

(Aus dem Pathologischen Institut der Universität Berlin
[Direktor: Prof. Dr. R. Rössle].)

Beiträge zur Kenntnis der Fehlbildungen der Wirbelsäule¹.

Von
Oskar Schulz,
Assistent am Institut.
Mit 6 Abbildungen im Text.
(Eingegangen am 18. Februar 1939.)

Seitdem die Röntgenstrahlen zur Erkennung von Erkrankungen der Wirbelsäule herangezogen werden, ist man häufig auf ihre Fehlbildungen gestoßen und es ist heute kaum noch möglich, die ungeheure Zahl der Einzelbeobachtungen zu erfassen. Die entwicklungsgeschichtlichen Grundlagen für das Zustandekommen der einzelnen Fehlbildungen wurden vielfach in Experimenten, feingewebigen und grob pathologisch-anatomischen Untersuchungen erforscht und darüber hinaus manche Theorien aufgestellt, die gewisse angeborene Anomalien mit der Phylogenie in Beziehung bringen. *Junghanns* hat in neuerer Zeit *Puttis* Elementarform des Wirbels, auf deren Basis er an pathologisch-anatomischen Macerationspräparaten beobachtete Mißbildungen erklärte, auf Grund neuerer Erkenntnisse richtiggestellt und, da sie unzulänglich war, die bis jetzt bekannt gewordenen angeborenen Wirbelkörperfehlbildungen in einem übersichtlichen, neuen Schema angeordnet. Wenn trotz der zahlreichen Veröffentlichungen im folgenden 2 weitere Fälle beschrieben werden, so deshalb, weil Macerationspräparate von Erwachsenen, die eine solche Fülle der verschiedensten Anomalien in sämtlichen Wirbelsäulenabschnitten wie hier aufweisen, selten sind. Obwohl die Vorderansicht des 1. Falles bereits von *Junghanns* im Lichtbild veröffentlicht wurde², lohnt sich eine genauere Beschreibung an Hand des Präparates unter Zuhilfenahme eines Röntgenbildes, da es ihm lediglich auf ein Beispiel für Halbwirbel ankam und er nur auf ihr Verhalten zu Nachbarwirbeln, auf Wirbelsäulenverschmelzungen in der Halsgegend und auf Rippenmißbildungen hinwies. Der Fall bietet aber, wie gezeigt werden soll, wesentlich mehr.

Fall 1. Das Macerationspräparat (S.-Nr. 1319/33) stammt von einem 157 cm großen und 52 Jahre alten männlichen Individuum, das an einem Carcinom des Gaumens gestorben ist.

Es besteht aus einem Teil des Hinterhauptes, der Wirbelsäule mit Becken und Rippen, ohne Rippenknorpel und Sternum.

¹ D 11.

² *Junghanns*: Handbuch der Speziellen Pathologie und Histologie, Bd. 9, II. 1939. — Arch. f. Orthop. 38 (1937).

Allgemeine Beschreibung.

Die Wirbelsäule zeigt in der Frontalebene vier bzw. fünf seitliche Krümmungen, von denen die erste am Übergang vom Hals- zum Brustteil mit dem Scheitel auf der linken Seite liegt. Die zweite ist stärker auf der Gegenseite in der Mitte der Brustwirbelsäule. Die dritte ist noch stärker abgewinkelt, linksseitig und am Übergang von Brust- und Lendenwirbelsäule. Auch die vierte Verbiegung hat den Scheitelpunkt ihrer Krümmung an der Grenze zweier Wirbelsäulenabschnitte, der rechten Lenden-Kreuzbeingrenze. Die letzte seitliche Krümmung endlich erkennt man in den untersten Kreuzbeinwirbeln und dem Steißbein. Selbst das Becken ist unsymmetrisch und zeigt eine seitliche Verschiebung, wie dies auch in der Differenz von 1 cm der schrägen Durchmesser zum Ausdruck kommt. Auch die hintere Schädelgrube läßt eine geringe Verziehung erkennen.

Außer den skoliotischen Verkrümmungen kann man eine deutliche Torsion der Wirbelkörper nach der Seite des jeweiligen Krümmungsscheitels beobachten. Auf diese Weise entsteht ein deutlicher, rechtsseitiger Rippenbuckel. Die sagittalen Krümmungen sind kaum angedeutet. Aus der Beschreibung der einzelnen Wirbelkörper geht hervor, daß den einzelnen Wirbelsäulenverkrümmungen Mißbildungen von Wirbelkörpern zugrunde liegen.

Halswirbelsäule. Atlas. Die Massae laterales sind mit dem Hinterhaupt knöchern verbunden. Die zufällig angesägte rechte Seite zeigt auch in der Anordnung der Knochenbalkchen keine Grenze mehr. Der rechte Querfortsatz ist kräftig, jedoch ohne Foramen transversarium. Nur der rechte hintere Bogen reicht bis zur Medianlinie, während der linke aus einem schmalen kurzen Teil besteht, so daß ein etwa 1 cm breiter Spalt den Einblick in den Wirbelkanal erlaubt (Abb. 4). Ein deutlicher Unterschied besteht zwischen der rechten und linken unteren Gelenkfläche. Während die rechte flach und etwas nach vorn gerichtet ist, ist die linke wesentlich größer und stark vertieft und zeigt nach einwärts und hinten. Ihr entspricht eine sattelförmige, linke, obere Gelenkfläche des Epistropheus. Auffallend ist noch eine weitere gelenkige Verbindung vom 1. und 2. Halswirbel zwischen den beiden rechten hinteren Bögen.

Epistropheus. Er hat zwei verschieden große Querfortsätze. Die Körper des Epistropheus und des 3. Halswirbels (Abb. 1) gehen ohne erkennbare Trennungslinie ineinander über, auch ihre Gelenkfortsätze sind knöchern miteinander verbunden und die Dornfortsätze in einem kleinen, mittleren Bezirk. Die Querfortsätze des 3. Halswirbels sind wiederum verschieden groß. Hier ist der rechte klein und liegt in Höhe der von rechts oben nach links unten geneigten Unterfläche des Körpers, während der linke richtig und in der Mitte entwickelt ist.

Der 4. Halswirbel zeigt außer einigen Randwülsten, die vielfach auch an anderen Wirbelkörpern nachweisbar sind, eine richtige Form. Auffallend jedoch sind die ungleich gerichteten Gelenkflächen seiner Gelenkfortsätze. Während die linke, obere nach schräg hinten oben zeigt und auf der Rückseite des Gelenkfortsatzes gelegen ist, finden wir die rechte auf der Vorderseite und nach vorn schräg oben zeigend (Abb. 4). Der dünne, rechte, hintere Bogen bildet den oberen Anteil des schmalen kurzen Dornfortsatzes, und der linke den unteren, wobei ein schmaler Spalt dazwischen bestehen bleibt. Der 4. Halswirbel ist von den umgebenden

Nachbarn durch breite Zwischenwirbelscheiben getrennt. Er stellt den letzten Vertreter der Halswirbelkörperreihe dar, wie wir aus der Beschaffenheit des 5. Wirbels schließen müssen, so daß *die Halswirbelsäule nur aus 4 Wirbeln besteht*.

Brustwirbelsäule. Bei der Brustwirbelsäule muß manchmal wegen Verschmelzungen von Wirbelkörpern von der vollständigen Beschreibung jedes einzelnen Wirbels abgesehen, und auch einmal die Bogenreihe wegen eigenartiger Verbindung

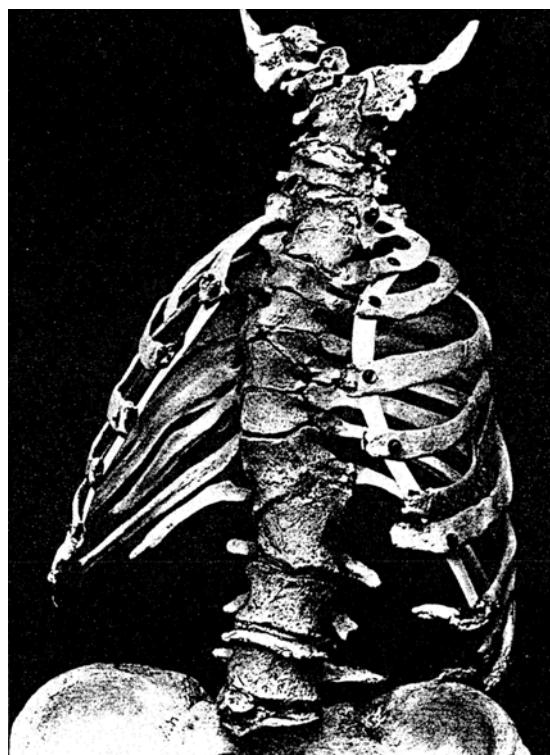


Abb. 1. Präp. I. Assimilation des Atlas. Verschmelzungen von Wirbelkörpern im Bereich der Hals-, der oberen und unteren Brustwirbelsäule. Verminderung der Wirbelzahl, Spalt und Halbwirbel mit einseitiger Verwachsung. Costa bicapitata und andere Rippenmißbildungen. (Präparat aus dem Pathologischen Museum Berlin.)

gesondert besprochen werden. Um den Grad der Verschmelzung von vornherein deutlich zu machen, sei erwähnt, daß fast alle Gelenke der Brustwirbelsäule mit Ausnahme von 2 Stellen in der Mitte und der unteren Hälfte verknöchert sind. Dazu kommt noch die starre Verbindung von 5 rechten und 4 linken Rippen durch Knochenbrücken unter sich und zum Teil mit den Wirbeln.

Die oberflächliche Betrachtung des 1. und 2. Brustwirbels zeigt zunächst nur, daß eine Zwischenwirbelscheibe völlig fehlt und die Grenze zwischen beiden lediglich durch eine strichförmige Rinne, die von der rechten Seite bis zur Mitte zieht, markiert wird. Die untere Fläche des 2. Brustwirbels ist leicht von rechts oben nach links unten geneigt bis zur Mitte und erfährt da eine vermehrte Abknickung nach unten, so daß eine Höhendifferenz beim Vergleich der Seiten von 1 cm

zustande kommt. Die Röntgenaufnahme (Abb. 2) läßt einen schwach abgegrenzten, kleinen keilförmigen Wirbel erkennen, der seine Basis an der linken Seite zwischen erstem und zweitem Wirbelkörper hat und dessen Spitze bis zur Mitte geht. Wir bezeichnen ihn jetzt als Th. 2. Er ist der Scheitelpunkt und die Ursache für die erste seitliche Krümmung.

Th. 1 zeigt ein ähnliches Verhalten der oberen Gelenkfortsätze wie der letzte Halswirbel. Auch sein Dornfortsatz, der an den einer *Vertebra prominens* er-



Abb. 2. Präp. I. Röntgenbild der Wirbelsäule eines 52jährigen Mannes. Abgrenzung eines Keilwirbels im Wirbelblock der oberen Brustwirbel. Anpassung von anliegenden Wirbeldendflächen an die Spaltwirbel. Angedeutete Abgrenzung von ungleichen Keilwirbeln im unteren Brustwirbelblock. Knochensäule mit Gelenk auf drittletzter rechter Rippe. (Präparat des Pathologischen Museums Berlin.)

Gelenkbildung zwischen den beschriebenen Gelenkfortsätzen auftritt, ist vorn die in der Mitte zugespitzte Endfläche von Th. 5 noch mit dem rechten Anteil von Th. 6 durch eine etwas vorgewulstete Knochenbrücke verbunden. Dieser besteht aus etwa gleich großen, in der Mitte sich berührenden, gegenüberliegenden Keilwirbeln. Der linke Halbwirbel zeigt vorn nach oben und unten eine schmale, aber durchgehende Abgrenzung (Abb. 1). Eigenartigerweise ist diese im Bereich ihrer Bögen gerade umgekehrt. Der vorn mit dem Th. 5 verschmolzene rechte Halbwirbel ist hinten vollkommen getrennt und bildet einen kurzen Dornfortsatz, der sich zwischen den breiten oberen und den folgenden schmalen ebenfalls kurzen Dornfortsätzen einschiebt und anscheinend Gelenkflächen trägt (Abb. 4). Der linke

innert, ist schräg gespalten, und ist zusammen mit den hinteren Bögen mit dem kräftigen Dornfortsatz aus dem Keilwirbel und dem hinteren Bogen des 3. Brustwirbels (= Wbg. Th. 3) knöchern vereinigt. Th. 4 ist noch stärker schräg gestellt und wenig nach rechts gedreht. Während ein etwas breiter, jedoch nicht vollständiger Zwischenwirbelraum ihm nach oben abgrenzt, ist er nur durch einen dünnen in einem mittleren Bezirk erhaltenen Spalt von Th. 5 getrennt. Die Vorderansicht zeigt uns demnach eine knöcherne Vereinigung aller bisher beschriebenen Brustwirbel mit nur ange deuteten Trennungslinien (Abb. 1). Auf der Rückseite sind die zugehörigen Gelenkfortsätze fast vollkommen verschmolzen. Die Wbg. Th. 3, 4 und 5 der linken Seite vereinigen sich mit denen von Th. 4 und 5 der rechten Seite zu einem 3 cm breiten und scharfkantigen, kurzen Dornfortsatz (Abb. 4). Während nun zum erste mal eine deutliche Trennungslinie bzw.

vorn gut abgegrenzte Keilwirbel hat einen schräg nach rechts unten verlaufenden Bogen, der mit dem rechten Wbg. Th. 7 den bereits erwähnten kurzen, schmalen Dornfortsatz bildet. Th. 7 ist rechts ziemlich breiter als links und seine obere Endfläche ist keilförmig, entsprechend der gewinkelten Unterfläche des schmetterlingsförmigen Th. 6 (Abb. 1). Er zeigt nur noch eine geringe Drehung nach rechts, wo die Basis des rechten Keils des Th. 6 den Scheitelpunkt für die zweite, rechtskonvexe, skoliotische Krümmung abgibt. Th. 8 ist wieder nach vorn gerichtet und nur durch einen dünnen Spalt von ihm getrennt. Auch er ist links schmäler als rechts und seine untere Körperfläche verläuft zunächst parallel der oberen und schwenkt dann im linken Drittel schräg nach oben. Eine breite Zwischenwirbelscheibe trennt Th. 8 von einem sicher aus mehreren, vollkommen knöchern vereinigten Wirbeln zusammengesetzten Wirbelblock. Seine rechte Seite hat dieselbe Höhe wie Th. 7 und Th. 8 zusammen, und die linke ist wie bei diesen ebenfalls verkürzt. An der unteren Körperfläche, die ziemlich schräg von rechts unten nach links oben verläuft, ist am unteren linken Drittel eine deutliche Einziehung (Abb. 2). Von hier aus erkennt man nach beiden Seiten schräg hoch verlaufende angedeutete Wirbelgrenzen, die besonders auch durch eine winklige Abknickung der Vorderflächen der Wirbelkörper unterstrichen werden. Eine geringe Vertiefung der oberen Endfläche entspricht den Einziehungen, wie sie auch an normalen Wirbelkörpern vorkommen, und die seitliche Lage hängt mit der starken Verdrehung innerhalb des Wirbelblocks zusammen. Dieser besteht deinnach aus einem oberen, vollständigen Wirbel, Th. 9, und einem aus zwei ungleich großen, keilförmigen Anteilen gebildeten Brustwirbel Th. 10, welcher auseinandergezogen und deutlich nach der starken, linksseitigen Skoliose gedreht ist (Abb. 1). Ihr Krümmungsscheitel wird von der Basis des kleineren Halbwirbels gebildet und ist fast rechtwinklig. Ehe wir das Verhalten der Bögen des mit drei Dornfortsätzen versehenen Blockwirbels zeigen, müssen wir dies noch bei Wbg. Th. 7 und 8 erwähnen. Auch hier findet sich eine schräge Vereinigung des linken von 7 mit dem rechten von 8 zu einem starken fast horizontalen Dornfortsatz.

Während die Dornfortsätze der vorhergehenden 3 Brustwirbel verkümmert erscheinen, ist dieser wieder gut geformt. Wbg. Th. 8 vereinigt sich mit dem des Th. 9 der gleichen und der anderen Seite zu einem noch breiteren Dornfortsatz, der mit dem vorhergehenden ein Gelenk bildet. Eigentümlich verhalten sich die hinteren Bögen des offenbar geteilten Th. 10. Durch die starke seitliche Krümmung, Verdrehung und ungleiche Größe der Keilwirbel von Th. 10 erscheinen ihre Bögen übereinander gelagert. Der kleine, höher gelegene Wirbelanteil bildet einen schmalen halben Dornfortsatz, der sich nur an die verknöcherten, rechten Gelenkfortsätze anlehnt, während der große einen kräftigen, vollständigen Dornfortsatz und noch einen kurzen, verkümmerten Querfortsatz aufweist, der jedoch keine Verbindung mit dem linken Wirbelkörper hat. Die Spitzen der drei aus dem halben Segment des Th. 8 und den Elementen des Blockwirbels gebildeten Dornfortsätze sind untereinander durch Knochenpflanzen verbunden, ähnlich, wie wir sie bei der *Bechterewschen* Krankheit bei Verknöcherung des Längsbandes sehen (Abb. 4). Dieser Blockwirbel ist der letzte Brustwirbel, wie wir aus der jetzt folgenden, gesonderten Befprechung der Rippen entnehmen können.

Rippen. Auch die Rippen zeigen infolge der starken Krümmungen, den Verschmelzungen und der zahlenmäßigen Verringerung der Brustwirbelkörper eine auffallende Gestaltung. So finden sich auf der rechten Seite bei oberflächlicher Betrachtung zunächst 10 Rippen.

Die 1. Rippe setzt gelenkig an der Mitte von Th. 1 an und zeigt einen breiten Hals, der mit dessen Querfortsatz knöchern, mit dem des Th. 3 gelenkig verbunden ist; dazwischen bleibt eine nach hinten offene Rinne für den Nerv. Die 2. und 3. Rippe haben eine gemeinsame Gelenkfläche mit dem 3. und 4. Wirbel und

sind eine kurze Strecke miteinander verwachsen. Der Rippenwinkel der 2. Rippe setzt wie die 1. am breiten Querfortsatz des Th. 3 an, während die 3. Rippe den Querfortsatz des Th. 4 benützt. Die 4. Rippe ist an ihrem richtig gelegenen Ansatz verknöchert, berührt die 3. Rippe und bildet mit ihr in der Scapularlinie eine

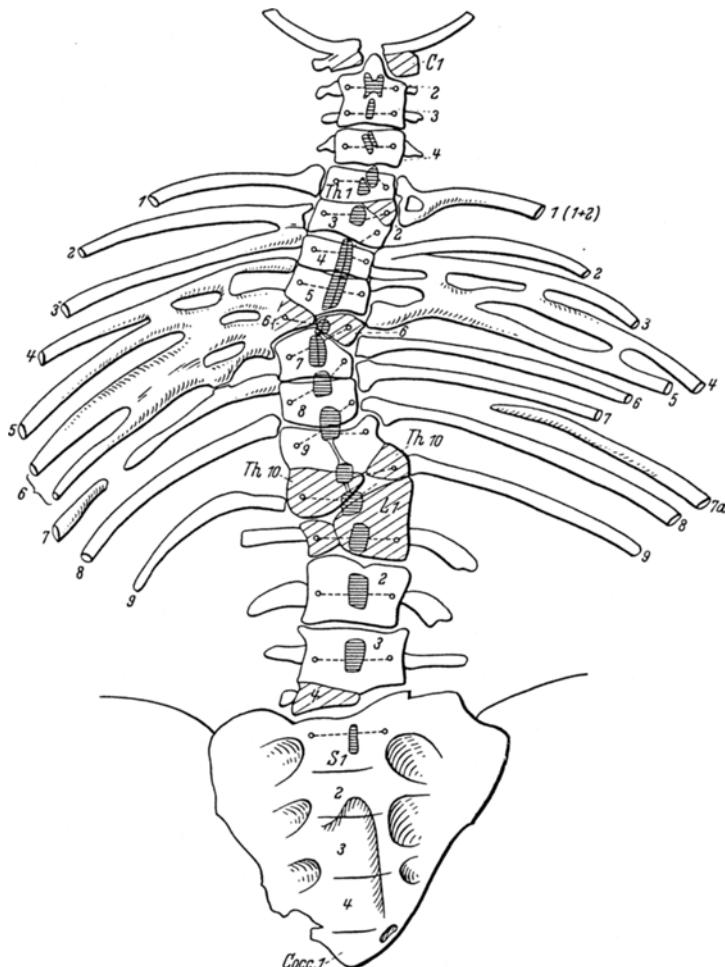


Abb. 3. Präp. I. Halbschematische Zeichnung. Die Wirbelbogen sind nur als punktierte Linien gekennzeichnet und dabei ihre Synostosen nicht berücksichtigt.

1 cm breite, gelenkige Verbindung, während sie mit der 5. Rippe zwei starke Knochenbrücken aufweist (Abb. 3). Die 5. und 6. Rippe zeigen eine vollkommene etwa 4 cm breite Verschmelzung unter sich und mit der breiten Basis des keilförmigen, rechten Anteils des Th. 6 (Abb. 4). Die 5. Rippe benützt den Querfortsatz dieses Wirbels und ist mit der 6. Rippe, die ihren Querfortsatz nicht berührt und sich dann in zwei Anteile gabelt, weit nach hinten ausgehogen, so daß ein rechtsseitiger Rippenbuckel entsteht (Abb. 4). Diese Rippen zeigen unter sich noch breite Knochen-

brücken und mit der 7. Rippe eine Gelenkbildung in der Parasternallinie auf beidseitigen Knochenvorsprüngen (Abb. 3). Außerdem zeigt letztere eine 3 cm lange Unterbrechung in der Gegend der vorderen Achsellinie, wobei sich beide einander zugekehrte Stümpfe verjüngen. Die 8. Rippe setzt seitlich zwischen Th. 8 und dem Blockwirbel an, die 9. Rippe an der unteren Hälfte der Basis des größeren Keilwirbels, den wir mit dem kleineren, gegenüberliegenden Anteil als Th. 10 und letzten Brustwirbel bezeichnet haben.

Wir haben demnach 9 Rippen, die den 9 Brustwirbelsegmenten der rechten Seite entsprechen und die 6. Rippe gabelt sich. Links haben wir 9 Rippen und ein Rudiment. Die 1. Rippe zeigt 2 Köpfchen, von denen das obere an der Seitenfläche von Th. 1, und das untere an einem Auswuchs des eingeschalteten Halbwirbels Th. 2 gelenkig ansetzt (Abb. 1). Am Rippenwinkel ist eine Gelenkverbindung mit dessen Querfortsatz und durch einen kräftigen Knochenvorsprung am Rippenhals mit dem Querfortsatz des 1. Brustwirbels. Der Halsteil ist durchbrochen für den Durchtritt des Nerven. Die 2. und 3. Rippe entspringen gemeinsam wie auf der rechten Seite. Nur benutzt hier die 2. Rippe den 3. Querfortsatz mit der 3. Rippe. Diese zeigt mit der 4. und 5. normalen Rippe breite Knochenverbindungen. Die 6.—8. Rippe haben unter sich am Köpfchen Gelenkpfannen, da sie durch die geringe seitliche Höhe der entsprechenden Brustwirbel aneinander grenzen.

Die 6. und 7. Rippe stehen an ihren Winkeln mit dem breiten Querfortsatz des Th. 7 in Verbindung, und der des 8. ist frei. Eigentümlicherweise schiebt sich zwischen den ohnedies schon engen 7. Intercostalraum eine schmale Rippe, 7a, ein, die, wie die angrenzenden Rippen, einen gebogenen knorpligen Anteil hat, etwas weniger breit ist und sich rasch nach hinten verjüngt, so daß sie in der hinteren Axillarlinie stricknadelförmig zwischen den Rippen frei endet (Abb. 4). Sie ist vom Präparator dort befestigt. An den Wirbeln läßt sich kein entsprechendes Segment mehr nachweisen. Auch ist nicht mit Sicherheit zu sagen, ob diese Rippe nach der Maceration an die ursprüngliche Stelle eingefügt wurde. Die letzte Rippe ist doppelt so lang wie die der anderen Seite, entspringt ebenfalls an der unteren Grenze des Blockwirbels und reicht bis auf 3 cm an den seitlichen Rand der Crista iliaca heran.

Lendenwirbelsäule. Der 1. Lendenwirbelkörper (= L. 1) zeigt eine starke sagittale Einschnürung seiner Vorderfläche im rechten Drittel. Die beiden so entstehenden keilförmigen Körperhälften sind ungleich groß. Die obere Begrenzung verläuft von links oben ziemlich schräg nach rechts unten, seine untere Körperfläche umgekehrt. Die linke Seitenfläche ist doppelt so hoch wie die rechte. Am linken hinteren Bogen ist nur ein kurzer oberer Gelenkfortsatz, der den ebenfalls kurzen des Brustwirbels nicht erreicht. Der rechte obere Gelenkfortsatz zeigt eine nach vorn oben gerichtete Gelenkfläche und legt sich von hinten auf den Gelenkfortsatz des Brustwirbels, während dieser ihn normalerweise dachziegelartig bedeckt. Der rechte Querfortsatz hat eine sagittale Durchbohrung nahe dem Ansatz. Der zweite Lendenwirbel ist wenig nach links geneigt. Der linke Querfortsatz ist breit und läßt einen tropfenförmig nach unten zeigenden Fortsatz erkennen (Abb. 4). Während sein rechter oberer und beide unteren Gelenkfortsätze normal sagittal eingestellt sind, ist der linke obere Gelenkfortsatz, ähnlich wie der rechte obere des L. 1, mit einer nach vorn oben gerichteten Gelenkfläche versehen (Abb. 4).

L. 3 ist gut entwickelt und ist an seiner rechten unteren Endfläche mit einem schmalen, keilförmigen Wirbel knöchern verbunden. Dieser hat einen kurzen breiten Querfortsatz und steht durch einen schmalen Fortsatz mit dem Wbg. L. 3 in der Gegend seines akzessorischen Fortsatzes in Verbindung. Möglicherweise hat der Keilwinkel an der Bildung des etwas kräftigeren, unteren Gelenkfortsatzes

dieser Seite teil, der hier eine sagittale Gelenkfläche aufweist, indessen sie auf der anderen Seite frontal ist (Abb. 4). Diese Lendenwirbel haben zusammen drei kräftige Dornfortsätze und sind durch eine breite, etwas schräg verlaufende Zwischenwirbelscheibe vom Kreuzbein getrennt. Der Halbwirbel L. 4 ist wiederum der Scheitel einer rechts skoliotischen Krümmung mäßigen Grades.

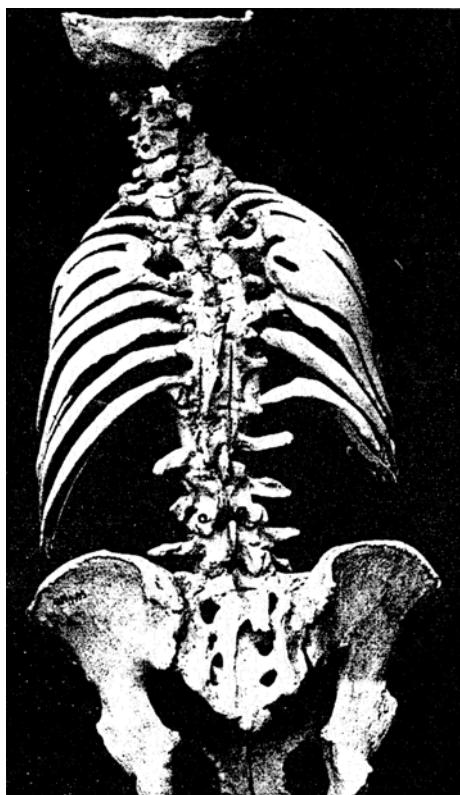


Abb. 4. Präp. I. Ausgedehnte Synostosen der Wirbelbögen und der kurzen Dornfortsätze. Spina bifida und Occipitalisation des Atlas. Unterschiedliche Gelenkstellung von Hals- und Lendenwirbelpfortsätzen. Daneben Rippenmissbildungen und Rippenbuckel rechts.

rechts ein nach unten offener Einschnitt entspricht (Abb. 3).

Das zweite Macerationspräparat mit der S.-Nr. 210/37 stammt von einer 145 cm großen und 53 Jahre alten Frau, die an einer akuten Myeloblastenleukämie gestorben ist. Es besteht aus der gesamten in der Mitte aufgesägten Wirbelsäule, den Rippen, die auf beiden Seiten ziemlich kurz abgesägt sind und dem Sternum.

Befund. Die Wirbelsäule zeigt drei geringe seitliche Krümmungen, von denen die erste linkskonvex ist und ihren Scheitelpunkt in Höhe

Das Kreuzbein setzt sich aus 4 Wirbeln zusammen mit 3 großen vorderen Kreuzbeinlöchern. Der Körper des 1. Kreuzbeinwirbels (= S. 1) ist rechts oben, wo er an den Halbwirbel L. 4 grenzt, deutlich eingedrückt; deshalb ist auch die seitliche Abknickung nur gering (Abb. 1). S. 1 bildet einen kräftigen, oberen, rechten Gelenkfortsatz, der entsprechend der Gelenkstellung des angrenzenden Lendenwirbels eine sagittal eingestellte Gelenkfläche aufweist und weiter hinten entwickelt ist als der linke, mit frontalier Gelenkfläche. Dadurch ist der unterste Lendenwirbel gering nach rechts gedreht. Bis kurz unterhalb der etwas langen und einzigen Crista sacralis media von S. 1 reicht der weite und unsymmetrische Hiatus sacralis.

Vom Steifbein ist nur der 1. Wirbel erhalten. Da seine Unterfläche eine Gelenkfläche zeigt, und demnach Wirbel bei der Präparation verloren gegangen sind, können wir über die ursprüngliche Zahl nichts aussagen. Die obere Endfläche des vorhandenen Wirbels ist in ganzer Ausdehnung mit dem Kreuzbein verschmolzen (Abb. 4). Links ist eine knöcherne Verbindung mit der Seitenmasse des Kreuzbeins, so daß hier ein kleines, schlitzförmiges und nach der Seite gerichtetes Loch entsteht, dem

des 2. Brustwirbels hat. Die zweite ist rechts-, die dritte linkskonvex. Ihre Krümmungsscheitel liegen dicht beieinander an den unteren Brustwirbeln. Allen drei Krümmungen liegen mißgebildete Wirbelkörper zugrunde. Die starke Abknickung der Sägeschnittfläche in der unteren Lendenwirbelsäule ist durch Eintrocknung nachträglich entstanden. An Stelle der natürlichen, sagittalen Krümmungen findet sich eine auffallend gerade Wirbelsäule.

Die Halswirbelsäule fällt durch ausgedehnte Wirbelverschmelzungen auf. Vom Atlas ist nur die rechte Hälfte vorhanden. Die linke ist bei der Präparation verloren gegangen. Auffallend ist rechts eine Gelenkbildung des vorderen und hinteren Bogens mit der *Massa lateralis* und ein fehlendes *Foramen transversarium*.

Der *Epistropheus* ist mit C. 3 (3. Halswirbelkörper) innig verwachsen. Beide zeigen eine geringe Höhe, so daß man erst aus den breiten, besonders links gut ausgebildeten Querfortsätzen und den verschmolzenen hinteren Bögen nebst Dornfortsätzen darauf aufmerksam wird. Der Rest der Halswirbel bildet einen massiven Block, der nach der Zahl der Querfortsätze und den Bögen aus C. 4, C. 5 und C. 6 besteht. Daß dabei C. 5 ein rechtsseitiger Halbwirbel ist, der sich keilförmig an der Vorderfläche angedeutet abgrenzt, ist wahrscheinlich (Abb. 5). Dazu würde die größere rechte Seitenhöhe, drei gut ausgebildete Querfortsätze und hintere Bögen gegenüber zwei der linken Seite passen, die demnach von C. 4 und C. 6 gebildet sind. Außer dem rechten Wbg. C. 6 sind die hinteren Bögen entsprechend ihren Körpern untereinander verschmolzen. Die klare Beurteilung der Bogenverhältnisse wird leider durch die links von der Medianlinie verlaufende Sägeschnittfläche gestört, da ein medialer Anteil der linken Bögen verloren ging. Dennoch möchten wir mit Bestimmtheit eine Spaltbildung der hinteren Bogen der zum Blockwirbel verschmolzenen Wirbel annehmen, da jetzt ein 1 cm breiter Spalt besteht, die rechten Wbg. C. 4 und C. 5 kurze, kümmerliche Dornfortsätze haben, die vollkommen abgerundet sind und 1 cm vom Sägeschnitt abliegen. C. 6 hat einen breiten rechten Wbg. mit einem kräftigen weit nach links reichenden Dornfortsatz, der dem linken Bogen des 1. Brustwirbels (Th. 1) beinahe gegenüberliegt, da die untere Fläche des Blockwirbels sehr schräg von links oben nach rechts unten verläuft. Entsprechend ist auch Th. 1 schräg und rechts niedriger als links. Von der Halswirbelsäule ist er durch eine breite Zwischenwirbelscheibe getrennt. Th. 2 ist ein ganz auf der linken Seite gelegener keilförmiger Wirbel, dessen Vorderfläche nur haselnußgroß ist, und dessen Wbg. in gleicher Höhe mit dem rechten Wbg.

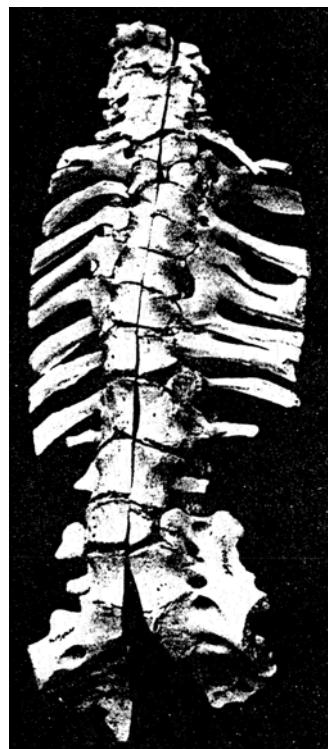


Abb. 5. Präp. II. Wirbelsäule einer 53jährigen Frau mit starken Halswirbelverschmelzungen, Spalt- und Halbwirbeln und einsitziger Sakralisation von zwei Lendenwirbeln. Doppeltes Promontorium. (Präparat aus dem Pathologischen Museum Berlin.)

von Th. 1 liegt. Dieser bildet ebenso wie der die Vertebra prominens verkörpernde C. 6 einen abgerundeten, großen Dornfortsatz. Da wieder beiden Wbg. von Th. 1 und Th. 2 links ein Stück fehlt, taucht erneut die Frage auf, ob ein Spalt bestand. Eine seitliche Röntgenaufnahme, die von der halbierten Wirbelsäule vor der Maceration gemacht wurde, zeigt, daß auch die linken Wbg. von Th. 1 und Th. 2 getrennte, große Dornfortsätze gebildet haben, die untereinander und zwischen den etwas auseinandergebogenen rechten von C. 6 und Th. 1 lagen (Abb. 6). Th. 3 ist durch einen sagittalen Spalt in zwei gleich große keilförmige Hälften geteilt. Von der Sägeschnittfläche aus sieht man, daß sie nur vorn und hinten genähert sind, während sich in der Mitte eine senkrechte, zylindrische Ausweitung befindet. Während Th. 3 von Th. 1 durch eine schmale Zwischenwirbelscheibe getrennt ist, ist Th. 2 an seiner Unterfläche verwachsen. Der Wbg. der rechten Hälfte von Th. 3 bildet einen gesonderten Dornfortsatz, und der der linken Hälfte verbindet sich schräg nach rechts unten mit dem rechten Wbg. Th. 4 zu einem noch fast waagrecht stehenden Dornfortsatz (Abb. 6). Th. 4 bis Th. 7 haben etwa gleich große, normal gebaute Körper, die gleichmäßig etwas schräg gestellt und rechts höher sind. Die Zwischenwirbelräume sind sehr eng und an ihren Berührungsflächen zeigen sich besonders zwischen Th. 4 und Th. 5, sowie Th. 6 und Th. 7 breite, seitliche Knochenbrücken, die auf der dem Wirbelkanal zugerichteten Seite alle Wirbelkörper von Th. 4 bis Th. 7 verbinden. Wie wir später sehen werden, entsprechen dieser starren Vereinigung breite Verschmelzungen der zugehörigen Rippen. Ihre hinteren Bögen sind teilweise untereinander verschmolzen. So sind der linke Wbg. Th. 4 und Wbg. Th. 5 nebst den Querfortsätzen verknöchert und bilden mit dem rechten Wbg. Th. 5 einen breiten Dornfortsatz. Wbg. Th. 6 rechts ist ebenfalls mit dem rechten Wbg. Th. 5 verschmolzen, hat aber einen eigenen, über die Medianlinie reichenden, dünnen Dornfortsatz. Linker Wbg. Th. 6 vereinigt sich schräg mit dem rechten Wbg. Th. 7, während dessen linker Bogen nur angedeutet ist und spitz zwischen den benachbarten Wbg. derselben Seite endet (Abb. 6). Sein linker Querfortsatz ist jedoch kräftig entwickelt. Diese Veränderungen können weniger aus dem Röntgenbild als durch Betrachtung vom aufgesägten Wirbelkanal aus gemacht werden. Th. 8 ist ein rechtsseitiger Halbwirbel; sein Wirbelbogen vereinigt sich mit dem linken des richtig geformten Th. 9, während dessen rechter Wbg. ähnlich wie der Wbg. Th. 6 einen alleinstehenden, schmalen Dornfortsatz bildet. Th. 10 ist ein linker, L. 1 ein rechter Halbwirbel. Zwischen beiden verläuft ziemlich schräg von rechts oben nach links unten Th. 11, der durch seine Größe und seinen eigen tümlichen linken Querfortsatz teilweise Lendenwirbelcharakter hat (Abb. 5). An seiner rechten Körperseite dagegen ist eine breite Gelenkfläche für die letzte normal entwickelte Rippe dieser Seite, während die entsprechende der anderen Seite in gleicher Höhe aber an dem Halbwirbel Th. 10 ansetzt. Wie die Rippen verhalten sich auch die Wbg. Der des Th. 10 vereinigt sich mit dem gegenüberliegenden von Th. 11 und dessen linker Wbg. mit Wbg. L. 1 (Abb. 6). Die beiden keilförmigen Th. 10 und L. 1 sind innig mit Th. 11 verwachsen, wie besonders deutlich auf der Schnittfläche durch den fast überall gleichmäßigen Verlauf der Knochenbällchen zum Ausdruck kommt. Auch im Bereich der Wirbelbögen sind schmale Knochenbrücken.

Rippen rechts. Köpfchen und Halsteil der 1. und 2. Rippe sind bis zum Rippenwinkel breit miteinander verwachsen. Die 3. Rippe zeigt statt einem Köpfchen einen stricknadelähnlichen, 1 cm langen Fortsatz, der an der zungenförmig seitlich überhängenden Unterfläche von Th. 3 anliegt (Abb. 5). Die 4. Rippe normal. Die 5. Rippe hat ein breites Köpfchen, das sich von der Mitte von Th. 5 bis zur Unterfläche von Th. 6 spannt und Gelenkflächen mit der 4. und 6. Rippe hat. Die 6. und 7. Rippe zeigt Verwachsungen ähnlich der 1. und 2. Rippe; 8. und 9. Rippe normal. Sämtliche Rippen sind richtig mit den Querfortsätzen der entsprechenden Brustwirbel gelenkig verbunden.

Rippen links. Das Köpfchen der 1. Rippe liegt über 1 cm höher als auf der anderen Seite, was mit dem schrägen Verlauf und der größeren Höhe von Th. 1 zusammenhängt. Diese Verschiedenheit wird zum Teil durch die steil, nach vorn und unten, gerichtete, dünne 1. Rippe ausgeglichen. Die 2. und 3. Rippe ist wie die 1. und 2. der rechten Seite teilweise verwachsen. Die Köpfchen der 4. bis 7. Rippe sind breitflächig miteinander knöchern verbunden. Außerdem wird die 5. Rippe in der Scapularlinie breit und bildet nach oben einen Höcker, der eine Gelenkfläche trägt, entsprechend einer der 4. Rippe und ist nach unten mit der 6. Rippe verwachsen (Abb. 6). Der Querfortsatz von Th. 6 ist kurz und nach hinten gebogen und zeigt daher keine Gelenkverbindung mit der ohnedies genügend fixierten 6. Rippe. 8. und 9. Rippe gehörig.

Wir haben demnach auf jeder Seite 9 Rippen, von denen jede mit ihrem Körpersegment in Berührung tritt. Der Unterschied in der Zahl der Wirbelkörper und der Rippen kommt lediglich daher, daß auch die Halbwirbel wie die normalen Wirbel mit einer Zahl belegt wurden. Würden wir also die Halbwirbel Th. 2 und Th. 8 nur als einen Wirbel und die rechte Hälfte von Th. 11, die ja auch, wie wir gesehen haben, Brustwirbelcharakter trägt, mit dem Halbwirbel Th. 10 zusammen, ebenfalls als ein Wirbel rechnen, dann würden sich nur 9 Brustwirbel ergeben.

Das *Brustbein* ist ziemlich stark gewölbt und hat in der Mitte des Körpers eine kleine herzförmige Fensterung. Der Schwertfortsatz ist gespalten. An jeder Seite sind nur 6 Rippen, wobei die 3.—6. linke Rippe erheblich tiefer als rechts ansetzen. Die 2. linke Rippe hat einen doppelten knorpligen Ansatz; der obere entspricht dem der 2. rechten Rippe, der untere tritt mit einem Knochenauswuchs in Verbindung.

Über die Form des Brustkorbes läßt sich aus den kurzen Rippen nichts Sichereres sagen und das Sektionsprotokoll weist uns lediglich auf den kurzen Abstand von Rippenbogen und Symphyse hin.

Auch die *Lendenwirbel* zeigen in Zahl und Bau Abweichungen. Wir hatten bereits darauf hingewiesen, daß die linke Hälfte des letzten Brustwirbels statt einer normalen Rippe einen Querfortsatz hat und damit auch als Lendenwirbel gerechnet werden kann. Dabei ist auffallend, daß der Querfortsatz an seinem Ursprung kolbig aufgetrieben ist wie ein Köpfchen einer Rippe. Auch ist ein Rippenwinkel angedeutet, so daß wir ihn als Lendenrippe deuten können. Noch mehr ist man bei dem rechten Halbwirbel, den wir bereits als L. 1 bezeichnet haben, berechtigt, von einer Lendenrippe zu sprechen, wenn auch hier wiederum eine eigentliche Gelenkbildung fehlt. Hier ist ein deutlicher Rippenwinkel und eine Verbiegung und Drehung, die im kleinen die Form der benachbarten Rippe wiederholt (Abb. 5). L. 2 ist richtig gebaut und hat einen kräftigen Dornfortsatz. Sein linker Querfortsatz ist eher kurz und hat U-Förm, während der rechte eine schwanzflossenähnliche Verbreiterung aufweist und im ganzen nach rechts oben zeigt. Auch die oberen Gelenkfortsätze unterscheiden sich, indem der rechte richtig groß und eine sagittale Gelenkfläche hat, und der linke verkümmert und mit frontalgerichteter Gelenkfläche versehen ist. L. 3 hat mehrere Besonderheiten, von denen die auffallendste eine breite bis auf den Wirbelkanal gehende Spalte des Körpers ist, die den größeren rechten Anteil von einem kleineren, ebenfalls etwas zugespitzten, linken trennt (Abb. 5). Von der Sägeschnittfläche aus sieht man eine ähnliche zylindrische senkrechte Aussparung in der Mitte der aneinandergrenzenden Teile, wie wir sie bei Th. 3 beschrieben haben, nur daß dort die Veränderung genau der Mitte der Wirbelkörperreihe entsprach. Rechts ist ein ähnlich breiter Querfortsatz wie bei L. 2. Die Gelenkflächen der gut entwickelten, rechten Gelenkfortsätze stehen sagittal, während die beiden linken fast frontal stehen und der obere kurz ist. Dabei legt er sich von hinten auf den unteren Gelenkfortsatz von L. 2, während dessen oberer Gelenkfortsatz vor den des nächsthöheren zu liegen kommt.

Eine knöcherne Verbindung, die Wurzel, zwischen dem kleineren linken Anteil von L. 3 und dem Seitenstück mit den Gelenkfortsätzen fehlt. Dagegen ist ein breiter Querfortsatz vorhanden, der mit dem von L. 4 und der Seitenmasse des

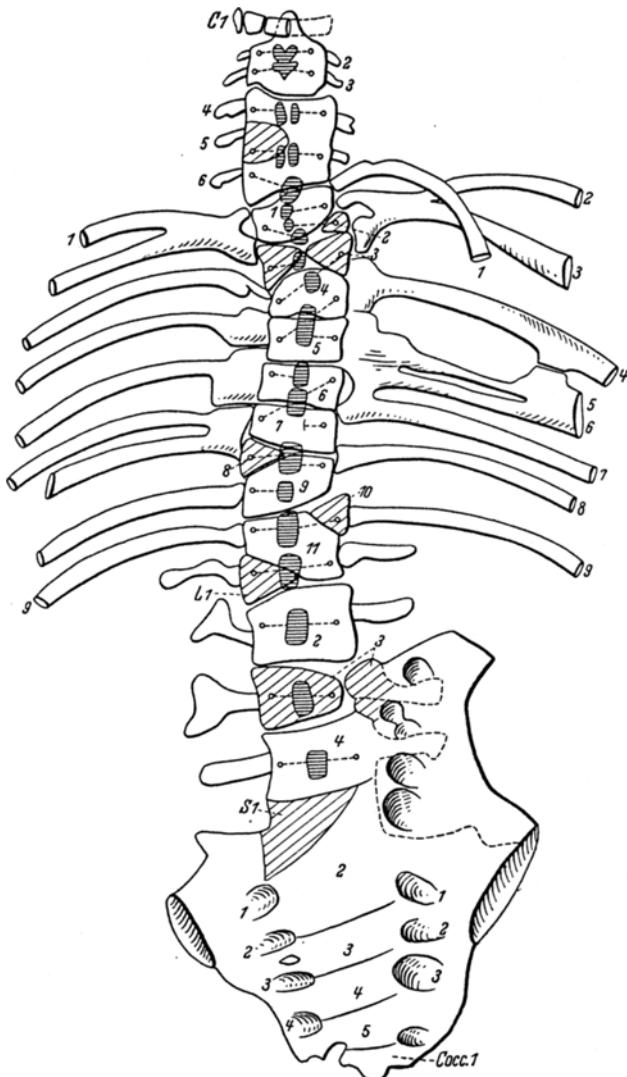


Abb. 6. Præp. II. Halbschematische Zeichnung.

Kreuzbeins eine zusammenhängende, knöcherne Vereinigung aufweist. Über dem eigentlichen Querfortsatz von L. 3 zieht vom oberen Rand des Wirbels noch eine dünne Knochenspange, so daß ein erstes Loch für den Durchtritt eines Nerven gebildet wird. Mit L. 4 ist der kleinere Teil von L. 3 in ganzer Ausdehnung

verwachsen, während der größere durch eine besonders breite Zwischenwirbelscheibe getrennt ist. Der Körper von L. 4, sein rechter Querfortsatz und beide Gelenkfortsätze normal. Die Löcher, die durch die Verbindung des linken Querfortsatzes mit der Seitenmasse des Kreuzbeins entstehen, sind oval. Das über dem Querfortsatz von L. 4 gelegene wird durch Knochenhöcker hantelförmig, das untere durch eine dünne Knochenbrücke, die in Höhe der Unterfläche des Wirbels entspringt, in zwei Löcher geteilt (Abb. 5). Diesem entspricht das erste hintere Loch dieser Seite. Es liegt in Höhe des unteren Gelenkfortsatzes von L. 4, der ebenso wie der linke Wbg. vollständig mit der Kreuzbeinhinterfläche verschmolzen ist.

Das *Kreuzbein* fällt durch seinen unsymmetrischen Bau auf, der außer durch die einseitige Verschmelzung der Querfortsätze der Lendenwirbel mit der Seitenmasse auch durch die Halbwirbelbildung des S. 1 (1. Sakralwirbels) auf der rechten Seite bedingt ist. Er hat deutliche Keilform und reicht etwas über die Medianlinie (Abb. 6). Während der letzte Lendenwirbel durch den Keil, mit dem er seitlich durch Knochenbrücken und nur einer schmalen Zwischenwirbelscheibe getrennt ist, wenig schmäler ist, zeigt S. 2 eine deutliche Verschmälerung rechts. Seine obere Begrenzungslinie verläuft demnach ziemlich schräg von rechts unten nach links oben, wo S. 2 im äußeren Drittel an L. 4 grenzt und ähnlich wie S. 1 mit ihm verknöchert ist. Die Vorderflächen von S. 1 und S. 2 bilden einen stumpfen Winkel, so daß ein doppeltes Promontorium angedeutet wird. Vordere Kreuzbeinlöcher sind auf der rechten Seite 5, die dicht beinanderliegen und kleiner sind als die drei entsprechenden eigentlichen linken Kreuzbeinlöcher. Dabei werden die Löcher, die durch die linksseitige Sakralisation entstanden sind, nicht mitgezählt, obwohl sie Nervenaustrittsstellen darstellen. Der Unterschied der Zahl der Löcher soll in unserem Fall ein weiterer Beweis für die Richtigkeit der Halbwirbelbildung des S. 1 sein, so daß wir nur diejenigen zählen, die oben und unten wie gewöhnlich von einem Kreuzbeinwirbelkörper begrenzt werden. So wird auch ein weiteres Loch links ausgeschlossen, das durch eine einseitige knöcherne Verbindung des einzigen Steißbeinwirbels mit dem letzten Kreuzbeinwirbel zustande kommt, während rechts nur ein deutlicher, aber nach unten offener Einschnitt besteht (Abb. 5). Somit haben wir links drei vordere Kreuzbeinlöcher, denen übrigens hinten nur zwei entsprechen, die von 4 Wirbeln gebildet sind. Die größere Zahl rechts wird durch S. 1 erklärt. Auf der Rückseite sind hier nur drei Kreuzbeinlöcher. Also auch hier ein Unterschied zugunsten von rechts.

Beurteilung.

Es sollen die einzelnen Variationen, die an den Grenzen der verschiedenen Wirbelsäulenabschnitte vorkommen, von den eigentlichen Mißbildungen möglichst getrennt besprochen werden. Als erste haben wir bei Fall 1 eine Assimilation des Atlas an das Hinterhaupt. Damit ist eine Hemmungsmissbildung verbunden, eine Bogenspalte mit ungleich großen Bogenhälften. Die eigentümliche Gelenkbildung zwischen Atlas und Epistropheus gestattet eine geringe Nickbewegung nach links unten, die noch durch entsprechende Veränderung der Gelenkfortsätze des C. 3 und C. 4 unterstützt wird. Diese seitlichen verschiedenen Gelenkstellungen zeigen sich auch an Lendenwirbelgelenkfortsätzen und gehören den Veränderungen an, die wir bei Übergangswirbeln finden. Weiter gehören dazu Verbreiterungen von Querfortsätzen, wie wir sie bei L. 2 und noch stärker ausgeprägt bei den rechten Querfortsätzen

von L. 2 und L. 3 des 2. Falles (II) finden, wo sie die charakteristische, schmetterlingsflügelähnliche Form haben. Eine seltene Variation stellt die asymmetrische Sakralisation zweier präsacraler Wirbel dar, wobei auch der Zwischenwirbelraum verschmälert, und die Gelenkfortsätze und hinteren Bögen dieser Seite verschmolzen sind, so daß sie zur Bildung des Sacralkanals beitragen. Beide Fälle haben außerdem einen sakrococcygealen Übergangswirbel mit Bildung eines linksseitigen Foramen sacrale. Th. 11, der rechts eine Rippe und links einen kleinen rippenähnlichen Querfortsatz hat, ist kein eigentlicher Übergangswirbel, sondern es liegt hier eine Mißbildung zugrunde, wohl aber gehört dieser Fortsatz, den wir als Lendenrippe aufgefaßt haben, hierher. Die aufgeführten Variationen, besonders die Übergangswirbel, die eine halbseitige Asymmetrie aufweisen, deuten auf eine gewisse Selbständigkeit der beiden Wirbelsäulenhälfte hin. Diese Tatsache nimmt *Stieve* als Gegenbeweis gegen die *Rosenbergsche* Theorie, die die Variationen mit der Phylogenetese in Beziehung bringt und Zukunfts-, Gegenwarts- und Vergangenheitsformen der Wirbelsäulensegmentierung unterscheidet (zit. nach *Müller*). Auf die bei II gleichgerichtete Verschiebung der unteren und oberen Kreuzbeingrenze, die in den asymmetrischen Übergangswirbeln zum Ausdruck kommt, weist *Adolphi* hin, der diese Tendenz auch noch an der unteren und oberen Thoraxgrenze feststellt, und damit ebenfalls der *Rosenbergschen* Auffassung einer Zukunftsform widerspricht, die eine Verkürzung der Brustregion durch Reduzierung der Rippen von oben und unten her annimmt. Zu diesen regionären Variationen, wie sie *Putti* nannte, kann man die auf beiden Seiten verschiedene Ansatzhöhe der 6 Rippenknorpel am Brustbein rechnen, die *Markowski* in 55,6 % aller Wirbelsäulen fand (zit. nach *Rauher-Kopsch*).

Von den regionären trennen wir die numerischen Variationen. Wir finden sie fast in allen Wirbelsäulenabschnitten mit Ausnahme der Kreuzbeine bei I und II im Sinne einer Verminderung der Wirbelzahl, Veränderungen, die, wenn wir die Ideen von *Rosenberg* zugrunde legen, progressiven Formen entsprechen. *Putti* faßt die numerische Variation als Folge einer evolutiven Anomalie auf, wodurch infolge eines übertriebenen Reduktionsprozesses einige in den primären Segmentierungen repräsentierten Elemente verschwinden. *Feller* und *Sternberg* erklären die formale Entstehung des vollkommenen Wirbelkörpermangels durch einen Defekt der Chorda dorsalis, wodurch sich die Sklerotome nicht in normaler Weise zu der Anlage des Wirbelkörpers ausbilden können und die teratogene Terminationsperiode ist somit in einen so frühen Zeitpunkt der Entwicklung verlegt, in welcher die Bildung der Chorda dorsalis erfolgt, die Anlage der Wirbelsäule indessen noch nicht vorhanden ist. Besonders deutlich wird die numerische Variation im Bereich der Halswirbelsäule bei I, wo nur 4 Wirbel angelegt sind. Dabei sehen wir eine

Synostose von C. 2 und C. 3, die wir nicht mehr als reine Variation sondern als Mißbildung bezeichnen finden. Wenn wir noch die Occipitalisation des Atlas in Betracht ziehen, dann wird es klar ersichtlich, daß es zu einer starken Verkürzung der Halswirbelsäule kommt. Daß dies auch im Leben deutlich wurde, entnehmen wir der Angabe im Sektionsprotokoll, daß der Hals auffallend kurz und dick erschien. Die pathologisch-anatomischen Veränderungen entsprechen der als *Klippel-Feil* bezeichneten Mißbildung. *Feil* hat drei Grade unterschieden (zit. nach *Kallius*), von denen der zweite am ehesten unserem Befund entspricht, da er sich auf einen numerischen Reduktionsprozeß beschränkt. *Kallius* hat das Krankheitsbild als Syndrom bezeichnet und die übrigen Anomalien auch in anderen Körperregionen mit dazu gerechnet. Wir müßten in unserem Fall auch die weitgehende Verschmelzung besonders der oberen Brustwirbel in der Wirbelbandscheiben- und noch ausgeprägter in der Bogenreihe mit den Rippensynostosen, und, falls die Vermutung einer Schieffaltung des Kopfes aus der eingehend beschriebenen Gelenkstellung und der Skoliose der hinteren Schädelgrube richtig ist, auch diese mit zum Syndrom gehörig betrachten. Ein Schulterblatt-hochstand findet sich häufig dabei, und sicherlich kann man auch in unserem Fall einen solchen durch den starken rechtsseitigen Rippenbuckel bedingt annehmen, der aber gerade deshalb nicht zu verwerten ist. Auch der feine Spalt der Bögen von C. 4 wurde von *Feil* als Voraussetzung für das Zustandekommen des Krankheitsbildes angesehen, und er glaubte, daß sich auf die Schädigung der Spina bifida ein intrauterines Trauma aufpfropfe und so die Verschmelzungen im primär geschädigten Halswirbelsäulenabschnitt, wie wir sie im 2. Fall finden, erzeuge. Dagegen sprechen Fälle, bei denen eine Spina bifida fehlt. *Kallius*, der sich der allgemeinen Ablehnung lokal wirkender, intrauteriner Traumen für die Genese von Mißbildungen anschließt, zeigt auch die Grenzen, die die allgemein wirkenden Reize *Puttis* als Erklärung haben, da sie als wichtigen Faktor die Erblichkeit nicht berücksichtigen. Er gibt der Rosenbergschen Theorie von der phylogenetischen Umformung der Wirbelsäule zum besseren Verständnis der kausalen Genese der Wirbelsäulenmißbildungen gegenüber den komplizierten Darlegungen der Vererbungslehre den Vorzug und erklärt so mit geringer Ausnahme alle Merkmale, die beim *Klippel-Feil* auftreten. Der Befund, den wir bei unserem Fall 2 erheben konnten, entspricht noch eher dem pathologisch-anatomischen Substrat eines *Klippel-Feil*. Es zeigt sich eine deutliche Verkürzung der Halswirbelsäule durch innige Verschmelzung wiederum von C. 2 und C. 3 sowie den übrigen, unteren Halswirbel zu einem schlecht differenzierbaren Knochenblock, den die ersten Beschreiber die „masse cervicale“ genannt haben. Wir hatten ihn aus 3 Wirbeln entstanden aufgefaßt, von denen der mittlere wohl ein Halbwirbel ist, und sehen demnach auch in diesem Fall eine numerische

Variation. Auch die Bögen des Wirbelblocks zeigen vollkommene Synostosen und eine Spina bifida. Außerdem sollen gerade die Fehlbildungen an den angrenzenden Brustwirbeln und Rippen neben zahlreichen anderen der übrigen Wirbelsäule hier erwähnt werden. Eine Anomalie, die außerhalb des Skeletsystems lag, fand sich nur bei I, nämlich ein walnußgroßes Divertikel des Colon descendens.

Die Veränderungen, die wir in den übrigen Wirbelsäulenregionen vorfinden, sind so mannigfaltig, daß wir sie nicht einfach als dem *Klippel-Feilschen* Syndrom zugehörig unterordnen wollen, sondern sie auch, der entwicklungsgeschichtlichen Grundlage ihres Entstehens gemäß, als gesonderte Mißbildungen besprechen wollen. Wir wenden uns zunächst den Fehlbildungen der Wirbelkörperbandscheibenreihe zu und finden sie meist ähnlich wie die regionären Variationen am Übergang der einzelnen Wirbelsäulenabschnitte.

Bei I entspricht dem linksseitigen Halbwirbel Th. 2, der mit den angrenzenden Brustwirbelkörpern einen unsymmetrischen Wirbelblock bildet, ein rechts gelegener Halbwirbel, der unterste Lendenwirbel, L. 4, der sich nur mit einem Wirbel, nämlich L. 3, zu einem solchen Blockwirbel verbindet. Fall 2 zeigt ebenfalls Th. 2 neben Th. 10 als linksseitigen und Th. 8 sowie L. 1 als rechtseitige, seitliche Halbwirbel. Wenn wir in beiden Fällen von den übrigen zwischen den angegebenen Wirbeln gelegenen, symmetrisch aufgebauten Wirbelkörpern absehen, so ergibt sich die übereinstimmende Zahl von Wirbelsegmenten auf jeder Seite. Aus der Entwicklungsgeschichte wissen wir, daß in der blastematischen Periode (*Bardeen*) die primitiven Wirbelanlagen paarig sind. Wenn wir nun das, was wir bei der asymmetrischen Sakralisation in bezug auf Unabhängigkeit der Wirbelsäulenhälfte gesagt haben, auch hier anwenden, dann kann man sich die Halbwirbel so erklären, daß es auf Grund von Lageasymmetrien der beiderseitigen Segmente zu einer unregelmäßigen Vereinigung kommt, die *Lehmann-Faciüs* als hemimetamere Segmentverschiebung bezeichnet hat. Durch ein seltenes Ereignis, das sich zufällig an der Lumbodorsalgrenze findet, haben wir einen ins Auge springenden Beweis für die Richtigkeit dieser Auffassung. Es vereinigt sich nämlich das rechte, mit der letzten Rippe versehene Segment nicht mit dem gegenüberliegenden ebenfalls letzten Brustsegment, dem Halbwirbel Th. 10, sondern nach links unten mit einem Lumbalsegment zu dem vollständigen Th. 11. Das rechte entsprechende Lumbalsegment blieb wie Th. 10 ein Halbwirbel. Daß die Wirbelbögen, die sich zu einer anderen Zeit als die Wirbelkörper differenzieren und verknöchern, von ihnen unabhängig sind, zeigt sich darin, daß sie diese Überkreuzung, wie sie bereits *Falk* an anderen Wirbelkörperabschnitten beschrieben fand, nicht mitzumachen brauchen. Es bilden nämlich die Segmente mit Brustwirbelcharakter einen kräftigen Dornfortsatz, ebenso vereinigen sich die gegenüberliegenden Bögen der halbseitigen Lenden-

wirbelanlagen. Ob auch die Halbwirbel Th. 2 und Th. 8 diese entwicklungsgeschichtliche Grundlage haben, liegt nicht so offen zutage, und das völlig ungeordnete Verhalten der Bögen und Dornfortsätze trägt nicht zur Klärung bei. Wenn wir in Betracht ziehen, daß wir in beiden Fällen eine verminderte Rippenzahl haben, so ist es naheliegend, dies nicht allein durch ein Fehlen einzelner ganzer Wirbelkörper zu erklären. Symmetrische Übergangswirbel, die eine Verminderung der Brustwirbelsäule zugunsten einer Nachbarregion machen, liegen nicht vor, zudem zeigen auch beide angrenzenden Abschnitte numerische Reduktionsprozesse. Es könnte ebensogut die fehlende Hälfte von Th. 2 und Th. 8 durch irgendeine frühzeitige Störung zugrunde gegangen sein, wie dies eindeutiger bei einem anderen Halbwirbel, dem ersten Kreuzbeinwirbel, zum Ausdruck kommt. Dabei ist in unserem Falle auch die entsprechende Bogenanlage nicht angelegt worden, da ja auf beiden Seiten jedem der 9 halben Brustsegmente eine Rippe entspricht. Es gibt verschiedene Erklärungsversuche, von denen der von *Junghanns* besagt, daß bei Bestehenbleiben des Perichordalseptums die Blutgefäße sich nicht teilen, und beide von vorn und hinten in dieselbe Wirbelkörperhälfte eindringen, und die andere bleibt blutgefäßlos und kann dann nicht verknöchern. Daß dabei auch die Chorda dorsalis eine Rolle spielt, die nach der Seite des Halbwirbels gebogen ist, haben *Feller* und *Sternberg* gezeigt.

In der Pfeilnahtebene gespaltene Wirbelkörper haben wir in Th. 6 (I) und Th. 3 (II) deutlich ausgeprägte Fälle. Dabei stellt die zylindrische Aushöhlung bei Th. 3 den Chordalkanal dar. *Feller* und *Sternberg* haben auch für diese Mißbildung die Chorda dorsalis, die sie dabei geteilt fanden, verantwortlich gemacht. Der Druck der Körperlast hat ähnlich wie bei den reinen Halbwirbeln aus viereckigen Urwirbelhälften keilförmige Wirbel gemacht, und offenbart sich auch an der Auseinanderdrängung der Spaltwirbel, so daß ihre Seitenflächen die der angrenzenden Wirbel überragen. Die Endflächen der benachbarten Wirbelkörper zeigen ein vermehrtes Wachstum, das eine Anpassung darstellt. Sagittale Spaltbildung fanden sich noch in dem schlecht differenzierbaren Wirbelblock bei I an der unteren Brustgegend und dem L. 1. Der Spalt war jedoch ziemlich nach der Seite gerückt und die beiden Hälften unterschiedlich groß. Daß der Scheitelpunkt einer stark ausgeprägten Skoliose gerade in diesen Wirbeln liegt, macht es wahrscheinlich, daß an beiden Seiten ungleiche Belastungsverhältnisse wirken. Die Übereinanderlagerung der Bögen von Th. 10 und Ausbildung getrennter Dornfortsätze weisen aber eher auf eine Entstehungsursache hin, die in eine Zeit fällt, wo eine Belastung noch keine wesentliche Rolle gespielt haben kann. Auf Grund ähnlicher Überlegungen hatte man auch die Entstehungsursache von Wirbelfehlbildungen durch eine primäre Skoliose abgelehnt. Es ist denkbar, daß auch hier Störungen in der Gefäßversorgung zu einer unterschiedlichen Verknöcherung geführt haben. Fassen wir Th. 10

nicht als Spaltwirbel auf, sondern nehmen an, daß es zwei aus benachbarten Segmenten stammende Halbwirbel sind, von denen die seitenverschiedenen Hälften zugrunde gegangen, und die durch die Belastung fast in gleiche Höhe gedrängt worden sind, dann erhöht sich die Wirbelzahl im Brustabschnitt. Obgleich man bestrebt sein mag, sich der normalen Wirbelzahl zu nähern, geben uns die übrigen, bis jetzt erwähnten Spaltwirbel keinen Anhaltspunkt für eine andere Erklärung als die gewöhnliche, daß nämlich das Perichordalseptum zwischen beiden zu einem Wirbel gehörenden Urwirbelhälften bestehen bleibt. Noch seitlicher liegt der sagittale Spalt bei L. 3 im Fall 2 (Abb. 5), wo eine trichterförmige Einziehung der Grundplatten und eine zylindrische, steißwärts gerichtete Aushöhlung, die bei gleich großen Hälften den Chordakanal darstellt, für einen Spaltwirbel sprechen. Es ist denkbar, daß die seitliche Lage des Spaltes durch eine einseitige Angleichung des Querfortsatzes an die Seitenmassen des Kreuzbeins bedingt ist. Das gleichzeitige Fehlen der Bogenwurzel zwischen den Gelenkfortsätzen und dem sacralisierten kleinen Anteil machen es unwahrscheinlich, daß der sagittale Spalt als breite, noch bestehende Epiphysenlinie zwischen dem Körper und dem linken Bogenanteil aufzufassen ist.

Die Beschreibung der *Bogenreihe* hat auch hier die verschiedensten Fehlbildungen ergeben. Von den Spaltbildungen im Bereich der Halswirbelbogen haben wir schon gesprochen. Im Vordergrund stehen die schrägen Vereinigungen von Bogenteilen benachbarter Wirbel, unabhängig davon, ob diese mißgebildet oder vollständig sind. Auch hier müssen wir eine Segmentverschiebung annehmen. Besonders im Fall 1 fällt die vollkommene Verschmelzung fast sämtlicher Bögen der Brustwirbelsäule und Dornfortsätze auf, während die Wirbelkörper meist noch deutlichere Abgrenzungen zeigen. Wir sehen daraus, daß die Bögen der oberen Brustwirbel, in denen die paarigen Verknöcherungszentren im 3. Monat etwas eher als in den Wirbelkörpern selbst auftreten, durch ihre ungeordnete Umklammerung wohl erst sekundär die Bandscheiben funktionslos gemacht haben, so daß es zu einer Verschmälerung des Zwischenwirbelkörperraumes kam. Die Endflächen der Wirbelkörper haben sich vorn und hinten berührt und dünne Knochenbrücken gebildet, wie es *Schmorl* und *Junghanns* bei der Alterskyphose für die bauchwärts gelegenen Berührungsflächen beschrieben haben. In diesem Sinne sind auch vielfach die Verschmelzungen der Rippen aufzufassen. Durch die Annäherung haben sich an den Berührungsstellen teilweise Gelenke und meist breite Knochenbrücken zwischen den Köpfchen, den Hälzen und den Körpern entwickelt. Manche sind jedoch so innig verschmolzen, daß wir sie als Fehlbildungen auffassen müssen, wie auch die zweiköpfige Rippe, die aus zwei Anlagen entstanden sein muß, und die gegabelte bei I. Letztere zeigt mit der angrenzenden Rippe eine Gelenkbildung auf Knochensäulen, die von jeder Rippe aus-

gehen. Auch die 5. linke Rippe bei II hat einen derartigen Knochenvorsprung. *Rucksteiner* bringt eine Röntgenaufnahme, wo sich ähnlich wie hier etwa in der hinteren Achsellinie eine ganze Anzahl gegenüberliegender Knochensäulen mit Gelenkbildungen bei einer sonst normalen Wirbelsäule finden. In der Beschreibung wurde betont, daß die seitlichen Krümmungen alle mit mißgebildeten Wirbeln zusammenfallen. Wenn wir uns aber bei I den Spaltwirbel Th. 6 ansehen, der aus symmetrischen Hälften besteht, dann muß die Skoliose, die am rechten Anteil ihren Krümmungsscheitel hat, eine andere Ursache haben. Wir sehen sie in der breiten gegabelten 6. Rippe, deren Kopf mit der 5. Rippe zu einer breiten Platte umgewandelt ist, die vollkommen mit diesem rechten Anteil von Th. 6 verknöchert ist und so einen großen Keil bildet. Dieser berührt selbst noch die Seitenflächen der angrenzenden Wirbel (Abb. 3).

Zum Schluß nehmen wir die verkümmerte linke Rippe 7a bei I als Vorwand, auf die Schwierigkeiten der Erklärungsversuche hinzuweisen, die die an Fehlbildungen und Belastungsveränderungen so vielgestaltigen Wirbelsäulen bieten. Denn wenn wir zu dieser Rippe kein Brustsegment finden können, wie dies aus entwicklungsgeschichtlichen Verhältnissen, nämlich der Entstehung aus dem Processus costalis der Wirbelanlage in der blastematischen Periode (*Bardeen*), notwendig ist, dann liegt es in den oft undifferenzierbaren, breiten Verschmelzungen im Bereich der Bögen begründet.

Die Auskünfte von Familienangehörigen ergaben keinen Anhaltspunkt für ähnliche Vorkommnisse.

Zusammenfassung.

Es werden zwei Wirbelsäulen mit mannigfältigen Variationen und Fehlbildungen beschrieben, wobei sich oft ähnliche Veränderungen in beiden Fällen fanden. Besonders auffallend war eine zahlenmäßige Verängerung sämtlicher Wirbelsäulenabschnitte außer dem Kreuzbein. Ausgedehnte Verschmelzungen von Wirbelkörpern und Bögen, die sich besonders im Halsteil bei Fall 2 lokalisierten, haben wir mit der verminderten Wirbelzahl daselbst als den charakteristischen Befund einer *Klippel-Feilschen* Mißbildung aufgefaßt. Mein erster Fall kann als eine abgeänderte Form (oder Variante) der an sich nicht einheitlichen *Klippel-Feilschen* Mißbildung aufgefaßt werden. Daneben kamen symmetrische und asymmetrische Blockwirbel neben Halbwirbeln vor, von denen besonders zwei an der Lumbodorsalgrenze bemerkenswert waren, da sie sinnfällig die Art ihrer Entstehung zeigten. Das gleichzeitige Vorkommen eines halben ersten Kreuzbeinwirbels und einer asymmetrischen Sakralisation von zwei Lendenwirbeln, von denen der erste mißgebildet ist, sind in der Literatur, soweit sie uns zugänglich war,

nicht beschrieben. Verschiedene Spaltwirbel, Fehlbildungen von Wirbelbögen, Dornfortsätze und Rippen und mehrere durch mißgebildete Wirbel bedingte Verkrümmungen trugen weiter zu der Vielgestaltigkeit beider Wirbelsäulen bei.

Literatur.

Adolphi: Variationen der Wirbelsäule und des Brustkorbes. *Rauber-Kopsch*: Lehrbuch der Anatomie des Menschen, Bd. 2. — *Bardeen, Ch. R.*: Die Entwicklung des Skelets und des Bindegewebes. *Keibel-Mall*: Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen, Bd. 1. Leipzig 1910. — *Falk, E.*: Über angeborene Wirbelsäulenverkrümmungen in *Meyer-Schwalbe*: Studien zur Pathologie der Entwicklung, Bd. 2. Jena 1920. — *Feller u. Sternberg*: *Virchows Arch.* **272**; **278**. — *Junghanns, H.*: *Arch. orthop. Chir.* **38** (1937). — *Kallius, H. U.*: *Arch. orthop. Chir.* **29** (1931). — *Lehmann-Faurius*: *Frankf. Z. Path.* **31** (1925). — *Müller, W.*: Pathologische Physiologie der Wirbelsäule. Leipzig: Johann Ambrosius Barth 1932. — *Putti, V.*: *Fortschr. Röntgenstr.* **14** (1909); **15** (1910). — *Rauber-Kopsch*: Lehrbuch der Anatomie des Menschen, Bd. 2. — *Rosenberg, E.*: Die verschiedenen Formen der Wirbelsäule des Menschen und ihre Bedeutung. Jena: Gustav Fischer 1920. — *Rucksteiner*: Die normale Entwicklung des Knochensystems im Röntgenbild. Leipzig: Georg Thieme 1931. — *Schnorr u. Junghanns*: Die gesunde und kranke Wirbelsäule im Röntgenbild. Leipzig: Georg Thieme 1932.
