur ähnliches, obwohl doch die Veranlassung auch hier vorhanden wäre nämlich dauernde Reibung der zwei Bruchflächen aneinander. Aber es besteht der große Unterschied, daß die Dornfortsätze von *Periost* bekleidet sind, welches den Bildungsboden für wuchernden Knochen hergeben kann, während den Bruchflächen des Kahnbeins *bindegewebige Bedeckung fehlt* und damit die Möglichkeit einer Verzahnung. x-Bilder können darüber nicht aufklären.

\* Berl. klin. Wschr. 1916 II. — Arch. Tierheilk. 43, H. 2/3 (1917).

,,Eingekeilte Brüche“: Der Praktiker mag auch in diesem Falle geneigt sein, die Vorstellung des „eingekelten“ Bruches, der ihm aus der Chirurgie, insbesondere von dem eingekelten Oberschenkelhalsbruch her, geläufig ist, auf das Kahnbein zu übertragen.

Zur Bildung eingekelpter Brüche gehört zweierlei: 1. daß das eine der Bruchstücke in das andere hineingetrieben und 2. daß es von diesem eingeklemmt, festgehalten wird.

Das zweite, die Einklemmung, läßt sich durch x-Bilder nicht erweisen. An meinen 26 anatomischen Präparaten habe ich es nie getroffen. Man darf auch gegen diese nicht den kritischen Einwand vorbringen, daß bei Präparaten, die durch die Maceration gegangen sind, sich ein eingeklemmtes Bruchstück aus dem Gegenstück herausgezogen habe. Das gilt für meine Präparate sicher nicht: Wenn man die beiden Bruchstücke gegenüber paßt, so ist in jedem Falle zu erkennen, daß das eine nicht in das andere eingeklemmt gewesen sein kann. Also die Diagnose „eingekelter“ Bruch ist jedesfalls unberechtigt.

Wohl aber ist die *Hineintreibung* des einen Stückes in das andere als Möglichkeit zuzugeben, und zwar die des proximalen Stückes in das distale. Es finden sich nämlich Präparate, bei welchen die Spongiosabälkchen des distalen Stückes fast gänzlich zerstört sind, ja der dadurch entstandene Hohlraum noch etwas in die Basis des Kegels hineingreift, wo also das distale Stück gewissermaßen eine *Schale* bildet, in welcher das proximale Stück Platz gefunden hat. Aber der Vorgang, der zu diesem Zustande geführt hat, ist nicht sicher zu erschließen, vielmehr ist zweierlei möglich: 1. Daß gleich bei dem Fall das proximale Stück so heftig in das distale hineingetrieben wurde, daß alle Spongiosabälkchen des letzteren geknickt wurden; 2. daß durch fortgesetzte Benutzung der Hand das proximale Bruchstück sich immer tiefer in das distale hineingewühlt und dabei dessen Spongiosabälkchen zerrieben hat. Die Hineintreibung kann also entweder eine plötzliche augenblickliche oder eine langsame allmähliche gewesen sein. Im ersten Falle könnte man solche Brüche als Schalenbrüche bezeichnen. Wie der Hergang war, läßt sich an alten Brüchen nicht entscheiden, aber keine der beiden Entstehungsmöglichkeiten berechtigt dazu, von einem „eingekelten“ Bruch zu sprechen.

4. *Intra- und extrakapsuläre Kahnbeinbrüche*. Die Chirurgen sind gewöhnt an die Unterscheidung von intrakapsulären und extrakapsulären Brüchen durch das Schulbeispiel der Schenkelhalsbrüche, welche bald intrakapsulär, bald extracapsulär, bald aber auch halb das eine, halb das andere sind. Es ist daher begreiflich, daß man etwas damit zu gewinnen hofft, daß man diese Unterscheidung auf die Kahnbeinbrüche überträgt. *Granier* unterschied intra- und extrakapsuläre Brüche (<sup>7</sup>, S. 11); ebenso tun es *Zwerg* und *Heidemann* (<sup>23</sup>, S. 399); *Böhler* — sprachlich weniger treffend — spricht von „intraartikulären“ Brüchen (<sup>5</sup>, S. 207).

*Rein extrakapsulär* sind nur die *Abbrüche der Kegelspitze*, die aber wegen ihrer Seltenheit und Unbedeutendheit mehr nebensächlich sind. Die Möglichkeit rein intrakapsulärer Brüche will ich nicht bestimmt bestreiten, jedenfalls aber kommen solche, falls überhaupt, nur ausnahmsweise vor. Kahnbeinbrüche sind also immer oder so gut wie immer gemischt intra- und extrakapsulär. Was *Böhler* über „rein intraartikuläre“ Brüche sagt, ist ebensowenig klar wie dasjenige, was von *Zweig* und *Heidemann* über „extrakapsuläre“ Brüche geäußert worden ist. x-Bilder vermögen in dieser Hinsicht keine unmittelbare Auskunft zu geben.

5. *Geschlossene Bruchspalten*. Obwohl es sich in dieser Arbeit um unvereinigt gebliebene Brüche handelt, so hat sich doch ganz unerwartet einiges über Verschluß von Bruchspalten ergeben. Das eine Mal lief eine Bruchlinie ringsherum auf der ulnaren und radialen Seite; die beiden Stücke des Knochens waren aber fest miteinander verbunden und auch nicht gegeneinander verschoben. Dieser Zustand war an beiden Kahnbeinen, dem rechten und dem linken, mit Unterschieden im einzelnen, zu beobachten.

Das andere Mal war außer einem offenen auch ein geschlossener Bruch vorhanden. Dieser Befund war in einem Falle sehr deutlich ausgeprägt, wiederholte sich aber weniger deutlich in zwei weiteren.

Alle diese Befunde sind bei den Einzelfällen besprochen worden.

Ganz klar sind diese Befunde nicht. Es sind rein logisch zwei Möglichkeiten denkbar: 1. Daß bei dem Unfall das Naviculare in drei Stücke gebrochen war und nachträglich die eine Bruchspalte sich geschlossen hatte, die andere offen geblieben war. 2. Daß erst ein Bruch entstanden und wieder zum Verschluß gekommen war, darauf ein neuer Bruch aufgetreten war. Von diesen beiden Möglichkeiten ist wohl die erste die wahrscheinlichere.

6. *Arthritische Veränderungen*. Ich habe über solche nicht viel zu sagen, da ja Gelenkkapsel und Knorpel, welche in erster Linie in Betracht kämen, durch Maceration weggefallen sind. Immerhin ist doch einiges beachtenswert.

*Böhler* spricht von arthritischen Merkmalen so, als wenn solche erst nach Jahren — falls überhaupt — auftreten (<sup>5</sup>, S. 638). Auch *Schnek* gibt an, daß Arthritis nur bei alten Frakturen gefunden werde (<sup>12</sup>, S. 351).

Ich kann solche Zeitbestimmung nicht machen, da mir in keinem meiner Fälle Anamnese zur Verfügung steht. Es hat sich aber doch an meinem Material einiges gefunden, was der Beachtung wert ist.

Zu unterscheiden sind dabei Erscheinungen an Gelenkflächen und an den im unmacerierten Zustande von Periost bedeckten Stellen.

a) *Gelenkflächen*. Diese lassen in vielen Fällen Schleifung und sogar Eburnierung erkennen, woraus zu schließen ist, daß der Knorpel in

solchem Maße erkrankt war, daß er stellenweise ganz weggerieben und sogar schon der Knochen angegriffen war.

b) *Periostbedeckte Stellen.* Hier machten sich die Folgen von Arthritis bemerkbar in teils flachen, teils höckerigen oder knotigen Knochenwucherungen an den Rändern von Gelenkflächen, am meisten noch in zackigen Exostosen an der „rauen Leiste“ und am hinteren Ende der halbkreisförmigen Kante, also an der Eintrittsstelle des Steilbruches oder anders ausgedrückt an derjenigen Stelle, welche bei Dorsalflexion der Hand vom Stoß der Speiche getroffen wird. Aber es kamen selbst am Rande der Fac. artic. multangul. Knochenwucherungen vor.

Eine ganz andere Erscheinung, die wohl auch als Folge von Arthritis anzusehen ist, besteht darin, daß die ganze Oberfläche des Naviculare etwas von ihrer scharfen Form verloren hat, wie abgeschmolzen aussieht. Es macht den Eindruck, als habe hier eine länger dauernde Eiterung bestanden. Dabei kann z. B. die Fac. articul. lun. ganz undeutlich werden.

#### Literatur.

- <sup>1</sup> B. N. A. Baseler Anatomische Nomenklatur. — <sup>2</sup> Nomina anatomica. Redaktion von 1930. — <sup>3</sup> Nomina anatomica. Redaktion von 1936. — <sup>4</sup> Blau, Otto: Dtsch. Z. Chir. **72**, 445—480. — <sup>5</sup> Böhler, Lorenz: Technik der Knochenbruchbehandlung, 5. Aufl. 1937. — <sup>6</sup> Brandt, Georg: Verzögerte Knochenbruchheilung und Pseudarthrosenbildung. Leipzig: Georg Thieme 1937. — <sup>7</sup> Granier: Verh. freien Ver. iigg Chir. Berl. **22** (1909). — <sup>8</sup> Hirsch: Fortschr. Röntgenstr. **16**, 223—226 (1902—1911). — <sup>9</sup> Lauche: Die Zusammenhangstrennungen der Knochen. In Handbuch Lubarsch-Henke, Bd. 9/3. 1937. — <sup>10</sup> Lützeler: Dtsch. Z. Chir. **235**, 450—467 (1932). — <sup>11</sup> Rabl, Carl: Arch. f. Orthop. **35**, 121—122. — <sup>12</sup> Schnek: Bruns' Beitr. **146**, 333—382 (1929). — <sup>13</sup> Vesal: Humanis corporis fabrica". — <sup>14</sup> Virchow, Hans: Z. diät. u. physik. Ther. **3** (1899). — <sup>15</sup> Virchow, Hans: Sitzgsber. Ges. naturforsch. Freunde Berl. **1899**, 79—85. — <sup>16</sup> Virchow, Hans: Verh. Physiol. Ges. Berlin **1901** bis **1902**. — <sup>17</sup> Virchow, Hans: Verh. anat. Ges. **16**. Verslg Halle a. S. 1902, 111—116. — <sup>18</sup> Virchow, Hans: Med. Klin. **1911**, Nr 24. — <sup>19</sup> Virchow, Hans: Berl. klin. Wschr. **1921 II**, 1065—1072. — <sup>20</sup> Virchow, Hans: Arch. f. Orthop. **38**, 634 bis 656 (1938). — <sup>21</sup> Wolff, Richard: Dtsch. Z. Chir. **69**, 401—420. — <sup>22</sup> Wolff, Richard: Mschr. Unfallheilk. **1905**, Nr 12, 1—32. — <sup>23</sup> Zwerg, H. G. u. Hans Heidemann: Arch. klin. Chir. **185**, 395—427 (1936).