

Computertomographische Untersuchungen bei Schädel-Schuß-Verletzungen

R. Wüllenweber,¹ V. Schneider² und Th. Grumme¹

¹ Abteilung für Neurochirurgie der Neurochirurgisch-Neurologischen Klinik der Freien Universität Berlin, Klinikum Charlottenburg, Spandauer-Damm 130, D-1000 Berlin 19

² Institut für Rechtsmedizin der Freien Universität Berlin, Hittorfstraße 18, D-1000 Berlin 33

A Computer-Tomographical Examination of Cranial Bullet Wounds

Summary. The report covers the computer-tomographical examination of six patients with acute cranial bullet injuries and fifteen patients suffering from the sequels of such injuries. The diagnostic and prognostic significance of this method of examination in the case of acute injuries is described. The extent of cerebral defects in the case of sequels can be documented during this process by means of x-ray. The computer-tomography therefore offers an objective basis for the assessment of this type of sequela.

Zusammenfassung. Es wird über die computertomographische Untersuchung von 6 Patienten mit akuten Schädel-schußverletzungen und von 15 Patienten mit Spätfolgen nach Schädel-schußverletzungen berichtet. Die diagnostische und prognostische Bedeutung des Untersuchungsverfahrens bei akuten Verletzungen wird beschrieben, das Ausmaß der Hirnsubstanzdefekte bei Spätfolgen kann mit dem Verfahren röntgenologisch dokumentiert werden. Die Computer-Tomographie bietet damit eine objektive Grundlage für die Begutachtung derartiger Spätschäden.

Key words: Begutachtung, Schädel-schußverletzungen – Computer-Tomographie, Schädel-schußverletzungen – Schuß, Computer-Tomographie

Einleitung

Operationsindikation und Prognose hängen bei einer Schädel-Schuß-Verletzung weitgehend vom Verlauf und der Ausdehnung des Schußkanals ab. Ein- und Ausschußöffnungen, Knochensplitter in Form der vom Einschuß ausgehenden Splitterpyramide und Fremdkörper waren bisher die Hauptkriterien, die röntgenologisch die Rekonstruktion des Schußkanals erlaubten. Die cerebrale Angiographie erleichterte zusätzlich

die Lokalisation von Steckschüssen und anderen eingedrungenen Fremdkörpern (Malin und Grumme 1975). Die direkte Darstellung eines Schußkanals wurde durch die axiale transversale Computertomographie ermöglicht, ein Röntgen-Schichtverfahren, das von dem englischen Physiker Hounsfield entwickelt und von Ambrose 1973 in die Diagnostik der Hirnerkrankungen eingeführt wurde. Über die bisherigen Erfahrungen mit dieser Methode wurde auf zahlreichen Symposien und Kongressen berichtet (zusammenfassende Darstellung in: „Cranial Computerized Tomography“ ed. by W. Lanksch und E. Kazner, Springer Berlin, Heidelberg, New York 1976). Anhand von 21 Schädel-Schuß-Verletzungen aus unserem Krankengut der letzten zwei Jahre soll über die Ergebnisse der computertomographischen Untersuchung bei frischen und alten Schußverletzungen berichtet werden.

Technische Grundlagen

Die Computer-Tomographie beruht auf der Absorptionsmessung von Röntgenstrahlen durch Strahlungsdetektoren und gestattet damit, den Schädelinhalt in Form von Schichtbildern darzustellen. Die Apparatur besteht aus einem Abtastgerät mit Hochleistungsrontgenröhre und Szintillationszählern, einem Steuergerät, einem Computer mit Magnetplattenspeicher, einem Oszilloskop als Sichtgerät und einem Zeilendrucker. Ein fein eingebendeter Röntgenstrahl durchsetzt den Schädel des Patienten in einer Reihe von 0,8 bis 1,3 cm breiten Schichten; zwei nebeneinander liegende Schichten werden simultan registriert. Der Computer berechnet die Absorptionswerte jedes Schnittes. Auf der Kathodenstrahlröhre des Sichtgerätes wird ein Bild aufgebaut, das vom Zeilendrucker als numerischer Wert der Absorptionskoeffizienten ausgeschrieben werden kann. Das im Sichtgerät dargestellte Bild wird mit einer Polaroid-Kamera dokumentiert.

Bei der Absorptionsskala des EMI-Scanners, der von uns seit zwei Jahren benutzt wird, entspricht dem Wert 0 die Dichte von Wasser. Innerhalb der von -500 bis +500 reichenden Skala entspricht der Wert von etwa -500 Luft und der von +500 Knochen. Für die im Schädelinneren vorkommenden Gewebe und Flüssigkeiten bewegen sich die Absorptionswerte etwa zwischen -40 für Fettgewebe und +60 für Verkalkungen. Bei den Strukturen, die eine niedrigere Dichte als Hirngewebe aufweisen, spricht man von hypodensen, bei Strukturen mit gleicher Dichte wie Hirngewebe von isodensen und bei Strukturen mit höherer Dichte von hyperdensen Bezirken.

Das normale Computer-Tomogramm

Das Schichtbild des Gehirns orientiert sich an einem von Ambrose angegebenen und Müller und Mitarbeitern modifizierten Schichtschema, bei dem die Schichten parallel zur Orbitomeatal-Linie gelegt werden (Abb. 1). Auf der am weitesten basal liegenden Schicht sind die Keilbeinflügel und das Dorsum sellae, die Felsenbeinpyramiden und – je nach Neigung des Orbitaldaches – die Orbitae und die Nasen-Nebenhöhlen dargestellt. Außerdem sind von den Hirnstrukturen Teile der Temporalpole, der Brücke und des Kleinhirns mit dem IV. Ventrikel erkennbar. Die darüberliegende Schicht zeigt die Frontallappen etwa in Höhe der ersten Stirnwindung, die Temporalloben mit Teilen des Unterhorns, Teile der Occipitallappen sowie einen Kleinhirnanteil in Höhe des Confluentium sinuum. Von den Hirnstammstrukturen sind weitere Abschnitte der Brücke und die Hirnschenkel erkennbar. Die basalen Cisternen zeichnen sich in typischer Weise ab.

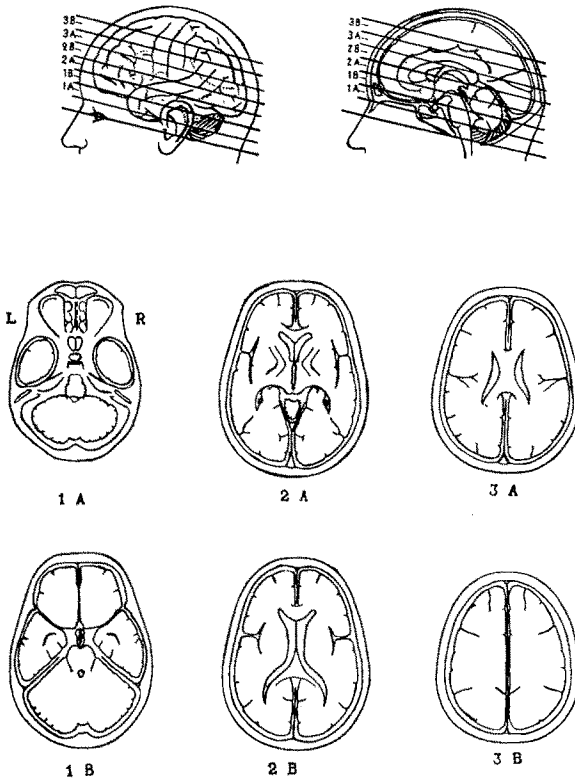


Abb. 1. Standardschichten nach Müller et al.

Die nächst höher liegende Schicht zeigt die Seitenventrikel im Bereich der Vorderhörner und des Trigonums und den III. Ventrikel. Die Plexus chorioidei bilden mit dem Kalk der Pinealis die Form eines gleichschenkligen Dreiecks. Auf diesen Schichten sind weiterhin große Bereiche der Stammganglien erkennbar. Weiter höher liegende Schichten zeigen die Seitenventrikel auf der Ebene der Cella media mit Darstellung der Vorder- und Hinterhörner und das Dach der Seitenventrikel. Die höchsten Schichten geben die parietalen Abschnitte der Hemisphären wieder, wobei Windungen und Windungstäler voneinander unterschieden werden können.

Neben diesen Standardschichten können durch Zwischenschichten kleinere Strukturen wie beispielsweise Hypophysentumoren oder Kleinhirnbrückenwinkeltumoren nachgewiesen werden. Differentialdiagnostische Schwierigkeiten können durch Artefakte entstehen, die sowohl von massiven Knochenstrukturen als auch von Fremdkörpern ausgelöst werden. Die Beurteilung dieser Artefakte ist für die Diagnostik raumfordernder intrakranieller Prozesse von großer Wichtigkeit, so daß auf die Röntgen-Nativdiagnostik für einen Vergleich mit den computertomographisch gewonnenen Bildern nicht verzichtet werden kann.

Akute Schußverletzungen

In den vergangenen zwei Jahren konnten wir 6 akute Schädel-schußverletzungen computertomographisch untersuchen. Wie aus der Tabelle 1 ersichtlich ist, handelte es sich

Tabelle 1. Akute Schußverletzungen

Fälle	Ursache		Art der Schußverletzung		CT-Befund	
	suicidal	kriminell	Steckschuß	Durchschuß	o.B.	path.
6	3	3	3	3	0	6

um 3 Schußverletzungen, die in suicidalen Absicht und um 3 Verletzungen, die durch Fremdeinwirkung beigebracht wurden. In jeweils 3 Fällen handelte es sich um Steck- bzw. Durchschüsse. 2 Patienten verstarben noch am Tage der Verletzung, ein dritter Patient verstarb elf Monate nach der Verletzung an einer interkurrenten Infektion und 3 Patienten leben. Alle akuten Verletzungen wiesen einen pathologischen computertomographischen Befund auf.

Der Darstellung des Schußkanals kommt die physikalische Eigenschaft des koagulierten Blutes zugute, das höhere Absorptionswerte als das Hirngewebe aufweist und deshalb als hyperdenser Bezirk nachweisbar ist. Neben dem Nachweis des koagulierten Blutes, das sich nicht nur im Schußkanal selbst, sondern auch in den basalen Cisternen und im Mittellinienspalt ansammeln kann, sind Massenverschiebungen des Hirngewebes, die Oedementwicklung und Einblutungen in das Ventrikelsystem für die prognostische Beurteilung einer Schußverletzung ausschlaggebend. Von den akuten Schädelschußverletzungen sollen 4 Fälle näher geschildert werden, die uns aus forensischen und diagnostisch-therapeutischen Gründen bedeutsam erscheinen.

Kasuistik

Fall 1: Karin St., 25 Jahre (überlebt). Am Abend des 29.1.1976 wurde Frau St. mit einer blutenden Kopfwunde in ihrer Wohnung aufgefunden. Sie klagte darüber, nichts sehen zu können; das linke Auge soll aus der Augenhöhle herausgehungen haben. Noch bevor sie ins Krankenhaus gebracht werden konnte, habe sie mehrfach erbrechen müssen. Kurze Zeit später stellt sich ihr ehemaliger Freund und gab an, auf St. durch den Türspion (Abb. 2) geschossen zu haben, um sie zu töten. Bei der Tatwaffe handelte es sich um eine Pistole spanischer Herkunft (Typ Starlet, Kaliber 6,35 mm).

Das Geschöß hatte den Schädel durch den linken Augapfel betreten und war dann an der Innenseite des Schädeldachs links occipital nach rechts abgelenkt worden. Abb. 3d zeigt die Lage des Geschößes rechts occipital. Man erkennt ferner die von dem Geschöß ausgehende starke „Überstrahlung“ als Artefakt. Im Verlaufe der Krankenhausbehandlung waren mehrfache operative, insbesondere neurochirurgische Eingriffe erforderlich, so u.a. um das sich frei im Subduralraum bewegende Geschöß (Abb. 4) zu entfernen.

Der Angeklagte ist später wegen versuchten Totschlages in Tateinheit mit unerlaubtem Besitz einer Schußwaffe zu einer Freiheitsstrafe von 15 Jahren verurteilt worden. Aus der Urteilsbegründung: der Schuß sollte auf alle Fälle tödlich sein. Hierbei kam der Angeklagte zu dem Schluß, daß es das Beste sei, wenn er durch den Türspion auf St. schösse. Auf diese Weise meinte er mit Sicherheit ihren Kopf zu treffen. Außerdem wollte er nicht durch ihren Anblick möglicherweise im letzten Augenblick noch von der Tat abgehalten werden. Er begab sich zur Wohnungstür, stellte sich gut sichtbar vor dem Spion auf und klingelte, seinem Plan entsprechend, das alte Klingelzeichen. Kurze Zeit darauf bemerkte er, wie sich die Klappe des Spions innen langsam zur Seite bewegte. Er war sich nunmehr sicher, das St. hinter der Tür stand und ihn durch den Spion hindurch ansah. Als er beobachtete, daß sich die Klappe ganz langsam wieder vor den Spion schob, hob er schnell die Pistole hoch, setzte die Mündung auf das Glas des Türspions und drückte ab. Nach dem Schuß hörte er innen ein dumpfes Fallgeräusch. Er war deshalb überzeugt, daß er St. getötet hatte.

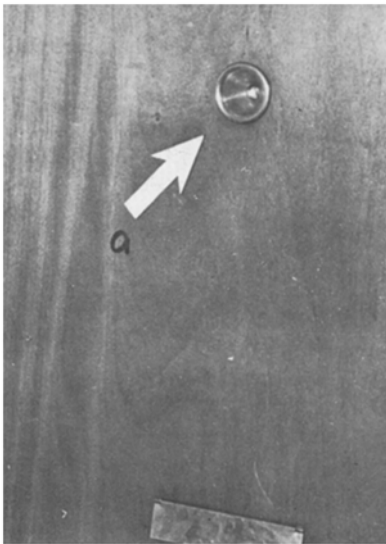


Abb. 2. Tatort (Fall 1); Wohnungstür mit Spion, durch die vom Täter geschossen wurde

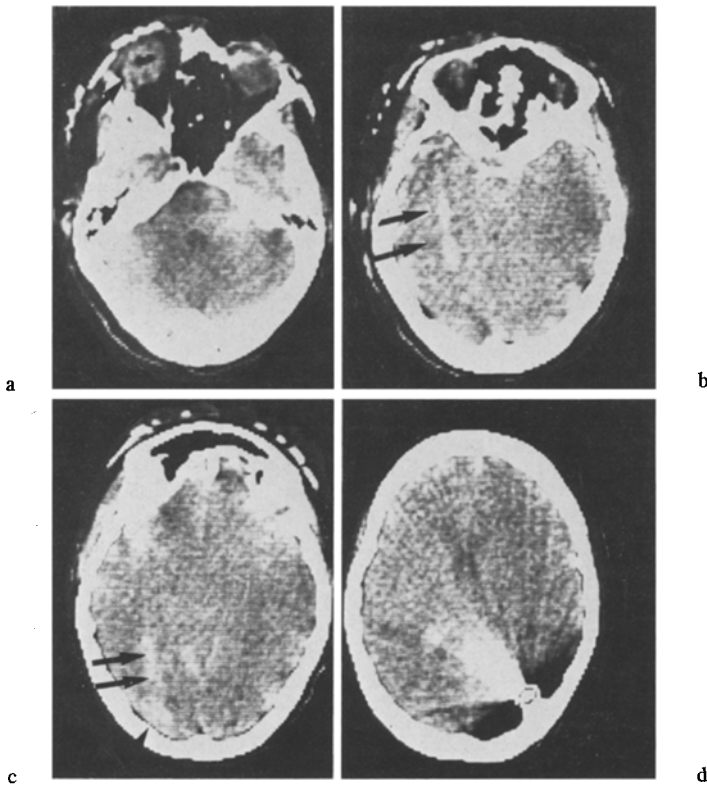


Abb. 3. Kopfsteckschuß, innerer Winkelschuß (Fall 1); a Zerstörung des linken Auges, b Schußkanal temporo-basal (Pfeile), c Schußkanal temporo-occipital (Pfeile), d Projektil rechts occipital

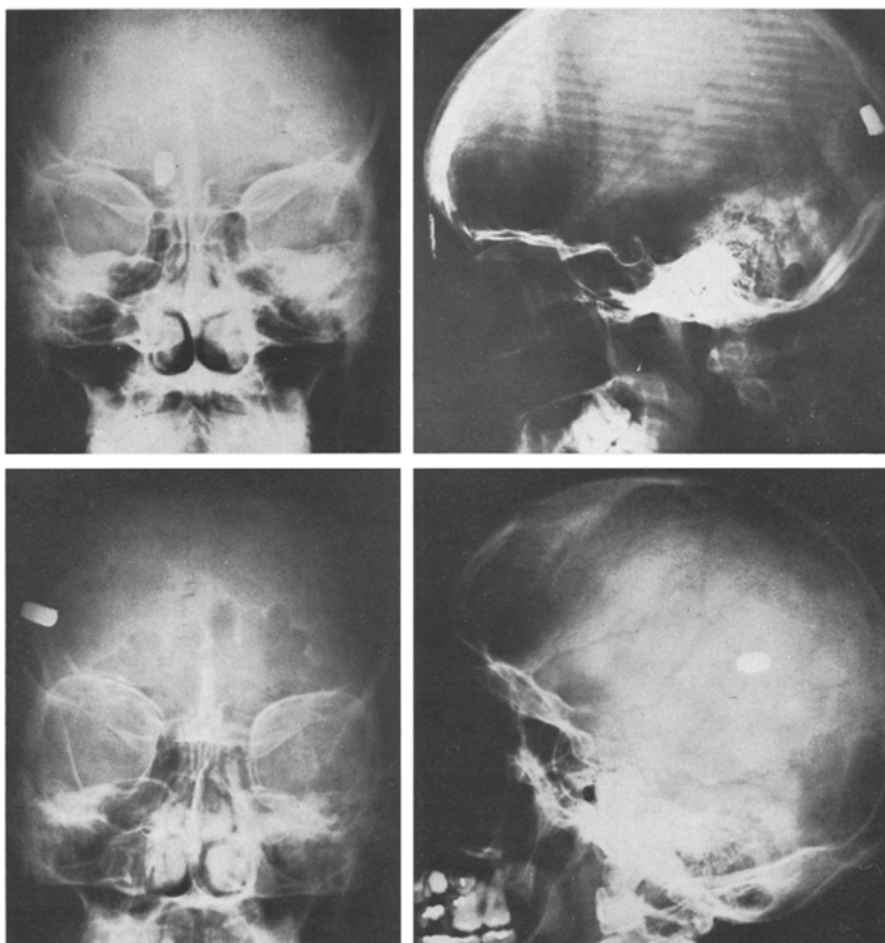


Abb. 4. Röntgenaufnahmen des Schädel (Fall 1) mit dem Projektil rechts occipital paramedian bei Rückenlage der Patientin (oben), bei Seitenlage wandert das Projektil nach parieto-temporolateral (unten, so daß angenommen werden mußte, daß das Projektil frei im Subduralraum lag

Als der Täter anlässlich der Blutentnahme ca. 3 Stunden nach dem Vorfall (BAK 2,51 ‰) erfuhr, daß St. noch lebte, soll er unter anderem gesagt haben: „Was, die Sau lebt noch, ich muß doch genau die Pupille getroffen haben“.

Zu den angewandten Rechtsvorschriften und zum ausgesprochenen Strafmaß meinte das Gericht unter anderem, daß die ausgewählte und ausgeklügelte Begehungsweise geradezu den Argwohn des Opfers zur Grundlage der Tatausführung gemacht habe; daß damit die Tatausführung zwar besonders niederträchtig und raffiniert gewesen sei, aber nicht heimtückisch im Sinne der Vorschriften des § 211 StGB (Mord). Und auch das Vorliegen eines besonders schweren Falles im Sinne des § 212 Abs. 2 StGB (in besonders schweren Fällen ist auf lebenslange Freiheitsstrafe zu erkennen) wurde verneint. Andererseits sah das Gericht in dem Umstand, daß es bei einem Versuch geblieben ist, keinen Anlaß zu einer mildereren Beurteilung. Die Schuldfähigkeit des Täters war nach Überzeugung des Gerichts weder ausgeschlossen noch vermindert im Sinne der §§ 20 bzw. 21 StGB.

Fall 2: Christel K., 35 Jahre (L-Nr. 131/76). Am 11.3.1976 wurde Frau K. in der Wohnung ihres Freundes erschossen. Sie erlitt einen Kopfdurchschuß, ferner war der linke Arm durchschossen.

Beide Male handelte es sich um relative Nahschüsse. Der Vorfall ereignete sich gegen 17.45 Uhr, um 18.45 Uhr wurde Frau K. komatös mit nicht meßbarem Blutdruck bei Kreislaufzentralisation und Schnappatmung im Krankenhaus aufgenommen, 45 Minuten später sind dann die Reanimationsmaßnahmen abgebrochen worden.

Der Kopfdurchschuß zeigte einen Verlauf von vorn nach hinten leicht ansteigend. Die kreisrunde, ca. 5 mm weite Einschufwunde fand sich knapp oberhalb des inneren Anteils der linken Augenbraue, die mehrstrahlige Ausschufwunde etwas rechts der Mittellinie am Übergang des Scheitels zum Hinterhaupt (Abb. 5 und 6). Verstreut über das ganze Gesicht fanden sich Pulverinsprengungen. Sie reichten nach unten bis fast zur Kinnspitze. Im Verlaufe des Schußganges war der Balken im vorderen Anteil getroffen (Abb. 7 bis 9). Das Hirnkammersystem war von Blut angefüllt. Der Seitenwirkung des Geschosses entsprechend fanden sich vielfältige kleine Blutungen in der Hirnrinde. Aufgrund der Einbrüche im Bereich der Augenhöhlehdächer war es zu intensiven Oberlidhämatomen gekommen. Im Anfangsteil des Schußkanals (linker Stirnlappen) waren kleinste Knochenstückchen zu tasten. Die Lunge zeigte die Zeichen einer mäßigen Blut-aspiration.

Fall 3: Michael R., 18 Jahre (L-Nr. 569/76). Am Morgen des 20.12.1976 wurde R. von einem Spaziergänger schwer verletzt in einer Parkanlage aufgefunden. Etwa fünf Stunden zuvor wollen Zeugen zwei Schüsse in kurzem Abstand voneinander gehört haben. Reanimationsmaßnahmen blieben ohne Erfolg. Der Tod trat ca. 7 Stunden nach Auffinden des Schwerverletzten ein. Todesursache war eine Blutung in das Hirnkammersystem, ausgehend von 2 Kopfsteckschüssen.

Zunächst wurde angenommen, R. hätte sich in suizidaler Absicht von vorn in den Kopf geschossen. Es fand sich nämlich eine Einschufwunde über der rechten Stirnseite mit einer deutlichen Beschmauchung der umgebenden Haut und eine zweite Wunde hinter dem linken Ohr, die zunächst als Ausschufwunde angesehen wurde (Abb. 10). Nahschußzeichen waren hier, auch bei der späteren gerichtsarztlichen Untersuchung, nicht festzustellen. Hinzu kam, daß R. nicht lange zuvor bereits schon einmal versucht hatte, sich durch Pulsaderschnitte das Leben zu nehmen. Dementsprechend fanden sich bei der gerichtlichen Leichenöffnung an der Beugeseite des linken Handgelenks bzw. darüber mehrere quer verlaufende ritzerartige Narben.

Eine genauere Untersuchung der Kopfwunden ließ allerdings keinen Zweifel daran, daß es sich beide Male um Einschufwunden handelte. Dementsprechend zeigten auch die Röntgenaufnahmen des Schädels 2 zum Teil etwas zerlegte und deformierte Geschosse. Das eine projizierte sich auf die rechte Stirnregion, das andere auf die linke Scheitel-Hinterhauptsregion (Abb. 11). Auch fanden sich an den Händen keinerlei Spuren, die auf eigenen Schußwaffengebrauch hindeutet hätten, und der Verlauf der beiden Kopfschüsse und die unterschiedlichen Distanzen, aus denen sie abgegeben wurden, sprach hier für fremde Hand.

Bei der Leichenöffnung zeigte sich, daß beide Schußkanäle etwa in der Horizontalebene verliefen und sich etwas oberhalb der Schädelbasis spitzwinklig überkreuzten. Das Geschöß, ausgehend von der Einschufwunde im Bereich der rechten Stirn fand sich knapp unterhalb der Sägeschnittebene im linken Hinterhauptsappen, das Geschöß, ausgehend von der Einschufwunde hinter und oberhalb des linken Ohres fand sich ebenfalls knapp unterhalb der Sägeschnittebene im rechten Stirnhirn etwa 3 cm rechts der Mittellinie. Verletzungen an der harten Hirnhaut ließen erkennen, daß beide Male die Geschosse an der inneren Knochentafel abgeprallt und wieder in das Gehirn zurückgefallen waren. Der am Sägeschnitt getroffene Schußkanal schräg von rechts vorn nach links hinten war von locker geronnenem Blut angefüllt, wie auch die Hirnventrikel einschließlich der 4. Hirnkammer. Seitlich des Schußkanals fanden sich allenthalben kleine Blutaustritte im Hirngewebe (Abb. 12 und 13).

Fall 4: Walter R., 63 Jahre (zunächst überlebt). Der Patient, der nach einer Hüftgelenksoperation seine Tätigkeit als Bäckermeister einstellen mußte, verfiel nach Erbschaftsauseinandersetzungen zunehmend in eine depressive Verstimmung. Unter dem Einfluß dieser Depression fügte er sich am 1.4.76 eine Schußverletzung bei und wurde in einem schweren Schockzustand, etwa 1 Stunde nach der Verletzung in die Neurochirurgische Klinik des Klinikums Charlottenburg eingeliefert.

Im Lokalbefund fiel eine Schädeldeformierung durch ausgedehnte subgaleale Haematome rechts und weniger stark links auf. Rechts fronto-lateral fand sich eine sternförmige Platzwunde, aus der Hirngewebe hervorquoll. Es lagen starke Blutungen aus dem Nasen-Rachenraum vor. Eine



Abb. 5. Kopfdurchschuß (Kal. 7,65) von vorn nach hinten (Fall 2), relativer Nahschuß mit Pulvereinsprengungen fast bis zur Kinnspitze

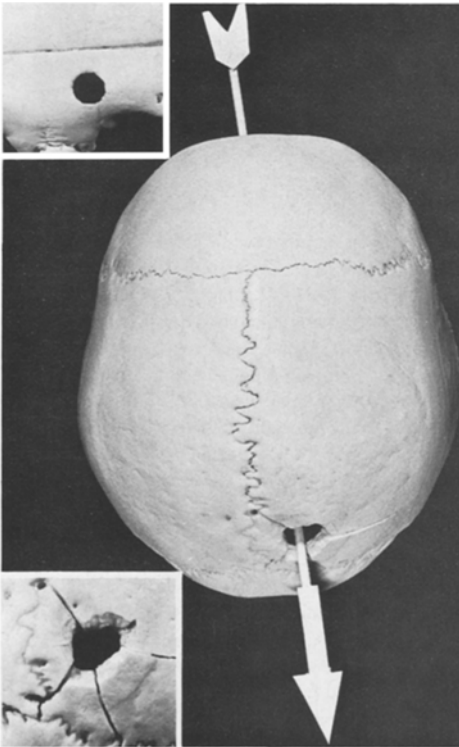


Abb. 6. Schädelkalotte mit in den Schußkanal eingelegten Pfeil (Fall 2); oben links Einschuß am Augenhöhlenrand, unten links: Ausschußlücke parieto-occipital und paramedian rechts

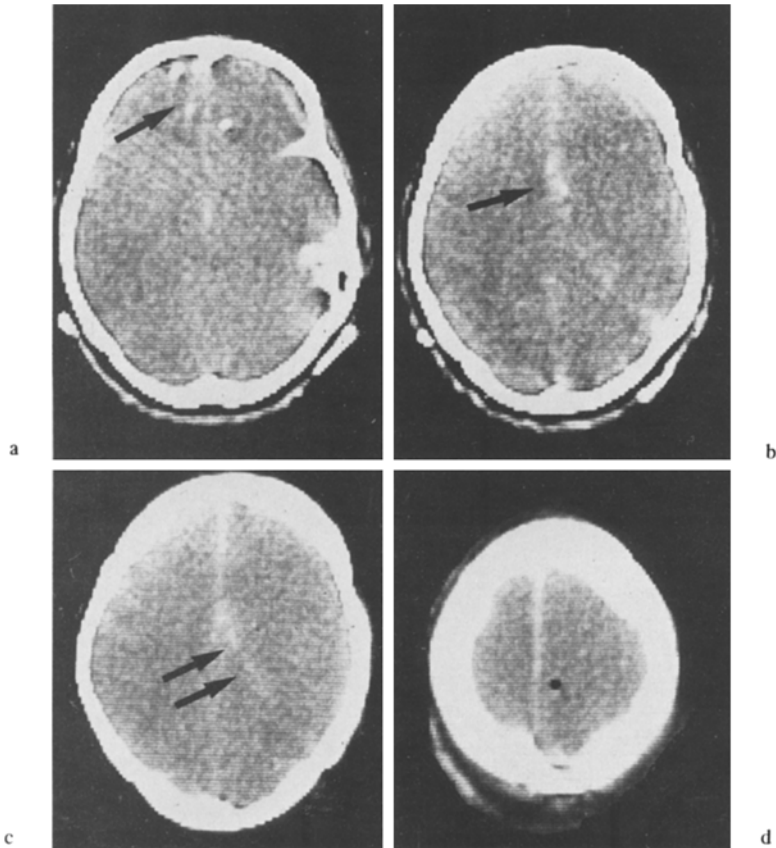


Abb. 7. Fronto-parietaler Durchschuß (Fall 2); **a** Einschuß links frontal (Pfeil), **b** Einblutung in der Balkenregion (Pfeil), **c** Schußkanal von links medial nach rechts parietal (Pfeile), **d** Ausschuß rechts parieto-occipital

kleinere, ebenfalls sternförmige Platzwunde fand sich links hochfrontal bis präzentral. Die Röntgenuntersuchung des Schädels (Abb. 14) zeigte ein ausgedehntes Berstungsfraktursystem rechts fronto-temporal nach fronto-basal einstrahlend und eine Expressionsfraktur links fronto-präzentral paramedian.

Die computertomographische Untersuchung (Abb. 15 a–c) ließ einen Schußkanal von rechts frontal nach links fronto-präzentral erkennen, in dem sich fleckförmige hyperdense Bereiche befanden, außerdem lagen hyperdense Zonen im Bereich des linken Frontalhirns und des vorderen Mittelspaltes vor.

Nach Schockbehandlung erfolgte die beidseitige Wundrevision mit Ausschneiden der Wundränder. Ein größerer Eingriff mit Revision des Schußkanals und des ausgedehnten Fraktursystems konnte wegen des schlechten Allgemeinzustandes nicht gewagt werden.

Postoperativ wurde eine Intensivtherapie über mehrere Wochen durchgeführt. Während der Patient in der ersten Woche noch tief komatös war und auf Schmerzreize nur gering reagierte, wurde er im Lauf der zweiten Woche zunehmend wacher, fixierte und bewegte auf Aufforderung alle vier Extremitäten. Im Verlauf der dritten bis vierten postoperativen Woche machte er deutliche Fortschritte, konnte zunehmend krankengymnastisch mobilisiert und peroral ernährt werden. Die Wunden verheilten sekundär, ohne daß es zu einer intrakraniellen Infektion kam. Im weiteren Verlauf stand eine schwere Antriebsstörung im Vordergrund, der Patient wirkte gesperrt, depressiv und

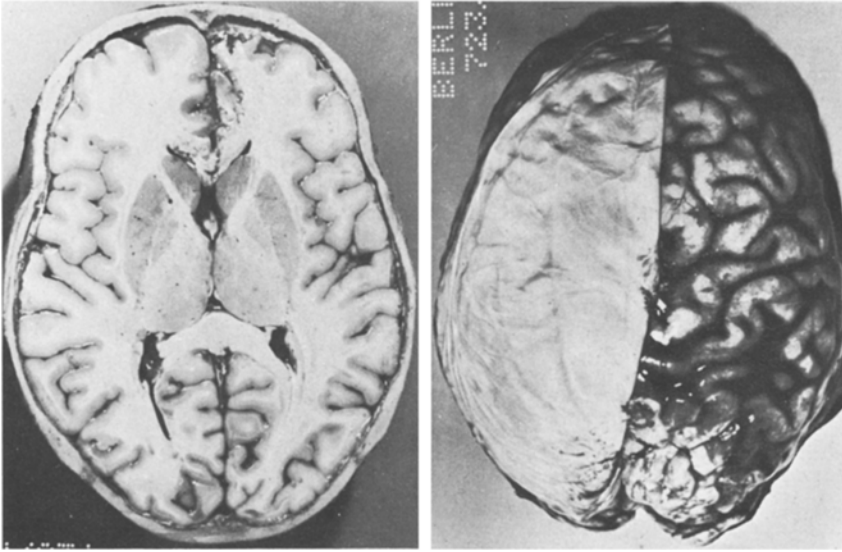


Abb. 8. Obere Hirnhälfte mit Durchschuß des Balkens, Blutungen in das Kammersystem und Ausschüßtrichter rechts hinten paramedian (Fall 2)

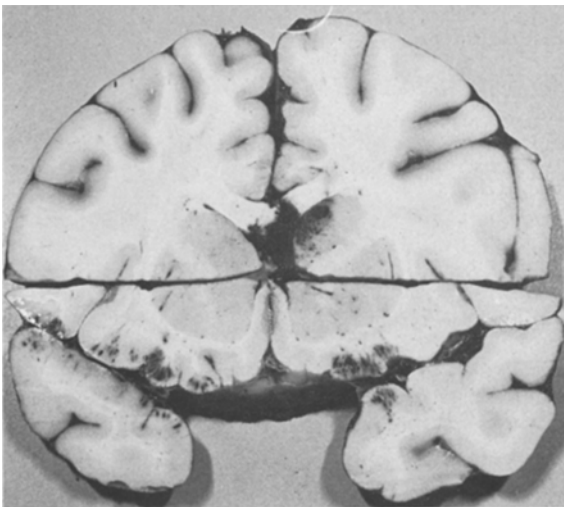


Abb. 9. Hirnscheibe mit Schußverletzung des Balkens und multiplen kleinen Hirnrindenblutungen basal (Fall 2)

wurde nach etwa 6 Wochen zur weiteren Rehabilitation in eine Psychiatrische Abteilung verlegt. Dort kam es zunächst zu einer langsamen weiteren Besserung des Gesamtbefindens und des psychischen Befundes. Anfang Juni 1976 fiel aber eine Verschlechterung im psychischen Befund auf, und es erfolgte die Rückverlegung in die Neurochirurgische Klinik.

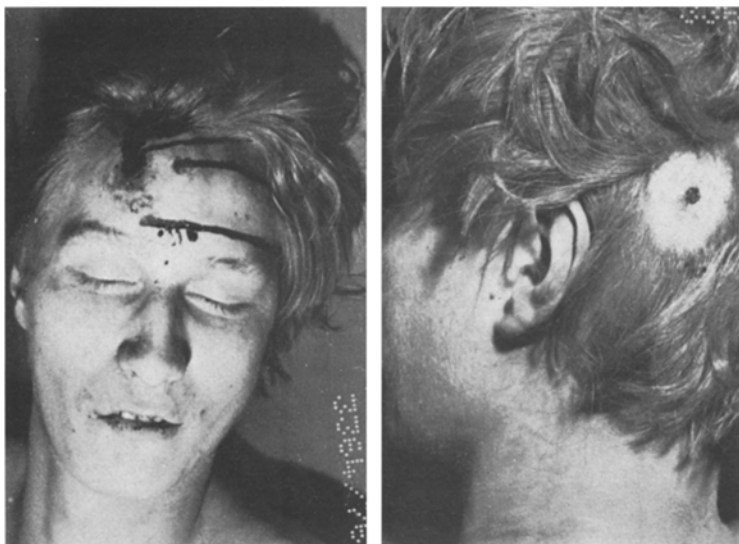


Abb. 10. Tötung durch zwei Kopfsteckschüsse, Kaliber 22 l. r. (Fall 3); Einschußwunde über der rechten Stirn mit Nahschußzeichen, Einschußwunde hinter dem linken Ohr ohne solche Zeichen



Abb. 11. Röntgenaufnahme des Schädels (Fall 3) im seitlichen Strahlengang mit den beiden etwas deformierten und z.T. zerlegten Geschossen

Im Gegensatz zu den vorherigen computertomographischen Befunden fand sich jetzt eine massive Erweiterung des gesamten Ventrikelsystems (Abb. 16a bis d). Unter dem Verdacht eines Hydrocephalus malresorptivus wurde eine liquorableitende Operation mit Ventrikelkatheter rechts temporo-occipital durchgeführt. Nach diesem Eingriff erfolgte die weitere Rehabilitation in einer Psychiatrischen Abteilung.

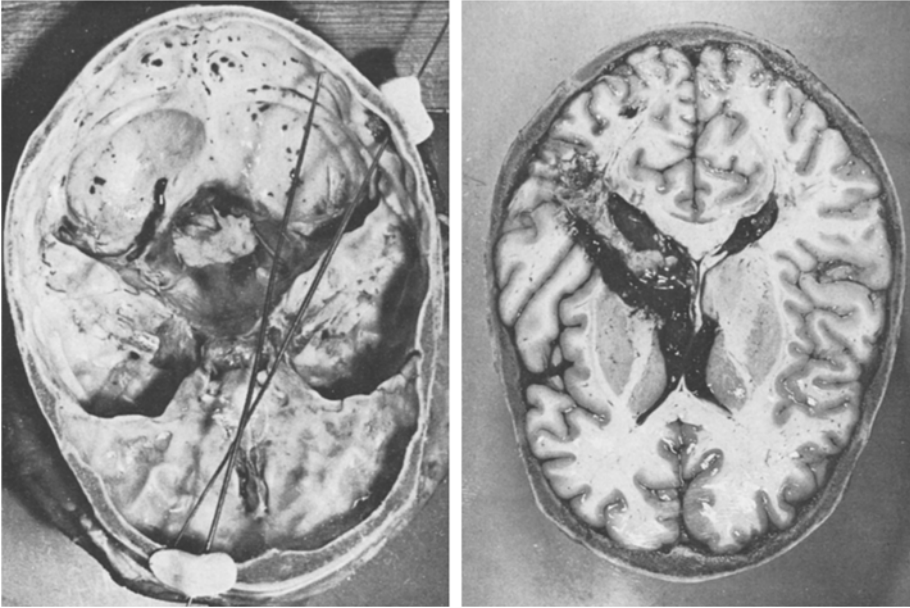


Abb. 12. Links: obere Hirnhälfte mit dem einen in der Sägeschnittebene getroffenen Schußkanal von links hinten seitlich nach rechts vorn, im Schußkanal und in den Seitenhörnern locker geronnenes Blut; rechts: Schädelbasis mit in die beiden Schußkanäle eingelegten Sonden (Fall 3)

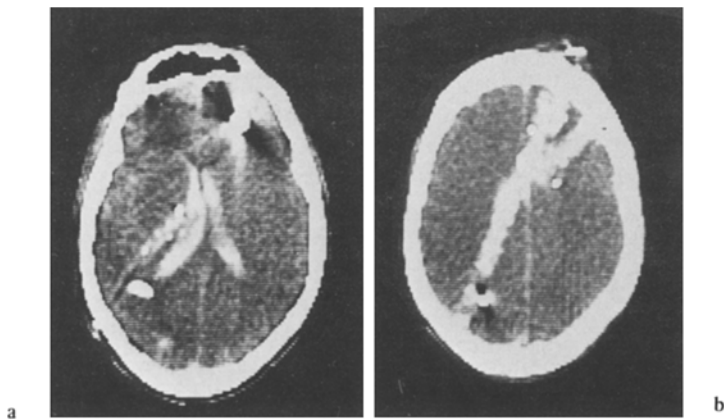


Abb. 13. Zwei sich kreuzende Schußkanäle (Fall 3); a Schußkanal von links temporal nach rechts frontal mit Einblutung in das Ventrikelsystem, b Schußkanal von rechts frontal nach links occipital. Die Projektile liegen rechts frontal und links occipital und sind durch ihre erhöhte Dichte und die Umgebungsartefakte kenntlich

Anfang März 1977 trat eine erhebliche Verschlechterung im Allgemeinzustand auf, und der Patient wurde unter den Zeichen eines Spätabcesses bzw. einer Meningitis erneut in der Neurochirurgischen Klinik aufgenommen. Es lag eine massive Naso-Liquorrhoe vor, und die Röntgen-Übersichtsaufnahmen zeigten eine Pneumatocele im Bereich beider Frontalhirne. Trotz massiven antibiotischer Behandlung ließ sich die Infektion nicht beherrschen, und der Patient kam am 21.3.1977 ad exitum. Eine Obduktion konnte nicht durchgeführt werden, wohl aber lagen die exzidierten Schußwunden für feingewebliche und elementanalytische Untersuchungen vor. So fand sich an der Einschußlücke eine intensive Blutung im Zwischengewebe mit deutlicher leukocytärer Reaktion. Ferner fanden sich am Wundrand und von hier auch in die Tiefe reichend Anhaftungen, die an Schmach denken ließen. Im charakteristischen Röntgenspektrum waren dann auch die entsprechenden Peaks für Blei festzustellen. Die Blutunterlaufung unter der Einschußwunde wies einen Wert von 5 % CO-Hb auf, die Kontrolle hatte ein negatives Ergebnis (Tgb.-Nr. 297/76).

Bei den beiden weiteren akuten Schußverletzungen handelte es sich jeweils um rechts frontale, in suicidalen Absicht beigebrachte Pistolenschußverletzungen mit nur relativ geringer Hirnverletzung. Beide Patienten konnten ohne größerer neurologische Ausfälle rehabilitiert werden und überlebten ebenso wie die Patientin Karin St. (Fall 1).

Alte Schußverletzungen

Das Krankengut von alten Schußverletzungen, das wir innerhalb der letzten zwei Jahren computertomographisch beobachten konnten, umfaßt 15 Patienten, von denen 13 durch Kriegseinwirkungen verletzt worden waren, 1 durch einen Unfall beim Hantieren mit einem Kleinkalibergewehr und 1 in suicidalen Absicht. Bei 4 Patienten handelte es sich um Streifschüsse, die alle einen normalen computertomographischen Befund ergaben. Bei 7 Patienten hatten Steckschüsse, bei 4 Patienten Durchschüsse vorgelegen. Ein Hirnsubstanzdefekt war bei 7 Patienten nachweisbar, bei 4 Patienten bestand ein Substanzdefekt mit einer erheblichen generalisierten Atrophie. 6 Patienten litten an einer posttraumatischen Epilepsie und kamen über die Epilepsie-Ambulanz unserer Poliklinik zur Nachuntersuchung (Tabelle 2).

Die nachweisbaren Hirnsubstanzdefekte waren in ihrer Ausdehnung und Lokalisation entsprechend der traumatischen Einwirkung sehr unterschiedlich. So fanden sich bei den Steckschüssen (Abb. 17, 18 und 19) Hirnschädigungen, die nicht nur auf die primäre Gewalteinwirkung, sondern auch auf die späteren entzündlichen Komplikationen wie Abszesse zurückzuführen waren. Ähnliches gilt für die Durchschüsse, bei denen neben der primären Gewalteinwirkung spätere Komplikationen zur Ausbildung neurologischer Defektsyndrome beigetragen haben (Abb. 20 bis 23). Bei allen Spätbefunden ist neben dem nachweisbaren Substanzdefekt die Erweiterung der Ventrikel und die Ausziehung der Ventrikel zur Narbe hin deutlich erkennbar (Abb. 20 und 23).

Besonders erwähnt werden soll der Fall eines 12-jährigen Jungen, bei dem es durch Fremdeinwirkungen beim Hantieren mit einem Kleinkalibergewehr zu einer Durchschußverletzung von rechts frontal nach rechts occipital kam (Abb. 24a – d). Das Projektil wurde im Bereich des rechten Occipitallappens lokalisiert und operativ entfernt. Nach zunächst unauffälligem klinischem Verlauf kam es drei Jahre zu einer sich dann schubweise entwickelnden Verschlechterung der neurologischen Symptomatik, die sich zum Vollbild einer multiplen Sklerose entwickelte. Obwohl gutachtlich ein ursächlicher Zusammenhang zwischen der Schußverletzung und der Ent-

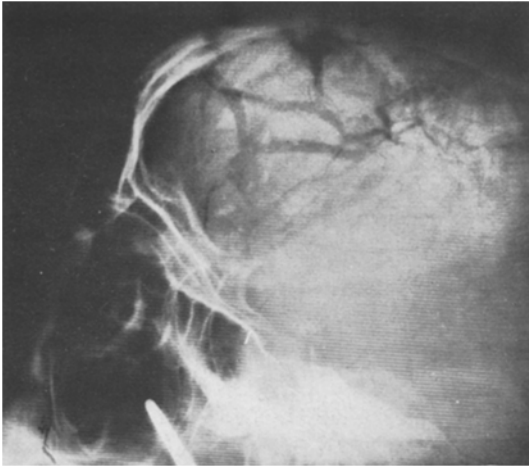


Abb. 14. Röntgenaufnahme des Schädels (Fall 4) mit ausgedehnten Berstungsfrakturen

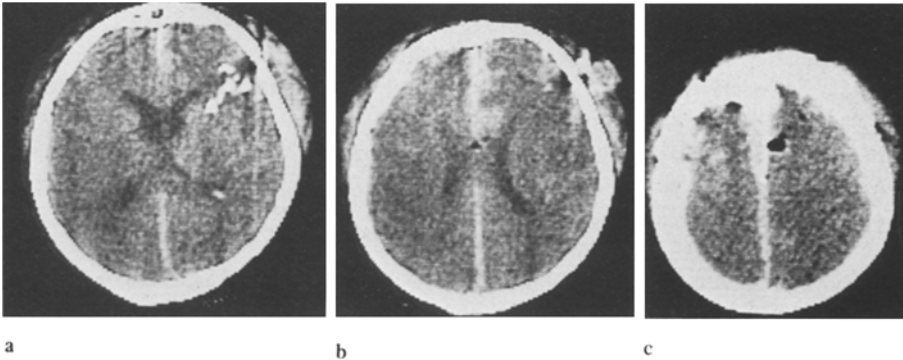


Abb. 15. Fronto-praezentraler Durchschuß von rechts nach links (Fall 4); a rechtsseitiger Einschuß mit Spitterpyramide, b Blutansammlung beiderseits frontal und im Mittelspalt durch Verletzung des Sinus sagittalis superior, c auch hier die Einblutung deutlich sichtbar, neben der Ausschußstelle Luftblase

wicklung der multiplen Sklerose nicht angenommen werden konnte, zeigen die Abbildungen deutlich, daß sich der Hydrocephalus internus auf der Seite der Schußverletzung stärker entwickelte als auf der Gegenseite. Die Computer-Tomographie dokumentiert damit, daß sich die multiple Sklerose auf der Basis eines vorgeschädigten Gehirns entwickelte.

Besprechung

Die Computer-Tomographie als nichtinvasive Röntgenmethode gibt die Möglichkeit, bei akuten Schädelanschußverletzungen das Ausmaß der Hirnverletzung sichtbar zu machen. Der mit koagulierte Blut gefüllte Schußkanal kann in mehreren Schichten dargestellt werden, und die Bilder vermitteln damit eine räumliche Vorstellung von

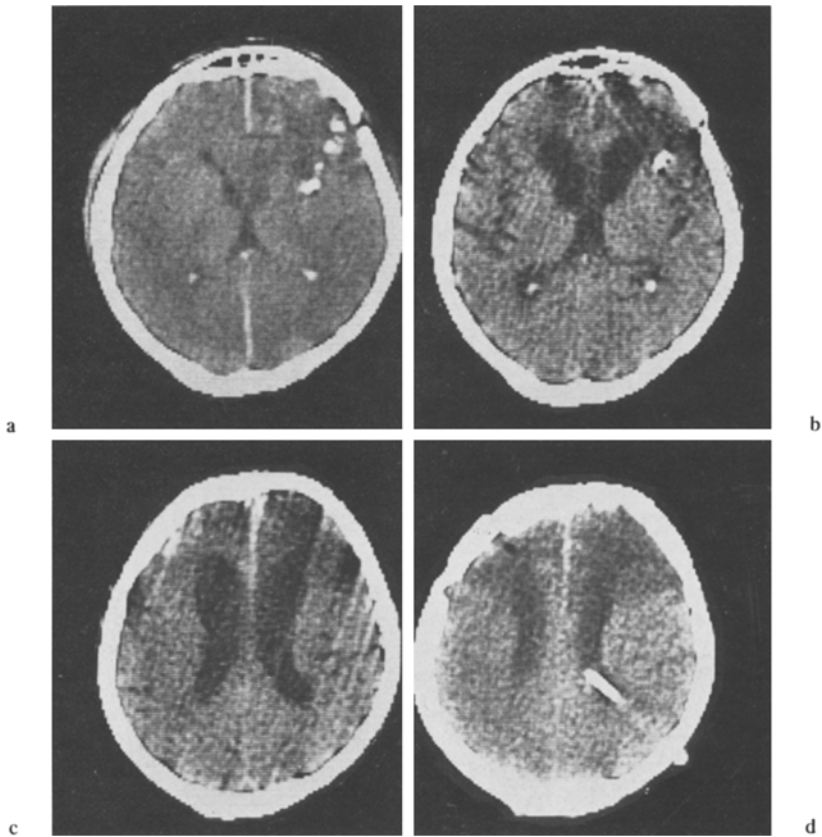


Abb. 16. Verlaufsbeobachtungen (Fall 4); a Darstellung der Splitterpyramide rechts frontal bei normal weitem Ventrikelsystem, 4 Wochen nach der Verletzung, b und c Ausbildung eines Hydrocephalus internus und externus, 10 Wochen nach der Verletzung, d Verkleinerung der Ventrikel nach Anlegung eines ventrikulo-atrialen Shunts. Die beidseits frontalen Hirnsubstanzdefekte kommen als Zone verminderter Dichte zur Darstellung

Tabelle 2. Alte Schußverletzungen

Fälle	Ursache		Art der Schußverletzung			CT-Befund			Epilepsie
	Krieg	Sonstiges	Steckschuß	Durchschuß	Streifschuß	o.B.	Defekt	Defekt + Atrophie	
15	13	2	7	4	4	4	7	4	6

Lokalisation und Umfang der Hirnverletzung. Im Einzelfall kann entschieden werden, ob operative Maßnahmen angezeigt sind oder ob die Prognose von vornherein infaust ist. Das gilt insbesondere für Schußverletzungen, bei denen es zur Verletzung lebenswichtiger Hirnstrukturen gekommen ist.

Verlaufsbeobachtungen nach akuten Verletzungen gestatten eine Aussage über die Oedementwicklung, über die Ausbildung sekundärer Durchblutungsstörungen im Hirn

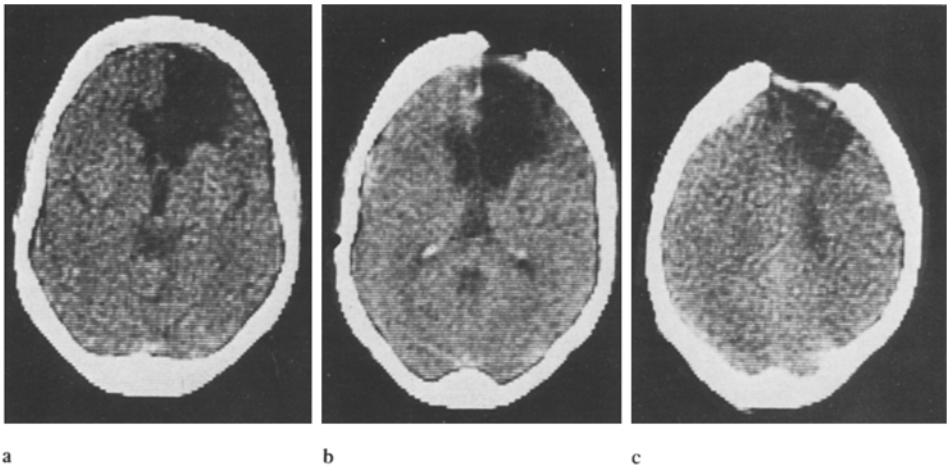


Abb. 17a–c. Zustand nach rechts frontalem Steckschuß (1942); man sieht auf allen Schichten den rechts frontalen Substanzdefekt mit Ausziehung des Vorderhorns des rechten Seitenventrikels zum Defekt hin

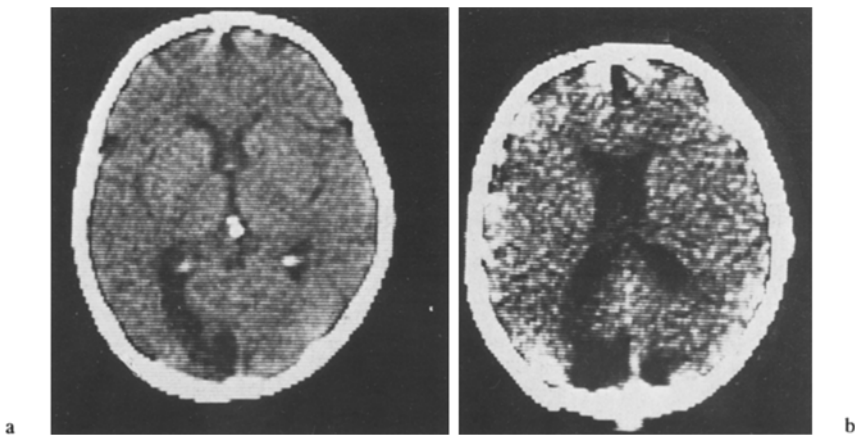


Abb. 18. Zustand nach links occipitaler Steckschußverletzung; a Defekt links occipital, b Defekt bioccipital, links mehr als rechts. Der Patient war vorübergehend blind, es bestehen jetzt noch Gesichtsfeldausfälle

und die Entwicklung eines Hydrocephalus, der sowohl Folge eines ausgedehnten Oedems als auch einer Liquorresorptionsstörung sein kann. Die Indikation zur liquorableitenden Operation kann aus dem Grad der Hydrocephalusentwicklung gestellt werden. Derartige Operationen können zu einer erheblichen Verbesserung des klinischen Bildes führen.

Das Spätbild einer Schädelschußverletzung ist für die Begutachtung der Folgezustände von großer Bedeutung. Unter den Spätschäden stehen Hirnsubstanzdefekte im Vordergrund, die primär wiederum durch die Gewalteinwirkung und sekundär durch Durchblutungsstörungen, das Hirnoedem und Liquorresorptionsstörungen ver-

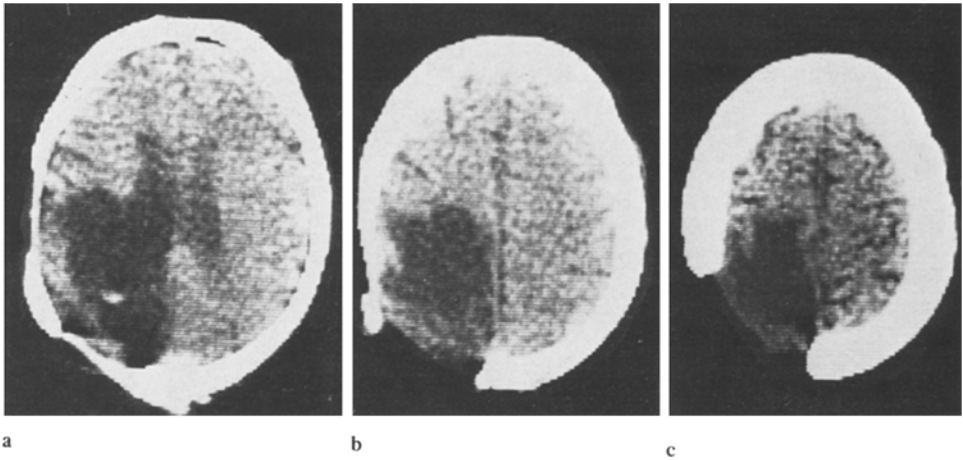


Abb. 19a–c. Zustand nach links occipitalem Steckschuß (1945); in allen Schichten ausgedehnter parieto-occipitaler Hirnsubstanzdefekt links, starke Hirnatrophie mit deutlicher Zeichnung der kortikalen Sulci und Verbreiterung des Mittelspaltes

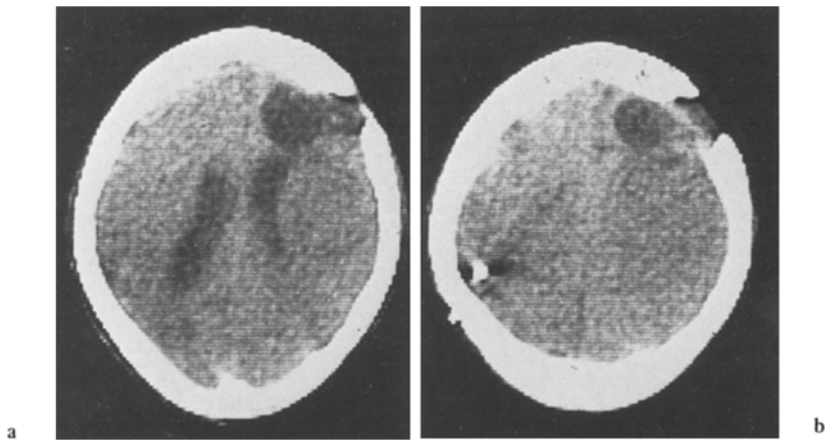


Abb. 20a und b. Durchschuß von rechts frontal nach links temporal; rechts frontaler Hirnsubstanzdefekt, Ausziehung des linken Seitenventrikels nach temporo-occipital, auf der Abbildung b ist das Projektil links temporal zu erkennen

ursacht sein können. Bei den Patienten mit Spätfolgen nach Kriegsverletzungen überrascht das Ausmaß der Hirnsubstanzdefekte. Die Zahl der untersuchten Patienten ist aber noch zu klein, um eine Korrelation zwischen der Ausdehnung der Hirnerstörung, der Gewalteinwirkung und den durchgeführten Operationsverfahren herstellen zu können. Es ist dabei zu berücksichtigen, daß alle Patienten aus dieser Gruppe wegen neurologischer Ausfälle oder einer posttraumatischen Epilepsie zur Untersuchung kamen. Zweifellos haben in dieser Gruppe auch entzündliche Komplikationen nach der Verletzung zur Ausdehnung der Substanzdefekte geführt, da zum Zeitpunkt der Verletzung und Therapie noch keine Antibiotica zur Verfügung standen.

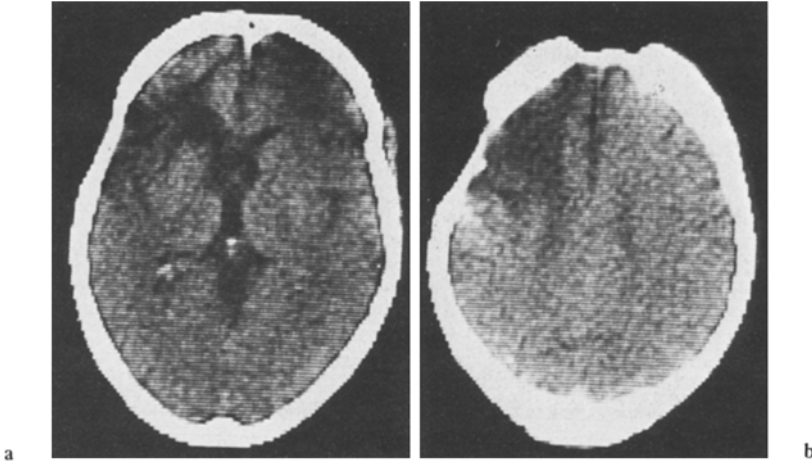


Abb. 21. Durchschußverletzung von rechts frontal nach links fronto-temporal; a bifrontaler Substanzdefekt mit linksseitiger Ausziehung des Vorderhorns des Seitenventrikels, b Substanzdefekt überwiegend links fronto-temporal

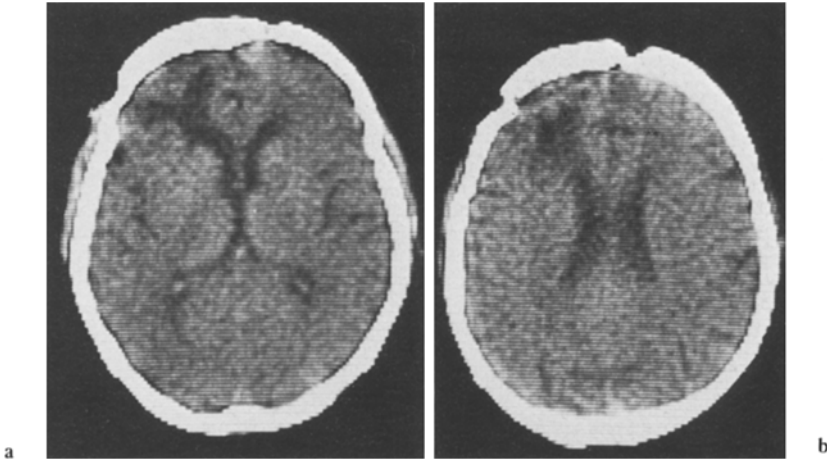


Abb. 22a und b. Durchschußverletzung von rechts frontal nach links fronto-temporal; Substanzdefekt links frontal mit Ausziehung des Vorderhorns des linken Seitenventrikels, normale Ventrikelweite, deutliche cortikale Atrophie

Abb. 24a–d. Durchschußverletzung von rechts frontal nach rechts occipital, spätere Entwicklung einer multiplen Sklerose; die Abbildungen a–c zeigen die deutliche Erweiterung des Ventrikelsystems und eine erhebliche cortikale Atrophie, Abbildung d: rechts frontaler Substanzdefekt; der Schußkanal ist auf den Abbildungen b + c auf der rechten Seite noch deutlich als Zone verminderter Dichte zu erkennen

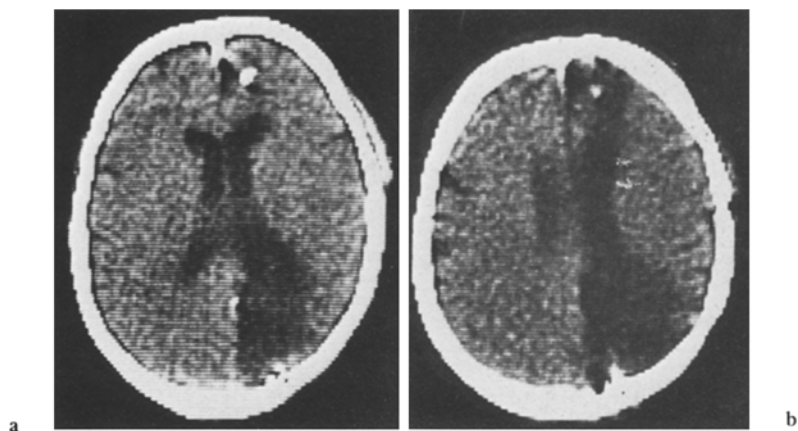
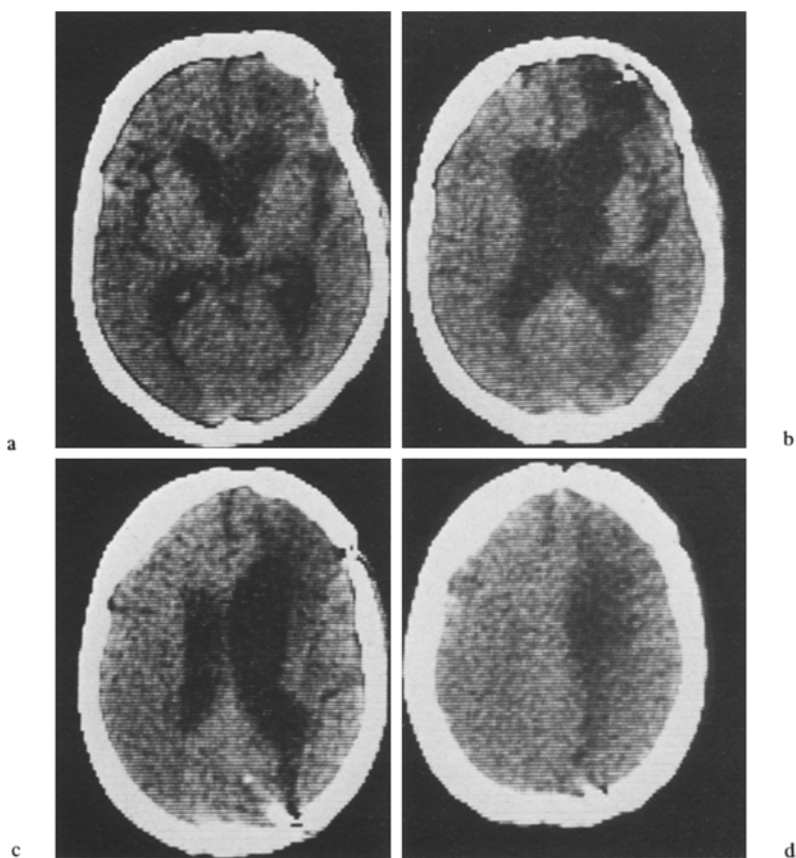


Abb. 23a und b. Durchschuß rechts von frontal nach occipital (Kriegsverletzung 1945), Zustand nach rechts occipitalem Hirnabszeß; die Abbildungen zeigen den Hirnsubstanzdefekt rechts parieto-occipital, die auf der rechten Seite stärker ausgeprägte Erweiterung des Ventrikelsystems und auf Abbildung **b** den von frontal nach occipital verlaufenden alten Schußkanal



Literatur

- Lanksch, W., Kazner, Ed.: Cranial Computerized Tomography. Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1976
- Malin, J.P., Grumme, Th.: Schädelhirnschußverletzungen in Friedenszeiten. Akt. Traumatol. 5, 251-259 (1975)
- Müller, H., Wuthrich, R., Hünig, R., Elke, M., Hochstetter, A.v.: A Graphical Reporting System for Computerized Axial X-Ray Tomography (EMI-Scanning). Europ. Neurol. 11, 197-207

Eingegangen am 2. Juni 1977