

Aus der Röntgenabteilung (Leiter: Priv.-Doz. R. LORENZ) des Hafenkrankehauses Hamburg (Direktor: Prof. H. BRÜTT).

## Der Schußkanal im Röntgenbilde.

Von

REINHOLD LORENZ.

Mit 11 Textabbildungen.

(Eingegangen am 2. Juni 1948.)

Gelegentlich kann die Frage auftauchen, ob man noch nachträglich die Schußrichtung und die Schußart bei einer Verletzung beurteilen kann, wenn zur Begutachtung nur Röntgenaufnahmen vorliegen. Diese Frage dürfte für die praktische Chirurgie von geringem Interesse sein, da sie die Behandlung des Patienten nicht betrifft. Sie hat eher forensische Bedeutung, wenn klargestellt werden soll, ob ein Schuß aus einer bestimmten Richtung gekommen sein kann. Dieser Zweifel könnte auftreten, wenn aus verschiedenen Richtungen gleichzeitig auf einen Verletzten geschossen wurde, oder wenn von einem Verstorbenen nur noch Krankenakten und Röntgenbilder vorliegen.

Wenn man von diesem Gesichtspunkte aus einmal die zahlreichen Röntgenbilder durchsieht, die uns heute von Verletzten des vergangenen Krieges zur Verfügung stehen, dann kann man an Hand der Aufnahmen gewisse Gesetzmäßigkeiten herauslesen, die in Beantwortung oben gestellter Frage Aufschluß geben können.

Zunächst sei gestattet, einige grundsätzliche und altbekannte Regeln über die Wirkung von Schußwaffen auf menschliches Gewebe vor auszuschicken.

Bei der Bezeichnung der Schuß- bzw. Granatsplitterwirkung auf den Körper hat man 2 Möglichkeiten, entweder man geht von der physikalischen Betrachtung des Geschosses bzw. Granatsplitters aus, oder man bezeichnet lediglich den Zustand am betroffenen Körperteil selbst. In ersterem Falle spricht man von der Schußrichtung, seinem Verlauf durch den Körper und nur in geringem Grade von seiner Wirkung im Körper. Im anderen Falle läßt man alle ballistischen Betrachtungen beiseite und bezeichnet nur den Befund am verletzten Körperteil.

Man unterscheidet demnach: 1. Prellschuß; 2. Tangentialschuß; a) Streif-, b) Rinnen-, c) Haarseilschuß; 3. Steckschuß; 4. Durchschuß; 5. Abschuß; 6. Ringel- oder Konturschuß.

Zur näheren Bestimmung der Wirkung des Schusses auf den Körper setzt man die Form der Verletzung noch hinzu:

1. Lochschuß, 2. Splitterbruch, 3. Schmetterlingsbruch.

Dieser Einteilung, die in der chirurgischen Diagnostik im allgemeinen gebräuchlich ist, hat sich die röntgenologische Nomenklatur im großen und ganzen angeschlossen.

In prognostischer Hinsicht gilt allgemein die Auffassung, daß der Gewehrscuß weniger gefährliche Verletzungen hervorrufe als ein Granatsplitter, der rissig und kantig und überdies mit dem Erdboden oder Holz und dergleichen in Berührung gekommen sei. Natürlich ist es schwer, über Schußverletzungen allgemein hin urteilen zu wollen. Die Entstehung der Verletzung, die Geschosßform und das Aussehen der Wunde sind so tausendfältig, daß man im Einzelfalle immer wieder vor neue Situationen gestellt wird. Sieht man aber einmal eine große Anzahl von Röntgenaufnahmen schußverletzter Knochen durch, so findet man doch verschiedene Verletzungsformen, die sich häufig wiederholen. Der Grund für die Verschiedenheit der Knochenverletzungen ist in zahlreichen wissenschaftlichen Versuchen herausgearbeitet worden. Über folgende Bedingungen besteht heute eine ziemlich weitgehende Einigkeit der Auffassung. Die Geschosßwirkung hängt ab von:

1. Rasananz: a) Nahschuß, b) Fernschuß. 2. Art der Waffe: a) Handfeuerwaffen (Pistole, Gewehr, Maschinengewehr, Handgranate), b) Artilleriewaffe (Bombe, Granate, Mine usw.). 3. Art des Geschosses (Gewehrkuugel, Handgranate, Mine, Bombe, Schrapnell, Granate).

Es konnte mit Schießversuchen nicht erwiesen werden, daß man nachträglich mit Bestimmtheit Aussagen über z. B. Entfernung des Schützen (Geschosßbahn) machen konnte. Es erwies sich immer wieder, daß während des Krieges Soldaten, die im selben Geländeabschnitt mit denselben Waffen beschossen worden waren, die verschiedenartigsten Verletzungen aufwiesen. Dem einen war z. B. durch M.G.-Schuß der Oberschenkel zertrümmert, der andere hatte einen glatten Knochendurchschuß. Erklärungen für diesen Vorgang sind mannigfaltig. Aus dem Schrifttum sind folgende Punkte als gesichert anzusehen, die von Einfluß auf die Entstehung der Wunde sind:

1. Auftreffrichtung, 2. lebendige Geschosßkraft (Stoß und Gegenstoß), 3. Gewebswiderstand (Muskel, Knochen, Hirn), 4. Geschosßdrall, 5. Pendel- bzw. Kreiselbewegung des Geschosses durch Widerstände in der Geschosßbahn.

Soweit die wenigen ballistischen Erkenntnisse, die zur Beurteilung einer Schußwunde erforderlich sind.

Bei Begutachtung der Röntgenaufnahmen wird man bemüht sein, die Einschußstelle zu finden. Wenn bei der Aufnahmetechnik nicht

eine zu harte Strahlenqualität verwendet wurde, gelingt es fast immer, die Weichteile zu erkennen. In ihnen kann man den Schußkanal verfolgen. Bei zu harten Aufnahmen kann man nachträglich noch durch Abschwächen des Films die Weichteile gut herausarbeiten. Gelegentlich entdeckt man auf Röntgenaufnahmen Marken aus Blei, die den Einschuß markieren sollten und bei der ersten Aufnahme in der Nähe der Einschußstelle angebracht wurden. In solchen Fällen ist der Schußkanal leicht zu erkennen. Aber auch ohne solche Merkmale kann man bei der Betrachtung der Röntgenbilder den Weg des Geschosses kontrollieren. Die Anzeichen in den Weichteilen sind ebenso charakteristisch wie die Art der Knochenverletzung. In den Weichteilen lassen sich Fremdkörperschatten von verschiedener Intensität erkennen (z. B. Blei, Holz, Blech, Glas). Wir wissen, daß Tuch- und Lederfetzen, Knöpfe, Holzsplitter und Teile von Blechfutteralen vom Geschöß mitgerissen werden können. Die Kraft dieser eingesprengten Teilchen ist aber geringer als die des direkten Geschosses. Daher werden sie im allgemeinen oberflächlicher liegen bleiben. Keinesfalls haben sie die Kraft, mit dem Geschöß zusammen den Knochen zu durchdringen. Ihre Spuren im Röntgenbilde weisen also darauf hin, daß sie im Verhältnis zum Knochen vor ihm in Richtung auf die Einschußöffnung zu liegen müssen. Dasselbe gilt für Bleischlieren, die immer auf die Hälfte des Einschusses im Röntgenbilde hinweisen. Es handelt sich bei diesen Schlieren um lockere Teilchen, die dem Projektil anhaften und vom durchdrungenen Gewebe abgestreift werden.

Liegt neben der Weichteilverletzung auch eine Knochenbeteiligung vor, dann zeigt die Form des gesprengten Knochens den Schußkanal an. Der Knochen reagiert verschieden, je nachdem, ob es sich um platte, Rundknochen oder Schädelknochen handelt. Und auch hier wieder ist zu unterscheiden, ob man auf sog. Strebeleisten, die besonderen Belastungen ausgesetzt sind, oder unbelasteten Knochen trifft. Wer sich über die anatomischen und physikalischen Vorgänge der Schußwirkung näher unterrichten will, sei auf die einschlägige Literatur, insbesondere aber auf die klassischen Arbeiten von COLER-SCHJERNING (1894) hingewiesen.

Unsere besondere Aufmerksamkeit galt der Verletzung des Schädelknochens. Um die Splitterwirkung am Schädelknochen, der mit seiner inneren und äußeren Tafel sowie der dazwischen gelagerten Diploe eine besondere Struktur bildet, zu studieren, wurden von uns Schießversuche angesetzt. Es wurde als Versuchsobjekt Verbundglas („Pekaglas“) benutzt, das nach der Herstellungsweise mit der Struktur des Schädelknochens Ähnlichkeiten besitzt. Es besteht aus 2 Glasschichten, die durch eine zwischengelagerte Kunstharzverbundschicht fest miteinander verbunden sind. Das Glas bildet durch die Zwischenschicht

eine feste Einheit, so daß es durch Hieb, Stoß oder Schuß nicht zu einem Zerfallen des Glases, sondern nur zu einer Splitterung kommen kann. Die 2 Glasschichten entsprechen der inneren und äußeren Tafel des Schädelknochens, die Verbundschicht entspricht der Diploe. Da es interessierte, die Splitter der inneren und äußeren Tafel auseinander zu halten, wurde eine Seite des Versuchsglases weiß, die andere schwarz lackiert. Damit war die Sicherheit gegeben, daß bei Untersuchung der Splitterteilchen die weißen Splitter der Oberschicht von den schwarzen Splintern der Unterschicht unterschieden werden

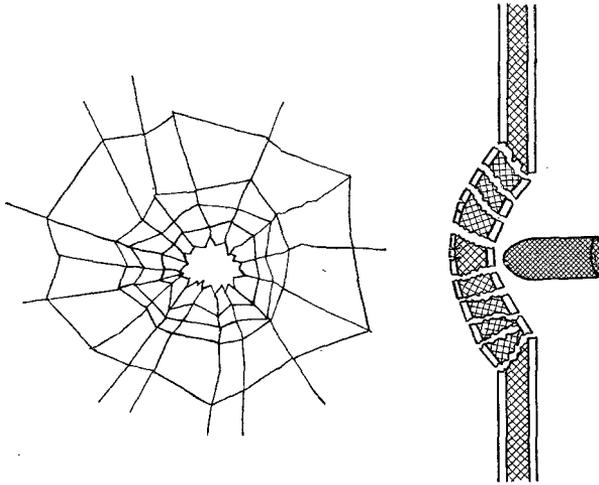


Abb. 1. Schematische Darstellung einer Dehnungs- und Berstungsfraktur.

konnten. Um die Splitter sozusagen im Gewebe aufzufangen, wurde das Verbundglas in feuchtdurchtränkte Watte gepackt, die durch Schnüre fest an das Glas angepreßt wurde. Aus 20 m Entfernung wurde dann mit der Militärpistole 08 auf die Glasscheibe geschossen. Da das Verbundglas den Vorteil besitzt, wohl durchschlagen zu werden, aber nicht in einzelne Teile zu zerfallen, konnte anschließend sehr gut 1. die verschiedene Form der Sprungbildung in den inneren und äußeren Teilen kontrolliert, 2. der Schußkanal in der feuchten Watte nachgesehen und 3. die einzelnen Splitter der beiden Scheibenflächen auseinandergehalten werden. Die Sprünge in den Glasschichten zeigten die kombinierte Form der Berstungs- und Biegungsbrüche. Sie besaßen „Spinnennetzform“ (s. Abb. 1). Neben längsverlaufenden Fissuren zeigten sich kreisförmige. Sie lassen sich aus einer schematischen Betrachtung der Wirkung des auftreffenden Projektils auf die Glasschichten leicht erklären. Einerseits handelt es sich um eine Dehnung durch Vorwölbung der getroffenen Scheibe, die durch die Druckwirkung des Projektils bedingt ist, dabei entstehen die kreisförmigen

Fissuren (s. Abb. 1), andererseits um Spannungen, die in der Längsrichtung des Glases entstehen, die ihrerseits die Längssprünge bewirken (s. Abb. 1).

Der Schußkanal in der feuchten Watte vor der Versuchsscheibe zeigte eine Auflockerung des Fasergewebes. Die Watte wölbte sich locker und zerfetzt an der Einschußstelle vor. Hinter der Versuchsscheibe verlief der Kanal trichterförmig, nach dem Ausschuß zu enger werdend. Die Watte wurde gegen Ende des Kanals hin immer fester und verlor gänzlich ihre lockere Konsistenz. Sie war an der „Kegelspitze“ des Schußkanals fest komprimiert. An dem Faserverlauf

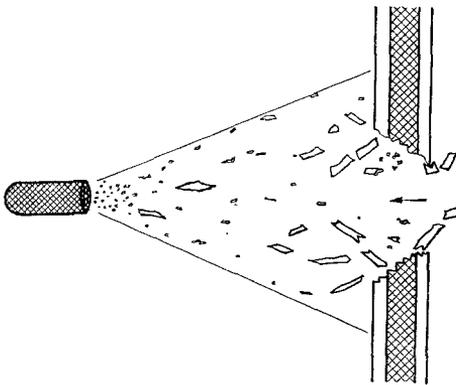


Abb. 2. Kegelförmige Splitterverteilung der Knochensplinter im Schußkanal.

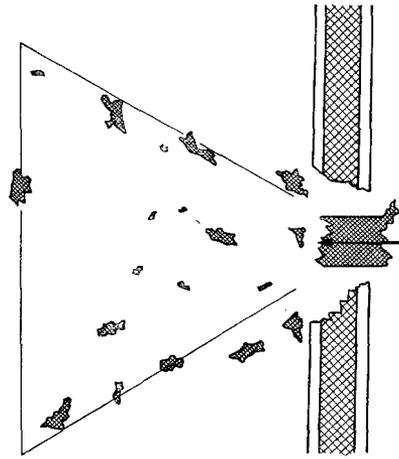


Abb. 3. Schematische Skizze der kegelförmigen Verteilung der zerspritzten Metallsplinter im Gewebe.

konnte man sehen, daß das Projektil die Fasern der Watte gedreht hatte, so daß sie etwa 7—8 cm hinter der Scheibe fest zusammengedreht waren. Man darf wohl annehmen, daß dieses Festerwerden des Gewebes, das auf einer Drehung und Zusammendrängung der Fasern beruht, nicht nur durch das Mitreißen des Gewebes in die Tiefe und durch eine Summation von Gewebe in der Tiefe bedingt ist, sondern auch auf der Drehbewegung des Geschosses selbst (Drall), das seine Drehung auf das Gewebe überträgt und dieses, in die Tiefe verlaufend, zusammendreht. Daraus erklärt sich die Kegelform des Schußkanals, dessen Kegelbasis aus lockerem Gewebe, dessen Kegelspitze aus zusammengedrehtem und gepreßtem Gewebe besteht. Hinter der Kegelspitze wurde das Gewebe wieder lockerer, so locker, daß zum Teil die Austrittsstelle des Projektils nicht klar zu erkennen war. Wo sie kenntlich war, entsprach sie im großen und ganzen der Einschußstelle. Es wurde beobachtet, daß die Formung der Ausschußstelle von der Breite der feuchten Watteschicht hinter der Versuchsscheibe

abhang. Je dicker die Watteschicht, um so weniger auffallend die Ausschußstelle, je dichter „Kegelspitze“ des Schußkanals und Ausschußstelle zusammenlagen, um so aufgelockerter bzw. zerrissener die Ausschußstelle selbst.

Die Splitterverteilung der Glasscheiben war in der Watte gut und leicht zu erkennen. Vor der Scheibe fanden sich in der Watte zahlreiche Glassplitter, die durch ihre Färbung (in unserem Versuch weiß lackiert) eindeutig darauf hinwiesen, daß sie von der Glasschicht

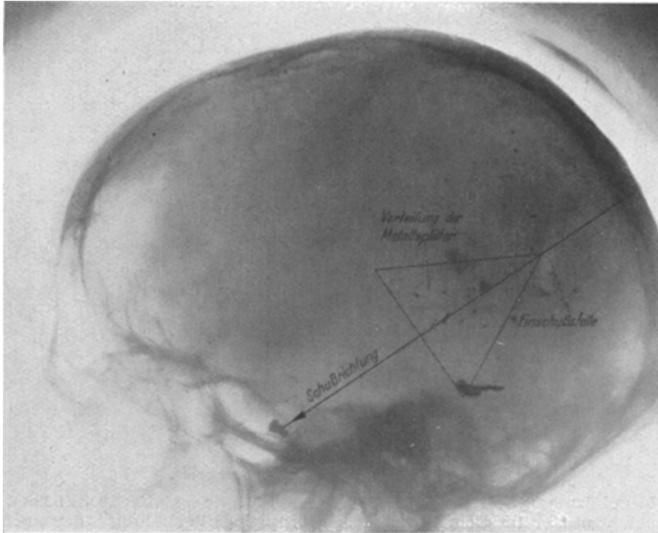


Abb. 4. Im rechten Os occipitale sieht man einen Knochendefekt von Bohnengröße, in dessen Umgebung sich feinste Metall- und Knochensplitterehen finden. Weitere Metallsplitter liegen im Schädelinneren. Der von der Einschußstelle am weitesten entfernt liegende Metallsplitter liegt im Bereiche der Keilbeinhöhle. Die Hauptschußrichtung verläuft vom Knochendefekt zum Metallsplitter in der Keilbeinhöhle. Verbindet man die größten und am weitesten nach außen liegenden Metallsplitter durch eine Linie und setzt diese mit der Einschußstelle in Verbindung, so ergibt sich ein Dreieck (räumlich: Kegel), dessen Spitze am Defekt liegt.

stammten, die dem Einschuß zugewandt war. Es handelt sich um eine Rücksplitterung in das bedeckende Gewebe. Dieser Befund bietet nichts Besonderes. Die Rücksplitterung können wir beim weichen wie beim dichten Medium erkennen. Ob man in Wasser schlägt und Tropfen zurückspritzen oder auf einen Stein, von dem Splitter zurückspringen, in beiden Fällen haben wir den analogen Vorgang zur Rücksplitterung von Glasteilchen in das bedeckende Gewebe. Auf den gleichsinnigen Befund beim Knochen, wie er auf den Röntgenaufnahmen deutlich wird, kommen wir später zurück. Hinter der Versuchsscheibe fanden sich nun zahlreiche Splitter in der Watte, die entsprechend der Faserdichte in ihrer Mengenanordnung ebenfalls kegelförmig gelagert waren,

wie ja auch der Schußkanal als solcher kegelförmig verlief. Splitter der oberen Scheibe (in unserem Versuch weiß lackiert) wurden nicht gefunden. Die schwarz lackierten Splitter lagen direkt hinter der Scheibe locker und weit verteilt, während sie in der Tiefe des Schußkanals immer enger zusammentraten. In dichtester Menge lagen sie an der „Kegelspitze“ des Schußkanals. Hinter der Kegelspitze waren im Ausschuß in der Watte kaum noch Splitter nachweisbar. Das Projektil hat sich durch Zusammenpressen und -drehen des Gewebes anscheinend durch so feste Substanz hindurch zwingen müssen, daß auch die Flugkraft, die den abgesprengten Teilchen zugekommen ist, darin ihr Ende fand. Der Widerstand des zusammengepreßten Gewebes wurde größer als die Durchdringungsfähigkeit der Splitter. Auch hier gilt dasselbe, was schon vorher bei der Besprechung des Schußkanals gesagt worden war. Fiel Kegelspitze und Ausschußstelle zusammen, so fand sich in der Ausschußstelle zahlreiches Splittermaterial (Anordnung der Splitterverteilung siehe Abb. 2).

Sicherlich darf man das Ergebnis der Schußwirkung auf Glasscheiben und Watte nicht ohne weiteres auf Knochen und bedeckendes Gewebe übertragen, aber Ähnlichkeiten sind bei der Untersuchung von Schußverletzungen im Röntgenbilde unverkennbar. Besonders auf Röntgenaufnahmen, auf denen man den Schußkanal von Durchschüssen an



Abb. 5. E. Sch. In der Beckenschaufel sieht man eine senkrecht verlaufende Frakturlinie sowie eine waagerechte in derselben Höhe, die durch den Beckenkamm zieht. Weiterhin kann man eine petrochantere Frakturlinie erkennen, deren untere Ausläufer von dem Schatten eines Projektils überdeckt ist. Die Spitze des Projektils zeigt schräg nach oben außen. Schußart: Steckschuß mit Knochenverletzung der Beckenschaufel und des Schenkelhalses. Schußrichtung: Es handelt sich um einen Schuß, der von hinten oben kommend, in das Gesäß oberhalb des Beckenkamms eingedrungen ist, die Beckenschaufel getroffen hat, dort zu einer Fraktur führte und dann mit unverminderter Kraft weiter nach unten ziehend gegen den Oberschenkelhals geschlagen ist und diesen gleichfalls frakturiert hat. Ob die Drehung des Geschosses erst am Oberschenkelhals oder bereits beim Auftreffen auf die Beckenschaufel erfolgt ist, kann nicht sicher gesagt werden.

den hinterlassenen Metallschlieren und den Knochensplittern gut verfolgen kann, tritt die Ähnlichkeit hervor. Es zeigen sich in dem vor dem Knochen liegenden, dem Einschuß zugewandten Gewebe häufig Knochensplitter, die der Rücksplitterung entsprechen, während hinter dem Knochen, sofern er nicht glatt durchschossen sondern geborsten ist, die Knochensplitter und Metallteilchen zunächst diffus verstreut liegen und sich schließlich in einem Kanal wiederfinden. Bei Schädelschüssen hört mitunter in einer bestimmten Tiefe das Vorhandensein

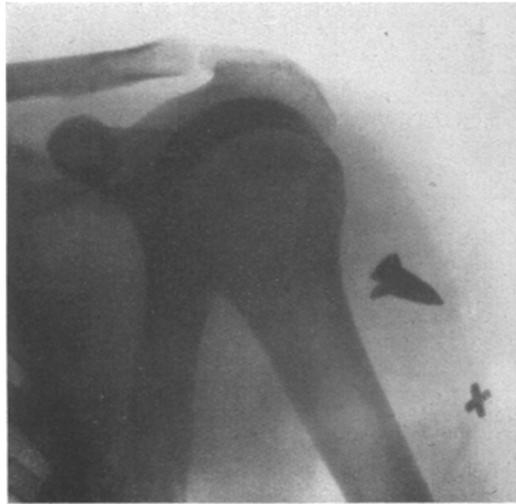


Abb. 6. W. Ro. In der Streckmuskulatur des Oberarms sieht man seitlich und unterhalb des Oberarmkopfes einen Projektilschatten, dessen Boden blütenförmig aufgerissen ist. Der Knochen ist unverletzt. Das  $\times$  markiert den Einschuß. Schußart: Steckschuß in der Streckmuskulatur des Oberarms ohne Knochenverletzung. Schußrichtung: Von schräg unten kommend hat das Projektil den Oberarm mit schwacher Kraft getroffen und ist in der Muskulatur unterhalb des Oberarmkopfes stecken geblieben. Wahrscheinlich Querschläger, dessen Boden schon vor dem Auftreffen auf den Körper aufgerissen war.

von Knochen- bzw. Gewebsteilchen auf, obwohl das Projektil selbst wesentlich tiefer liegt. Auch hier scheint die den Gewebsteilchen übertragenen Flugkraft durch den Widerstand des Gewebes aufgehoben zu sein. Wie weit die Streuung der abgesprengten Teilchen geht, hängt in jedem Falle von den Bedingungen ab, die oben bereits angeführt wurden:

1. der Dichtigkeit des betroffenen Gewebes,
2. der Wucht, d. h., der den abgesprengten Teilchen übertragenen Eigenkraft.

Man kann deshalb wohl eine gesetzmäßige aber keine bestimmte Verteilung von Knochen-, Gewebs- und Metallsplittern im Einzelfalle erwarten. Andererseits wird man aus der Lagerung der Splitter im

Gewebe, wie sie sich auf den Röntgenbildern darstellen, Rückschlüsse auf die Wucht des Schusses ziehen dürfen. Je tiefer der Splitter, um so rasanter das Geschloß, je geringer die Geschloßwirkung, um so oberflächlicher die Gewebssplitter.

Der Vorgang von Einschuß- oder Durchschuß- und Schußwirkung wird aber noch durch einen weiteren Vorgang kompliziert, den man ebenfalls im Röntgenbilde ablesen kann. Es handelt sich um das Zerspritzen oder scheinbare „Explodieren“ von Mantelgeschossen nach

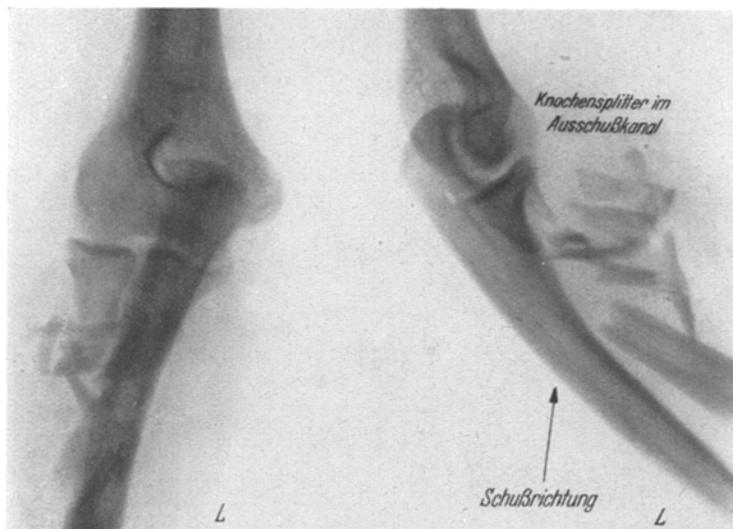


Abb. 7. A. Kr. Direkt unterhalb des Radiusköpfchens sieht man eine feinsplitterige Zertrümmerung des Radius. Die kleinen Bruchstücke liegen fast alle nach der Beuge-  
seite zu verstreut. Metallsplitterschatten sind nicht zu erkennen. Die Ulna ist unver-  
letzt. Schußart: Feinsplitteriger Schußbruch des Radius unterhalb des proximalen  
Köpfchens ohne Metallsplitter. Schußrichtung: Der Schuß hat von hinten unten  
kommend den Radius getroffen und nach vorn zu durchschlagend den Unterarm wieder  
verlassen. Die Knochensplitter liegen in Schußrichtung im Ausschußkanal.

Auftreffen auf den Körper. Für Granatsplitter kommt diese Wirkung nicht in Frage, da sie bereits als abgesprengte Teile in den Körper eindringen. Vor dem Auftreffen auf festes Körpergewebe, z. B. Knochen, oder beim Auftreffen auf Knochen kann der Mantel einen oder mehrere Risse bekommen. Das in Bewegung befindliche Geschloß wird plötzlich durch den Knochen stark gebremst. Der Bleikern des Geschosses, der unter demselben Gesetz der Beschleunigung steht, fliegt sozusagen weiter, während die Flugbahn des Geschloßmantels plötzlich abgestoppt wird. Das Blei drückt gegen die Mantelwand und preßt sich durch seine Risse hinaus. Einen ähnlichen Vorgang beobachten wir, wenn wir ein Glas Wasser auf einer Tischplatte entlang schieben

und plötzlich anhalten; es spritzt dann das Wasser auf Grund des Beharrungsvermögens über den Rand des Glases. Das herausspritzende Blei verteilt sich nun seinerseits im Gewebe, indem es teils in der Flugrichtung, teils nach den Seiten hin geht. Es tritt dabei eine Verteilung im Gewebe auf, die in ihrer Spritzwirkung an die Strahlenverteilung einer gewöhnlichen Dusehe erinnert. Es läßt sich auch ein

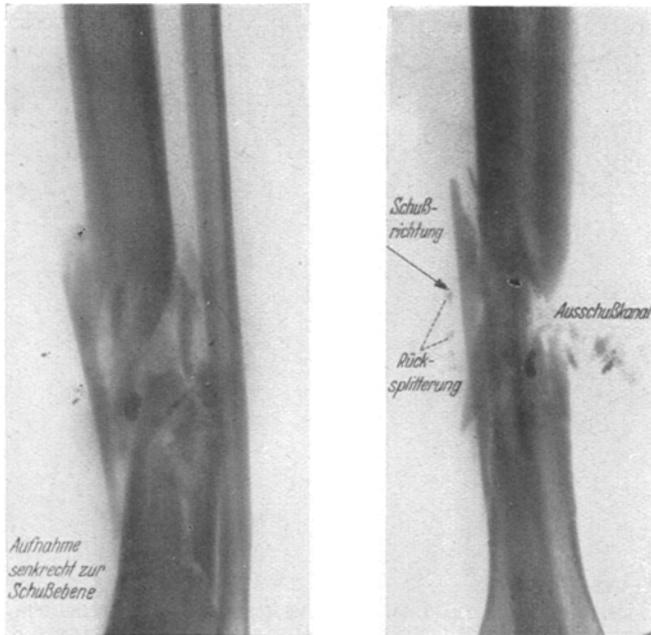


Abb. 8. E. Rei. In der Mitte der Tibia sieht man eine grobsplinterige Zertrümmerung, die auf der medialen Seite lange grobe und auf der lateralen Seite mehr feinere Knochensplinter erkennen läßt, die ihrerseits nach der Mitte zu mit kleinsten Metallsplintern durchsetzt sind. Auf der Sagittalaufnahme kann man einen deutlichen Defekt zwischen den Knochenbruchstücken erkennen, der dem Durchschuß entspricht. Schußart: Grosplinteriger Schußbruch in Tibiamitte mit Metallsplintern. Schußrichtung: Nach der Aufnahme zu urteilen, handelt es sich um einen Schuß, der von vorn kommend die Tibia durchschlagen hat und fast in derselben Höhe durch die Wade wieder hinausgegangen ist. Die Fibula ist unverletzt geblieben. Vom Knochenbruch an finden sich im Schußkanal nach der Wade hin mit den Knochensplintern vermischt zahlreiche Metallsplinter im Ausschußkanal.

Kegel in der Bleisplinterverteilung erkennen, wenn man sich einmal die Mühe macht, auf den Röntgenbildern die äußersten Splinter mit der Einschußstelle durch Linien zu verbinden. Allerdings entspricht hier die Kegelspitze der Aufschlagstelle des Geschosses auf das harte Gewebe. Wenn man zahlreiche Röntgenbilder daraufhin durchsieht, kann man immer wieder feststellen, daß die herausgespritzten Bleiteilchen weiter verteilt und entfernter von der Aufschlagstelle auf den

Knochen liegen, als der eigentliche Geschoßmantel oder das, was man vom Geschoßmantel noch findet. Besonders gut lassen sich solche Befunde bei Schädelsschüssen erheben. Voraussetzung ist, daß man sich einer Röntgenaufnahme bedient, die eine Ebene wiedergibt, die in der Schußrichtung liegt, andernfalls erhält man erheblich Verprojizierungen. Man kann z. B. aus einer gewöhnlichen Aufnahme in einer

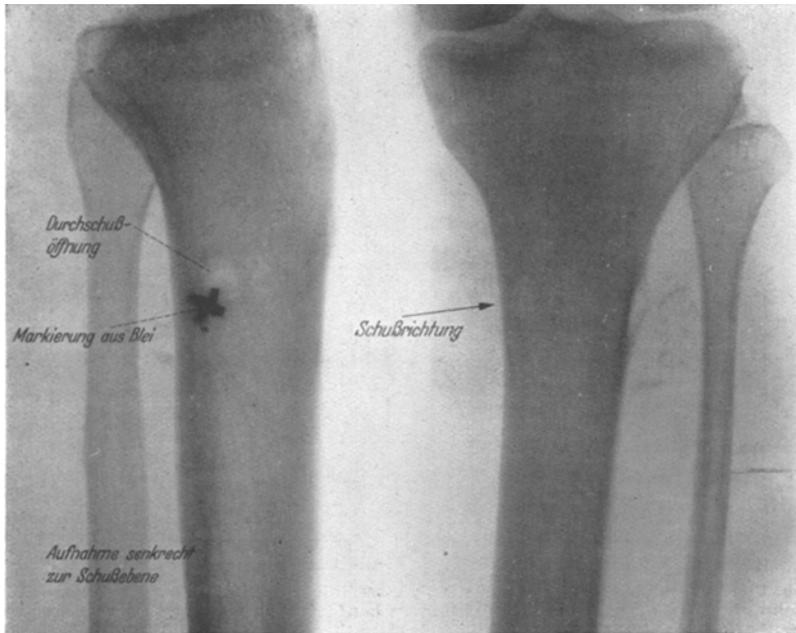


Abb. 9. G. Bey. Unterhalb des Tibiakopfes sieht man einen rundlichen Defekt im Knochen. Es läßt sich auf der seitlichen Ansicht Ein- und Ausschußöffnung erkennen. Gegen die Fibula hin liegen in den Weichteilen zahlreiche feine Knochensplinter. Beurteilung: Es handelt sich um einen glatten Durchschuß unterhalb des Tibiakopfes, der von medial nach lateral laufend die Tibia durchschlagen hat, während im Einschußkanal keine Splinter zu erkennen sind, sieht man diese zahlreich im Ausschußkanal liegen.

Ebene nicht ohne weiteres ablesen, ob Metallsplinter vor, hinter oder seitlich vom Knochen liegen. Ehe man an diesbezügliche Beurteilung des Röntgenbildes herangeht, muß man sich erst über die topographischen Begriffe im Röntgenbilde sowie des dargestellten Körperteils völlige Klarheit verschaffen (Abb. 3).

War bisher von den abgesprengten Knochenteilchen und Metallsplintern die Rede, so sei abschließend noch ein Wort über den geborstenen Knochen selbst, wie er sich im Röntgenbilde darstellt, gestattet. Bei Aufnahmen in der Schußrichtung läßt sich in den größeren Knochen fast immer der Schußkanal erkennen, der auch noch dann bestehen

bleibt, wenn schon längst die Callusbildung eingesetzt hat. Das gilt nicht nur für die sog. Loch- oder Schmetterlingsbrüche an den Röhrenknochen, sondern auch für die übrigen Splitterbrüche. Auch in einem stark gesplitterten Knochen läßt sich meistens die rundliche Ausparung des Schußkanals im Splitterkonglomerat erkennen. Sieht



Abb. 10. A. Ree. Etwas oberhalb der Epiphysenlinie des Radius sieht man den Unterarmknochen zertrümmert. Der distale Radiuskopf ist in 2 Teile auseinandergebrochen. Eine Längsfissur zieht sich im Radiuschaft nach oben. Um die Bruchstelle herum zahlreiche kleine Knochensplitter, die mit Weichmetallsplittern durchsetzt sind. Auf der Sagittalaufnahme kann man noch deutlich den Schußkanal durch den Knochen rekonstruieren. Auf der seitlichen Aufnahme erkennt man, daß im Bereiche der Streckseite des Armes, also dorsalwärts von der Knochenbruchstelle zahlreiche, kleine Knochensplitter in den Weichteilen liegen, während von der Bruchstelle ab nach der Beugeseite zu aufwärts verlaufend sich eine Straße von Metallsplittern gebildet hat. Beurteilung: Aus der Aufnahme erkennt man, daß der Schuß den Unterarm von der Rückseite her etwas oberhalb des Handgelenks getroffen, den distalen Radius durchschlagen hat und dann in gerader Linie den Unterarm auf der Beugeseite schräg durchziehend etwa in der Mitte wieder verlassen hat. Bemerkenswert ist, daß auch nach der Einschußstelle hin Knochensplitter zu finden sind, während vom Auftreffen auf den Knochen ab sich Metallsplitter im Wundkanal finden.

man also einen Schußkanal im Röntgenbilde deutlich, so kann man umgekehrt darauf schließen, daß Schußrichtung und Aufnahmeebene zusammengefallen sind. Aus der Splitteranordnung erkennt man dann weiter, ob der Schuß von vorn oder hinten oder schräg gekommen ist. Metallsplitter weisen die Richtung des Schusses genauer an. Metallschlieren liegen im allgemeinen vor, größere Splitter meistens hinter dem gebrochenen oder durchschlagenen Knochen, also in

Ausschußrichtung. Bei Knochensplittern, besonders wenn es nur wenige sind, muß man daran denken, daß es sich um eine Rücksplitterung zum Einschuß hin oder Splitterung im Ausschußkanal handeln kann.

Der Schwere der Verletzung entsprechend können wir folgende Schußverletzungen unterscheiden:

1. Weichteildurchschuß ohne Knochenverletzung;
2. Tangentialschuß (geringe Absprengung am Knochenrand);

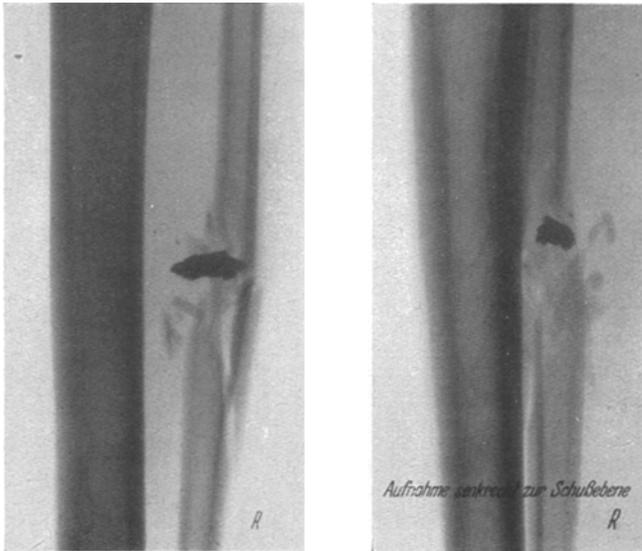


Abb. 11. H. Kl. Die Fibula zeigt etwa in ihrer Mitte eine feinsplitterige Zertrümmerung. Im Frakturbereich steckt ein mandelgroßer, flacher, rissiger Metallsplitterschatten. Schußart: Granatsplitterschuß mit feinsplitteriger Zertrümmerung der Fibula in der Mitte. Schußrichtung: Der Granatsplitter hat von schräg hinten kommend die Fibula getroffen und sie zertrümmert. Seine Kraft war damit erschöpft, so daß er in der Bruchstelle stecken blieb.

3. Steckschuß a) mit, b) ohne Knochenverletzung;
4. glatter Knochendurchschuß *ohne* Metallsplitter;
5. glatter Knochendurchschuß *mit* Metallsplittern;
6. grobsplitteriger Schußbruch *ohne* Metallsplitter;
7. grobsplitteriger Schußbruch *mit* Metallsplittern;
8. feinsplitteriger Schußbruch *ohne* Metallsplitter;
9. feinsplitteriger Schußbruch *mit* Metallsplittern;
10. Zertrümmerungsschußbruch mit Knochenschutt und Metallsplittern. (Völlige Zertrümmerung, Knochen- und Metallsplitter vermischt.)

Knochensplitter und Metallteilchen bzw. Bleispritzer im verletzten Körperteil bilden nicht ein wüstes Durcheinander nicht mehr zu differenzierender Entstehung, sondern lösen sich bei entsprechenden Aufnahmen in den verschiedenen Ebenen gesetzmäßig auf. Diese Gesetzmäßigkeit gestattet es uns, noch nachträglich bei Gutachten Betrachtungen über die Entstehung der Verletzung und den Schußkanal anzustellen, die der Wirklichkeit sehr nahe kommen.

#### Literatur.

BORCHARD u. SCHMIEDEN: Lehrbuch der Kriegschirurgie. Leipzig: Johann Ambrosius Barth. — FRANZ: Lehrbuch der Kriegschirurgie. Berlin: Springer. — COLER-SCHJERNING: Die Wirkung und die kriegschirurgische Bedeutung der neuen Handfeuerwaffen. 1894. — GRASHEY: Handbuch der ärztlichen Erfahrungen im Weltkriege 1914—1918, Bd. IX. Leipzig: Johann Ambrosius Barth.

---