

Übersichtsreferat — Review Article

Flugunfallverletzungen und Flugunfallrekonstruktion

Siegfried Krefft

Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe, Abteilung V — Flugunfallmedizin, Fürstenfeldbruck (BRD)

Eingegangen am 17. Februar 1972

Aircraft Accident Injuries and Aircraft Accident Reconstruction

Summary. The reconstruction of aircraft accidents has to encompass an investigation of the behavior of the wrecked aircraft during flight, during the crash, at the moment of impact and the time subsequent thereto, and of the particular influences the aircraft passengers were subjected to in the process.

Based on the interrelations between man and aircraft during flight, this article deals with the development and mechanics of injuries to aircraft passengers. It discusses the reconstructive conclusions with respect to the sequence of events that can be drawn from the type, appearance, location, extent and severity of the external and internal injuries sustained by the crash victims. Our investigations are used to illustrate that owing to the injuries suffered in an aircraft accident the crash victims can bear silent witness and not only provide important clues but solid evidence permitting a reconstruction of the sequence of events.

Zusammenfassung. Sowohl zur Tatbestandsfeststellung als auch zur Unfallverhütung wird bei der Rekonstruktion von Luftfahrzeugabstürzen zu prüfen sein, wie sich die Unfallmaschine während des Fluges, beim Absturz, beim Aufschlag und danach verhalten hat und welchen besonderen Einflüssen die Luftfahrzeuginsassen dabei ausgesetzt gewesen sind.

Ausgehend von den Wechselbeziehungen, die beim Fliegen zwischen Mensch und Luftfahrzeug bestehen und die sich naturgemäß beim Unfall besonders intensiv auswirken, wird auf die Verletzungsgenese und Verletzungsmechanik bei den Flugzeuginsassen eingegangen. Es wird hier die Frage erörtert, welche rekonstruktiven Rückschlüsse in bezug auf den Unfallablauf aus Art, Formgebung, Lokalisation, Umfang und Schwere der äußeren und inneren Verletzungen bei den Flugunfalltoten gezogen werden können. An Hand eigener Untersuchungen wird demonstriert, daß die Flugunfalltoten auch als stumme Zeugen des Tatgeschehens auf Grund ihrer beim Flugunfall erlittenen Verletzungen nicht nur wichtige Hinweise, sondern selbst Beweise zu liefern vermögen, die eine Rekonstruktion des Unfallgeschehens gestatten.

Key words: Flugunfallrekonstruktion — Flugunfallverletzungen.

Einleitung

Gleichgültig, aus welcher Ursache ein Luftfahrzeug auch kollidieren oder abstürzen mag, immer wird dabei der darin befindliche Mensch in irgendeiner Beziehung in Mitleidenschaft gezogen. Bedingt durch die hohe Geschwindigkeit der Luftfahrzeuge treten im Crash-Moment durch die abrupten Decelerationsvorgänge oft derartig hohe Kräfte in Aktion, daß der oder die Insassen in vielen Fällen schwere, häufig sogar tödliche Verletzungen erleiden. Komplizierende Nebenumstände wie Aufschlagbrand und Explosion können dazu führen, daß keiner der Insassen das Geschehen überlebt.

Bei der Flugunfalluntersuchung wird zur Klärung des Tatbestandes immer nach Spuren und Anhaltspunkten zu suchen sein, die eine Rekonstruktion des Tatgeschehens für die Beurteilung des Falles und der daraus zu ziehenden präventiven Konsequenzen ermöglichen. Wichtige, in vielen Fällen sogar die entscheidenden Bausteine im Rekonstruktionsmosaik eines Flugunfallgeschehens vermögen — wie hier aufgezeigt werden soll — allein schon die flugunfalltraumatologischen Befunde bei den Luftfahrzeuginsassen, besonders in Verbindung mit den Gegebenheiten und Spuren am Unfallort und am Unfallflugzeug respektive seinen Trümmerteilen zu liefern. Sie ergeben sich aus der Tatsache, daß beim Fliegen Mensch und Luftfahrzeug in engen Wechselbeziehungen zueinander stehen, die sich im Unfallmoment naturgemäß besonders intensiv auf Mensch und Maschine auswirken [5, 6, 11, 12, 15, 16].

Voraussetzungen

Infolge des außerordentlichen Zerstörungsgrades, der oft bei Flugunfällen zu beobachten ist, sind Flugunfallrekonstruktionen schwierig. Sie sind an ein entsprechendes Fachwissen und Erfahrungen auf dem Gebiet der Flugunfalluntersuchung gebunden. Der untersuchende Arzt muß die technisch-physikalischen Vorgänge, die bei Flugunfällen in Frage kommen, kennen, um sie in Beziehung zu den medizinischen Befunden setzen zu können. Konstruktion, Ausstattung und Ausrüstung der einzelnen Luftfahrzeugmuster variieren je nach Flugzeugtyp. Bei Flugunfällen sind sie besonders zu berücksichtigen, da sie verletzungsgenetisch von Bedeutung sind. Eine wesentliche Voraussetzung für eine erfolgreiche Flugunfallrekonstruktion ist die gute Zusammenarbeit aller in die Flugunfalluntersuchung eingeschalteten Instanzen.

Da viele für die Rekonstruktion des Tatgeschehens wertvolle Spuren bei der Flugunfalluntersuchung verändert werden und bei der nachfolgenden Bergung der Leichen und Trümmer sowie bei den Aufräumarbeiten unwiederbringlich verlorengehen, ist es notwendig, daß der untersuchende Arzt zu Beginn der Flugunfalluntersuchung in den Untersuchungsgang eingeschaltet wird. Das wiederum bedingt eine ständige sofortige Einsatzbereitschaft, zumal sich Flugunfälle jederzeit ereignen können. Aus diesem Grunde verfügt auch die Abteilung Flugunfallmedizin am Flugmedizinischen Institut der Luftwaffe in Fürstentfeldbruck über ein entsprechendes Einsatzfahrzeug, das nicht nur das von einem Gerichtsmediziner geleitete Untersuchungsteam aufnimmt, sondern gleichzeitig auch mit den erforderlichen Untersuchungsgeräten ausgestattet ist. Bei kürzeren Strecken erfolgt der Transport auf dem Landweg, bei weiteren Strecken aus Zeitgründen auf dem Luftweg, so daß innerhalb kürzester Zeit jede Flugunfallstelle in der BRD erreicht werden kann [8].

Untersuchungen an der Unfallstelle

Bei der flugunfallmedizinischen Untersuchung am Unfallort wird es darauf ankommen, alle für die Klärung des Tatgeschehens wichtigen Spuren, Befunde und Anhaltspunkte zu ermitteln und zu sichern. In Beschreibungen, Skizzen, fotografischen Übersichts- und Einzelaufnahmen sind die besonderen Gegeben-

heiten und Spuren am Unfallort, am Luftfahrzeugwrack und seinen Trümmern und nicht zuletzt auch an den dabei betroffenen Flugzeuginsassen sorgfältig festzuhalten. Bei Aufschlagbränden oder Explosionen ist zu ermitteln, von welcher Stelle aus der Brand oder die Explosion ihren Ausgang genommen hat. Nicht selten werden beim Aufschlag und beim Zertrümmerungsvorgang die Flugzeuginsassen aus den Kabinen geschleudert. Aus der Streuweite und dem Streuwinkel der Leichen und der Trümmer lassen sich wiederum Rückschlüsse auf die Bewegung des Flugzeuges im Aufschlagmoment ziehen und Anhaltspunkte für die Aufschlaggeschwindigkeit gewinnen. Aus der Lage, der Haltung und dem Zustand der Leichen und ihrer Kleidung, den evtl. noch anhaftenden Gegenständen, dem Zustand der Sitze, der Anschnallgurte und ihrer Schlösser können für die Rekonstruktion wichtige Aufschlüsse gewonnen werden (vgl. Abb. 1—3). Das gleiche trifft auch für den Zustand der Rettungsgeräte und anderer an Bord befindlicher Gegenstände zu, die zu Verletzungen bei den Flugzeuginsassen geführt haben. Speziell bei den Rettungsgeräten wird festzustellen sein, ob und inwieweit hiervon Gebrauch gemacht worden ist, sowie ob sie in ihrer Konstruktion für den besonderen Verwendungszweck ausgereicht haben. Bei den Verletzungen der Flugunfallopfer ist es zweckmäßig, an der Unfallstelle zu prüfen, ob diese oder jene Verletzung beim Aufschlag der Maschine, durch Schleuderung und Anschlag der Körper an bestimmte Teile der Innenausstattung oder aber beim Destruktionsvorgang bzw. nach dem Herausschleudern und Anschlag der Körper am Boden und den dort befindlichen Gegenständen hervorgerufen worden ist. Bei der Untersuchung der Verletzungen der Leichen wird auch gleichzeitig zu prüfen sein, ob sich hier Einwirkungen von fremder Hand oder Anhaltspunkte für ein Attentat (durch Sprengmittel oder Brandsätze) finden. Durch die kriminellen Vorkommnisse in der zivilen Luftfahrt gewinnen diese Untersuchungen zunehmend an Bedeutung.

Die durch Schleuderung und Anschlag bzw. durch die Einwirkung von Flugzeugtrümmerteilen bedingten Blut-, Gewebs-, Haar- und anderen Spuren sind zu ermitteln und gegebenenfalls zur Beweisführung fotogrammetrisch festzuhalten. Für die nachfolgenden Vergleichsuntersuchungen sollten Proben oder die Spurenträger gesichert werden. Notwendig dazu ist aber auch, entsprechende Proben von den in Frage kommenden Leichen zu entnehmen, um sie in den Vergleich einbeziehen zu können. Auf jeden Fall sind Handschuhe und Schuhe der Besatzungsmitglieder und gegebenenfalls auch Fliegerhelme und Atemmasken in die medizinische Untersuchung einzubeziehen, da sie für die Rekonstruktion des Tatgeschehens wichtige Spuren aufweisen können.

Bei der Untersuchung der Leichen wird auch festzustellen sein, ob und inwieweit diese von Flugtreibstoffen oder anderen Stoffen, die aus der Ladung der verunglückten Maschine stammen, verunreinigt worden sind und ob dabei auch diese Verunreinigungen in die Körperhöhlen eindringen konnten. Gerade diese Feststellungen sind für die nachfolgenden chemisch-toxikologischen Ergänzungsuntersuchungen sehr wichtig, zumal sie die chemisch-toxikologischen Analyseergebnisse beeinflussen können.

Nicht selten sind die Körper der verunglückten Flugzeuginsassen hochgradig zerrissen und bis zur Unkenntlichkeit entstellt. In derartigen Fällen kann primär die Feststellung der Zahl der Flugunfalltoten an der Unfallstelle auf Schwierig-



Abb. 1. Absturz eines einmotorigen Prop-Flugzeuges vom Typ Piaggio. Nach der Lage des Flugzeugwracks, der Spuren am Boden in Verbindung mit der Schleuderrichtung der 3 Insassen und der Flugzeugtrümmer stürzte die Maschine im rechten Steiltrudelvorgang ab und schlug fast senkrecht auf dem Boden auf



Abb. 2. Infolge der Drehbewegung der Maschine wurden im Aufschlagmoment die 3 Körper der Flugzeuginsassen nach rechts geschleudert. Die sekundär verletzenden Gegenstände sind noch im Zusammenhang mit den Toten

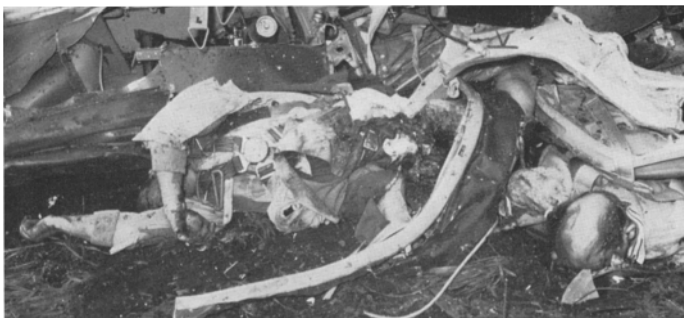


Abb. 3. Lage und Körperhaltung des Flugzeugpassagiers, der hinten im Fluggastraum gesessen hatte. Verletzende Trümmerteile noch anhaftend

keiten stoßen. Hier werden Rekonstruktionen der Leichen aus den Leichenteilen erforderlich; gleichzeitig wird bei diesen Rekonstruktionen auch erreicht, daß der untersuchende Arzt einen Überblick über die Art und Formgebung der einzelnen Verletzungen gewinnt.

Verletzungsbeschreibungen geben oft nicht alle Details wieder, die eine Verletzung bietet. Es empfiehlt sich daher, bei der Obduktion fotogrammetrische

Aufnahmen der Verletzungen anzufertigen, um sie für die nachfolgenden Vergleichsuntersuchungen verwenden zu können. Geformte Verletzungen sollten gesondert im Maßstab 1:1 zu Beweiszwecken fotografiert werden. Zur Dokumentation und Erfassung der einzelnen Knochenbrüche für Rekonstruktionszwecke haben sich Röntgenaufnahmen außerordentlich bewährt. Unerlässlich für die rekonstruktive Arbeit ist auch eine Vergleichssammlung, deren Bilder und Präparate im Bedarfsfall zu Vergleichszwecken herangezogen werden können.

Selbst wenn die Gegebenheiten und Spuren am Unfallort und am Unfallflugzeug respektive seiner Trümmer nicht in die flugunfallmedizinische Untersuchung einbezogen werden können — wie das bei Flugzeugabstürzen über See gelegentlich vorkommt —, kann eine pathologisch-anatomische Untersuchung der Leichen zur Rekonstruktion und Aufklärung derartiger Vorkommnisse führen. Ein beredtes Beispiel dafür sind die flugunfallmedizinischen Untersuchungsergebnisse bei den Toten der Komet-Flugzeugabstürze über dem Mittelmeer [1, 2, 9, 11].

Technisch-physikalische Vorgänge beim Flugunfall

Bei Kollisionen und Abstürzen von Luftfahrzeugen hängen die technisch-physikalischen Vorgänge von sehr verschiedenen Faktoren ab. Ausschlaggebend für die Schwere des Unfalles ist immer die Geschwindigkeit. Sie ist wesentlich größer als bei den Fahrzeugen im Straßenverkehr, was sich natürlich auf die Unfallschwere auswirkt. Beim Absturzvorgang kommt es darauf an, in welchem Neigungswinkel und in welcher Fluglage die Maschine aufschlug; dabei spielen ggf. auch die besonderen Verhältnisse am Absturzort eine Rolle (Abb. 4), des weiteren, ob das Flugzeug beim Aufschlag in Brand geriet oder explodierte oder sich beim Aufschlag am Boden oder Wasser überschlug und dabei sofort unterging oder nicht. Auch die Vorgänge beim Absturz selbst sind dabei zu beachten. So, ob ein Absturz aus dem Kunstflug, aus einem Trudelvorgang erfolgte, ob die Maschine in der Luft vor dem Aufschlag auseinanderbrach oder gar in der Luft befindlich explodierte oder in Brand geriet. Bei Explosionen von Flugzeugen in der Luft können die Trümmerteile über kilometerweite Strecken verstreut gefunden werden, während sich bei der Aufschlagexplosion die Trümmer in einem gewissen Umkreis vom Aufschlagskrater finden.

Bei Ausfall der Triebwerke ist die Sinkgeschwindigkeit der Luftfahrzeuge abhängig vom Gewicht und der jeweiligen aerodynamischen Konstruktion. Im allgemeinen ist sie bei Düsenflugzeugen höher als bei Turbo-Prop- oder Prop-Flugzeugen. Militärstrahlflugzeuge mit ihren kurzen Tragflächenkonstruktionen bei relativ hohem Gewicht besitzen eine hohe Sinkgeschwindigkeit. Notlandungen haben daher nur unter allergünstigsten Voraussetzungen Aussicht auf Erfolg. Aus diesem Grunde sind die Maschinen auch mit einer Schleudersitzeinrichtung versehen, die es dem Piloten gestattet, im Gefahrenmoment sich aus dem Flugzeug zu katapultieren.

Da bei Flugunfällen immer ein Teil der kinetischen Energie durch Verformung und Zerstörung des Luftfahrzeuges und der berührten Objekte sowie durch Reibung in Wärmebildung umgewandelt, d. h. verbraucht wird, können gelegentlich trotz erheblicher Beschädigungen oder gar Totalzerstörung des Luftfahrzeuges die Insassen mit verhältnismäßig leichten Verletzungen davonkommen [5].

Verletzungsmechanik

Bei den rekonstruktiven Überlegungen ist immer von der Verletzungsmechanik bei Flugunfällen auszugehen. Hierbei ist von Bedeutung, daß nach dem physikalischen Gesetz der Trägheit jeder Körper in seinem innewohnenden Zustand verharren will. Er setzt also der plötzlich eintretenden Beschleunigung oder Verzögerung einen Widerstand entgegen, der seiner eigenen Masse und Geschwindigkeit entspricht. Wird bei der plötzlichen Deceleration während des Flugunfallgeschehens die körperliche Widerstandskraft und die der besonderen Halterungen durch Gurte und Sitze überschritten, so werden die Körper der Flugzeuginsassen in die entsprechende Richtung geschleudert. Beim Anprall an bestimmte Teile im Cockpit, der Kabine oder anderen Räumlichkeiten innerhalb des Flugzeuges können sie dabei ungeformte und geformte mechanische Verletzungen erleiden. Dreht sich im Unfallgeschehen das Luftfahrzeug um eine seiner Achsen, so können dabei auch noch Fliehkräfte auftreten, die den Schleuderungsvorgang der Körper beeinflussen. Sobald die Elastizität des beim Anprall getroffenen Körperteiles überschritten wird, kommt es in der ersten Stoßhalbezeit zur Deformation und, falls physikalisch möglich, in der zweiten zur Übertragung von Schnelligkeit im Sinne der Wegschleuderung. Durch diesen mehrzeitigen Geschehensablauf können sich die verschiedenartigsten mechanischen Verletzungen bei den Flugzeuginsassen einstellen. Brand und Explosion, die oft im Gefolge von Flugunfällen auftreten, können weitere Verletzungen, Zerreißen oder gar Zerstörungen der menschlichen Körper bewirken. Grundsätzlich lassen sich daher bei Flugunfällen 3 Verletzungsarten unterscheiden:

1. *mechanische Verletzungen,*
2. *thermische Verletzungen,*
3. *toxische Verletzungen.*

Diese 3 Verletzungsarten können gegebenenfalls auch für die Flugunfallrekonstruktion herangezogen werden, wobei natürlich die Rekonstruktionschance vom jeweiligen Zerstörungsgrad der Leichen abhängig ist.

In zeitlicher Beziehung können die Verletzungen *vitaler, agonaler* oder *postmortalen* Art sein. So kann z. B. der Körper eines beim Flugunfall durch mechanische Gewalteinwirkung getöteten Insassen durch Aufschlagbrand postmortal hochgradige Verbrennungen erleiden bzw. ein Sterbender agonal noch toxische Verletzungen z. B. durch Einatmung heißer kohlenmonoxidhaltiger Brandgase erfahren. Eine Einatmung CO-haltiger Abgase oder gar Brandgase kann auch zu Lebzeiten während des Fluges eintreten und die Flugverkehrstüchtigkeit der Piloten einschränken oder aufheben, so daß dadurch ein Flugunfall ausgelöst wird. Aus den zeitlichen medizinischen oder chemisch-toxikologischen Nachweis der einzelnen Verletzungen lassen sich wiederum wichtige rekonstruktive Rückschlüsse über den Geschehensablauf ziehen.

Art, Lokalisation, Formgebung, Verlaufsrichtung, Umfang und Schwere der äußeren und inneren Verletzungen können bei den Flugunfalltoten außerordentlich variieren. Mitunter sind äußerliche Verletzungen kaum erkennbar. Erst bei der Obduktion treten die hochgradigen Quetschungen und Zerreißen der inneren Organe und die Knochenbrüche zutage; eine Tatsache, die den Wert der Obduktion für die exakte Ausmittlung der Flugunfallfolgen in bezug auf die Ver-

letzungen unterstreicht. Art und Formgebung des verletzenden Gegenstandes sowie die Richtung und die Stärke der einwirkenden Gewalt stehen verletzungsgenetisch in engen Wechselbeziehungen zueinander. Ihre Auswirkungen und Spuren können sich sowohl an der Kleidung sowie am und im menschlichen Körper als auch am verletzenden Gegenstand finden. Wichtig ist es, bei der flugunfallmedizinischen Untersuchung diese Beziehung aufzudecken und sie für die Rekonstruktion nutzbar zu machen. Aus der Lokalisation und Verlaufsrichtung der mechanisch bedingten Verletzungen können Rückschlüsse auf die jeweilige Schleuderrichtung und Anprall der Körper gezogen werden. Das gilt sowohl für die Weichteilverletzungen als auch für die Knochenbrüche, die sich bei Flugunfalltoden immer wieder an bestimmten Prädispositionsstellen nachweisen lassen (vgl. Abb. 5). Da Wunde und verletzender Gegenstand miteinander in Beziehung stehen, können besonders aus den geformten Verletzungen und Knochenbrüchen Rückschlüsse auf die Art und Formgebung des verletzenden Gegenstandes gezogen werden. So kann eine rundlich konfigurierte Hautverletzung oder ein runder Lochbruch am Schädel nur durch einen entsprechend rundlich konfigurierten und nicht durch einen rechtwinklig kantigen Gegenstand verursacht werden und umgekehrt (vgl. Abb. 6). Bei penetrierenden Weichteilverletzungen können sich an den Knochen Anschlagverletzungen finden, aus deren Formgebung geschlossen werden

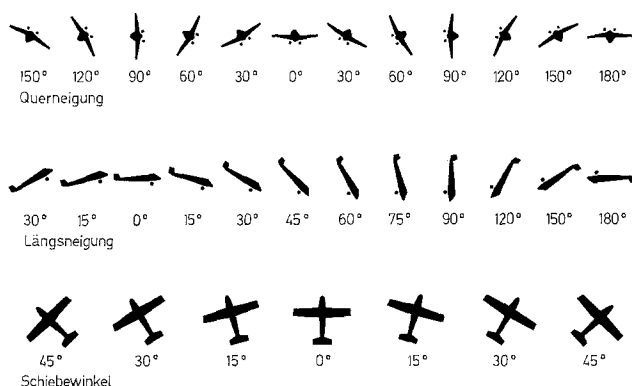


Abb. 4. Verhalten des Luftfahrzeuges beim Absturz

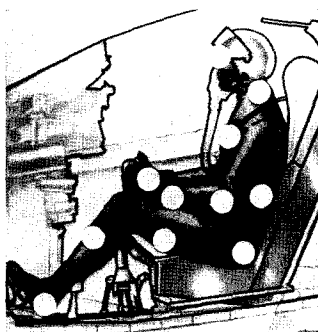


Abb. 5. Prädispositionsstelle der Verletzungen beim Flugzeugführer

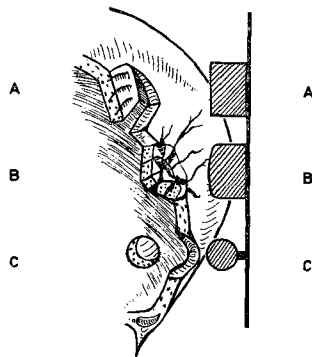


Abb. 6 A—C. Direkte Brüche des Schädels. A Quadratisch geformter Terrassenbruch infolge schräger Einwirkung eines analog-kantig geformten Gegenstandes. B Biegungs- oder Äquatorialbruch infolge Einwirkung eines stumpfen Gegenstandes. C Runder Lochbruch mit Eintreibung des ausgestanzten Knochenbruchstückes in das Schädelinnere infolge Einwirkung eines analog rundgeformten Gegenstandes

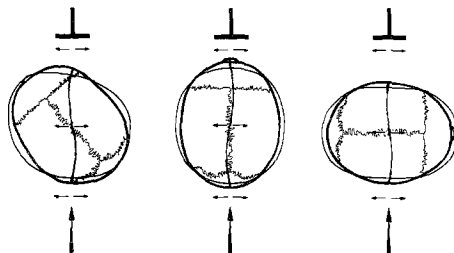


Abb. 7. Durch Verformung des Schädels bedingte *indirekte* Brüche (Berstungsbrüche). Aus dem Bruchlinienverlauf kann auf die Richtung der einwirkenden Gewalt geschlossen werden

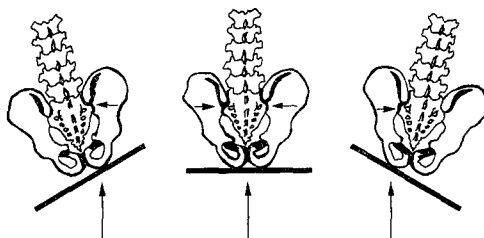


Abb. 8. Entstehungsmechanismus der Kreuzbein-Beckengelenk-Brüche

kann, ob dieser Gegenstand rund, stumpfkantig oder scharfkantig etc. gewesen ist. Nicht selten kommt es unter dem Verletzungsvorgang zur Ablagerung von Fremdkörpern in die Wunden, oder es bleibt der verletzende Gegenstand zurück. Derartige Befunde sind von besonderem rekonstruktiven Wert. Sowohl die direkten als auch die indirekten Verletzungen können für die Rekonstruktion genutzt werden, zumal dadurch die Richtung der einwirkenden Gewalt bestimmt werden kann. Ein beredtes Zeugnis dafür sind die Berstungsbrüche am Schädeldach und

der Schädelbasis, die immer in der Richtung der einwirkenden Gewalt verlaufen (vgl. Abb. 7).

Verletzungsgenetisch ist weiterhin von Bedeutung, wie und wo sich die betreffende Person im Luftfahrzeug im Unfallmoment aufgehalten hat. Dabei spielt nicht nur die Sitzrichtung, sondern auch die Kopf-, Körper- und Gliedmaßenhaltung eine Rolle (vgl. Abb. 8), ferner, ob sich die Person im Unfallmoment in stehender, liegender oder kauender Form befand; weiterhin, ob sie angeschnallt gewesen ist oder nicht, ob sie sich im Unfallmoment festgehalten oder abgestützt hat. Sogar die jeweilige Kopfhaltung im Unfallmoment kann von rekonstruktiver Bedeutung sein.

Ein F 104 G-Pilot kollidierte nach einem simulierten Angriffsflug mit seiner Maschine an einem bewaldeten Hang. Dabei fand der Luftfahrzeugführer den Tod. Bei der Obduktion wurden unter anderem umgeformte und geformte Anschlagverletzungen im Bereiche der linken vorderen Gesichtshälfte festgestellt, die nach den Vergleichsuntersuchungen dafür sprachen, daß diese Kopfpartie am Instrumentenbrett angeschlagen sein mußte. Am Fliegerhelm fanden sich ähnliche Beschädigungen. Danach war rekonstruktiv zu schließen, daß der Pilot im Kollisionsmoment den Kopf nach rechts gedreht gehalten hatte; wahrscheinlich, um die Wirkung seines Angriffsfluges zu beobachten. Infolge dieser Ablenkung kam es zur Kollision. Technisch war das Luftfahrzeug nach den eingehenden Untersuchungen einwandfrei; auch fanden sich pathologisch-anatomisch und chemisch-toxikologisch keine anderen Anhaltspunkte für die Flugunfallursache.

Helm und Maske bei Militärpiloten können die Anprallwucht des Kopfes abdämmen und die Schädelbruchmechanik verändern. Beschädigungen und Spuren an diesen Gegenständen, wie sie beim Anschlag zustande kommen, können in Verbindung mit den Verletzungen für die Rekonstruktion des Tatgeschehens wichtige Hinweise liefern.

Bei einem Tiefflug zweier F 104 G-Maschinen über spiegelglatter See berührte eine Maschine die Wasseroberfläche. Wie der Rottenkamerad beobachtete, soll sich danach die Maschine nochmals aus dem Wasser gehoben haben und sich dann nach rechts um die Längsachse drehend in Rückenlage auf dem Wasser aufgeschlagen und sofort untergegangen sein. Im Aufschlagmoment wurde vom Zeugen ein Feuerball beobachtet, auch will er Teile durch die Luft wirbeln gesehen haben. Etwa 1 Std nach dem Unfallgeschehen wurde die Leiche des verunglückten Piloten sowie sein Fliegerhelm von einem Rettungshubschrauber geborgen. Nach den Befunden am Helm, der 4 schmalkantige, annähernd quer zur Kopfachse am Helm-



Abb. 9. Fliegerhelm des über See nach Wasserberührung der Maschine tödlich abgestürzten F 104 G-Piloten. Visordeckplatte zertrümmert, am Helmscheitel vier horizontale Anschlagbeschädigungen infolge Kontakt mit einem schmalkantigen Gegenstand (Blendenschutzschild)



Abb. 10. Unregelmäßig glattrandige Ablederung der Kopfschwarte in Richtung von oben nach unten infolge Einwirkung eines scharfkantigen Gegenstandes (Canopy-Scherbe)

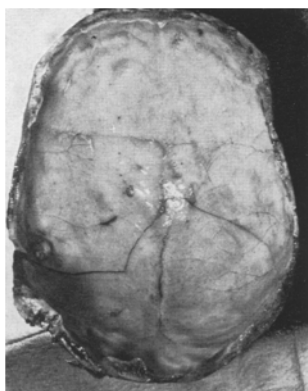


Abb. 11



Abb. 12

Abb. 11 u. 12. Die Brüche im Bereiche der Schädelkalotte und der Schädelbasis beweisen, daß der Kopf des Piloten beim Schleudersitzausschuß einer schweren stumpfen cranio-caudalen Gewalteinwirkung ausgesetzt gewesen ist (Ringbruch der Schädelbasis infolge Einstauchung der Halswirbelsäule)

scheitel befindliche Eindellungen aufwies (vgl. Abb. 9), war zu schließen, daß der behelmte Kopf des Piloten 4mal mit einem schmalkantigen, horizontal stehenden Gegenstand in der vorderen Cockpithälfte kollidiert haben mußte. Nach der Konstruktion im Cockpit der F 104 G kann es sich dabei nur um die Vorderkante der Blendschutzsilde gehandelt haben. Dieser Befund spricht dafür, daß das Luftfahrzeug nach der Wasserberührung 4mal wie ein flacher Kiesel auf der Wasseroberfläche sprang. Weiterhin ergab die flugunfallmedizinische Untersuchung, daß sich das Kabinendach beim Schleudersitzausschuß noch am Flugzeug befunden haben mußte. Der Pilot erlitt beim Ausschuß nicht nur glattrandige Hautablederungen im Bereiche der behaarten Kopfhaut sowie eine schwere Stauchung des Kopfes in Kopf-Fuß-Richtung, sondern auch noch Aufreißungen im Bereiche des rechten Oberschenkels und eine relativ scharfkantige Amputation des rechten Unterschenkels im unteren Viertel (vgl. Abb. 10—12). Die Verletzungen dürften durch stehengebliebene Kabinendachscherben verursacht worden sein. Das Nichtabheben des Daches dürfte auf dem Aufschlag der Maschine in Rückenlage beruhen. Bemerkenswert an diesem Fall ist noch eine Verletzung am Brustkorb, die erst bei der Abpräparation der Brustdecken festgestellt werden konnte. Es handelt sich hier um einen faustgroßen Lochbruch in der rechten mittleren Brustkorbpartie, der offensichtlich durch das Eindringen des Steuerknüppelhandgriffs im Aufschlagmoment der Maschine zustande kam.



Abb. 13

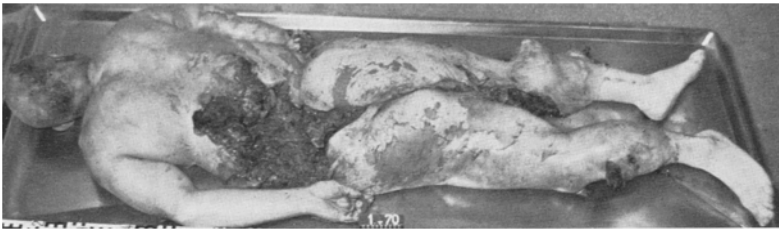


Abb. 14

Abb. 13 u. 14. Leiche des bei einem Strahlflugzeug-(F 104 G)Zusammenstoß in der Luft getöteten Piloten. Trotz konkurrierender Verletzungen war wundmorphologisch feststellbar, daß der Pilot im Unfallmoment von einem in das Cockpit eingedrungenen scharfkantigen horizontal gestellten Gegenstand (Tragfläche der anderen Maschine) etwa in Bauchmitte getroffen worden ist. Dabei wurde der Körper des Piloten in diesem Bereich bis auf eine handbreite Hautbrücke durchtrennt und die rechte Hand kurz unterhalb des Handgelenkes amputiert

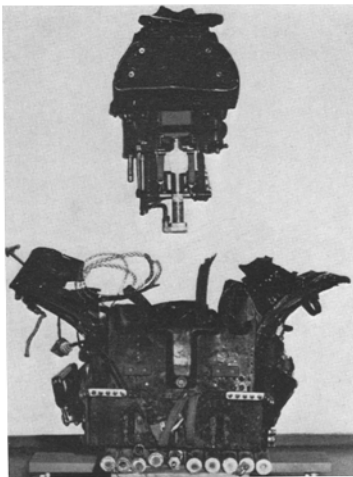


Abb. 15

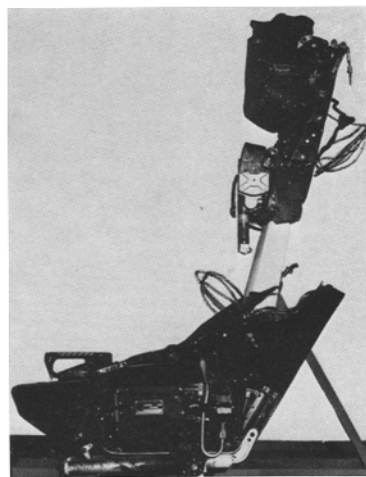


Abb. 16

Abb. 15 u. 16. Der Defekt des Schleudersitzes der Unfallmaschine nach der maßstabgerechten Rekonstruktion der Trümmerteile

Danach muß im Aufschlagmoment der Steuerknüppelhandgriff in Richtung zum Körper etwas nach rechts zu gestanden haben. Trotz intensiver Suche gelang es nicht, das Flugzeugwrack und den Schleudersitz zu orten und zu bergen, so daß sich die Flugunfallrekonstruktion auf die medizinischen Befunde abstützen mußte. Dieser Fall zeigt aber auf, welche rekonstruktiven Aussagemöglichkeiten allein an Hand der erlittenen Verletzungen lediglich auf Grund der Untersuchung des Piloten möglich sind.

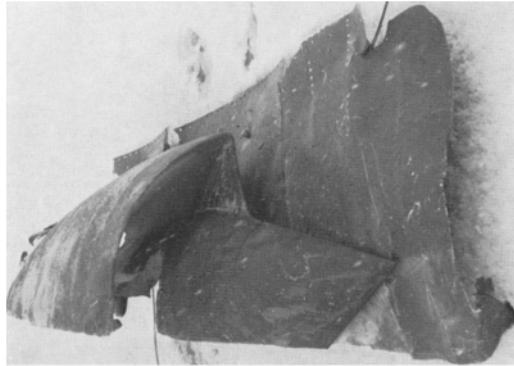


Abb. 17. Teil der Außenverkleidung der Unfallmaschine vom vorderen Drittel, der am Absturzort gefunden wurde. Während der obere Blechrand offensichtlich aus dem Verband gerissen worden ist, weist der untere Rand eine scharfrandige — wie mit dem Lineal gezogene — Abtrennungsfläche auf

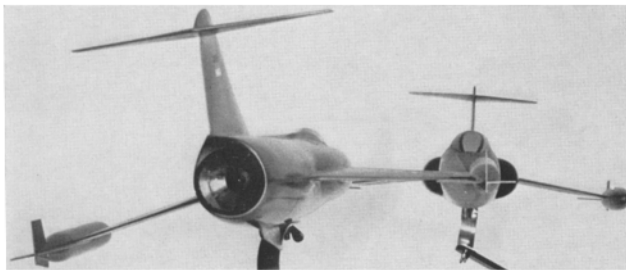
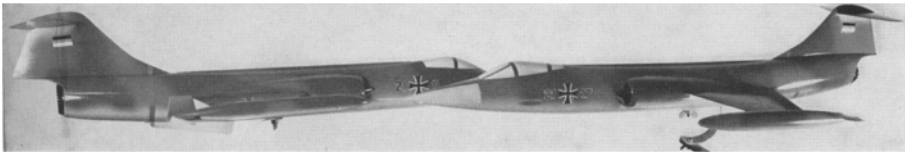


Abb. 18 u. 19. Rekonstruktion der Luftfahrzeugposition im Moment des Zusammenstoßes in der Luft unter Verwendung von Modellen

Geformte Verletzungen an den Händen und Füßen der Piloten können Beweise dafür liefern, welche Hebel gegebenenfalls im Aufschlagmoment von diesen bedient worden sind. Hierauf ist bereits ausführlich an anderer Stelle eingegangen worden (Arch. Kriminol. 135, 129ff. (1970)) [10].

Selbst bei Flugzeugzusammenstößen können aus den Verletzungsbefunden in Verbindung mit den Spuren an den äußeren und inneren Teilen des Flugzeuges für die Rekonstruktion des Unfallgeschehens wichtige Beweise gefunden werden (vgl. Abb. 13—19).

Die flugunfalltraumatologischen Befunde sind aber nicht nur für die Rekonstruktion der Tatgeschehen von Bedeutung, sondern auch für die zu ergreifenden Präventivmaßnahmen im Sinne der weiteren Verbesserung der inneren Sicherheit der Luftfahrzeuge [8, 9, 11, 12, 15, 16].

Literatur

1. Armstrong, J. A., Fryer, D. J., Steward, W. K.: Interpretation of Injuries in the Comet Aircraft Disasters. Flying Personnel Research Committee, June 4, S. 1135—1144 (1955).
2. Ausbüttel, F.: Aufgaben der flugunfallmedizinischen Pathologie. Wehrmed. Mitteilungen H. 1 und 2 (1962).
3. Fischer, H.: Pathologisch-anatomische Untersuchungen bei Flugunfällen. Münch. med. Wschr. Jahr. 104, 325—329 (1962).
4. Fischer, H., Spann, W.: Pathologie des Trauma. Kap. Traumen bei Unfällen im Luftverkehr. München: Bergmann 1967.
5. Krefft, S.: Über Verletzungen bei Flugunfällen. Schriftenreihe des FlugmedInstLw H. 17, 1966, Fürstenfeldbruck.
6. Krefft, S.: Flugunfallmedizinische Untersuchungen bei Flugzeugkatastrophen. Aktuelle Probleme der Luft- und Raumfahrtmedizin. Tagungsbericht vom I. Internat. Kongreß f. Luft- u. Raumfahrtmedizin in Meran 1967. Verlag Eli Lilly GmbH, Gießen.
7. Krefft, S.: Pathologisch-anatomische Befunde beim Absturz mit Strahlflugzeugen. Arch. Kriminol. 142, H. 1/2 (1968).
8. Krefft, S.: Aufklärung von Flugzeugunfällen. Bild der Wissenschaft, H. 10 (1968).
9. Krefft, S.: Medical Aspects in the Investigation of Aircraft Accident Causes. Paper given at 58th Meeting of Air Forces Flight Safety Committee (Europe), 30. Sept.—4. Oct. 1969, Neubiberg, Germany.
10. Krefft, S.: Who was at the aircraft's controls when the fatal accident occurred? Aerospace Med. 41, Nr. 7 (1970).
11. Mason, J. K.: Aviation Accident Pathology. London: Butterworth 1962.
12. Ruff, S., Strughold, H.: Grundriß der Luftfahrtmedizin, 3. Aufl. München: Barth 1957.
13. Spann, W.: Das Flugzeugunglück in München-Riem am 6. 2. 1958. Pathologisch-anatomische Ergebnisse. Münch. med. Wschr. 101, 544—547 (1959).
14. Spann, W.: Gerichtsärztliche Probleme bei Flugunfällen. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 55, 128—134 (1964).
15. Stevens, P. J.: The role of the air force pathologist in aircraft accident investigation. Zbl. Verkehrs-Med. 12, 28 (1966).
16. Townsend, F. M.: The Utilization of Pathology in Aircraft Accident Investigation. ARGADO Graph 30, Medical Aspects of Flight Safety, p. 165. New York-Paris: Perganson Press 1959.

Prof. Dr. S. Krefft
D-8080 Fürstenfeldbruck, Kögelstraße 3
Bundesrepublik Deutschland