

AUS DEM INSTITUT FÜR RECHTSMEDIZIN DES UNIVERSITÄTSKLINIKUMS
HAMBURG-EPPENDORF

DIREKTOR PROF. DR. MED. KLAUS PÜSCHEL

Todesfälle bei Flugzeugabstürzen im Obduktionsgut der Institute für Rechtsmedizin in
Hamburg und München (1984 – 2008) mit besonderer Berücksichtigung von Alkohol,
vorbestehenden Erkrankungen, Drogen oder Medikamenten beim Flugpersonal

Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg vorgelegt von

Franziska Gilg

aus München

Hamburg 2009

Angenommen von der Medizinischen Fakultät
der Universität Hamburg am: 9.12.2010

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen
Fakultät der Universität Hamburg.

Prüfungsausschuss, der Vorsitzende: Prof. Dr. K. Püschel
Prüfungsausschuss, 2. Gutachter: Prof. Dr. H.-P. Beck-Bornholdt
Prüfungsausschuss, 3. Gutachter: Prof. Dr. X. Baur

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	
1.1. Flugunfälle im historischen Kontext	S.5
1.2. Flugunfälle in der Rechtsmedizin - aktueller Stand	S.6
1.3. Problemstellung	S.6
2. Material und Methoden	S.9
2.1. Beobachtungszeitraum	S.9
2.2. Fallgruppe	S.9
2.3. Erfassungsgebiet	S.9
2.4. Methodisches Vorgehen	S.10
3. Allgemeines	S.15
3.1. Institutionen des Flugverkehrs	S.15
3.1.1. Joint Aviation Authorities (JAA)	S.15
3.1.2. Luftfahrtbundesamt (LBA)	S.15
3.1.3. Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung (BFU)	S.15
3.1.4. Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe (FlMedILw)	S.16
3.2. Rechtliche Bestimmungen zur Flugtauglichkeit	S.16
3.2.1. Joint Aviation Requirements – Flight Crew Licensing (JAR-FCL)	S.16
4. Ergebnisse	
4.1. Datenumfang – Übersicht	S.17
4.1.1. Allgemeine Zahlen	S.17
4.1.2. Sonderfälle	S.18
4.2. Verteilung nach Funktion der Insassen, Pilot versus Passagier	S.19
4.3. Verteilung nach Luftfahrzeugtypen	S.19
4.4. Menschliche Faktoren und Charakteristika	S.21
4.4.1. Geschlecht	S.21
4.4.2. Beruflicher Hintergrund	S.21
4.4.3. Flugschüler	S.22
4.4.4. Fluglehrer	S.22
4.4.5. Altersdurchschnitt	S.22
4.5. Verteilung auf Staatsanwaltschaften	S.23
4.6. Überlebenszeit	S.24
4.7. Todesursache	S.25
4.8. Suizid und Homizid	S.25
4.9. Asservate	S.26
4.9.1. Histologie	S.27
4.9.2. Chemisch – toxikologische Untersuchung	S.28
4.9.3. Blutalkoholkonzentration	S.29
4.9.4. Kohlenstoffmonoxyd – Hämoglobin - Konzentration (CO-Hb)	S.30
4.10. Brandbildung	S.31
4.11. Wasserberührung	S.31

4.12. Vorerkrankungen	S.31
4.12.1. Kardiovaskuläre Vorerkrankungen	S.31
4.12.2. Hepatische und renale Vorerkrankungen	S.33
4.12.3. Vorbestehende zentral-nervöse Veränderungen	S.34
4.12.4. Liquor/Urin – Glucose – Ketonkörper - Bestimmung	S.34
4.13. Verletzungsmuster	S.34
4.14. Unfallursachen	S.34
5. Diskussion (mit typischen Kasuistiken)	S.35
5.1. Wesentliche Unterschiede zwischen der Region Nord und Süd	S.36
5.2. Durchführung von Obduktionen bei Flugunfällen	S.37
5.3. Notwendigkeit einer Sektion	S.39
<i>Kasuistik I. "Erstechen des Piloten in suizidaler Absicht"</i>	S.40
5.4. Menschliche Faktoren als Unfallursache	S.41
5.4.1. <u>Alkohol</u>	S.42
<i>Kasuistik II. "Betrunkener Rettungshubschrauberpilot der Bundeswehr"</i>	S.47
<i>Kasuistik III. "Hubschrauberabsturz nach durchzechtem Hüttenabend"</i>	S.48
5.4.2. <u>Vorerkrankungen</u>	S.51
<i>Kasuistik IV. "Alter Myokardinfarkt und Stickverletzung"</i>	S.54
<i>Kasuistik V. "Kardiovaskuläre Vorerkrankung bei 27-Jährigem"</i>	S.55
<i>Kasuistik VI. "Alter Myokardinfarkt bei Pilot eines Motorseglers"</i>	S.56
<i>Kasuistik VII. "Alter Vorderwandinfarkt",</i>	S.57
<i>Kasuistik VIII. "Malignes Lymphom mit Infiltration der weichen Hirnhaut"</i>	S.59
<i>Kasuistik IX. "Metastasierendes Rektumkarzinom"</i>	S.61
5.4.3. <u>Medikamente und Drogen</u>	S.63
<i>Kasuistik X. "Diazepam und Amphetamin im Blut eines Ultraleichtflugzeugpiloten"</i>	S.65
5.4.4. Suizid	S.66
5.4.5. Tötungsdelikte	
5.5. Bemerkungen zur Untersuchung eines Flugunfalles	S.67
5.5.1. Interdisziplinarität (Gesamtschau, Unfallursache)	
5.5.2. Rekonstruktion mit Hilfe rechtsmedizinischer Mittel	S.68
<i>Kasuistik XI. "Spezifische Verletzungen"</i>	S.70
6. Zusammenfassung	S.71
7. Anhang	
7.1. Tabellarische Aufstellung und Bemerkungen zur Obduktion der Piloten	S.74
7.2. Abkürzungen	S.84
8. Literaturverzeichnis	S.85
9. Danksagung	S.91
10. Lebenslauf	S.92
11. Eidesstattliche Versicherung	S.93

1. Einleitung

1.1. Flugunfälle im historischen Kontext

Ein Blick auf die Anfänge der Luftfahrt zeigt, dass einige Pioniere und Förderer, zur damaligen Zeit wegen ihrer Kühnheit gefeierte Berühmtheiten, ihre Errungenschaften mit dem Leben bezahlten:

Den ersten bemannten Flug eines Heißluftballons führten im November 1783 die Gebrüder Montgolfier durch. Einer der Insassen war der Physiker Francois Pilâtre. Er war langjähriger Förderer der Montgolfiers und konstruierte darüber hinaus ebenfalls Luftfahrzeuge. In einem von ihm selbst entwickelten Ballon kam Pilâtre zwei Jahre später bei einer Explosion ums Leben.

Ein weiterer französischer Ballonfahrer und -schausteller, Jean-Pierre Blanchard, führte als erster Mensch unbeschadet einen Fallschirmsprung von einem Ballon herab aus, nachdem dieser drohte abzustürzen. Er starb 1809, mehr als 30 Jahre nach dem Ereignis während einer Ballonfahrt, allerdings an einem Schlaganfall. Seiner Frau Sophie hinterließ er nicht viel mehr als ein paar seiner Luftgefährten. Bei einer artistischen Vorführung, durch welche Madame Blanchard fortan ihren Lebensunterhalt bestritt, entzündete sich einer ihrer Ballone durch einen Feuerwerkskörper und auch sie kam zu Tode.

Otto Lilienthal, der Wegbereiter des Fliegens nach dem Prinzip „schwerer als Luft“ führte nach ausgiebigen Überlegungen mit einer Art Hängegleiter als wahrscheinlich erster Mensch Gleitflüge durch. Beim Absturz mit einem seiner Fluggeräte 1896 wurde er schwer verletzt und starb am darauf folgenden Tag. Todesursächlich soll eine Halswirbelfraktur gewesen sein, was jedoch einige Zeitgenossen anzweifeln (Geserick et al. 2006). Bis in die heutige Zeit hinein ist das Interesse an den Umständen um Lilienthals Tod ungebrochen. Nach gegenwärtigen Betrachtungen wird entgegen der bisherigen Annahmen eine Hirnblutung als Todesursache angesehen (Harsch et al. 2008).

Trotz oder auch gerade wegen der immensen Fortschritte auf den Gebieten der Luftfahrt, Flugmedizin und Rechtsmedizin bleibt die Klärung der Ursachen und der kausalen Zusammenhänge eines Flugunfalles häufig ein schwieriges Unterfangen. Auch stellt die stetige Zunahme der Zahl der Insassen bei einem Absturz immer größere Herausforderungen an die Identifizierung und organisatorische Planung solcher interdisziplinären Katastropheneinsätze. Es kam in den letzten Jahrzehnten im freizeitmäßigen Luftverkehr zu einem immensen Anstieg und einer Verschiebung hin zu leichteren und gefährlicheren Luftfahrzeugen, wie beispielsweise Hängegleitern, Gleitschirmen, Ultraleichtflugzeugen und Segelflugzeugen, deren Abstürze aufgrund massiver Traumatisierung häufig nicht überlebt werden können. Ausgeweitete Sicherheitsvorkehrungen in vielen Luftfahrzeugen gehen mit einer größeren Komplexität der Bedienungselemente und höheren Anforderungen an den Piloten einher. Fehlerhaftes Bedienen des Luftfahrzeuges oder falsches Handeln in Extremsituationen, infolge einer beeinträchtigten Aufmerksamkeit durch beispielsweise Er/Übermüdung, Krankheiten, Medikamente, Drogen oder Alkoholisierung können in wenigen Sekunden den Absturz und Tod eines Piloten sowie der Insassen bedeuten.

Die Prävention von Flugunfällen insbesondere im Hinblick auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Piloten und Flugpersonal ist dementsprechend von grundlegender und auch zunehmender Bedeutung, vor allem für kommerzielle Flugunternehmen sowie für die

Bundeswehr. Neben menschlichem Leid und materiellen Verlusten entstehen bei einem Flugunfall auch finanzielle Einbußen durch den Ausfall an kompetentem und qualifiziertem Personal.

1.2. Flugunfälle in der Rechtsmedizin - aktueller Stand

Nach Durchsicht der verfügbaren Literatur konnten zwar einige Einzelfalldarstellungen spektakulärer Flugzeugabstürze (Beckmann et al. 1974; Dirnhofer u. Sigrist 1982; Günther et al. 1999; Huckenbeck et al. 1990; Kleiber 1987; Klose 1990; Lasczkowski et al. 2002) jedoch nur wenige umfassende und systematische rechtsmedizinische Veröffentlichungen zur Thematik "Flugunfälle in Deutschland" gefunden werden. Lediglich Ast et al. untersuchten tödliche Flugunfälle von 1979 - 1996, beschränkten sich jedoch auf Niedersachsen und Hamburg (Ast et al. 2000).

Ausländische Studien, wie sie in den USA vergleichsweise häufig, flächendeckend und umfassend durchgeführt werden belegen, dass aus rechtsmedizinischer Sicht vor allem an folgende Einflüsse bei Flugunfällen gedacht werden muss: Alkoholisierung, Drogen und Medikamente, vorbestehende bekannte und nicht erkannte Erkrankungen, Suizid und Homizid.

Das Civil Aerospace Medical Institute (CAMI; Einrichtung der Federal Aviation Administration, FAA) in den USA führt daher routinemäßig bei tödlich verunglückten Piloten toxikologische Untersuchungen durch (Li et al. 2005).

Die Bedeutung oben genannter Einflüsse bei zivilen Flugunfällen ist für den deutschen Luftraum mangels methodischer Betrachtungen lediglich abzuschätzen. Insofern erschien eine systematische Auswertung naheliegend und erforderlich.

Die Interpretation von Verletzungsmustern zur Frage wer zum Zeitpunkt des Absturzes am Steuer eines Luftfahrzeuges (Lz) saß, wird hingegen häufiger in der deutschsprachigen Literatur abgehandelt (Dirnhofer u. Sigrist 1982; Günther et al. 1999; Marty 2003). Auch zum rechtsmedizinischen Vorgehen bei der Untersuchung von größeren Flugunfällen finden sich zum Teil detaillierte Beschreibungen, sowie Checklisten zum Untersuchungsablauf (Marty 2003). Abstürze von Großflugzeugen mit meist zahlreichen Toten entsprechen häufig den Kriterien einer Massenkatastrophe (Eisenmenger 2003), wobei das rechtsmedizinische Personal vor allen Dingen auch im Hinblick auf Identifizierungsfragen (vgl. Identifizierungskommission, IdKO des Bundeskriminalamtes, BKA) hinzugezogen wird.

1.3. Problemstellung

Flugunfälle der Bundeswehr werden von der Abteilung Rechtsmedizin und Flugunfallmedizin des Flugmedizinischen Institutes der Luftwaffe (FlMedILw; vgl. 3.2.) untersucht, unter Umständen auch in Zusammenarbeit mit rechtsmedizinischen Instituten aus den Einzugsgebieten.

Kommerzielle und zivile Flugunfälle in Deutschland werden an die Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung (BFU) gemeldet und insbesondere hinsichtlich der Unfallursache umfassend begutachtet. In Abstimmung mit der zuständigen Staatsanwaltschaft wird in den meisten Fällen (vgl. 5.2.) eine Obduktion der Flugunfallopfer veranlasst.

Obduktionsprotokoll, Ergebnisse der Toxikologie und Alkohol- Bestimmung werden, sofern ein Auftrag erging, im weiteren Untersuchungsverlauf an die BFU übermittelt (Details siehe 5.5.1).

Insofern besteht die Möglichkeit, dass im Hinblick auf nicht-in-Auftrag-gegebene jedoch durchgeführte Untersuchungen, die Informationen der BFU nicht vollständig sind. Beispielsweise werden postmortale Bestimmungen der Blutalkoholkonzentration (BAK) den institutsinternen Vorgaben zu Folge bei zeitlich möglichem Einfluss und Zusammenhang an den Instituten für Rechtsmedizin in München und Hamburg zwar routinemäßig und vorsorglich durchgeführt, jedoch erst bei entsprechender Auftragserteilung (meist durch die zuständige Staatsanwaltschaft) mitgeteilt. Stichhaltige Aussagen zur Häufigkeit von Alkoholeinfluss bei Flugunfällen sind somit nur durch systematische Auswertung rechtsmedizinischer Informationen möglich. Material für chemisch - toxikologische Untersuchungen wird zwar nach Absprache mit den Ermittlungsbeamten meist asserviert, entsprechende Untersuchungen werden jedoch ebenfalls in der Regel erst nach Auftragserteilung durchgeführt, wobei diese ggf. lediglich bei entsprechenden Verdachtsmomenten erfolgen. Auch die Wertigkeit von pathologischen Veränderungen für die Unfallursache kann ggf. eine ergänzende, medizinische Beurteilung mit zusätzlichen weiterführenden wie feingeweblichen Untersuchungen in Kenntnis der der BFU bekannten, detaillierteren Unfallumstände erfordern.

Neben Alkohol- und/oder Drogen können auch unbekannte oder bekannte Krankheiten mit eventueller Medikamenteneinnahme zu unzureichender bzw. fehlerhafter Reaktion beim Führen von Luftfahrzeugen (Lfz) führen und die aktuelle Flugtüchtigkeit beeinflussen. Dies ist vor allem in unerwarteten Situationen und bei Ereignissen der Fall, die komplexe Handlungsabfolgen des Piloten erfordern. So werden bei Obduktionen verunfallter Piloten gelegentlich Herzmuskelschwielen und –narben sowie relevante pathologische Veränderungen aufgedeckt (Taneja u. Wiegmann 2002), die die Flugtauglichkeit generell beeinflussen können und auch vorher nicht bekannt waren bzw. bei der Flugtauglichkeitsuntersuchung einer Erkennung entgingen (beispielsweise weil ein Belastungs- EKG bei Fehlen von Hinweisen nicht durchgeführt wurde bzw. werden musste, vgl. 5.4.2.).

Auch Gefälligkeitsatteste sind angesichts der (mindestens 278) Flugtauglichkeitsbescheinigungen, die ein Flugmediziner bzw. dessen Sprechstundenhilfe im Jahr 2008 blanko ohne Untersuchung ausstellte, zu bedenken. Der Fall wurde offenbar, nachdem der Mediziner einem an Kinderlähmung erkrankten Patienten die Flugtauglichkeit bescheinigte hatte¹

Die traumatischen Folgen eines Flugzeugabsturzes stellen sich bei der Obduktion der Unfallopfer häufig in typischen Verletzungsmustern dar (Weiler u. Risse 1988; Li et al. 1997; Marty 2003). Basierend auf der Anordnung dieser Verletzungen und deren biomechanischer Interpretation können wichtige Erkenntnisse zum Unfallhergang gewonnen werden. Dies ist vor allem dann von Bedeutung, wenn die Untersuchungen am Lfz erschwert sind oder beispielsweise die Insassen beim Aufprall heraus geschleudert wurden. Ein primäres Ziel der Sektion ist es in solchen Fällen weiterhin, die Frage nach der Führerschaft zu klären (Gilg u. Mayr 2007). Dabei ist auf bestimmte Verletzungen, wie so genannte “Joystick- Verletzungen“ (vgl. 5.5.1.) zu achten, die einigen Autoren (Marty 2003, Wolf u. Harding 2008) zufolge häufiger bei Flugunfällen auftreten.

Die vorliegende Arbeit zielt in erster Linie darauf ab, einen systematischen Überblick und eine Aussage zur Relevanz der Faktoren “Alkohol, Drogen, Medikamente, (Vor-)Erkrankungen, Suizid und Homizid“ bei Flugunfällen zu treffen und diese mit den Ergebnissen anderer Autoren zu vergleichen. Dabei werden auch Freizeitfluggeräte und

¹ Deutscher Depeschendienst GmbH, Mitteilung vom 18.3.2008 u. 06.11.2008. veröffentlicht u.a. auf www.faz.net

Freizeitflugsport mit einbezogen. Die Thematik wird aus rechtsmedizinischer Sicht und vor dem Hintergrund der geltenden Bestimmungen der Flugmedizin und der betroffenen Institutionen erörtert. Als Beispiel sei an dieser Stelle die Flugunfallursache “Alkoholisierung“ angeführt, die unter anderem im Zusammenhang mit bestehenden Grenzwerten, Diagnostik und den möglichen präventiven Schritten betrachtet und mit Hilfe von Kasuistiken illustriert wird. In gleicher Weise werden die Ergebnisse zu den Faktoren Drogen, Medikamente und Alkohol dargelegt.

2. Material und Methoden

Ausgewertet wurden Flugunfälle aller Art, deren Piloten und meist auch Mitinsassen in den Instituten für Rechtsmedizin in Hamburg und München von 1984 bis 2007 obduziert wurden. Neben Unfällen mit unmittelbarem oder kurzfristigem Todeseintritt wurden auch alle Fälle erfasst, bei denen der Tod innerhalb eines Zeitraumes von 30 Tagen in der Folge eines Absturzes eintrat². Zum Teil gingen auch Befunde aus Obduktionen am FlMedILw in Fürstenfeldbruck (vgl. 3.1.4.) in die Erhebung mit ein, ebenso Fälle in denen lediglich eine äußere Leichenschau durchgeführt worden war.

Die Erhebung der Daten stützte sich im Wesentlichen auf eine Durchsicht der jeweiligen Sektionsprotokolle und der Aufzeichnungen zur äußeren Leichenschau. Daran anknüpfend wurden archivierte Befunde von Untersuchungen zur Toxikologie, Histologie, Alkoholbestimmungen und eventuelle Zusammenhangsgutachten gesucht, zugeordnet und ausgewertet. Sämtliche an beiden rechtsmedizinischen Instituten erfassten Fälle wurden mit den bei der BFU gemeldeten Ereignissen abgeglichen. Über die BFU waren auch wichtige technische Informationen, Angaben zum Unfallhergang und über die äußeren Bedingungen verfügbar.

2.1. Beobachtungszeitraum

Die Erhebung der Daten erfolgte retrospektiv, den Zeitraum von 1984 bis 2008 umfassend.

2.2. Fallgruppen

Einbezogen wurden Unfälle mit Lfzen nach Einteilung in folgende Fallgruppen: Flugzeuge (über 20 t; 2 bis 20 t; unter 2 t), Segelflugzeuge, Hubschrauber, Luftschiffe, Motorsegler, Hänggleiter/Drachen, Fallschirme, Gleitschirme/Paragleiter, Freiballone, Fesselballone und in der erweiterten Fallgruppe ein Modellflugzeug (vgl. 4.1.2., Sonderfälle).

2.3. Erfassungsgebiet

Gemäß den örtlichen Zuständigkeitsbereichen der beiden rechtsmedizinischen Institute wurde das Erfassungsgebiet aufgegliedert in eine Regionalgruppe Nord und eine Regionalgruppe Süd. Dabei umfasste die dem Institut für Rechtsmedizin in Hamburg zugeordnete **Gruppe Nord** den Raum **Lüneburg, Itzehoe, Verden, Bremerhaven, Stade und Hamburg**.

Die **Gruppe Süd** mit dem Institut für Rechtsmedizin in München als Zentrum umfasst die Regionen **München, Deggendorf, Landshut, Ingolstadt, Augsburg, Neu - Ulm, Passau, Traunstein, Garmisch - Partenkirchen, Lindau, Kempten, Memmingen**. Im Ausland im Rahmen eines Flugunfalles tödlich verunglückte Deutsche, die nach Überführung in Hamburg oder München (nach-)obduziert wurden, sind ebenfalls berücksichtigt worden.

² Flugunfall-Untersuchungs-Gesetz (FlUUG), § 2: Begriffsbestimmungen: Tödliche Verletzung: Eine Verletzung, die eine Person bei einem Unfall erlitten hat und die unmittelbar bei dem Unfall oder innerhalb von 30 Tagen nach dem Unfall ihren Tod zur Folge hat.

2.4. Methodisches Vorgehen

Es wurde vorgegangen, wie im Folgenden stichpunktartig aufgeführt:

- a) Abschätzen des Datenumfanges
- b) Erhebung von Daten der BFU
- c) Entwurf eines Dokumentationsbogens
- d) Datenerhebung auf der Basis von Sektions- und Toxikologieprotokollen sowie Alkoholbestimmungen und ggf. Zusatzgutachten
- e) Elektronische Dokumentation der Daten und Pseudonymisierung
- f) Auswertung der Daten

a) Abschätzen des zu erwartenden Datenumfanges

Mit Hilfe der institutsinternen elektronischen Suchprogramme und nach teils sehr mühsamer und aufwendiger manueller Durchsicht und Auswertung archivierter Sektionsbücher und Protokolle wurde orientierend die zu erwartende Fallzahl für die beiden Regionen ermittelt.

b) Erhebung von Daten der BFU

Aus dem elektronischen Datensatz der BFU in Braunschweig wurde die Anzahl von Flugunfällen mit Toten von 1984 bis 2008 zunächst für die folgenden Regionen ermittelt: Deutschland, Hamburg, Niedersachsen, Schleswig-Holstein, Bremen, Bayern. Für diese Regionen wurde anschließend (ebenfalls auf Basis der BFU - Daten) jeweils die Zahl tödlicher Flugunfälle ermittelt, in deren Folge eine Sektion stattfand. Die dabei ermittelten Flugunfälle wurden soweit möglich den Sektionen am Institut für Rechtsmedizin in Hamburg und München zugeordnet. Flugunfälle, die eine Sektion an anderen rechtsmedizinischen Instituten nach sich zogen wurden von der Erhebung ausgeschlossen. Der verwendete Datensatz der BFU schließt Flugunfälle im Ausland mit ein, in die in Deutschland zugelassene Luftfahrzeuge verwickelt waren, sofern diese bei der BFU gemeldet wurden.

c) Entwurf eines Dokumentationsbogens

Nach gründlicher Literaturrecherche wurde ein Dokumentationsbogen entworfen, der alle für die Thematik relevanten Kriterien erfasst und der für die nachfolgende Datenerhebung verwendet wurde.

d) Datenerhebung auf der Basis von Sektionsprotokollen und Untersuchungsbefunden

Die Protokolle der Sektionen, der chemisch-toxikologischen Untersuchungen und der BAK - Bestimmungen, die mit Flugunfällen in Zusammenhang stehen wurden, zunächst am Institut für Rechtsmedizin in Hamburg durchgesehen. Danach erfolgte die Datenerhebung für die Regionalgruppe Süd im Institut für Rechtsmedizin in München.

Die erhobenen Daten können vereinfacht in drei Kategorien gegliedert werden:

- ≡ Informationen zur Person
- ≡ Informationen zum Unfall

≡ Rechtsmedizinische Informationen

≡ **Informationen zur Person**

Name (im weiteren Verlauf pseudonymisiert³), Geburtsdatum, Datum und Zeitpunkt des Todes, Geschlecht, Beruf (wenn eine luftverkehrsnahe Tätigkeit vorlag, wie zum Beispiel: Pilot, Pilot der Luftwaffe, Fluglehrer, Flugschüler, Mechaniker oder Ähnliches).

≡ **Informationen zum Unfall**

Sitzposition beim Unfall; Pilot, Passagier und Copilot, Passant; Anordnung der Sitze im Luftfahrzeug (Tandem: Sitzanordnung hintereinander, Side-by-side: Anordnung der Sitze nebeneinander); Anzahl Insassen im Gesamten; Anzahl der tödlich verletzten Insassen; Anzahl der schwer verletzten Insassen; Unfallort; orientierend: Flugdauer, Gebrauch eines Schleudersitzes; Luftfahrzeugtyp; Flugschüler/lehrer; zuständige Staatsanwaltschaft (StA); gegebenenfalls Angaben zur Überlebenszeit oder Krankenhausaufenthalt.

≡ **Rechtsmedizinische Informationen**

Folgende hier vereinfacht aufgelistete, rechtsmedizinisch relevante Daten wurden erfasst:

= Sektionsdatum mit Zeit

= Todesursache

= Unfallspezifische Verletzungen

Hierunter sind Verletzungen zu verstehen, die der Rekonstruktion des Unfalles dienen. Darunter auch Verletzungsmuster, die für ein Führen des Luftfahrzeuges sprechen. Dabei wurde im Besonderen auf Hautveränderungen durch Sicherheitsgurte, Helme und sogenannte "Joystickverletzungen" (vgl. 5.5.2.) geachtet.

= Allgemeines Verletzungsmuster

Die durch den Absturz verursachten übergeordneten Verletzungen wurden gegliedert in:

- Polytrauma
- Schädelhirntrauma
- Rumpfrauma
- Bauchtrauma

Weiterhin wurde das Zerreißen bzw. die Ruptur folgender Organe erfasst:

- Herz
- Lunge mit Bronchus - System
- Bauchspeicheldrüse
- Niere
- Leber
- Milz
- Harnblase

³ HIV-Codierung: 3. Buchstabe des Vornamens, Anzahl der Buchstaben des Vornamens, 3. Buchstabe des Nachnamens, Anzahl der Buchstaben des Nachnamens, Geschlecht, Geburtsjahr

Anhand eines vereinfachten Schemas wurden knöcherne Verletzungen dokumentiert und Frakturen folgender Körperregionen erfasst:

- Obere Extremität
- Untere Extremität
- Thorakale knöcherne Strukturen/Rippen
- Becken
- Wirbelsäule
- Schädel

= Brandeinwirkung

Bei erfolgter Brandeinwirkung wurden Hitzeschäden an der Haut unter Angabe des Grades (Grad I-IV) erfasst. Der Anteil verbrannter Haut an der Körperoberfläche in Prozent, sofern im Sektionsprotokoll nicht explizit genannt, wurde mit Hilfe der “Neuner Regel⁴“ abgeschätzt. Ergänzend wurden Befunde aus der Toxikologie hinsichtlich eines Einflusses von Brandgasen und im Speziellen auch in Hinblick auf die Kohlenmonoxyd-Konzentration im Blut hin durchgesehen.

= Wasserung

Veränderungen, die auf einen Wasserkontakt schließen lassen (Schaumpilz, Waschhautbildung, Diatomeen - Nachweis, Paltauf - Flecken etc.⁵) wurden festgehalten.

= Vitale Reaktionen⁶

Veränderungen im Sinne von zu Lebzeiten entstandenen Reaktionen wurden dokumentiert.

= Vorerkrankungen

Informationen über Krankheiten und insbesondere Sektionsbefunde, die für eine präexistente Krankheit sprechen, wurden in folgende Kategorien unterteilt:

Erkrankungen

- des Herzens
- des Gefäßsystems
- des ZNS (zentralnervösen Systems)
- der Leber
- sonstiger Organe.

Auch das Ergebnis eines eventuell durchgeführten Glucose – Ketonkörper - Schnelltestes im Liquor und Urin ist gegebenenfalls berücksichtigt worden.

= Einwirkung von Alkohol, Brandgasen, Medikamenten oder Drogen

Chemisch-toxikologische Befunde wurden auf Auffälligkeiten hin untersucht.

Bei positivem Befund wurden die Konzentrationen im jeweiligen Untersuchungsgut und die toxikologische Beurteilung hinsichtlich eines Beitrages zum Unfallhergang festgehalten.

= Histologische Untersuchung

⁴ Def. Neuner Regel, vgl. Penning R (2006) Rechtsmedizin systematisch, 2. Aufl. Uni-Med, Bremen, S 119

⁵ Typische Befunde beim Tod im Wasser, vgl. Penning R (2006) Rechtsmedizin systematisch, 2. Aufl. Uni-Med, Bremen, S 117

⁶ Def. Vitale Reaktion, vgl. Penning R (2006) Rechtsmedizin systematisch, 2. Aufl. Uni-Med, Bremen, S 66 ff

Die Befunde eventuell durchgeführter mikroskopischer Untersuchungen wurden hinsichtlich vorbestehender Krankheiten geprüft.

= Personenidentifizierung

Wenn zur eindeutigen Identifizierung weiterführende Untersuchungen wie beispielsweise die Anfertigung eines Zahnstatus oder DNA-Untersuchungen notwendig waren, wurde dies dokumentiert.

e) Elektronische Dokumentation der Daten mit Hilfe von Excel-Tabellen

Um sicherzustellen, dass zu keinem Zeitpunkt außerhalb der rechtsmedizinischen Archive konkrete Rückschlüsse auf die Identität von Personen gezogen werden können, erfolgte die Dokumentation unter Pseudonymisierung mit Hilfe des HIV-Codes (vgl. Fußnote S.11). Die erhobenen Daten wurden in Form von Excel-Tabellen, auf einem Dritten nicht zugängigen Computer gespeichert.

f) Auswertung der Daten

Die Ergebnisse der Auszählungen werden im Ergebnisteil detailliert beschrieben.

3. Allgemeines

3.1. Institutionen des Luftverkehrs

3.1.1. Joint Aviation Authorities (JAA)

Die JAA haben als Arbeitsgemeinschaft der europäischen Luftfahrtbehörden die Aufgabe, die Lizenzierung und Zulassung von Luftfahrtpersonal und Lfzen europaweit zu vereinheitlichen. Dabei besitzen die JAA jedoch keine eigene Rechtsfähigkeit. Die von ihnen erstellten Vorschriften, die Joint Aviation Requirements (JAR) bedürfen der jeweiligen Umsetzung durch die 43 Mitgliedsstaaten, die mittlerweile auch außerhalb Europas Grenzen zu finden sind. Bei der Gründung im Jahr 1990 zählten die JAA insgesamt 10 Mitgliedsstaaten. Für die nahe Zukunft ist geplant den Großteil der Funktionen der JAA in die Zuständigkeit der Europäischen Agentur für Flugsicherheit (EASA) zu überführen.

3.1.2. Luftfahrtbundesamt (LBA)

Dem Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung zugeordnet, umfasst der Aufgabenkatalog des LBA vor allen Dingen Zulassungs- und Überprüfungsaufgaben im Luftverkehr. Seit Gründung der JAA, unter maßgeblicher Mitarbeit des LBA, betreut dieses auch die Umsetzung der JAR auf nationaler Ebene. In enger Zusammenarbeit mit der EASA nimmt das LBA zum Teil auch internationale Aufgaben wahr und unterstützt diese in der Schaffung und Erhaltung von Standards für die europäische Zivilluftfahrt.

3.1.3. Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung (BFU)

Als Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung ist diese Institution zuständig für die Untersuchung und Ursachenforschung bei Unfällen und schweren Störungen von Luftfahrzeugen. Aufgaben bzw. Rechte und Pflichten der BFU werden durch das Flugunfalluntersuchungsgesetz (FluUG) von 1998 geregelt. Die Behörde ist dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung nachgeordnet und handelt nach dem Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt und nach der Richtlinie 94/56 EG über die Grundsätze für die Untersuchung von Unfällen und Störungen in der Zivilluftfahrt. Hiernach soll die Untersuchung eines Flugunfalles keine Schuld- oder Haftungsfragen beantworten, sondern ausschließlich die Verhütung von künftigen Unfällen zum Ziel haben. Der Sitz der BFU befindet sich wie der des LBAs in Braunschweig. Eine Meldung von Unfällen oder Störungen bei der BFU kann rund um die Uhr via Telefon, Fax oder online-Formular erfolgen (vgl. Literaturverzeichnis).

Nach § 11 (2) des FluUG ist der Untersuchungsführer im Einvernehmen mit der zuständigen Strafverfolgungsbehörde befugt, eine Autopsie von Besatzungsmitgliedern und anderen Insassen des Lfz zu verlangen, wenn der begründete Verdacht besteht, dass gesundheitliche Störungen Ursache des Unfalls sein können, oder wenn die Untersuchung des Insassenschutzes vor tödlichen Verletzungen dies erfordert. Die Leichenöffnung [...] wird

vom Richter angeordnet, der Untersuchungsführer ist zur Anordnung befugt, wenn der Untersuchungserfolg durch Verzögerung gefährdet würde. § 87 Abs. 1 bis 3 und Abs. 4 Satz 2 der StPO gilt entsprechend (zur Praxis vgl. 5.5.1).

3.1.4. Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe (FlMedILw)

Als Einrichtung der Bundeswehr untersteht das Flugmedizinische Institut der Luftwaffe direkt dem Generalarzt der Luftwaffe. Das Institut gliedert sich in folgende sechs Abteilungen:

- = Rechtsmedizin und Flugunfallmedizin
- = Klinische Flugmedizin
- = Forschung, Wissenschaft und Lehre, Luft- und Raumfahrtmedizin
- = Flugpsychologie
- = Ergonomie
- = Flugphysiologie

Die Abteilung Rechtsmedizin und Flugunfallmedizin ist zuständig für die Untersuchung aller militärischen Flugunfälle. Darüber hinaus handelt sie auch auf Anforderung von anderen Einrichtungen oder Staatsanwaltschaften und führt als eines von fünf flugmedizinischen Zentren in Deutschland⁷ (AMC, Aeromedical Center) unter anderem auch Erstuntersuchungen bei zivilen berufsmäßigen Piloten durch.

3.2. Rechtliche Bestimmungen

3.2.1. Joint Aviation Requirements - Flight Crew Licensing (JAR-FCL)

Die JAR-FCL 1 und 2 behandeln die Bestimmungen zur Lizenzierung von Piloten verschiedener Lfze. Die JAR-FCL 4 umfassen die zur Lizenzierung von Flugingenieuren geltenden Vorschriften.

Verordnungen zur Tauglichkeit des Luftfahrtpersonals finden sich bei den JAR-FCL 3. Abschnitt B befasst sich mit den flugmedizinischen Tauglichkeitsanforderungen an die Klasse 1, d.h. an die gewerbsmäßigen Piloten und Abschnitt C mit den Anforderungen an die Klasse 2, d.h. an die nicht-gewerbsmäßigen Piloten.

⁷ Erste Durchführungsverordnung zur Luftverkehrs-Zulassungs-Ordnung (1. DV LuftVZO) 15.04.2003

4. Ergebnisse

4.1. Datenumfang – Übersicht

4.1.1. Allgemeine Zahlen

Die Studie umfasst in ihrer Gesamtheit Informationen von 248 Obduktionen an Leichen, die im Zusammenhang mit einem Absturz eines Luftfahrzeugs im Zeitraum 1984 bis einschließlich 2007 verstarben, **65 am Institut für Rechtsmedizin in Hamburg** und **183 am Institut für Rechtsmedizin in München**. Die Obduktion eines Hubschrauberpiloten der Bundeswehr am FlMedILw wird, da sich der Absturz in der Region Süd ereignete, dem Institut für Rechtsmedizin in München zugeordnet. Mit einbezogen wurden sieben Fälle, bei denen man auf eine Sektion verzichtet hatte und lediglich Informationen aus der äußeren Leichenschau vorlagen, drei davon aus dem Archiv des Institutes für Rechtsmedizin in Hamburg und vier des Institutes für Rechtsmedizin in München. Insgesamt waren vier Verunglückte keine Insassen abgestürzter Luftfahrzeuge, sondern hatten sich innerhalb oder in der Nähe von Gebäuden aufgehalten, die durch den Absturz getroffen wurden, und dabei tödliche Verletzungen erlitten. Im Folgenden werden diese als **Passanten** bezeichnet. In der Region Nord kam ein Passant bei einem Absturz auf ein Fabrikgelände ums Leben. Die übrigen drei Passanten verstarben bei einem Absturz eines Flugzeuges auf ein Schnellrestaurant in München. Die Informationen aus den Sektionen der Passanten gehen in die Auswertung mit ein, da es sich hierbei um wichtige Daten zur Rekonstruktion des Unfallgeschehens handelt.

Tabelle 1: Anzahl rechtsmedizinisch untersuchter Leichen (Sektion oder äLs) nach Lfz-Absturz

Procedere	Institut für Rechtsmedizin Hamburg	Institut für Rechtsmedizin München
Sektion oder äLs (ärztliche Leichenschau) nach Unfall im Ausland und Inland	65	183
alleinige äLs nach Unfall im Ausland und Inland	3	4
Sektion nach Unfall im Ausland und Inland	62	179
Sektion oder äLs nach Unfall im Inland	63	175
Sektion oder äLs nach Unfall im Ausland	2	4
Sektion nach Unfall im Inland (davon Protokolle nicht auffindbar)	60 (4)	175
Sektion nach Unfall im Inland (Protokolle vorliegend; als Grundlage für alle nachfolgenden Auszählungen)	56	175

Neben den auf deutschem Boden abgestürzten Lfzen lagen in der Region Nord und in der Region Süd Protokolle zu insgesamt sechs Sektionen vor, bei der sich der **Unfall im Ausland** ereignet hatte. Drei der Leichen verunfallten in Rumänien, Tansania und Frankreich und wurden nachfolgend einer **Sektion in München** zugeführt. Dem **Institut für Rechtsmedizin**

in Hamburg wurden zwei weitere Leichen von Personen überführt, die in Algerien und Bolivien verunglückten. Diese fünf Leichen waren im Land des Absturzes schon vorseziert worden. Daher muss berücksichtigt werden, dass unter anderem durch die bei allen Leichen durchgeführte Formalin - Fixierung und durch zum Teil fehlende Körperteile die makro- und mikroskopische Begutachtung erschwert war. Ein in Österreich verunglückter Pilot, der nach Erstbehandlung in einem österreichischen Krankenhaus und nachfolgender Verlegung nach München verstarb, wurde im Anschluss in München seziert. Die im Ausland verunglückten Leichen erscheinen nicht in den folgenden Auszählungen, da die Informationen aus diesen Untersuchungen als nicht aussagekräftig genug erachtet wurden. Die Sektionsprotokolle von vier Leichen am Institut für Rechtsmedizin in Hamburg waren nicht auffindbar/verfügbar und gingen daher ebenfalls nicht in die Auswertungen mit ein. Damit reduziert sich die **Gesamtzahl der Inlandsfälle auf 231**, mit 56 in der Region Nord und 175 in der Region Süd.

4.1.2. Sonderfälle

Einige Fälle, die im Rahmen der Datenauswertung auffielen, den Studienkriterien jedoch nicht genügten, sollen dennoch kurz Erwähnung finden:

Über die Suchkriterien fanden sich zumindest teilweise auch Todesfälle, die zwar eine Sektion nach sich zogen, bei denen es sich jedoch entweder um keinen (Flug)Unfall oder um ein nicht-bemanntes Lfz gehandelt hat:

Eine Person wurde von einem **Modellflugzeug** getroffen und tödlich verletzt. Als todesursächliche Verletzung ergab die nachfolgende Sektion eine massive Hirnblutung mit Einblutung in alle Ventrikel.

Ein **Passagier eines Linienflugzeuges** erlitt während eines Fluges einen Herzinfarkt und verstarb noch in der Maschine. In der Sektion am Institut für Rechtsmedizin in München zeigte sich ein vollständiger Verschluss der linken Herzkranzschlagader.

Ein **Hubschrauberpilot** verstarb auf einem **Lehrgang** nachts im Bett ebenfalls an einem Herzinfarkt. Die letzte fliegerärztliche Untersuchung vier Monate zuvor habe keine Auffälligkeiten gezeigt. Die Ehefrau des Verstorbenen wünschte die Klärung der Todesursache durch Sektion am Institut für Rechtsmedizin in Hamburg.

Ferner fanden sich am **Institut für Rechtsmedizin in München** zwei Gutachten im Zusammenhang mit Luftfahrzeugen zur Frage einer Alkoholisierung:

Ein Gutachten behandelte den Fall eines Piloten, der alkoholisiert einen Pkw geführt hatte (eine Blutentnahme eine Stunde nach Führen des Pkws hatte eine BAK von 1,68 ‰ ergeben).

Schon rund acht Stunden später trat der Berufspilot einen Flug an, also mit einem **Restalkohol** von etwa 0,5 ‰ und entgegen der vorgeschriebenen Alkoholkarenz von zumindest 12 Stunden.

Im zweiten Fall sollte Stellung genommen werden zu einer unter forensischen Kriterien ermittelten BAK von 0,07 ‰ bei einem **leicht verletzten Piloten** eines Motorseglers acht Stunden nach einem Unfall (im Landeanflug gegen Stromleitung geprallt und abgestürzt). Die **niedrige BAK** wurde zwar nicht als endogen angesehen und auf eine Aufnahme von Ethanol zurückgeführt, jedoch wurde eine Rückrechnung auf eine Mindest-BAK für nicht gesichert erachtet und anderweitige eindeutige Hinweise auf Alkoholeinfluss waren nicht gegeben. Zumindest unter wahrscheinlichen Kriterien kann man eine BAK von **etwa 1,3 ‰ zum Unfallzeitpunkt** diskutieren.

4.2. Verteilung nach Funktion der Insassen zum Unfallzeitpunkt

Die Auszählung der Verunglückten nach deren vermutlicher Funktion während des Unfalles ergab für die **drei Gruppen** Pilot, Copilot einschließlich Passagier sowie Passant die in Tab. 2 aufgeführte Verteilung.

In beiden Instituten wurden nach einem Absturz am häufigsten die Personen obduziert, die nach der Vorgeschichte als Piloten angegeben wurden. Auf eine Unterscheidung zwischen Copilot und Passagier wurde verzichtet, da aus den vorliegenden Informationen meistens nicht sicher auf eine der beiden Funktionen geschlossen werden konnte. Die rechtsmedizinisch fassbaren Hinweise und Zeichen für eine Rekonstruktion der Sitzposition werden im Diskussionsteil (vgl. 5.5.2., *Kasuistik XI. "Spezifische Verletzungen"*) näher beschrieben.

Tabelle 2: Funktion der obduzierten Flugunfalltoten beim Absturz

Funktion	Institut für Rechtsmedizin Hamburg		Institut für Rechtsmedizin München	
Pilot	30	53,6 %	94	53,7 %
Passagier oder Co-Pilot	25	44,6 %	54	30,9 %
Passant	1	1,8 %	3	1,7 %
Keine Funktion im Protokoll benannt / nicht zuordenbar	0	0	24	13,7 %
Sektionen insgesamt	56	100 %	175	100 %

4.3. Luftfahrzeugtypen

4.3.1. Anzahl abgestürzter Lfze nach Typen

Das jeweilige Lfz wurde durch Abgleich der Sektionsprotokolle mit den Daten der BFU ermittelt oder der Vorgeschichte im Sektionsprotokoll entnommen. Die Dokumentation der Vorgeschichte im Obduktionsprotokoll war insbesondere in den frühen Jahren eher selten der Fall und ist erst seit wenigen Jahren fest etabliert.

Den 231 Sektionen an den Instituten für Rechtsmedizin in Hamburg und München (unter Einbeziehung der Sektionen am FlMedILw in Fürstenfeldbruck) konnten **142 Luftfahrzeuge** zugeordnet werden (vgl. Tab. 3).

Bei fünf Leichen am Institut für Rechtsmedizin in Hamburg und bei 14 Leichen am Institut für Rechtsmedizin in München war jedoch die Zuordnung zu einem Lfz-Typ nicht möglich, da weder diesbezügliche Informationen im Obduktionsprotokoll vorhanden waren noch eine (sichere) Zuordnung über die BFU möglich war (auch nicht nach Rückfrage).

Im Schnitt kamen damit auf jedes abgestürzte Lfz rund 1,5 sezierte Personen.

In der Region Nord machten die Flugzeuge mit einem Leergewicht von unter zwei Tonnen mehr als die Hälfte der abgestürzten Lfze aus, gegenüber lediglich knapp 28 % in der Region Süd (mit höherem Anteil anderer Lfze, wie z.B. jeweils über 10 Abstürze von Ultraleicht- und Segelflugzeugen).

Tabelle 3: Anzahl abgestürzter Lfze nach Typen

Lfz-typ	Institut für Rechtsmedizin Hamburg		Institut für Rechtsmedizin München	
Flugzeug < 2 t	18	54,5 %	30	27,5 %
Flugzeug 2 t bis 20 t	4	12,1 %	2	1,8 %
Segelflugzeug	5	15,1 %	21	19,3 %
Hubschrauber	3	9,1 %	3	2,8 %
Motorsegler	1	3,0 %	9	8,3 %
Ultraleichtflugzeug	0	0	13	11,9 %
Gleitschirm	0	0	8	7,3 %
Fallschirm	0	0	6	5,5 %
Hängegleiter	0	0	5	4,6 %
Unbekannter Lfz-Typ	2	6,1 %	12	11,0 %
Insgesamt	33	100 %	109	100 %

4.3.2. Anzahl Unfälle mit dem jeweiligen Lfz-Typ

Die Anzahl abgestürzter Lfz-Typen entspricht mit zwei Ausnahmen der Häufigkeit der Unfälle mit dem jeweiligen Luftfahrzeug: Am Institut für Rechtsmedizin in Hamburg wurden Leichen aus insgesamt fünf Segelflugzeugen seziert. Darunter fand sich eine Kollision zweier Segelflugzeuge. Damit reduziert sich die Unfallzahl in dieser Gruppe auf vier Ereignisse. In der Region Süd fand sich ebenfalls ein Zusammenstoß zweier Lfze, hier jedoch in der Klasse der "Flugzeuge unter zwei Tonnen". Damit ereigneten sich in dieser Gruppe 29 Unfälle bei 30 Lfzen.

Tabelle 4: Anzahl Unfälle mit dem jeweiligen Lfz-Typ

Unfälle	Institut für Rechtsmedizin Hamburg		Institut für Rechtsmedizin München	
Flugzeug < 2 t	18	56,3 %	29	26,9 %
Flugzeug 2 t bis 20 t	4	12,5 %	2	1,9 %
Segelflugzeug	4	15,6 %	21	19,4 %
Hubschrauber	3	9,4 %	3	2,8 %
Motorsegler	1	3,1 %	9	8,3 %
Ultraleichtflugzeug	0	0	13	12,0 %
Gleitschirm	0	0	8	7,4 %
Fallschirm	0	0	6	5,6 %
Hängegleiter	0	0	5	4,6 %
Unbekannter Lfz-Typ	2	6,3 %	12	11,1 %
Insgesamt	32	100 %	108	100 %

4.3.3. Anzahl Sezierte nach Absturz mit dem jeweiligen Lfz-Typ

Von den 231 sezierten Flugunfalltoten stammte mit 46,3% der größte Teil aus der Klasse **"Flugzeuge mit einem Leergewicht unter zwei Tonnen"**.

Am Institut für Rechtsmedizin in Hamburg fanden sich, im Gegensatz zur Region Süd, im Obduktionsgut keine Unfalltoten aus Ultraleichtflugzeugen, Gleitschirm, Fallschirm und Hängegleiter (vgl. Tab 5).

Tabelle 5: Anzahl obduzierter Personen nach Absturz mit dem jeweiligen Lfz-Typ

Anzahl Sezierte	Institut für Rechtsmedizin Hamburg		Institut für Rechtsmedizin München	
Flugzeuge < 2 t	33	58,9 %	74	42,3 %
Flugzeuge 2 t bis 20 t	5	8,9 %	11	6,3 %
Segelflugzeuge	5	8,9 %	25	14,3 %
Hubschrauber	8	14,3 %	8	4,6 %
Motorsegler	1	1,8 %	11	6,3 %
Ultraleichtflugzeuge	0	0	13	7,4 %
Gleitschirm	0	0	8	4,6 %
Fallschirm	0	0	6	3,3 %
Hängegleiter	0	0	5	2,9 %
Unbekannter Lfz-Typ	4	7,1 %	14	8,0 %
Insgesamt	56	100 %	175	100 %

4.4. Menschliche Faktoren und Charakteristika

4.4.1. Geschlecht

Unter den insgesamt 231 Getöteten beider Regionen waren 31 weibliche und 200 männliche Personen. Nur **sechs der 124 Piloten waren weiblich**. Darunter fanden sich zwei Segelflugzeugpilotinnen, eine Hängegleiter- und eine Gleitschirmfliegerin, sowie zwei Pilotinnen von Flugzeugen mit einem Leergewicht von weniger als 2 t. In beiden Regionen fanden sich annähernd ähnliche Geschlechterverteilungen unter den Sezierten.

Tabelle 6: Verteilung der Opfer nach Geschlecht (abs. und relativ)

	Institut für Rechtsmedizin Hamburg		Institut für Rechtsmedizin München	
Frauen ♀	10	17,9 %	21	12,0 %
davon Pilotinnen	4	7,1 %	2	1,1 %
weibl. Passagiere oder Co-Pilotinnen	6	10,7 %	19	10,9 %
Männer ♂	46	82,1 %	154	88,0 %
davon Piloten	26	46,4 %	92	52,6 %
männl. Passagiere oder Co-Piloten	20	35,7 %	62	35,4 %
Insgesamt	56	100 %	175	100 %

4.4.2. Beruflicher Hintergrund

Aus den Sektionsprotokollen ging aus verfügbaren Vorgeschichten in 14 Fällen hervor, dass es sich bei den Verunglückten um professionelle Piloten gehandelt hat (sechs aus der Region Nord und sieben aus der Region Süd, davon je 3 im Dienst der **Bundeswehr**). Insgesamt ließ sich anhand der Protokolle bei 23 Toten die Bundeswehr als Arbeitgeber eruieren. Unter den übrigen Toten fanden sich 11 Personen mit **luftverkehrsnahen Berufen**: Drei Fluglehrer, ein Flugprüfer und sieben Luftfahrzeugmechaniker bzw. -ingenieure.

Die restlichen Personen hatten entweder eine luftfahrtferne Beschäftigung oder keine Berufsbezeichnung im Sektionsprotokoll vermerkt. In einem Großteil der Fälle bzw. in rund 80% kann daher von “**Hobbyfliegern**“ ausgegangen werden.

4.4.3. Flugschüler

In fünf Fällen ging aus den Protokollen zur Sektion hervor, dass es sich bei den Toten um **Flugschüler am Steuer** handelte:

Bei zwei der Schüler befand sich der jeweilige Fluglehrer auch im Lfz und verstarb ebenfalls. Einer der beiden, ein 33-jähriger Schüler starb bei einem Absturz während seiner zweiten Segelflugstunde. In beiden Fällen wurden die Schüler laut Sektionsprotokoll in der Position des Piloten aufgefunden.

Die anderen drei Schüler verstarben ohne dass der Fluglehrer während des Fluges mit im Lfz saß: ein 17-jähriger Segelflugschüler verunglückte auf einem Alleinflug unter Aufsicht, ein 72-Jähriger kam bei einer Segelflugstunde im Alleinflug ums Leben und ein 61-jähriger Gleitschirmschüler starb bei seinem ersten Windenstart.

4.4.4. Fluglehrer

Im Obduktionsgut fand sich auch ein Unfall bei dem lediglich der **Fluglehrer** verstarb, während der Schüler schwer verletzt überlebte.

4.4.5. Der Altersdurchschnitt

Tabelle 7: Altersdurchschnitt

	Institut für Rechtsmedizin Hamburg	Institut für Rechtsmedizin München
Altersdurchschnitt aller obduzierten Flugunfallopfer (in Jahren)	43,7	43,1
Altersdurchschnitt der obduzierten Piloten (in Jahren)	47,3	47,7

4.5. Verteilung auf Staatsanwaltschaften

Tabelle 8: Region Nord

StA	Anzahl absolut	Anzahl relativ
Hamburg	16	28,6 %
Stade	10	17,9 %
Verden	10	17,9 %
Itzehoe	9	16,1 %
Lübeck ⁸	6	10,7 %
Bremerhaven	4	7,1 %
Region Nord gesamt	56	100 %

Tabelle 9: Region Süd

StA	Anzahl absolut	Anzahl relativ
Augsburg	30	17,1 %
Degendorf	1	0,6 %
Ingolstadt	6	3,4 %
Kempten	2	1,1 %
Landshut	17	9,7 %
Memmingen	2	1,1 %
München I	35	20,0 %
München II	32	18,3 %
Passau	6	3,4 %
Regensburg	3	1,7 %
Traunstein	41	23,4 %
Region Süd gesamt	175	100 %

Entsprechend dem größeren Einzugsgebiet sind im Raum Süd mehr Staatsanwaltschaften als Auftraggeber zu verzeichnen, mit einem relativ hohen Anteil im alpennahen Traunstein und der StA München II auf Grund von bergbezogenen Sportfliegergeräten wie Gleitschirmen u.a.

⁸ Für die Staatsanwaltschaft Lübeck war das Institut für Rechtsmedizin des Universitätsklinikums Hamburg Eppendorf vor längerer Zeit kurzfristig tätig

4.6. Überlebenszeit

In einigen Fällen konnte aufgrund des späten Auffindens der Leichen keine genaue Aussage über die Überlebenszeit gemacht werden. In den meisten Fällen ist auf Grund der Schwere der Verletzungen jedoch von einem raschen Todeseintritt auszugehen.

11 Personen hatten **die ersten 12 Stunden** nach dem Flugunfall in intensivmedizinischer Betreuung überlebt (vgl. Tab. 10, mit Angaben zu Überlebenszeit und Todesursache).

Flugunfallopfer, die einen Absturz eventuell mehr als **30 Tage** überlebten (und damit nicht in die Aufstellungen mit einbezogen worden wären, vgl. 2. Material und Methoden), befanden sich nicht unter den Obduktionsfällen.

Tabelle 10: Überlebenszeit

	Überlebenszeit (Tage)	Region (Nord/Süd)	Im Sektionsprotokoll des jeweiligen Institutes angegebene Todesursache
1.	0,7	Nord	Polytrauma mit Verbrennungen von 80-85% der Körperoberfläche sowie schwerem Rauchgasinhalationsstrauma als Folge von stumpfer äußerer Gewalt bei Flugzeugabsturz
2.	3	Nord	Massive Hirnquetschung und Hirnschädigung
3.	10	Nord	Contusio cerebri
4.	11	Nord	Infektiös-toxisches Herz-Kreislaufversagen bei zahlreichen größtenteils chirurgisch versorgten Knochen- und Weichteilverletzungen, 11 Tage überlebter Segelflugunfall
5.	7	Süd	Zentrale Lähmung bei Quetschung des oberen Halsmarkes an der Grenze zum verlängerten Mark, nach Bruch der Halswirbelsäule mit Abscherverletzung des Dens axis
6.	1	Süd	Multiorganversagen bei Verbrennungskrankheit
7.	1	Süd	Schockgeschehen bei Verbrennungskrankheit, bei thermischer Schädigung von mehr als 90% der Körperoberfläche
8.	16	Süd	Atemversagen, bei starker karnifizierender Entzündung der Lungen auf der Grundlage einer Schock- und Beatmungslunge
9.	5	Süd	Herz-Kreislaufversagen bei einem fortgeschritten metastasiertem Karzinom mit schwerer Schädigung der Leber und der Lungen, in Verbindung mit einer offenbar infektionsbedingten Schädigung der restlichen Lungenanteile und der Nieren; Multiorganversagen
10.	10	Süd	Zentrale Lähmung bei schwerstem Schädelhirntrauma mit Zentrum in der linken Schläfenregion, breit klaffender Scharnierbruch der Schädelbasis und tief greifende Hirngewebszerstörungen
11.	3	Süd	Zentrale Lähmung bei intravitalem Hirntod als Folge eines Bruches des dritten Halswirbelkörpers mit Rückenmarkbeteiligung und Rindenprellungsherden

4.7. Todesursache

Häufigste Todesursache unter allen 231 Sezierten war mit 46,1 % das **Schädelhirntrauma**. In 33,0 % war als Todesursache ein **Polytrauma** angegeben worden. In der Region Nord war das Polytrauma als Todesursache am häufigsten, während am Institut für Rechtsmedizin in München mit 49,7 % das Schädelhirntrauma als führende Todesursache ausgemacht werden konnte. **Verbrennen, Ertrinken, Verbluten** und **sonstige Todesursachen** erwiesen sich als eher selten.

Tabelle 11: Aufstellung der Todesursachen (lt. Sektionsprotokoll) nach Häufigkeit

Todesursache	Institut für Rechtsmedizin Hamburg		Institut für Rechtsmedizin München	
Polytrauma	23	41,1 %	53	30,4 %
Schädel-Hirntrauma	19	33,9 %	87	49,7 %
Verbrennen	9	16,1 %	20	11,5 %
Ertrinken	4	7,1 %	1	0,6 %
Verbluten	0	0	9	5,2 %
Sonstige	1	1,8 %	5	2,9 %
Total	56	100 %	175	100 %

4.8. Suizid und Homizid

Von vornherein als Suizid zu klassifizieren war **lediglich ein Fall**, der am Institut für Rechtsmedizin in Hamburg untersucht wurde. Dabei kamen nach einem Messerstich eines Passagiers gegen den Piloten fünf Personen ums Leben, was eher als eine Art „**erweiterter Suizid mit Tötung des Piloten**“ zu qualifizieren wäre (vgl. 5.3., *Kasuistik I. „Erstechen des Piloten in suizidaler Absicht“*, vgl. Kleiber 1987).

Erwähnenswert ist der Fall eines Mannes, der nach einem von ihm in suizidaler Absicht verursachten Verkehrsunfall schwerverletzt in eine nahe gelegene Klinik gebracht wurde. Da man seine Verletzungen dort nicht ausreichend behandeln konnte, sollte der Mann in ein anderes Krankenhaus verlegt werden. Während des Transportes im Rettungshubschrauber kam es nach Kontakt mit einer Hochspannungsleitung zum Absturz und Brand des Hubschraubers, in dessen Folge der Schwerverletzte starb.

Abgesehen von dem oben genannten Suizid eines Familienvaters ergaben sich zumindest nach den Obduktionsbefunden und Informationen der BFU **keine Hinweise für weitere Fälle** von Suizid oder Homizid im Zusammenhang mit Lfz.

4.9. Asservate

Tab. 12 gibt eine Übersicht, in wie vielen Fällen im Rahmen der Obduktion von Flugopfern Material für weiterführende Untersuchungen asserviert wurde.

Bei lediglich fünf Sektionen wurde auf die Gewebeentnahme für die **Histologie** verzichtet, weil die Leichen stark verkohlt waren und man sich durch feingewebliche Zusatzuntersuchungen keine wesentlichen zusätzlichen Erkenntnisse versprach. Die Entnahme und Asservierung von Untersuchungsmaterial zur Bestimmung der **Alkoholkonzentration** wurde praktisch regelmäßig durchgeführt, zumindest fallabhängig und nach Verfügbarkeit in Form von idealerweise Schenkelvenenblut, ggf. in Verbindung mit Herzblut und Urin, oder Oberschenkelmuskulatur, Glaskörperflüssigkeit u.a. Ähnlich häufig

wurden Asservate für die **chemisch - toxikologische Untersuchung** entnommen. Die Entnahme von Leichenblut (Sinusblut und/oder Herzblut) zum Zwecke der CO-Hb-Bestimmung wurde bei ungefähr jeder zweiten Sektion veranlasst.

Andere Untersuchungen waren nur in speziellen Fällen und bei auffälliger Vorgeschichte als notwendig erachtet worden. Wie zum Beispiel die Entnahme von Ober- und Unterkiefer, die Bestimmung der **Blutgruppe** (in frühen Fällen), zunehmend abgelöst durch die **DNA-Diagnostik** im Rahmen der Identifizierung. Weitere diagnostische Mittel waren unter anderem die Anfertigung konventioneller Röntgenbilder und Untersuchungen auf Diatomeen bei Unfällen mit Wasserung.

Tabelle 12: Entnahme von Asservaten bei der Obduktion

Asservate für	Institut für Rechtsmedizin Hamburg		Institut für Rechtsmedizin München		Institut für Rechtsmedizin Hamburg und München	
Histologie	51	91,1 %	175	100 %	226	97,8%
Chemisch-toxikologische Untersuchung	42	75 %	143	81,7 %	185	80,0%
BAK	48	85,7 %	165	94,3 %	213	92,2%
CO-Hämoglobin	36	64,3 %	82	46,9 %	118	51,1%
Anderweitige Untersuchungen - davon Zahnstatus	29	51,8 %	86	49,1 %	115	49,8%
	23	41,1 %	50	28,6 %	73	31,6%
Sektionen insgesamt	56	100 %	175	100 %	231	100%

Tab. 13 bietet eine Auflistung auffälliger Befunden der Histologie, chemisch-toxikologischen Untersuchung, BAK - Bestimmung und CO – Hb - Bestimmung, die dann im Einzelnen beurteilt werden, mit Verweisen auf mit diesen Befunden in Verbindung stehende Kasuistiken im Diskussionsteil (vgl. Tab. 23.; Übersicht zu den Kasuistiken).

Tabelle 13: Auffällige Befunde weiterführender Untersuchungen

Auffällige Befunde	Institut für Rechtsmedizin Hamburg	Institut für Rechtsmedizin München
Histologie	7	19
Chemisch-toxikologische Untersuchung	1	13
BAK (> 0,1 ‰)	4	16
CO-Hb (> 10 %)	8	11

4.9.1. Histologie

Asservate zur histologischen Untersuchung wurden in nahezu allen Fällen routinemäßig von den Hauptorganen entnommen, wobei eine mikroskopische Auswertung nicht regelmäßig erfolgte. Zumeist werden histologische Untersuchungen erst nach entsprechendem Auftrag, ggf. nach Hinweis im Obduktionsprotokoll, durchgeführt. Liegt kein Auftrag vor, bleibt eine relevante Erkrankung unter Umständen unerkannt, obwohl feingewebliches Material zur Verfügung stehen würde.

Histologische Befunde lagen in 84 Fällen (37 %), bei denen eine Asservatentnahme stattfand vor. Insgesamt wurden **26 relevante histologische Befunde** erfasst. Im Folgenden sollen hier nur die wichtigsten **beispielhaft** genannt werden:

Am Institut für Rechtsmedizin in Hamburg entstand bei der Sektion eines Piloten makroskopisch der Verdacht einer Krankheit des lymphatischen Systems. Der histologische Befund zeigte ein **lymphoplasmazytoides Immunozytom** (vgl. 5.4.2., *Kasuistik VIII*. “*Malignes Lymphom mit Infiltration der weichen Hirnhaut*”), das bereits zahlreiche Organe infiltriert hatte.

Auch in der Region Süd wurde ein Pilot mit **weit fortgeschrittenem, ausgedehnt metastasiertem Kolonkarzinom** (vgl. 5.4.2., *Kasuistik IX*. “*Metastasierendes Rektumkarzinom*”) seziert, nachdem dieser den Unfall fünf Tage in intensivmedizinischer Behandlung überlebt hatte. Im Gewebe von Lunge, Leber, Nebenniere und in Lymphknoten aus dem Bereich der Luftröhrengabelung konnten Karzinomzellen nachgewiesen werden. Außerdem wurde in der Leiche ein Portkatheter in typischer subkutaner Lage gefunden. Die nicht von Tumorgewebe befallenen Anteile der Leber waren zirrhotisch durchbaut. Laut Protokoll war das Karzinom derart fortgeschritten, dass es durchaus als Absturzursache herangezogen werden kann.

Bei den meisten Personen, die einen Absturz unter intensivmedizinischer Betreuung eine Zeit lang überlebten (vgl. Tab. 10), zeigten sich in der Histologie **septische Organveränderungen**.

Bei einem Hubschrauberpiloten der Bundeswehr, der alkoholisiert bei einem Flugunfall in der Region Nord ums Leben gekommen war, zeigte sich neben einer mäßiggradigen Koronararteriosklerose eine so genannte **Borderline-Myokarditis** mit herdförmigen lymphozytären Infiltraten und eine ebenfalls mäßiggradige zentrolobuläre Verfettung der Leberepithelien. Letztere wurde als möglicher Hinweis auf eine beginnende **alkoholinduzierte Leberverfettung** gedeutet (vgl. 5.3.1., *Kasuistik II*. “*Betrunkenen Rettungshubschrauberpilot der Bundeswehr*”).

Ein Hauptfeldwebel der Bundeswehr, der bei oben genanntem Hubschrauberabsturz als Passagier ums Leben kam, wies ähnliche Veränderungen der Leber auf. Die histologische Untersuchung der Magenschleimhaut zeigte außerdem eine **lymphonoduläre Gastritis**. Gedeutet wurde diese als möglicher Ausdruck einer beginnenden Gastritis vom Typ A, als alkoholtoxische oder auch als abklingende *Helicobacter pylori* - Gastritis.

Bei einem Piloten eines anderen Bundeswehrhubschraubers ließ sich eine bikuspid angelegte Aortenklappe mit gleichmäßig verdickten Segeln nachweisen. Im Herzmuskel zeigten sich außerdem in der Hinterwand umschriebene reiskorngroße Schwielen sowie eine exzentrische

Herzmuskelhypertrophie links. Weiterhin fand sich auch eine deutliche Einengung der rechten Herzkranzarterie am Abgang der Aorta bis auf ein Drittel der ursprünglichen Lichtung. Histologisch wurden eine **perivaskuläre Fibrose** und die schon makroskopisch beschriebene **kleinfleckige Herzmuskelverschielung** nachgewiesen. Im Protokoll ist vermerkt, dass die erhobenen, pathologisch anatomischen Befunde bei Berücksichtigung der Vorgeschichte an eine Beeinträchtigung des Kreislaufes denken lassen. Somit wäre ggf. eine krankheitsbedingte Unfallursache zu diskutieren.

Alte Narben der Herzmuskulatur in unterschiedlicher Ausprägung waren bei **insgesamt 23 Sektionen** feststellbar. Details diesbezüglich sowie auch zu den obigen Fällen werden unter 4.12 bzgl. der Ergebnisse zu Vorerkrankungen dargestellt und diskutiert.

4.9.2. Chemisch - toxikologische Befunde

Entsprechendes Material für chemisch-toxikologische Untersuchungen wurde bei insgesamt 185 Sektionen entsprechend etwa 80% aller Fälle asserviert (Tab. 12). In 37 Fällen war nicht sicher feststellbar, ob eine Asservierung und/oder Untersuchung vorgenommen wurde. Befunde lagen für 124 Fälle vor, also in knapp 70 % der Fälle mit Asservierung bzw. knapp 50% aller Fälle. Davon waren 101 als „negativ“ bzw. nicht relevant und 14 als „positiv“ beurteilt worden. Bei den verbleibenden neun Fällen war im Sektionsprotokoll vermerkt, dass eine toxikologische Untersuchung angefordert wurde, Befunde waren jedoch nicht auffindbar.

Unter den “positiven“ toxikologischen Befunden fanden sich zum Beispiel folgende: Bei einem Piloten, der in der Region Süd abgestürzt war, wies die chemisch-toxikologische Untersuchung **Vincamin** im Leichenblut nach. Dieses **Alkaloid** wurde in der Therapie der vaskulären Demenz und bei Durchblutungsstörungen eingesetzt, bis es 2005 wegen unerwünschter Wirkungen wie abnormer QT – Zeit - Verlängerung und Torsade – de – Pointes - Arrhythmien aus dem Handel genommen wurde (vgl. Der Arzneimittelbrief 2004, 38(07):49 ff.). Die Hauptschlagader des Piloten wies über eine längere Strecke hinweg Wandvernarbungen nach einer früheren Operation, wie sie bei Aortenisthmusstenosen durchgeführt wird, auf.

Bei einem 61-jährigen Piloten war eine **Metropolol**- Aufnahme toxikologisch nachweisbar. Die Konzentration in der Lunge wurde als fraglich höher als therapeutisch üblich beurteilt. Die Sektion zeigte eine deutliche Koronararteriosklerose mit einzelnen Narben in der Muskulatur des linken Herzens auf. Im Abgangsbereich der rechten Herzkranzschlagader fand sich ein hirsekorngroßes, weiches Gewebe, das der Wand nicht fest anhaftete und bei dem es sich offenbar um ein kleines Gewebstück, wie bei einer Embolie handelte. Fragen zu Flugtauglichkeit und **Beta-Blockern** werden im Diskussionsteil (vgl. 5.4.3.) erörtert.

Bei einem Segelflugzeugpiloten, einem Passagier eines Ultraleichtflugzeuges und einem Insassen, bei dem Informationen zur Flugzeugführerschaft nicht vorlagen, wurde eine **Diphenhydramin** - Aufnahme vor Eintritt des Todes nachgewiesen. Bei zweien war lediglich eine geringe Konzentration im Urin nachweisbar, was gegen eine schlaffördernde Wirkung zum Zeitpunkt des Todes spricht. Bei dem Passagier fand sich die Substanz auch im Blut. Hier ging man davon aus, dass die Aufnahme möglicherweise zur Therapie einer “Luftkrankheit“ erfolgte.

In der vorläufigen Beurteilung der Obduktionsbefunde und der Todesursache bei zwei Insassen eines abgestürzten Segelflugzeuges am Institut für Rechtsmedizin in München wurde ausgeführt: „Keine anatomisch eindeutig nachweisbare Todesursache“. Mit hoher Wahrscheinlichkeit ist der Tod auf einen so genannten Hitzeschock bei massiven Verbrennungen zurückzuführen. Es kann allerdings nicht ausgeschlossen werden, dass **giftige Brandgase**, wie z.B. Zyanverbindungen entstanden sein können, die am Todeseintritt beteiligt gewesen sind“. Im Leichenblut fand sich danach **Zyanid** in den Konzentrationen von 0,82 mg/l und 1,2 mg/l, wobei diese Konzentrationen auf eine prämortale Rauchgasinhalation zurückgeführt, jedoch nicht als todesursächlich erachtet wurden. Die Konzentrationen von mit Kohlenmonoxyd beladenem Hämoglobin befanden sich bei beiden Leichen in einem niedrigen Bereich unter 10 % CO-Hb.

Ein 21-jähriger **Passagier** eines mit drei Personen besetzten Flugzeuges der Gruppe unter zwei Tonnen Leergewicht hatte laut chemisch-toxikologischem Gutachten vor einigen Stunden oder zumindest vor einiger Zeit Cocain aufgenommen. Im Blut und Urin fanden sich Hinweise für das Vorliegen von **Cocain** - Abbauprodukten in geringer Konzentration (**Benzoylcegonin**: 38 mg/l im Blut). Immunchemisch ließ sich auch **Lysergsäurediethylamid (LSD)** in geringer Konzentration nachweisen. Die toxikologischen Untersuchungen bei dem Vater, der die Maschine geflogen hatte, waren unauffällig. Alle drei Insassen starben bei dem Unfall.

Bei einigen nach ärztlicher Behandlung verstorbenen Piloten waren Arzneimittel als Therapiefolge nachweisbar und zuordnenbar.

Bei einem unmittelbar beim Absturz verstorbenen Segelflugzeugpiloten wurde **Diazepam** und ein **Amphetamin** nachgewiesen, als Folge einer vor dem Flugunfall erfolgten Aufnahme zentralwirksamer Arzneimittel. Obwohl die aufgefundenen Mengen im therapeutischen Bereich lagen, war laut Gutachten in diesem Fall jedoch damit zu rechnen, dass die Kombination zu einer deutlich verminderten Flugfähigkeit geführt hatte. Aus toxikologischer Sicht bestand dadurch insbesondere die Gefahr der Selbstüberschätzung.

4.9.3. Blutalkoholkonzentration

Materialasservierung und BAK - Bestimmung wurden in beiden rechtsmedizinischen Instituten mit insgesamt 92% der Fälle praktisch immer durchgeführt, mit Ausnahme von Personen / Leichen die nach längerer Überlebenszeit im Krankenhaus verstorben waren, erst sehr viel später nach dem Unfall aufgefunden wurden oder – teilweise - eindeutig Passagiere waren.

Als **oberer Messwert** für eine noch nicht sicher abgrenzbare vorangegangene Alkoholaufnahme wurde **zunächst eine BAK von 0,1 ‰** definiert (vgl. 5.4.1.). Mit dieser Festlegung können 10,9 % der Befunde (d.h. 20 der 184 Flugunfallopfer mit BAK - Bestimmung) als “Alkohol – positive“ Fälle betrachtet werden (und 15 der 123 Piloten mit BAK - Bestimmung, entsprechend 12,2 %).

Unterstellt man mögliche **postmortale Einflüsse von bis zu 0,4 ‰** (ein vom CAMI der FAA bevorzugter Cut – Off; vgl. Canfield et al. 1993 u. 2001; vgl. 5.4.1.) so war bei 3,8 % (7 von 184) der Flugunfallopfer (und 4,9 % der Piloten) eine höhere BAK als Ausdruck einer relevanten Alkoholisierung und vorangegangenen Alkoholaufnahme nachweisbar.

Keinerlei BAK (bzw. hier per definitionem < 0,04 ‰) war bei 141 Flugunfallopfern nachweisbar (darunter 98 Piloten).

Lediglich bei zwei (1,6 %) der 123 BAK - Bestimmungen bei Piloten und bei einem Passagier (1,6 %) konnte mit Hilfe der BAK eindeutig festgestellt werden, dass sie vor Antritt des Fluges **relevante bzw. größere Mengen Alkohol zu sich genommen** hatten:

Drei der Alkohol - positiven Befunde am Institut für Rechtsmedizin in Hamburg stammen von Leichen, die gemeinsam bei einem **Hubschrauberabsturz** (vgl. 5.3.1., *Kasuistik II*. „*Betrunkener Rettungshubschrauberpilot der Bundeswehr*“) ums Leben kamen.

Der Pilot des Bundeswehrhubschraubers (mit insgesamt sechs Insassen), wies im Blut eine **Alkoholkonzentration von 1,5 ‰** auf. Mit Hilfe der durchgeführten Begleitstoffanalyse konnte hier eine postmortale Ethanol-Bildung ausgeschlossen werden.

Im Blut des ebenfalls bei diesem Absturz getöteten Hauptfeldwebels wurde eine **Ethanol-Konzentration von 1,2 ‰** gemessen, die auch auf die Ingestion von Alkohol zurückgeführt wurde. Bei einer weiteren Insassin, einer Ärztin im Praktikum, deren Leiche man erst am darauffolgenden Tag sezierte, wurde die vorliegende Alkoholkonzentration (0,1 ‰) im Blut auf „**Abbauprozesse nach dem Tod**“ zurückgeführt.

Bei einem weiteren **Hubschrauberabsturz** in Mittenwald (vgl. 5.4.1., *Kasuistik III*. „*Hubschrauberabsturz nach durchzechtem Hüttenabend*“) wurde beim Piloten, einem Hauptmann der Bundeswehr, eine **Blutalkoholkonzentration von 2,68 ‰** gemessen.

Tabelle 14: Ergebnisse der BAK - Bestimmungen der Flugunfallopfer
(Ergebnisse in Klammern beziehen sich auf die Piloten)

BAK (%)	Rechtsmedizin Hamburg	Rechtsmedizin Hamburg: Alkoholaufnahme+	Rechtsmedizin München	Rechtsmedizin München: Alkoholaufnahme+	Gesamt
BAK bestimmt	48 (25)	2	165 (106)	1	213 (131)
k.A.	6 (2)		23 (6)		29 (8)
< 0,04	36 (22)	0 (0)	105 (76)	0 (0)	141 (98)
0,04 - 0,1	2 (0)	0 (0)	21 (10)	0 (0)	23 (10)
0,1 - 0,4	2 (0)	0 (0)	11 (9)	0 (0)	13 (9)
0,4 - 1,0	0 (0)	0 (0)	4 (4)	0 (0)	4 (4)
> 1,0	2 (1)	2 (1)	1 (1)	1 (1)	3 (2)

4.9.4. Kohlenmonoxyd- Hämoglobin-Bestimmung (CO - Hb)

In 118 der insgesamt 231 Fälle, also immerhin 51% der Fälle, wurde laut Sektionsprotokoll eine Untersuchung der CO – Hb - Konzentration im Leichenblut angeordnet. In 25 Fällen konnten die Befunde hierzu nicht aufgefunden werden. Auf eine Unterscheidung zwischen Konzentrationen im Herz- und Sinusblut wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit und der nicht relevant differierenden Befunde im Rahmen der Auswertungen verzichtet. In den meisten Fällen wird der Mittelwert in den beiden Kompartimenten genannt. Die höchsten gemessenen Werte in der **Region Nord** lagen bei **34 und 35 %** (vgl. Tab. 15):

Eine Pilotin erlitt bei einem Absturz Verbrennungen vierten Grades von annähernd 100% der Körperoberfläche. Im Leichenblut wurde eine Kohlenmonoxyd-Hämoglobin-Konzentration von 35 % gemessen. Todesursache war „Verbrennen“.

Eine Konzentration von 34 % CO - Hb wurde bei einem Flugzeugmechaniker der Bundeswehr gemessen. Die Körperoberfläche war ebenfalls zu 100 % verbrannt und verkohlt. Todesursache war auch hier "Verbrennen".

Der höchste, am **Institut für Rechtsmedizin in München** gemessene CO – Hb - Wert lag bei **86 %**:

Bei der Sektion des in Passau abgestürzten Piloten (eines Flugzeuges von weniger als 2 t Leergewicht) wurde eine **Kohlenmonoxyd-Vergiftung** als todesursächlich erachtet.

Tabelle 15: Ergebnisse der Kohlenmonoxyd - Bestimmung im Leichenblut

CO - Hb	Institut für Rechtsmedizin Hamburg	Institut für Rechtsmedizin München
< 1%	9	14
[1 % - 5 %]	9	24
[5 % - 10 %]	7	11
[10 % - 20 %]	6	6
> 20 %	2	5

4.10. Anzahl der Sektionen mit Brandbildung

Bei insgesamt 73 Sektionen entsprechend knapp 32 % aller Fälle konnten Verbrennungen als Folge einer Brandbildung gesehen werden (39,3 % in Hamburg, 29,1 % in München). Tab. 16 gibt einen Überblick über den jeweiligen Grad der Verbrennungen, der über die Befunde im Obduktionsprotokoll geschätzt wurde (nach der Neuner – Regel, vgl. Penning 2006).

Tabelle 16: Grad der Hautverbrennung

Grad der Hautverbrennung	Institut für Rechtsmedizin Hamburg	Institut für Rechtsmedizin München
I	0	1
II	2	3
II-III	2	2
III	1	4
III-IV	1	27
IV	16	14
Insgesamt, I - IV	22 (39,3% der Sezierten)	51 (29,1% der Sezierten)

4.11. Anzahl der Sektionen nach Unfällen mit Wasserung

Unter den 231 Sezierten kamen **12 Personen** bei Flugunfällen mit **Wasserung** ums Leben. In der Region Nord war dies in 8,9 % der Fall, in der Region Süd nur in 4,0 %.

4.12. Vorerkrankungen

4.12.1. Kardiovaskuläre Vorerkrankungen

Makroskopisch waren Auffälligkeiten am Herzen bei insgesamt **142 (61,5 %) der 231 Obduktionsfälle** nachweisbar, unter den **Piloten** war dies bei **59,7 %** der Fall (vgl. Tab. 17).

Tabelle 17: Befunde am Herzen: Insassen (Angaben in Klammern beziehen sich auf die Piloten)

Befund	Institut für Rechtsmedizin	Institut für Rechtsmedizin
	Hamburg	München
Herz auffällig	24 (10)	118 (64)
Herz unauffällig	32 (20)	74 (31)
Herzmuskelnarben, alte	4 (2)	19 (15)
Frischer Infarkt	1, fraglich (1, fraglich)	0 (0)
Beetbildungen in Herzkranzgefäßen:		
-ohne Lichtungseinengung	7 (4)	49 (31)
-geringfügige Lichtungseinengung	4 (1)	15 (11)
-mittelgradige Lichtungseinengung	4 (3)	14 (10)
-hochgradige Lichtungseinengung	5 (2)	13 (6)
-vollständiger Verschluss	0 (0)	6 (4)
Einengung nicht näher quantifiziert	1 (0)	16 (2)
Lipomatosis cordis destruens dexter	3 (2)	11 (6)
Vernarbung zwischen Herzaußenwand und Herzbeutel	1 (1)	1 (0)
Hypertrophie	4 (2)	6 (6)
Stent	0 (0)	1 (1)
Herzklappenersatz/implantat	0 (0)	1 (1)
Veränderung der Herzklappen	1(1)	7 (3)
Foramen ovale offen	1 (1)	2 (1)
Sektionen insgesamt	56 (30)	175 (94)

Bei **insgesamt 23 Leichen** fielen bereits makroskopisch **alte Narben unterschiedlicher Ausprägung im Herzmuskel auf**. Ausgedehntester Befund war ein **massiver alter Vorderwandinfarkt** (mit einer Ausdehnung von 10 cm x 4 cm und Übergreifen auf die Rückwand der linken Herzkammer) bei einem **77-jährigen Motorsegler-Piloten** (vgl. 5.4.2., *Kasuistik VI. "Alter Myokardinfarkt bei Pilot eines Motorseglers"*). Daneben zeigte sich auch die Mitralklappe mit den Papillarmuskeln verändert und die Gefäße wiesen eine hochgradig einengende periphere Koronarsklerose auf. Laut Sektionsprotokoll wurde die Möglichkeit des Auftretens von Herzrhythmusstörungen durch die Infarktnarbe durchaus als gegeben angesehen. Die erheblichen Unterblutungen von Weichteilverletzungen und die Ansammlung locker geronnenen Blutes in der linken Brusthöhle ließen jedoch an einen intakten Kreislauf zum Zeitpunkt des Todes denken.

Hinweise auf einen **frischen Infarkt** ließen sich nur bei einer Sektion am Institut für Rechtsmedizin in Hamburg abgrenzen: Sowohl die linke als auch die rechte Koronararterie des **67-jährigen Piloten** wiesen deutliche Stenosen auf. Neben dem fraglich frischen Infarktbezirk der Hinterwand fanden sich dort alte Herzinfarktnarben.

Ein Bericht über die durchgeführte histologische Untersuchung der Herzmuskulatur war nicht mehr aufzufinden.

Am Institut für Rechtsmedizin in München belegten Sektionsbefunde in zwei Fällen auch den Zustand nach Operation am Herzen, zum einen nach **Stent - Implantation**, zum anderen nach **Klappenersatz**:

Bei einem 61-jährigen Ultraleichtflugzeugpiloten, dessen rechte Koronararterie per Stent versorgt worden war, ließ sich außerdem eine solitäre Myokardverschmelzung von einem halben Zentimeter Durchmesser im Bereich der Herzvorderwand darstellen.

Bei einem Piloten eines Flugzeuges mit einem Leergewicht von weniger als 2 t bestanden ein operativer Klappenersatz im Bereich der zweizipfligen Segelklappe, ferner eine alte pfenniggroße Herzmuskelnarbe und Verwachsungen beider Herzbeutelblätter. Nicht operative Veränderungen an den Herzklappen traten bei insgesamt acht Sektionen zu Tage.

Auch hinsichtlich des vaskulären Systems zeigten sich bei der überwiegenden Mehrheit der sezierten Leichen Auffälligkeiten (vgl. Tab. 18). Häufig waren diese jedoch geringfügig und bezüglich der Flugtauglichkeit vernachlässigbar.

In **15 Fällen** fielen jedoch **hochgradige arteriosklerotische Veränderungen der herzfernen Gefäße** auf, die sich durch kalkharte Beete mit geschwürigen Aufbrüchen auszeichneten. In drei der Fälle waren hiervon auch die Hirnbasisschlagadern betroffen. Bei einer Sektion wies die Hauptschlagader über eine längere Strecke hinweg Zeichen eines chirurgischen Eingriffs auf, wie sie z.B. nach **Operation einer Aortenisthmusstenose** zu finden sind.

Tabelle 18: Befunde am Gefäß-System (Angaben in Klammern beziehen sich auf die Piloten)

Befund	Institut für Rechtsmedizin Hamburg	Institut für Rechtsmedizin München	Bemerkung
Hochgradige Arteriosklerose	2 (1)	13 (8)	Kalkharte Beete mit geschwürigen Aufbrüchen
Mittelgradige Arteriosklerose	5 (4)	12 (9)	Kalkharte Beete
Geringgradige Arteriosklerose	17 (10)	105 (48)	Weiche Beete
Auffällig	24 (15)	130 (65)	-
Unauffällig	32 (15)	44 (29)	-

4.12.2. Hepatische und renale Vorerkrankungen

Insgesamt wiesen **41 der 231 sezierten Flugunfallopfer** und 22 der 124 sezierten Piloten (jeweils 17,7 %) pathologisch wertbare Auffälligkeiten des **Lebergewebes** auf, meistens im Sinne einer Verfettung der Leber (vgl. Tab. 19). Der folgende Fall eines Piloten im Sektionsgut des Institutes für Rechtsmedizin in München wird im Diskussionsteil noch näher beschrieben (vgl. 5.4.2.; Kasuistik IX: *“Metastasierendes Rektumkarzinom“*):

Makroskopischer Befund eines **Tumorleidens** u.a. in der Leber, mit einer gut 50 % - igen Durchsetzung der **4250g** schweren Leber durch bis zu faustgroße und zum Teil zentral zerfallende, weißliche Tumormetastasen. Daneben war die restliche Leber vollständig **zirrhotisch durchbaut**.

Tabelle 19: Befunde an der Leber (Angaben in Klammern beziehen sich auf die Piloten)

Befund	Institut für Rechtsmedizin Hamburg	Institut für Rechtsmedizin München
Verfettung	9 (6)	18 (10)
Fettleber	1 (0)	6 (2)
Fibrose	0 (0)	3 (2)
Zirrhose	0 (0)	3 (1)
Tumorknoten	0 (0)	1 (1)
Auffällig	10 (6)	31 (16)
Unauffällig	46 (24)	144 (78)

Die Begutachtung der **Nieren** im Rahmen der Sektion der Flugunfalltoten ergab in 10 Fällen auffällige Befunde. Meist handelte es sich dabei um Veränderungen wie nach Nierenbeckenentzündung, andersartige Vernarbungen und Zeichen eines früheren Niereninfarkts. Außerdem fanden sich auch angeborene Fehlbildungen, wie zum Beispiel Nierenzysten oder in einem Falle auch eine Hufeisenniere.

4.12.3. Vorbestehende zentralnervöse Veränderungen

Bei 16 Sektionen wurden sklerotische Veränderungen der hirnversorgenden Gefäße festgestellt. Nur drei waren hochgradig verändert.

Bei der Sektion eines 23-jährigen Piloten konnten **alte Kontusionsherde** an der Basis der Hinterhauptslappen und reiskorngroße Veränderungen in der Frontalhirnrinde nachgewiesen werden, die für eine alte Kontusion sprechen.

Ein umschriebenes **kleines Meningeom** der weichen Hirnhäute fand sich bei einem professionellen Hubschrauberpiloten. Das Herz des 27-jährigen wies daneben auch eine exzentrische Herzmuskelhypertrophie und Muskelverschielungen an der Hinterwand bei bikuspidaler Aortenklappenanlage auf. Die Lichtung der rechten Herzkranzarterie war auf ein Drittel eingengt.

4.12.4. Glucose- und Ketonkörperkonzentration in Liquor oder Urin

Schnelltests auf Glucose und Ketonkörper im Urin oder Liquor wurden lediglich bei 35 Leichen durchgeführt. Bis auf einen Test waren diese immer negativ. Bei einer 36-jährigen Passagierin wurde ein Wert von **5 mg % Glucose im Urin** gemessen. Im Protokoll zur Sektion am Institut für Rechtsmedizin in München (1992) ist vermerkt, dass weitere Untersuchungen zur Diagnose einer möglichen Zuckerkrankheit angeordnet wurden. Diese waren jedoch nicht auffindbar.

4.13. Verletzungsmuster

◇ **Aufstellung traumatischer Verletzungen**

Häufigste beschriebene Verletzungsform war das **Polytrauma**. In fünf Fällen konnte brandbedingt oder aufgrund von starken Zertrümmerungen keine Aussage hinsichtlich der vorliegenden Verletzungen gemacht werden.

Tabelle 20: Traumatische Verletzungen

Verletzung	Institut für Rechtsmedizin Hamburg		Institut für Rechtsmedizin München	
Polytrauma	52	92,9 %	152	86,9 %
Schädelhirntrauma	47	83,9 %	136	77,7 %
Rumpftrauma	51	91,1 %	156	89,1 %
Bauchtrauma	43	76,8 %	124	70,9 %
Beurteilbar	51	91,1 %	175	100 %
Nicht beurteilbar (davon brandbedingt)	5 (4)	8,9 % (7,1 %)	0	0
Sektionen insgesamt	56	100 %	175	100 %

◇ Kombinationen

Das mit Abstand häufigste Verletzungsmuster war die Kombination aller vier Traumata: Polytrauma, Rumpft trauma, Schädel-Hirntrauma, Bauchtrauma.

Eher selten zeigten sich diese isoliert. In lediglich 12 Fällen wiesen die Sezierten kein einziges dieser Traumamuster auf. In fünf Fällen konnte wegen starker Verkohlungs oder Zertrümmerung des Körpers keine Aussage über das Verletzungsmuster gemacht werden.

Tabelle 21: Kombinationen von Traumata

Trauma-Kombination	Institut für Rechtsmedizin Hamburg		Institut für Rechtsmedizin München	
Polytrauma, Schädelhirntrauma, Rumpft trauma, Bauchtrauma	35	62,5 %	107	61,1 %
Polytrauma, Schädelhirntrauma, Rumpft trauma	5	8,9 %	23	13,1 %
Polytrauma, Schädelhirntrauma	2	3,6 %	2	1,1 %
Polytrauma, Rumpft trauma, Bauchtrauma	2	3,6 %	14	8,0 %
Polytrauma, Rumpft trauma	3	5,4 %	6	3,4 %
Polytrauma	1	1,8 %	1	0,6 %
Rumpft trauma	0	0	6	3,4 %
Schädelhirntrauma	0	0	5	2,9 %
Bauchtrauma	0	0	0	0
Kein Trauma	3	5,4 %	9	5,1 %
Beurteilbar	51	91,1 %	175	100 %
Nicht beurteilbar	5	8,9 %	0	0
Sektionen insgesamt	56	100 %	175	100 %

◇ Organzerreißung

Bei den Sektionen der Flugunfalltoten zeigten sich **Herz, Lunge und Leber** als die am häufigsten zerrissenen Organe.

Tabelle 22: Organzerreißungen

Organzerreißung	Institut für Rechtsmedizin Hamburg		Institut für Rechtsmedizin München	
Herz	34	60,7 %	108	61,7 %
Lunge	30	53,6 %	112	64,0 %
Pankreas	5	8,9 %	7	4,0 %
Niere	16	28,6 %	57	32,6 %
Leber	37	66,1 %	116	66,3 %
Milz	31	55,4 %	85	48,6 %
Harnblase	16	28,6 %	37	21,1 %

4.14. Unfallursachen

Im Anhang sind unter 7.1. Sektionsbefunde von Piloten durch Fettdruck hervorgehoben, bei denen für eine Flugtauglichkeit und –tüchtigkeit eventuell relevante organpathologische Befunde feststellbar waren. Wenn zusätzlich die GS-Nummer hervorgehoben ist, stand nach Bewertung der Unfallumstände zumindest im Raum, dass krankhafte Veränderungen maßgeblich zum Unfallablauf beigetragen haben konnten.

5. Diskussion

Da im deutschsprachigen Raum derzeit kaum umfassende rechtsmedizinische Veröffentlichungen zur Thematik "Flugunfälle" existieren, sind die für einen Vergleich der Ergebnisse zur Verfügung stehenden Daten eher spärlich gesät. Hervorzuheben ist an dieser Stelle die Arbeit von Ast et al., die Flugunfälle untersuchten, in deren Folge eine Sektion an den Instituten für Rechtsmedizin in Hamburg, Göttingen oder Hannover stattfand. Der retrospektiv beobachtete Zeitraum beschränkte sich dabei auf die Jahre 1979 bis 1996, d.h. auf 16 Jahre.

Bedingt durch Überschneidungen mit der Fallgruppe "Region Nord", erscheint u.a. der von Ast et al. 2001 publizierte Fall eines 63-jährigen Piloten ebenfalls in vorliegender Arbeit (vgl. *Kasuistik VIII.: "Malignes Lymphom mit Infiltration der weichen Hirnhaut"*).

Auf Grund des verfügbaren Archivmaterials und signifikanter Fälle im Jahre 1984 (vgl. u.a. *Kasuistik I.: "Insasse ersticht Pilot in suizidaler Absicht"*) wurde trotz teilweise mühsamer Archivsuche bewusst die Spanne von 25 Jahren gewählt. Die beiden Erfassungsgebiete wurden u.a. im Hinblick auf eine unterschiedliche Verwendung von Luftfahrzeugen in einem meernahen und alpennahen Bereich bestimmt.

Anhand folgender *Kasuistiken* sollen die wesentlichen Aspekte der jeweiligen Diskussionspunkte beispielhaft dargestellt und erörtert werden:

Tabelle 23 Übersicht zu den Kasuistiken

I.	Suizid	<i>"Insasse ersticht Pilot in suizidaler Absicht"</i>
II.	Alkohol	<i>"Betrunkener Rettungshubschrauberpilot"</i>
III.	Alkohol	<i>"Absturz eines Hubschraubers nach durchzechtem Hüttenabend"</i>
IV.	Erkrankungen	<i>"Alter Myokardinfarkt und Stickverletzung"</i>
V.	Erkrankungen	<i>"Kardiovaskuläre Vorerkrankungen bei 27-Jährigem"</i>
VI.	Erkrankungen	<i>"Alter Myokardinfarkt bei Pilot eines Motorseglers"</i>
VII.	Erkrankungen	<i>"Alter Vorderwandinfarkt"</i>
VIII.	Erkrankungen	<i>"Malignes Lymphom mit Infiltration der weichen Hirnhaut"</i>
IX.	Erkrankungen	<i>"Metastasierendes Rektumkarzinom"</i>
X.	Arzneimittel, Drogen	<i>"Diazepam & Amphetamin im Blut eines Ultraleichtflugzeugpiloten"</i>
XI.	Flugunfallsspezifische Verletzungen	<i>"Spezifische Verletzungen"</i>

5.1. Wesentliche Unterschiede zwischen den Regionen Nord und Süd

In der vorliegenden Studie wurde erstmalig ein Beobachtungsraum gewählt, der sowohl die Flachlandregion um Hamburg als auch das hügelige Alpenvorland und die Alpen Bayerns

umfasst. Die Ergebnisse aus den Regionen wichen, bedingt durch geographische und meteorologische Unterschiede, am stärksten in den folgenden beiden Punkten voneinander ab: Erwartungsgemäß war in erster Linie festzustellen, dass im Norden verhältnismäßig mehr motorbetriebene Flugzeuge abstürzten, wohingegen im Süden der Anteil der Abstürze mit leichten Luftfahrzeugen, wie Motorseglern, Fallschirmen, Gleitschirmen oder Ultraleichtflugzeugen größer war (vgl. 4.3.1.). Der bevorzugte Gebrauch dieser leichten Luftfahrzeuge in der Region Süd lässt sich am ehesten durch die Charakteristik der Luftsportgeräte und die dort vorherrschende Thermik erklären. Daneben kam es in der Region um Hamburg im Verhältnis sehr viel häufiger zu einer Wasserberührung und einem Ertrinkungstod der Insassen als in der Region Süd (vgl. 4.11.). In der Region Süd ist, Veröffentlichungen zufolge möglicherweise eine Beeinflussung der psychophysischen Leistungsfähigkeit der Besatzung durch Föhnwetterlagen zu diskutieren (Kirchhoff 1982), was jedoch nicht unumstritten ist.

5.2. Durchführung von Obduktionen bei Flugunfällen

In Deutschland gingen bei der **BFU** nach dem entsprechenden Jahresbericht in den letzten fünf Jahren (2003 – 2007) im Schnitt 36 Meldungen über tödliche Flugunfälle pro Jahr ein. Dabei wurden durchschnittlich 59 Menschen tödlich verletzt.

In **Niedersachsen, Schleswig - Holstein, Bremen** und **Hamburg** waren im Zeitraum von 1984 bis 2007 insgesamt **124 Unfälle mit Toten** gemeldet worden (auf Anfrage von der BFU übermittelte Angaben). Obduktionen fanden den Aufstellungen nach in dieser Region bei 85 Unfällen entsprechend ca. 70% statt. Demnach dürfte bei 39 entsprechend ca. **30% der tödlichen Flugunfälle keine Obduktion** durchgeführt worden sein. Bei 32 der Flugunfälle mit Obduktion fand diese am Institut für Rechtsmedizin in Hamburg statt. Die übrigen 53 Sektionen wurden an anderen Instituten durchgeführt. In **Bayern** waren im selben Zeitraum insgesamt **230 Unfälle mit Toten** gemeldet worden. Bei 134 Ereignissen entsprechend ca. 60% fanden laut BFU Obduktionen statt, 96 entsprechend ca. **40% dürften demnach nicht obduziert** worden sein. Am Institut für Rechtsmedizin in München wurden Sektionen von Toten aus 107 Flugunfällen ausgewertet. Die restlichen 27 Obduktionen wurden wiederum an anderen Instituten durchgeführt.

Da die Aufstellungen der BFU leider nur für die jeweiligen Bundesländer vorliegen und nicht für den jeweiligen Einzugsbereich der rechtsmedizinischen Institute, konnte die Sektionsrate (d.h. sezierte Flugunfallopfer unter den tödlich verletzten Flugunfallopfern) lediglich geschätzt werden. Außerdem muss einschränkend darauf hingewiesen werden, dass in den Instituten **Obduktionen** nach Flugunfällen vorlagen, **die offenbar bei der BFU nicht gelistet waren** (in Hamburg 3 Unfälle mit 6 Toten der Bundeswehr; in München 5 Unfälle der Bundeswehr und zusätzlich 21 zivile Unfälle, darunter befanden sich 6 Gleitschirme, 2 Fallschirme, 1 Motorsegler, 1 Hubschrauber, 1 Hängegleiter, 1 Ultraleichtflugzeug, bei den restlichen Fällen, insbesondere aus frühen Jahren, stand keine Vorgeschichte zur Verfügung). Als Anhaltspunkt kann die 2001 von Ast et al. in Niedersachsen für den Zeitraum 1979-1996 veröffentlichte **Sektionsrate für Piloten von 53,4 %** dienen. Demnach wurde nur etwa jeder zweite Pilot obduziert, der bei einem Flugunfall ums Leben kam. Nach den hier ermittelten Daten wurden näherungsweise **etwa 60 - 70 %** der Piloten obduziert.

5.3. Notwendigkeit einer Sektion

In Anbetracht der Tatsache, dass es sich bei einem Flugunfall meist um ein Ereignis handelt, dass kausal nicht gerade leicht nachzuvollziehen ist, stimmen die von Ast et al. und hier festgestellten Obduktionsraten nachdenklich.

Bei Verzicht auf eine Obduktion - i. d. R. wird dann lediglich eine äußere Leichenschau durchgeführt - kann bestenfalls anhand bestimmter Verletzungsmuster (vgl. 5.5.2.) auf die Sitzposition der Insassen geschlossen werden. Jedoch kann keine Aussage über evt. unfallverursachende menschliche Faktoren wie Vorerkrankungen, Alkohol, Drogen oder Medikamente getroffen werden. In Einzelfällen wird der genaue Todeszeitpunkt (bzw. die Dauer des Überlebens) einzelner Insassen zur Klärung eventueller Erbschafts- und Versicherungsfragen erfragt, der sich allenfalls über eine Obduktion eingrenzen lässt. Ferner besteht die Gefahr, dass bei der alleinigen äußeren Begutachtung der meist polytraumatisierten Leichen wichtige Anhaltspunkte für eine Fremdverursachung übersehen werden (s. unten).

Die Forderung bei allen Flugunfällen **zumindest eine Obduktion des Piloten** durchzuführen wird immer wieder zum Ausdruck gebracht (Günther et al. 1999; Cullen u. Turk 1980) und kann nach den eigenen Auswertungen nur unterstrichen werden. Insbesondere können Krankheiten, Alkohol oder Drogen als Mitursache oder auslösende Ursache von Flugunfällen - gerade bei sonstigen Belastungsfaktoren - nur durch entsprechende Untersuchungen im Rahmen einer Obduktion fundiert beurteilt werden. Die nachfolgende *Kasuistik I.* führt die Notwendigkeit einer Obduktion (sogar einer Nachobduktion) eindringlich vor Augen (vgl. Kleiber 1987).

Günther et al. (1999) und Ast et al. (2001) beschreiben ein Ereignis in Hannover, das diesem Fall ähnelt. Bei der Tatwaffe handelte es sich damals allerdings um eine Pistole. Bei der **äußeren Betrachtung der Leiche wurden keine Schussverletzungen** festgestellt. Erst bei der Obduktion ließ sich die Eintrittswunde und das Projektil selbst darstellen. Mit Hilfe von Pulverspuren an der Kleidung, der Bestimmung des Einschusswinkels anhand des Wundkanals und der Verletzung der Zwischenfingerfalte I/II bei einer Passagierin konnte rekonstruiert werden, dass Letztere den Schuss abgegeben hatte.

In diesen zwei Fällen wurde von vornherein eine **Obduktion aller Insassen** angeordnet. In ähnlicher Weise konnte auch bei den übrigen untersuchten Abstürzen ein **überraschend großer Anteil an Passagieren** und Co - Piloten unter den Sezierten festgestellt werden. So waren am Institut für Rechtsmedizin in Hamburg **44,6 %** der Sezierten dieser Gruppe zuzuordnen, in München waren es **30,9 %** der Sezierten.

Obengenannte Fallbeispiele verdeutlichen, dass bei tödlichen Flugunfällen eine Obduktion aller Insassen (nicht allein des Piloten) unentbehrlich ist, sofern nicht absolut eindeutige Ermittlungsergebnisse vorliegen, die dies als verzichtbar erscheinen lassen.

Kasuistik I.: “Insasse ersticht Pilot in suizidaler Absicht“
--

<u>Region Nord</u>

▪ Flugunfall am:	04.03.1984
▪ Alter des Piloten:	52
▪ Sektionsnummer:	265/84
▪ BFU-Kennung:	3x020-0/84
▪ Lfz-Typ:	Flugzeug < 2 t
▪ Besatzung:	5 Insassen

<u>Falldarstellung:</u>

Ein berufsmäßiger Pilot war als Flugzeugführer unterwegs auf einem Flug mit einer vierköpfigen Familie. Der Familienvater hatte den Rundflug organisiert. Aus zunächst unbekannter Ursache stürzte die Maschine im Landeanflug in Lübeck - Blankenese ab und fing Feuer. Bei dem Unfall kamen alle Flugzeuginsassen ums Leben.

Alle fünf Personen wurden nachfolgend im Institut für Rechtsmedizin in Hamburg obduziert. Nachdem wenig später bei dem Bruder des Familienvaters ein Tonband auftauchte, auf dem dieser die suizidale Absicht festgehalten hatte den Piloten im Flug zu erstechen, wurde eine Nachobduktion des Leichnams durchgeführt: Dabei ließen sich bei gezielter Überprüfung an der Vorderseite des Brustkorbes Wundränder darstellen, die in ihrer Gesamtheit eine annähernd schlitzförmige Wunde ergaben (die bei der ersten Obduktion bei den sonstigen zahlreichen und massiven Traumatisierungen nicht von vorneherein differenzierbar war). Der Pilot galt als erfahrener Flugzeugführer.

<u>Obduktion und Histologie des Piloten:</u>
--

Mittelgradige Koronararteriosklerose. Keine vorbestehenden Erkrankungen oder präexistenten Veränderungen, die die Handlungsfähigkeit beeinträchtigt haben könnten. **Schlitzförmige Wunde mit Wundkanal** in Brustmuskulatur, jedoch ohne Verletzung des Herzbeutels und der Herzmuskulatur.

<u>Chemisch – toxikologische Untersuchung, Pilot:</u>

Negativ (insbesondere BAK-Bestimmung).

<u>Beurteilung:</u>

Die Todesursache (“zahlreiche Organzertrümmerungen, insbesondere vollständiger Verlust des Gehirns“) konnte mit den Mitteln der Obduktion ohne Weiteres im ersten Anlauf ermittelt werden. Wenn auf eine Sektion, insbesondere auf eine Nachobduktion, verzichtet worden hätte man sehr wahrscheinlich den tatsächlichen Sachverhalt nicht klären können.

Dieser spezielle Fall unterstreicht somit also nicht nur die Notwendigkeit der Obduktion sondern auch die unbedingt erforderliche Rücksprache zwischen den beteiligten Disziplinen (bspw. hinsichtlich der Unfallursache bei Fehlen menschlicher o.a. Ursachen).

Ergänzend ist bei diesem Flugzeugabsturz darauf hinzuweisen, dass der genaue Todeszeitpunkt der einzelnen Insassen für die Klärung eventueller Erbschafts- und Versicherungsfragen hier u.U. von besonderem Interesse ist, da die Toten mit Ausnahme des Piloten untereinander verwandt waren.

In einigen besonderen Fällen erhält die Sektion von Passagieren neben der des Piloten größte Bedeutung: Wie in *Kasuistik I.*: *“Insasse ersticht Pilot in suizidaler Absicht“* angesprochen, steht bei der Sektion mitunter auch eine **erbschaftsrechtliche Fragestellung** im Raum. Mit zunehmender Zahl an Passagieren steigt auch die Wahrscheinlichkeit, dass bei Eheleuten oder Familien die folgenreiche Frage beantwortet werden muss, wer zuerst gestorben ist. Dies ist zweifelsfrei am ehesten – wenn überhaupt - durch eine Obduktion möglich.

In einigen anderen speziellen Fällen ist die Anordnung einer Sektion ebenfalls unbedingt erforderlich. Nach den Bestimmungen des Luftverkehrsgesetzes (LuftVG § 4 Abs. 4 und § 5 Abs. 3) gilt bei **Prüfungs- und Übungsflügen in Begleitung des Fluglehrers** dieser als verantwortlicher Luftfahrzeugführer, auch wenn er nicht an der Stelle des Piloten sitzt. Die Obduktion des Fluglehrers sollte dann in jedem Fall vorgenommen werden. Genau wie bei jedem anderen Piloten ist auch hier auf mögliche vorbestehende Erkrankungen, Alkoholeinfluss und das Einwirken von Drogen oder Medikamente zu achten. Ein Fluglehrer sollte zu jedem Zeitpunkt des Fluges in vollem Besitz seiner geistigen und körperlichen Kräfte sein. Daher sollten selbstverständlich auch Fluglehrer, die einen Absturz überlebt haben, umfassend klinisch untersucht werden.

Bei Flugunfällen hat der Rechtsmediziner auf Grund der schwerwiegenden Traumatisierung der Leichen häufig mit **erschwerten Bedingungen** zu rechnen. In vielen Fällen ist die Haut der Leichen nach einem Absturz verbrannt oder sogar vollständig verkohlt und die Organe hitzebedingt verändert. Problematisch ist vor allen Dingen die massive Polytraumatisierung vieler Absturzpfer in Hinblick auf sonstige nicht unfallbedingte (z.B. suizidale oder homizidale) Verletzungen.

Die Möglichkeiten der Obduktion können auch **iatrogen eingeschränkt** sein: Zum Teil werden Insassen deutscher Staatsangehörigkeit nach einem Flugunfall im Ausland an einem rechtsmedizinischen Institut in Deutschland untersucht. Die Leichen sind dann gemäß den Konventionen des Landes vorseziert und / oder konserviert. In vielen Ländern beinhaltet dies eine **Einbalsamierung bzw. Fixierung der Leichen** mit Konservierungsstoffen, nicht zuletzt auf Grund von Vorschriften zum Leichentransport, vor allem per Flugzeug (verlöteter Zinksarg etc.). Diese Behandlung setzt die diagnostische Aussagekraft nachfolgender toxikologischer, histologischer und auch makroskopischer Untersuchungen u.U. herab. Notärztliche Eingriffe vor dem Tod (Reanimation mit Verletzungen u.a.) können wie bei anderen Todesfällen die Begutachtung zusätzlich erschweren.

5.4. Menschliche Faktoren

5.4.1. Alkohol

Alkohol und Flugsicherheit

Die Aufnahme von Alkohol führt zu psychophysischen Leistungseinbußen, die für das Führen eines Luftfahrzeuges unbestreitbar von erheblicher Bedeutung sind (Gilg 2007; Millar 1999): Durch Beeinträchtigung der Kleinhirnfunktionen (u.a. Lage- und Raumgefühl betroffen), des Sehvermögens (u.a. Tiefenschärfe herabgesetzt), psychischer (u.a. Risikobereitschaft erhöht) und weiterer Funktionen ist das Vermögen ein Lfz zu führen schon bei geringer Alkoholisierung eingeschränkt.

Morrow et al. (2003) konnten in einer Studie im Flugsimulator zeigen, dass sich die Leistungsfähigkeit bei einer BAK von umgerechnet 1,0 ‰ und 2 Stunden nach Messung dieses Wertes erwartungsgemäß signifikant verschlechtert. Bei einer weiteren Simulator-Untersuchung (Taylor 1994) kam man bei einer Ziel - BAK von 0,8 ‰ ebenfalls zu diesem Ergebnis. Weitere Untersuchungen berichten von einer Zunahme von potentiell ernsthaften Fehlern sowohl bei weniger als auch bei sehr erfahrenen Piloten und BAK - Werten bis zu 0,4 ‰, mess- und merkbare Beeinträchtigungen seien bereits um 0,2 ‰ zu beobachten.

Allgemein werde für den Luftverkehr im Vergleich zum Straßenverkehr eine drei- bis vierfach stärkere Auswirkung von Alkohol auf das Flugverhalten angenommen und absolute Fluguntauglichkeit (eigentlich Fluguntüchtigkeit) sei bereits ab 0,3 - 0,5 ‰ anzunehmen. Der Gefahrenwert von 0,2 ‰ sei für einen Luftfahrzeugführer, der sich im dreidimensionalen Raum bewegt, vergleichbar mit 0,8 ‰ beim Kraftfahrer (Billings et al 1973; Flugunfallinformation der BFU 1982, Ross 1990, Iffland 2003, Review Cook 1997). Analog zum Straßenverkehr sollte eine Unterscheidung zwischen einer (allgemeinen) Flugtauglichkeit und einer (jeweils aktuellen) Flugtüchtigkeit getroffen werden.

Neben den direkten Wirkungen sind auch Beeinträchtigungen durch **“hang over“** bzw. **“Alkoholater“** nicht zu vernachlässigen, bekannt auch als Phänomen des **Post - Alcohol-Impairments (PAI)**. Vestibuläre Auswirkungen können sich als **Lagenystagmus** darstellen und bei großer Beschleunigung sogar noch später nach Alkoholkonsum auftreten (Gibbons 1988). Alkohol - induzierte **Hypoglykämien** könnten als mögliche Unfallursache in Betracht zu ziehen sein, allerdings setzt dies eine zumindest 12 - stündige Nahrungskarenz bei gleichzeitiger Alkoholbelastung voraus. Bei der postmortalen Diagnostik ist dabei von vornherein ein Glucoseabbau nach Todeseintritt und nachfolgend in vitro zu berücksichtigen.

Rechtliche Bestimmungen

In Deutschland und weiten Teilen Europas ist mit den Bestimmungen der JAA (unter JAR-FCL 3.325, Psychiatrische Erkrankungen) festgelegt, dass für den Erhalt eines Tauglichkeitszeugnisses der Klasse 2 (d.h. bei Privatpiloten) weder eine **“psychische und Verhaltensstörung durch Alkohol“** (6) noch der **“Gebrauch und Missbrauch psychotroper Substanzen“** (7) vorliegen darf. Unter einer psychotropen Substanz ist im weiteren Sinne auch Alkohol zu verstehen ist.

Die JAR- Bestimmungen (JAR - OPS 1.085 (d), 1-3) schreiben jedem (kommerziell und nicht-kommerziell fliegenden) Piloten und allen Besatzungsmitgliedern vor, sowohl bei geschäftsmäßigen als auch bei privaten Flügen **mindestens 8 Stunden** vor Antritt eines Fluges keinen Alkohol mehr zu konsumieren (1). Weiterhin ist dort für die gesamte Besatzung inklusive dem Piloten eine obere Grenze von **0,2 ‰ BAK** vorgeschrieben (2) und das Konsumieren von Alkohol während

eines Fluges oder bei Tätigkeit auf Abruf untersagt (3).

Die **Bundeswehr** hat für ihre Piloten und das Luftfahrtpersonal festgesetzt, dass mindestens **zwölf Stunden** vor Flugbeginn kein Alkohol konsumiert werden darf.

Die **LuftVZO** (§ 2 Abs. 3, Anlage 15) **empfiehlt** einen Zeitraum von **24 Stunden** Alkoholabstinenz vor Flugantritt und mahnt darüber hinaus die geltenden JAR – OPS - Bestimmungen einzuhalten.

In den **USA** ist gemäß den Federal Aviation Requirements (FAR), abweichend von den europäischen Gesetzmäßigkeiten eine Toleranzgrenze von 0,04 % (= **0,4 ‰**) **Blutalkohol** oder umgerechneter Atemalkohol gültig.

Vorfälle mit Alkohol, Ableitung präventiver Maßnahmen

Der Alkoholkonsum eines **Privat- Piloten** scheint dem der Normalbevölkerung zu entsprechen (Cook 1997).

Gegenüberstellende Untersuchungen in Kuwait zeigten, dass **geschäftsmäßige Piloten** und deren Besatzung hingegen (im Gegensatz zu dem Vergleichskollektiv, bestehend aus Angestellten eines Ministeriums) sehr viel mehr Alkohol, Tabak, Kaffee und Medikamente konsumieren (Omar et al. 2005).

Nach einer **Umfrage** in Großbritannien sei bei **berufsmäßigen Piloten** ein stärkerer Alkoholkonsum vorzufinden als bei zivilen Piloten (Maxwell u. Harris 1999). Weiterhin berichten die Autoren, dass offensichtlich **50 % der Befragten** schon einmal mit einer BAK von **über 0,02 % bzw. 0,2 ‰** geflogen seien.

Piloten falle es außerdem ebenso wie der Normalbevölkerung schwer, die eigene BAK nach der Aufnahme einer bestimmten Menge an Alkohol abzuschätzen, sowie den Zeitpunkt nach dem diese unter 0,2 ‰ gesunken ist (Widders u. Harris 1997).

Die Befürchtung, dass berufsmäßige Piloten sich nicht an die vorgeschriebene Abstinenzzeit halten, wird durch immer wieder in den Medien erscheinende Schlagzeilen noch weiter genährt (Dave 2003): Die **britische Fluggesellschaft** Easyjet suspendierte eine Pilotin die vor Flugantritt offensichtlich eine BAK von 0,8 ‰ aufwies und das betriebsinterne Alkoholverbot von über 10 Stunden, die so genannte **“from bottle to throttle“-Zeit** (Cook 1997) vor Flugantritt missachtet hatte (Berliner Zeitung 2005). Auch viele andere Fluggesellschaften haben ihre innerbetrieblichen Vorschriften den **Empfehlungen im Anhang der LuftVZO** angepasst. Das deutsche Unternehmen Lufthansa schreibt seinem Luftfahrtpersonal beispielsweise 12 Stunden Karenzzeit vor (Iffland 2003). Nicht zuletzt um der großen Varianz im Alkohol - Metabolismus Rechnung zu tragen. Die Easyjet - Pilotin war Beamten des Bundesgrenzschutzes durch starken Alkoholgeruch aufgefallen. Regelmäßige oder stichprobenartige Alkoholtests vor Flugantritt sind in Deutschland allerdings gesetzlich nicht vorgeschrieben und werden erst bei konkretem Verdacht durchgeführt. Teilweise wird auch über den Einzug der Fluglizenz ohne durch Atem- oder Blutalkohol nachgewiesene Alkoholisierung berichtet (Bhasker 2004).

Im Gegensatz hierzu wurden die US- amerikanischen Federal Aviation Requirements (FAR), welche weitgehend den europäischen JAR entsprechen, im Jahre 1995 im Rahmen des **“Alcohol Misuse Prevention Programs“** (AMPP) um folgenden Passus erweitert: US-amerikanische Fluggesellschaften sind verpflichtet jedes Jahr bei einem bestimmten Prozentsatz ihrer Piloten stichprobenartig Tests auf Drogen und Alkohol durchzuführen und die Ergebnisse der FAA zu übermitteln. Außerdem ist den Airlines vorgeschrieben unmittelbar nach einem Flugunfall, bei bestehendem Verdacht und im Rahmen der Einstellung von Piloten Untersuchungen vorzunehmen. Damit steht der FAA seit Einführung dieses AMPPs ein großer Datensatz u.a. auch zu Studienzwecken zur Verfügung. Li et al. kamen nach Auswertung der AMPP - Daten von 1995 bis 2002 zu dem Ergebnis, dass BAK -

Messungen über 0,04 % entsprechend 0,4 ‰ zwar mit einem erhöhten jedoch statistisch nicht signifikant gesteigerten Risiko einhergehen bei einem Flugunfall beteiligt zu sein. Darüber hinaus konnten die Autoren bei nur 0,13 % der Flugunfälle eine Alkoholisierung als Ursache feststellen (Li et al. 2007).

Mc Fadden (1997) sieht in den zufälligen Alkoholtests bei Piloten keine effiziente Maßnahme zur Verhütung von Flugunfällen. Jedoch befürwortet er die verstärkte Überprüfung des Strafregisters von Piloten, vor allem in Hinsicht auf das Lenken anderer Fahrzeuge unter Alkoholeinfluss.

Die Federal Aviation Authority (FAA) führte 1990 das DUI/DWI Compliance Program⁹ 1990 ein. Demnach muss jedes (Verkehrs-)Delikt unter Alkoholeinfluss oder bei Verweigerung eines Alkoholtests der FAA gemeldet werden.

Ein Lfz-Führer, dem mehr als zwei Vergehen innerhalb eines Zeitraumes von drei Jahren nachgewiesen werden, die in Verbindung mit Alkohol oder Drogen stehen, kann keine Fluglizenz mehr erhalten.

Mc Fadden konnte belegen, dass Piloten mit bekannten DWI - Verstößen ein 3,5 - fach höheres Risiko eines alkoholbedingten Flugunfalles haben (Mc Fadden 2001).

Am rechtsmedizinischen Institut in München konnte bei zwei berufsmäßigen Piloten BAK - Gutachten (vgl. 4.1.2.) gefunden werden, die das Führen eines Pkws unter dem Einfluss von Alkohol belegten. Über Auswirkungen auf die Fluglizenz oder Maßnahmen bzgl. der Flugtauglichkeitsuntersuchung standen keine Informationen zur Verfügung.

Todesfälle mit Alkohol

US-amerikanische Untersuchungen (Harper u. Albers 1964; Gibbons et al. 1966) der **60- iger Jahre** hatten zum Ergebnis, dass rund 30 – 35 % der durch Flugunfälle getöteten Privatpiloten eine erhöhte BAK (> 1,5 mg / dl, entsprechend 0,15 g / L bzw. ca. 0,15 g / kg oder ‰) aufwiesen. Jedoch unterschieden die Autoren nicht zwischen endogenem Alkohol oder postmortaler Alkoholbildung und der exogenen Zufuhr von Alkohol. Die Wertigkeit dieser älteren Untersuchungen wird v.a. dadurch relativiert, dass es zur damaligen Zeit analytisch nicht ausreichend spezifische Verfahren und noch keine routinemäßige BAK - Kontrolle nach tödlichen Flugzeugabstürzen gab. Ferner wurden beide Studien insofern kritisiert, dass selektiv Unfälle untersucht wurden, bei denen die Piloten von vornherein verdächtigt wurden Alkohol getrunken zu haben (Cook 1997).

Nach einer älteren **Flugunfallinformation der BFU-** Website waren von **1973 bis 1982** bei 4687 Flugunfällen 470 Tote zu verzeichnen. In 243 dieser 470 Fälle wurde eine Obduktion durchgeführt, darunter 32 Fälle (13 %) mit der Feststellung "Alkohol positiv". Entsprechende Rückschlüsse auf die Häufigkeit von Alkoholeinfluss sind sicher auch unter dem Aspekt damaliger Analysenverfahren zu sehen, wie auch unkritischer Übernahme niedriger BAK – Werte über 0,1 bzw 0,4 ‰.

Kuhlmann et al. (1991) berichten über BAK - Werte von mehr als 0,1 ‰ bei 14,8 % der 377 von ihnen untersuchten Piloten. Bei immerhin 4,5 % aller Piloten konnten dort Alkohol, weitere flüchtige Substanzen und Begleitstoffe im Blut (oder Gewebe) auf eine Ingestion alkoholischer Getränke zurückgeführt werden. Ein Großteil der positiven Ergebnisse war somit auch hier auf andere Quellen zurückzuführen.

⁹ Driving under the influence (DUI), Driving while intoxicated (DWI)

Ast et al. (2001) beschreiben unter den von ihnen untersuchten 39 Lfz - Führern den Fall eines Piloten bei dem eine BAK von 1,7 ‰ gemessen wurde. Die Maschine soll laut Augenzeugen vor dem Aufschlagen auf dem Boden, verschiedene unerklärliche Flugmanöver vollführt haben. Die BAK von 3,46 ‰ des zweiten Insassen wurde hingegen zu großen Teilen der hier schon eingesetzten Fäulnisbildung zugeschrieben.

Cullen et al. (1997) ermittelten bei der Untersuchung privater Flugunfälle, dass neun (2,4 %) der 375 Piloten nachweislich unter dem Einfluss von Alkohol standen. Drei dieser Piloten hatten darüber hinaus ohne jeden Zweifel einen Absturz in suizidaler Absicht herbeigeführt, bei einem der Piloten kann hingegen nicht mit absoluter Sicherheit von Selbstmord gesprochen werden.

Canfield et al. (1993 u. 2001) konnten in ihren Erhebungen (über den Zeitraum von einem und vier Jahren) bei 8 % und 7,4 % der untersuchten Opfer feststellen, dass die BAK den Grenzwert von 0,04 % (entsprechend der Toleranzgrenze in den FAR, siehe unten) überstieg.

Tabelle 24: Ergebnisse verschiedener Autoren zur BAK bei (tödlichen) Flugunfällen

Erhebung Region	Beobachteter Zeitraum	BAK untersucht	Cut-off- BAK [%][‰][mg/dl]	BAK- positiv	Alkoholeinfluss unter den Piloten
Canfield et al. (1993) Oklahoma, USA	1989-1990	975 Flugunfallopfer	0,04 %	8 %	2,1 %
Canfield et al. (2001) Oklahoma, USA	1994-1998	1683 Piloten	0,04 %	7,4 %	k.A.
Li et al. (1998) North Carolina, USA	1985-1994	111 Piloten	0,02 %	7 %	k.A.
Li et al. (2005) North Carolina, USA Maryland, USA New Mexico, USA	1985-2000	233 Piloten	0,02 % 40 mg/dl	11% 6 %	3,4 %
Cullen et al. (1997) U.K.	1956-1995	375 Piloten	k.A.	k.A.	2,4 %
Kuhlman et al. (1991) Oklahoma, USA	1989	377 Piloten	10 mg/dL	14,8 %	4,5 %
Ast et al. (2001) Niedersachsen, D	1979-1996	68 Flugunfallopfer	k.A.	4,4 %	2,6 %
Eigene Ergebnisse Hamburg + München	1984-2008	184 Flugunfallopfer	0,1 ‰	10,9 %	1,6 %
Eigene Ergebnisse Hamburg + München	1984-2008	184 Flugunfallopfer	0,4 ‰	3,8 %	1,6 %

Obgleich das Auftreten von Alkohol bei Flugunfällen in der Literatur verglichen mit den eigenen Ergebnissen als ungleich häufiger beschrieben wird, so ist der Anteil alkoholisierter Piloten auch dort noch gering. In der **vorliegenden Untersuchung** konnten (unter den 140 untersuchten Flugunfällen) **lediglich zwei Hubschrauberabstürze** gefunden werden bei denen sicher nachgewiesen war, dass die Piloten zum Zeitpunkt des Unfalles unter dem Einfluss von Alkohol standen. Diese beiden Bundeswehripiloten (lediglich 1,6 % der Piloten) wiesen eine BAK von **1,5 ‰ und 2,7 ‰** auf. Vor allem die Tatsache, dass beide Piloten unter dem begründeten Verdacht eines Alkoholmissbrauchs oder einer Alkoholabhängigkeit standen, gibt zu denken. Die übrigen Messungen mit positivem Ergebnis im niedrigen Bereich (d.h. mit einer BAK von > 0,1 ‰) lassen sich eher auf eine postmortale Bildung von Alkohol durch Fäulnisprozesse oder auf Kontamination zurückführen, was aus Gaschromatogrammen hervorgeht und ggf. durch Begleitstoffanalysen präzisiert werden kann.

Wenn Ethanol im Leichenblut vorhanden ist schließt sich regelmäßig die Frage an, auf welche Quelle dieser Alkohol zurückzuführen ist: Auf die Aufnahme alkoholischer Getränke, auf die **postmortale Bildung** von Substanzen der Stoffgruppe Alkohol durch Abbauprozesse oder auf die **Kontamination** der Proben?

Bei 17 von 20 Bestimmungen der vorliegenden Untersuchung, die eine Ethanol-Konzentration von mehr als 0,1 ‰ zum Ergebnis hatten, war das Vorliegen von Alkohol im Blut (mittels Interpretation der Begleitstoffanalyse und der Gaschromatogramme) auf postmortale Bildung oder Kontamination zurückzuführen. Canfield et al. (1983; vgl. Tab. 24) ermittelten bei zwei Piloten sogar eine auf postmortale Alkohol-Bildung zurückzuführende BAK von **über 150 mg / dl** (etwa 1,5 ‰ entsprechend).

Grundsätzlich sollte eine kritische Beurteilung der Ergebnisse, speziell der Gaschromatogramme, erfolgen, um eventuelle Kontaminationen oder Hinweise auf Alkoholneubildung über Fäulnisalkohole zu registrieren. Im Zweifel sollte eine Absicherung zusätzlich über eine noch empfindlichere und trennschärfere Begleitstoffanalyse erfolgen. Flüchtige organische Substanzen (VOC, Volatile Organic Compounds; wie bspw. Acetaldehyd, Aceton, Isopropanol, n - Propanol, Methanol, n - Butanol, 2 - Butanol) in gering-Ethanol-positiven Proben deuten eher auf bakterielle Prozesse hin. Die Bestimmung des Verhältnisses von 5 - Hydroxytryptophol (5 - HTOL) zu 5 - Hydroxyindol - 3 - acetat (5 - HIAA) kann postmortale Alkoholneubildung ausgrenzen lassen, ein 5 – HTOL / 5 – HIAA - Wert von mehr als 15 pmol / nmol macht eine Alkoholaufnahme vor dem Tod sehr wahrscheinlich (Johnson et al. 2005). Den Proben zugesetztes Natriumfluorid kann nach Entnahme die weitere mikrobielle Bildung von Ethanol weitestgehend aufhalten (Lewis et al. 2004).

Postmortale Feststellung, Diagnostik

Bei **nahezu allen sezierten Piloten** wurde Leichenblut für eine **Bestimmung der BAK** asserviert: Bei 116 (93,5 %) der 124 Piloten war dies der Fall. Bei zwei (von sechs) Piloten der Region Nord, in deren Sektionsprotokoll eine Asservierung nicht dokumentiert wurde, ist davon auszugehen, dass darauf verzichtet wurde weil die Piloten den Absturz mehr als 10 Tage überlebt hatten. Bei einer weiteren Sektion ist es sehr wahrscheinlich, dass man sich aufgrund der nach dem Absturz im Ausland vorgenommen Formalin-Fixierung kein aussagekräftiges Ergebnis versprach und ebenfalls von einer BAK- Bestimmung absah. In der Region Süd wurde (ebenso wegen des größeren zeitlichen Abstandes des Todes zum Unfallzeitpunkt) bei zwei Piloten auf eine Bestimmung verzichtet.

Es ist darauf hinzuweisen, dass eine BAK- Bestimmung in den rechtsmedizinischen Instituten in Deutschland zwar **meist routinemäßig durchgeführt** wird (bzw. dies die institutsinternen Richtlinien verlangen), deren Ergebnis jedoch nur mitgeteilt wird, wenn seitens des Auftraggebers der Obduktion bzw. meist der Staatsanwaltschaft ein BAK -

Untersuchungsauftrag erteilt wurde. Das US-Amerikanische Civil Aerospace Medical Institute (CAMI) hingegen führt (auf Order der FAA) routinemäßig bei tödlich verunglückten Piloten toxikologische Untersuchungen und Alkoholbestimmungen durch und sammelt diese in einer Datenbank (Li et al. 2005).

Li et al. (1998) stellten in einer 10-Jahres Studie bis 1994 in North Carolina retrospektiv fest, dass eine Alkoholbestimmung bei 91 % der Piloten durchgeführt wurde. Unter den 111 untersuchten Piloten wiesen vier (im Alter zwischen 20 und 29 Jahren) eine Alkoholkonzentration von über 0,1 ‰ auf. Als ein wesentliches Ergebnis beschreiben Li et al., dass vor allen Dingen bei jungen Piloten das Fliegen unter Alkoholeinfluss auftritt.

Kasuistik II.: “Betrunkener Rettungshubschrauberpilot“

Region Nord

▪ Flugunfall am:	14.03.2002, 8.23 Uhr
▪ Alter des Piloten:	42
▪ BFU-Kennung:	k.A. (Bundesluftwaffe)
▪ Lfz-Typ:	Hubschrauber Bell UH-1D
▪ Besatzung:	6 Insassen
▪ Wetterbedingungen:	?, unproblematisch
▪ Unfallursache :	?, zumindest keine technischen Mängel

Falldarstellung:

Ein Rettungshubschrauber des Bundeswehrkrankenhauses Hamburg [1 Pilot, 1 Bordmechaniker, 1 Rettungssanitäter, 1 Notarzt, 1 Ärztin im Praktikum (alle Bundeswehr), 1 ziviler Arzt] befand sich auf einem Flug nach Hamburg - Langenhorn. Kurz vor Erreichen des Zielortes wurde der Einsatz jedoch von der Leitstelle abgebrochen. Das Luftfahrzeug stürzte wenige Sekunden später in einer Kleingartenkolonie ab, alle Insassen kamen dabei ums Leben. Untersuchungen der BFU ergaben keine Hinweise auf technische Mängel. Zuletzt durchgeführte Laboruntersuchungen (2002) bei dem Piloten stellten außer einer Lymphozytopenie mit Monozytose und einer erniedrigten Hämoglobinkonzentration (bei damals bestehendem fieberhaftem Infekt) keine Befunde von Krankheitswert fest. Leberenzyme und MCV waren in den Untersuchungen stets unauffällig. Anamnestisch wurde 2001 kein Alkohol konsumiert. 2002 gab der Pilot den Konsum von „zwei Bier/ Woche“ an.

Obduktion:

Korrespondierend zu einer Hautvertrocknung am Rumpf fanden sich Einblutungen im Unterhautfettgewebe, fragl. wie durch Gurteinwirkung. Daneben zahlreiche Schürfwunden und Unterblutungen der Haut, ansonsten keine wesentlichen Auffälligkeiten. **Vorbestehende Erkrankungen:** Herzkranzarterien z.T. deutlich verengt. Herzmuskulatur makroskopisch unauffällig und frei von Narben. Sonstiges: **Aromatischer, alkoholartiger Geruch** über den Leibeshöhlen. Todesursache: Versagen der zentralen Regulation bei Teilabriss des Hirnstamms im Rahmen eines ausgedehnten Schädelhirntraumas.

Histologie:

Absteigender Ast der linken Herzkranzschlagader: Einengung auf 80 %. Linker umgreifender Ast: Einengung auf 35%. Rechter umgreifender Ast: Einengung auf 60 %. Herdförmige lymphozytäre Infiltrate in der Herzmuskulatur, beschrieben als “**Borderline-Myokarditis**“. Leber mit **zentrolobulären Verfettungen, möglicherweise alkoholinduziert**.

Weiterführende Untersuchungen:

BAK beim Piloten zum Unfallzeitpunkt: **1,5 %**. Nach dem Gutachten des FlMedILw ist hierfür eine Mindesttrinkmenge von 80 g reinen Ethanols, entsprechend etwa zwei Litern Bier notwendig. Das Tolerieren von Blutalkoholkonzentrationen in solcherlei Höhe ohne gröbere Beeinträchtigungen spreche für eine **Gewöhnung an Alkohol**.

Beurteilung: Von einer Alkoholtoleranz ist erfahrungsgemäß trotz unauffälliger Leberenzyme und MCV-Werte auszugehen. Auffallend ist vor allem die Unfallzeit, frühmorgens, mit bereits oder immer noch 1,5 %. Heute ist ggf. bei Verdachtsmomenten auf Alkoholmissbrauch und im Screening eine sensitivere Kontrolle auf Alkoholmissbrauch z.B. über CDT und Ethylglucuronid möglich.

Kasuistik III.: “Absturz eines Hubschraubers nach durchzechtem Hüttenabend“

<u>Region Süd</u>

▪ Flugunfall am:	03.07.1988, ca. 11.00 Uhr
▪ Alter des Piloten:	40, ca. 4500 Flugstunden, 600 h im Gebirge
▪ BFU-Kennung:	k.A.
▪ Lfz-Typ:	Hubschrauber Bell UH-1D
▪ Besatzung:	9 Insassen
▪ Wetterbedingungen:	tiefliegende, sinkende Wolkendecke; schlechte Sicht
▪ Unfallursache:	keine technischen Mängel, Alkohol anzunehmen

<u>Falldarstellung:</u>

Der Hubschrauber [6 Passagiere (darunter 5 Zivilisten ohne Mitfluggenehmigung), 1 Co-Pilot, 1 Bordmechaniker, 1 Pilot] startete am späten Vormittag im Oberreintal zu seinem zweiten Flug des Tages um Material und Truppen zu transportieren. Kurz nach dem Start kam es zum Absturz als der Hubschrauber eine Felswand tangierte. Den Angaben des FlMedILw zufolge hatte es am Vortag einen “Hüttenabend“ anlässlich des Geburtstages der Wirtin gegeben.

<u>Obduktion:</u>

Zeichen massiver Gewalteinwirkung (zahlreiche Knochenbrüche und Organzerreißen); Verletzungen der rechten Hand und des rechten Armes, die für ein Führen des Hubschraubers sprechen. **Vorbestehende Erkrankungen: Herzmuskelhypertrophie links.** Gemischttröpfige panlobuläre **Leberzellverfettung**, Zeichen des **beginnenden zirrhotischen Umbaues**. Todesursache: Versagen der zentralen Regulation bei massivem Schädel-Hirn-Trauma.

<u>Weiterführende Untersuchungen:</u>

Alkoholbestimmung: **2,7 ‰** im Blut aus der Brusthöhle sowie vergleichbar in weiteren Flüssigkeiten, im Magensaft ca. 6,7 ‰, Urinalkoholbest. nicht möglich. Begleitstoffe erhöht: u.a. Aceton und Methanol, nicht quantifiziert, ggf. Hinweis auf langzeitige Alkoholisierung. Unauffälliges CO – Hb < 1 %.

<u>Beurteilung:</u>

Nach den Befunden erfolgte eine Alkoholaufnahme mit großer Wahrscheinlichkeit auch am Morgen des Unfalltages. Trotz der widrigen Wetterbedingungen ist davon auszugehen, dass die Alkoholisierung des Piloten bei der großen Flugerfahrung entscheidend zur Verursachung des Unfalles beigetragen hat.

Nach einem Anschlussgutachten bestanden bereits vorher (sogar vor 1984) auf Grund erhöhter Leber- und MCV- Werte deutliche Anhaltspunkte für einen Alkoholmissbrauch.

Infolge des Unfalles erließ das Bundesministerium der Verteidigung (BMV) einen seit Juli 1988 rechtmäßigen Befehl, der Führern und Besatzungsangehörigen von Luftfahrzeugen der **Bundeswehr** verbietet **zwölf Stunden** vor Flugbeginn Alkohol zu sich zu nehmen (siehe Literatur/Gesetze).

Fazit

Verglichen mit der Zahl alkoholbedingter Unfälle im Straßenverkehr, wo etwa bis zu 20 % der tödlichen Unfälle statistisch durch eine Alkoholisierung zumindest eines Verkehrsteilnehmers bedingt sind (Penning 2006), scheint damit der **Einfluss des Faktors „Alkohol“ zumindest im freizeitmäßigen Flugverkehr eher gering zu sein.**

Da in der vorliegenden Arbeit nur vereinzelt Fälle von geschäftsmäßigen und militärischen Unfällen ausgewertet wurden, kann man lediglich – auf Grundlage der Ergebnisse in der freizeitmäßigen Luftfahrt – darauf schließen, dass auch hier Alkohol eine eher untergeordnete Rolle als Unfallursache spielt. Darüber hinaus sind tödliche Flugunfälle infolge einer Alkoholisierung unter Berufspiloten im Allgemeinen sehr viel seltener als unter Piloten der allgemeinen Luftfahrt (Modell u. Mountz 1990).

Grundsätzlich sollte – so wie dies in Hamburg und München weitestgehend praktiziert wird – eine Bestimmung der BAK bei **Piloten** nach Unfällen routinemäßig erfolgen, da sich hieraus nicht nur versicherungs- und strafrechtliche Folgen ergeben, sondern sich auch präventive Maßnahmen ableiten lassen. Bei **Co- Piloten** erscheint eine Bestimmung ebenfalls sinnvoll, da davon auszugehen ist, dass auch diese bei einer Alkoholisierung durch fehlerhafte Handlungen ein Flugzeug zum Absturz bringen können. Ob jedoch grundsätzlich bei jedem Flugunfallopfer, also auch bei allen Insassen außerhalb des Cockpits die BAK bestimmt werden sollte, ist abzuwägen: Es ist durchaus vorstellbar, dass alkoholisierte Insassen den Piloten derart verbal oder körperlich attackieren, dass dieser am sicheren Führen des Flugzeuges gehindert ist. Gegen eine routinemäßige BAK- Bestimmung bei Flugunfallopfern großer Passagiermaschinen sprechen letztlich die damit verbundene Arbeit und der finanzielle Aufwand. Auch im Falle einer Formalin- Fixierung oder einem größeren zeitlichen Abstand zum Unfall ist (auf Grund nicht aussagekräftiger BAK- Messwerte) eine Bestimmung zu diskutieren.

Trotz der routinemäßigen BAK- Bestimmungen wird in Hamburg und München das Ergebnis der BAK- Bestimmungen nur mitgeteilt, wenn ein durch die StA erteilter Auftrag vorliegt. Zu überlegen wäre, auf eine Auftragserteilung grundsätzlich hinzuweisen oder ggf. das Ergebnis immer (der BFU und anderen beteiligten Behörden) mitzuteilen. Eine alleinige Auswertung der bei der BFU vorliegenden BAK- Daten, ohne Berücksichtigung der nicht angeforderten, in den rechtsmedizinischen Archiven vorliegenden Ergebnisse ist unvollständig, nicht aussagekräftig und kann beispielsweise mit Studien aus den USA nicht verglichen werden.

Präventiv wirksame Ansätze sind primär in der Aufklärung der Piloten zu sehen. Ärztlicherseits bietet die gezielte flugmedizinische Anamnese ein Mittel, Hinweise auf Missbrauch oder Abhängigkeit von Alkohol aufzuspüren. In der flugmedizinischen Praxis wäre es dabei äußerst erstrebenswert zunehmend auch psychiatrische Tests einzusetzen oder einen Psychologen hinzuzuziehen (Gates 2007). Inwieweit andere diagnostische Methoden eingesetzt werden, ist derzeit dem betreuenden Flugmediziner überlassen. Indirekte Laborparameter, wie **MCV, CDT, Gamma - GT** und **Transaminasen**, sind in den regelmäßigen flugmedizinischen Untersuchung (nach JAR – FCL - 3 deutsch, seit Mai 2003) nicht vorgesehen. Der deutsche Fliegerarztverband betrachtet das in den JAR – FCL - 3- Bestimmungen vorgesehene Mindestprogramm, welches obengenannte Laboruntersuchungen aus der obligatorischen flugmedizinischen Untersuchung ausschließt, äußerst kritisch in Hinblick auf die Sicherheit im Luftverkehr. Der Verband ruft auf seiner Website (www.fliegerarztverband.de) alle Fliegerärzte dazu auf, die unzureichenden Basisuntersuchungen nach eigenem Ermessen zu erweitern. Im Rahmen einer Falldarstellung (eines Piloten mit einer auf über 300 U/L erhöhten Gamma - GT im Serum) findet sich hier

auch die Vermutung, dass sich eine (aus verschiedenen Gründen) **erhöhte Gamma - GT bei etwa drei bis vier von 100 Piloten** finden lässt. Inwiefern mit dieser Methode die Piloten aufgespürt werden können, die auf Grund ihres Alkoholkonsums gefährdet sind bei einem Flugunfall ums Leben zu kommen, wird hier nicht diskutiert. Holdener (1993) konnte bei dem von ihm untersuchten Cockpit-Personal der Swiss-Air sogar bei 12,0 % eine Erhöhung der Gamma - GT feststellen, was an der Spezifität der Methode für die Flugmedizin zweifeln lässt.

Bei Verdachtsmomenten können durch den Fliegerarzt Auflagen erteilt werden, deren Nichteinhalten in der Verweigerung der Tauglichkeitsbescheinigung resultiert. Speziell auf den Pilotenberuf ausgerichtete konsequente Behandlungsprogramme für Alkoholranke können die Wiedereingliederung professioneller Piloten unterstützen. Eine große Airline konnte nach Einführung solcher Programme 87 % der Behandelten wieder im Cockpit einsetzen (Flynn 1993).

Einige Autoren (Modell u. Mountz 1990) sehen in strikteren Vorschriften ein probates Mittel die Flugsicherheit zu verbessern: Hier bietet sich zum einen die Möglichkeit die vorgeschriebene **Alkoholkenz vor dem Start zu verlängern**, zum anderen könnte die Grenze der **maximal zulässigen BAK weiter gesenkt werden** (Ross u. Ross 1990). Dabei sollte berücksichtigt werden, dass aus technischen Gründen und wegen der endogenen Produktion von Alkoholen im Körper die untere Grenze nicht bei "0,00" angesetzt werden kann (Cook 1997), sondern bspw. bei 5 mg/dl. Stichprobenartig durchgeführte Tests könnten dazu führen den Konsum von Alkohol bei Piloten zu reduzieren. Eine obligate Überprüfung der aktuellen Flugtüchtigkeit durch Alkohol wäre ebenfalls denkbar, wie z.B. die Einführung eines Systems zur Unterbrechung des Startvorgangs nach Messung der Atemalkoholkonzentration wie bei Kraftfahrzeugen (Breath Alcohol Ignition Interlock Device BAIID oder alkoholsensitive Anlassssperre), oder die Testung auf verschiedene psychomotorische Parameter (Modell u. Mountz 1990).

5.4.2. Vorerkrankungen

Flugtüchtigkeit und kardiovaskuläre Vorerkrankungen

Eine Arteriosklerose der Herzkranzarterien und eine daraus resultierende Minderperfusion des Herzmuskels können besonders in Situationen in denen der myokardiale Sauerstoffverbrauch erhöht ist (körperliche Anstrengung, psychische Belastungssituationen, Medikamente etc.) zum Untergang von Zellen der Muskulatur und des Reiz-Leitungssystems des Herzens führen. Dadurch kann zum Einen die Kontraktilität des Myokards deutlich herabgesetzt sein, zum Anderen kann es zum Auftreten von Herzrhythmusstörungen kommen.

Diese zwei Bedingungen können die Pumpfunktion des Herzens deutlich einschränken. Zusätzlich wird beim Fliegen die kardiale Sauerstoffversorgung durch einen sinkenden inspiratorischen Sauerstoffpartialdruck in großen Höhen und den sinkenden arteriellen Sauerstoffpartialdruck bei solchen Patienten verschärft (Grossmann 1985).

Eine daraus resultierende zerebrale Minderperfusion kann gerade in ungewohnten Situationen einen im englischen Sprachraum als “**sudden incapacitation**“ bezeichneten Zustand zur Folge haben oder auch eine Bewusstlosigkeit bedingen. Es ist davon auszugehen, dass dann ein der Situation angepasstes Handeln nicht mehr möglich ist und dadurch ein Flugunfall durchaus bedingt sein kann. So berichten Ast et al. (2001) über den Piloten eines Segelflugzeuges, der kurz nach dem Start abstürzt war und bei dem die Obduktion eine massiv stenosierende Koronarsklerose und zahlreiche alte Narben der Herzmuskulatur aufdeckte. Als Unfallursache nahm die BFU einen Pilotenfehler an, der zumindest teilweise durch die kardiale Vorerkrankung des Piloten bedingt gewesen sei.

Kardiovaskuläre Vorerkrankungen: Tödliche Flugunfälle und Ereignisse in der Literatur

Studien zur Prävalenz von kardiovaskulären Auffälligkeiten bei Flugunfall - Piloten bieten eher uneinheitliche Ergebnisse: Eine Prävalenz von 43,82 % konnten **Taneja und Wiegmann** in Oklahoma City (2002) feststellen. Ihre Analyse von 534 Sektionsprotokollen von Piloten zeigte außerdem, dass **37,64 % der Piloten** eine **Koronararterienstenose** aufwiesen. Shkrum et al. (1996) gehen davon aus, dass die Prävalenz der Koronararterienstenose bei **Privatpiloten** der in der Allgemeinbevölkerung entspricht.

In einer kanadischen 5 - Jahres - Untersuchung (Shkrum et al. 1996) zeigte über die Hälfte der Piloten (51 %; 18/35) autopsisch Zeichen einer KHK. Bei vier der 35 Piloten (mit bekanntem Koronarstatus) wurde eine schwerwiegende Stenosierung festgestellt.

In **5 % der untersuchten tödlichen Flugunfälle** konnte eine **koronare Herzkrankheit** mit resultierender Inkapazitation als Unfallursache eruiert werden.

Bei einem 47-jährigen Piloten konnte ein Verschluss der rechten Koronararterie bei Dreifäßerkrankung festgestellt werden. Der Lfz - führer war wohl schon vor dem Start dyspnoeisch gewesen. Einer der Insassen gab während des Fluges per Funk durch, dass der Pilot einen Herzinfarkt erlitten hätte.

Die Begebenheiten stellen sich jedoch nicht immer so eindeutig dar. Der zweite kardiovaskulär vorbelastete Pilot, ein 39 - jähriger freizeitmäßiger Flieger, hatte ein bekanntes Wolff - Parkinson - White- Syndrom (ein **WPW- Syndrom** ohne Arrhythmien macht den Autoren zufolge in Kanada nicht fluguntauglich). Bei der Obduktion wies das Herz des Piloten eine schwerwiegende Dreifäßerkrankung und eine alte Herzinfarktnarbe auf.

Germerott et al. (2007) berichten über **zwei Piloten**, deren Obduktion am Institut für Rechtsmedizin in **Hannover** in beiden Fällen einen frischen myokardialen Infarkt aufdeckte: Die Sektion eines Rettungshubschrauberpiloten stellte ein massives Lungenödem bei lehmgelben Myokardinfarkt in der linken Seitenwand und alten Infarktnarben fest. Der Pilot starb in häuslicher Umgebung nachdem er noch am Todestag seinen Hausarzt wegen eines

“verschärften Atemgeräusches“ konsultiert hatte und eine Überweisung zum Pneumologen erhalten hatte. Laut polizeilichen Ermittlungen war kurze Zeit zuvor ein (unauffälliges) Ruhe-EKG angefertigt worden.

Den zweiten Myokardinfarkt erlitt ein Linienpilot während eines Fluges. Ein frischer Verschluss der Arteria coronaria dextra, ein akuter myokardialer Infarkt und zahlreiche ältere Herzmuskelnarben zeigten sich in der Obduktion. Drei Jahre zuvor hatte der (familiär kardial vorbelastete) Pilot über pektanginöse Beschwerden berichtet. Im Todesjahr besorgte er sich selbstständig ein Blutdruckmessgerät und (vermutlich im Ausland) einen so genannten Beta-Blocker. Auch hier waren die routinemäßigen Untersuchungen stets unauffällig gewesen.

Kardiovaskuläre Vorerkrankungen: Tödliche Flugunfälle im Obduktionsgut der Institute für Rechtsmedizin in Hamburg und München

Im Sektionsgut der Institute für Rechtsmedizin in Hamburg und München konnten bei **insgesamt 58,9 % der Piloten kardiale Auffälligkeiten** verschiedener Art entdeckt werden. Verglichen mit dem von Taneja und Wiegmann ermittelten Ergebnis (s. oben) wiesen in der vorliegenden Arbeit sehr viel weniger Piloten ein (augenscheinlich) gesundes, autoptisch unauffälliges Herz auf. Insgesamt zeigte sich bei den Piloten von der KHK über Koronararterienstenosen bis hin zu alten und einer (fraglich) frischen myokardialen Infarktnarbe ein breites Spektrum an auffälligen Befunden (vgl. 4.12.1.). In einigen Fällen wurden Veränderungen der Herzklappen vorgefunden, daneben offenbarte eine Obduktion sogar den Ersatz einer Klappe. In einem weiteren Fall wurde bei einem Lfz- führer ein Stent in einem Koronargefäß gefunden.

Bemerkenswert ist, dass **bei 13,71 % (17) der 124 Piloten in der Obduktion alte** (mit großer Wahrscheinlichkeit bislang unentdeckte) **Narben der Herzmuskulatur** gefunden wurden.

In Anbetracht der mit den Lebensjahren zunehmend kürzeren Abstände zwischen den Tauglichkeitsuntersuchungen, überrascht diese unerwartet große Zahl unentdeckter Herzinfarktnarben im Obduktionsgut der beiden Institute doch sehr. Zumal sich die Veränderungen vor allem bei Piloten über 40 Jahren zeigten, für deren Altersgruppe die JAR- Bestimmungen neben einer Reihe anderer Untersuchungen (sh. unten) ein 12 - Kanal- EKG im Abstand von je zwei Jahren vorschreibt.

In Zusammenschau mit den von Germerott et al. und oben beschriebenen Fälle weisen die Ergebnisse eindringlich darauf hin, dass für flugmedizinische Zwecke **ein alleiniges Ruhe - EKG** zur Detektion myokardialer Schäden **nicht ausreichend** ist.

Mit Hilfe eines **Belastungs- EKGs** hätte ein Teil der Veränderungen sehr wahrscheinlich früher festgestellt werden können. Daher ist nur schwer verständlich, dass diese Untersuchung nach den JAR- Vorschriften in keiner Altersgruppe im Standard- Programm enthalten ist und erst bei klinischer Indikation als sinnvoll erachtet wird.

JAR– FCL: Flugmedizinische Mindest- Untersuchung bzgl. des Herz – Kreislaufsystems

§ 24a - 24e der LuftVZO schreibt für die Verlängerung eines gültigen Tauglichkeitszeugnisses der Klasse 2, das heißt für die Klasse der Privatpiloten, sowohl ein fliegerärztliches Zeugnis, als auch eine bestimmte Anzahl an Flugstunden vor. Nach den Untersuchungsrichtlinien der JAR - FCL 3 beinhaltet die Erstuntersuchung eines Piloten der Klasse 2, hinsichtlich des Herz-Kreislaufsystems: **EKG, Lungenfunktionstest**, Bestimmung der **Hämoglobin- Konzentration**, **HNO-** ärztliche Untersuchung, Untersuchung des **Urins**,

Augenärztliche Untersuchung und bei bestehenden Risikofaktoren eine Bestimmung der **Plasmalipide und des Serumcholesterins**.

Nach der Erstuntersuchung muss ein Privatpilot bis zum 30. Lebensjahr alle fünf Jahre, vom 30. bis zum 50. Lebensjahr alle 2 Jahre, ab dem 50. Lebensjahr jährlich zum Fliegerarzt. Die periodische fliegerärztliche Untersuchung beinhaltet ab dem 40. Lebensjahr neben der Routineuntersuchung zu jedem Termin ein **12 – Kanal- Ruhe- EKG**, alle 4 Jahre einen Lungenfunktionstest und bei Risikofaktoren die Bestimmung der Blutfette.

Ein **Belastungs- EKG** ist nach den seit Mai 2003 geltenden JAR – FCL – 3- Bestimmungen **erst bei klinischer Indikation vorgesehen**.

Der deutsche Fliegerarztverband beanstandet auf seiner Website mehrfach, dass ein für die KHK so sensitives und einfach durchführbares diagnostisches Mittel wie das Belastungs-EKG nicht mehr als Routineuntersuchung für den älteren Piloten vorgeschrieben ist. Erst wenn bei der fliegerärztlichen Untersuchung bspw. eine signifikante Herzrhythmusstörung entdeckt wird, muss diese durch einen vom Luftfahrtbundesamt anerkannten Kardiologen begutachtet werden. Dieser ist in so einem Fall verpflichtet ein **12 – Kanal- Belastungs-EKG**, ein **Langzeit- EKG** über 24h und eine **Echokardiographie** mit Doppler-Untersuchung durchzuführen. Ggf. ist eine Koronarangiographie oder eine elektrophysiologische Untersuchung erforderlich.

JAR - FCL: Flugtauglichkeit bzgl. des Herz- Kreislauf- Systems

In Hinsicht auf die Flugtauglichkeit äußern sich die JAR – FCL - Bestimmungen unter Punkt 3.260 folgendermaßen: Laut Absatz (b) ist bei Vorliegen einer **symptomatischen KHK** Untauglichkeit festzustellen, ebenso nach einem **stattgefundenen Herzinfarkt** (c), nach einer **Bypass-Operation** und einer **koronarangioplastischen Versorgung** (d). Die Absätze 5 bis 7 im Anhang 1 zum Abschnitt C gehen speziell darauf ein, wann in solchen Fällen dennoch eine Tauglichkeit bescheinigt werden darf. Die erweiterte Diagnostik umfasst hierfür genanntes 12 – Kanal- Belastungs- EKG, die echokardiographische Bestimmung der linksventrikulären Ejektionsfraktion, eine Koronarangiographie und ggf. eine Belastungs- Szintigraphie oder Stressechokardiographie. JAR - FCL 3.265 beschreibt die Situation beim Vorliegen von **Herzrhythmusstörungen**: Untauglich sind Piloten mit intermittierenden oder permanenten **Vorhofrhythmusstörungen** oder sinuatrialen **Überleitungsstörungen**.

Relevante **Veränderungen** in der Breite des **QRS- Komplexes** und **Herzschrittleiter** bedingen (zunächst einmal) Untauglichkeit.

Asymptomatische, uniforme, ventrikuläre Extrasystolen und asymptomatische Sinusbradykardie oder –tachykardie, inkompletter Schenkelblock, elektrisch stabiler Linkslagetypp sind als **tauglich** einzustufen.

Bei einem kompletten Rechts- oder Linksschenkelblock hingegen sind weiterführende fachkardiologische Untersuchungen (siehe oben) notwendig.

Fazit kardiovaskuläre Vorerkrankungen

Die Aufnahme des Belastungs- EKGs in das Routineprogramm der flugmedizinischen Untersuchung erscheint insbesondere für die Altersgruppe 50 + unseren Ergebnissen nach als erforderlich. Gegen diese Maßnahme spricht lediglich ein möglicherweise personell und zeitlich größerer Aufwand, bei jedoch relativ unkomplizierter Durchführung ärztlicherseits. Weber und Kron (2003) verglichen im Rahmen einer Fall- Kontrollstudie die Ergebnisse aus Obduktion und Toxikologie (hinsichtlich bestehender Risikofaktoren) von 146 bei Flugunfällen ums Leben gekommenen Bundeswehripiloten mit zu Lebzeiten durchgeführten Untersuchungen. Dabei konnte bei den Piloten, die aus flugmedizinischer Sicht als tauglich anzusehen sind, kein medizinisch relevanter Risikofaktor festgestellt werden, der durch eine periodische medizinische Untersuchung hätte gefunden werden können.

Darüber hinaus haben uns Ereignisse der nahen Vergangenheit gelehrt, dass durchaus auch daran gedacht werden muss, dass die Untersuchungen in der Praxis unvollständig oder nicht mit der notwendigen Sorgsamkeit durchgeführt werden (vgl. 1.3.).

Auf den folgenden Seiten sollen einige kasuistische Kurzbeschreibungen die Thematik näher illustrieren:

Kasuistik IV.: “Alter Myokardinfarkt und Stickverletzung“

Region Süd

▪ Flugunfall am:	19.5.1997, 16.20 Uhr
▪ Alter des Piloten:	70
▪ Sektionsnummer:	925/97
▪ BFU-Kennung:	3x114-0/97
▪ Lfz-Typ:	Segelflugzeug
▪ Unfallursache laut BFU:	s. Beurteilung
▪ Besatzung:	1 Pilot

Falldarstellung:

Der 70-Jährige befand sich alleine auf einem Flug mit einem Segelflugzeug. Beim Thermiksegeln kam es zu einer Berührung mit Bäumen und zum Aufprall auf dem Boden.

Obduktion:

Schwerwiegende Herzerkrankung, laut Gutachten besteht durchaus die Möglichkeit, dass diese eine vorübergehende Trübung des Bewusstseins ausgelöst hat:

Präparatorisch Verschluss des absteigenden Astes der linken Herzkranzschlagader, rechte Herzkranzschlagader hochgradig eingeengt. Herzmuskel diffus und feinfleckig verschwiele, darin ein **Verschwiegelungsbezirk von 5cm Durchmesser**, an der Kammerscheidewand über die Kammerspitze bis zur Rückwand reichend. Als todesursächlich wurde eine zentrale Dysregulation bei schwerem Schädelhirntrauma beschrieben.

Weiterführende Untersuchungen:

Die chemisch-toxikologische Untersuchung, die Bestimmung der BAK und der Keto-Diabus-Test waren negativ.

Beurteilung: Dem BFU- Kurztext zum Unfall ist zu entnehmen, dass die „schwere Herzerkrankung zu einer Herzfunktionsstörung mit Bewusstseinsintrübung hatte führen können“, womit die unvermittelte Baumberührung hinreichend erklärt werden kann und somit die Vorerkrankung des Piloten als die eigentliche Unfallursache angesehen werden kann.

Kasuistik V.: “Kardiovaskuläre Vorerkrankung bei 27-Jährigem“

Region Süd

▪ Flugunfall am:	25.1.1985, 11.23 Uhr
▪ Alter des Piloten:	27
▪ Sektionsnummer:	167/85
▪ BFU-kennung:	3x003-0/85
▪ Lfz-Typ:	Hubschrauber
▪ Unfallursache laut BFU:	Triebwerkausfall
▪ Besatzung:	6 Insassen, alle Bundeswehrangehörige

Falldarstellung:

Dem rechtsmedizinischen Gutachten war zu entnehmen, dass es sich bei dem 27-jährigen in Bad Wiessee verunglückten Mann um einen Hubschrauberpiloten handelte, der mit fünf anderen Insassen bei einem Hubschrauberabsturz ums Leben kam. Den Angaben der BFU zufolge hat es sich dabei um einen Flug zum Zwecke des Fallschirmspringens gehandelt. Dabei kam es zu einem Triebwerkausfall.

Obduktion:

Nicht penetrierende Einrisse des Herzmuskels, **bikuspid angelegte Aortenklappe** mit verdickten Segeln (augenscheinlich schlußfähig). Rechte Herzkranzarterie am Abgang von der Aorta deutlich eingengt. Herzmuskulatur mit umschriebenen reiskorngroßen Schwielen an der Hinterwand der linken Herzkammer. Exzentrische Herzmuskelhypertrophie links, Kammerwandstärke links bis zu 24 mm. Histologie: Feinfleckige Herzmuskelverschwiellung und perivaskuläre Fibrose.

Weiterführende Untersuchungen:

Das BAK- Ergebnis, der chemisch-toxikologische Befund und die CO- Hämoglobinbeladung waren unauffällig.

Beurteilung:

Dem BFU- Kurztexzt zufolge kam es durch verschmutzten Kraftstoff zu einem Triebwerkausfall. Hinweise darauf, dass der Unfall in einem möglichen Zusammenhang mit der Vorerkrankung des Piloten steht, finden sich an dieser Stelle nicht.

Die bei der Sektion erhobenen Befunde lassen an eine Beeinträchtigung des Kreislaufes denken. Jedoch zeigten sich als vitale Reaktion deutliche Bluteinatmungsbezirke in den Lungen. Als Todesursache wird ein „Versagen des Herzens bei Herzkontusion mit nicht penetrierenden Einrissen im Bereich des Herzens“ genannt.

Denkbar ist, dass der Lfz-führer bedingt durch seine Erkrankung nicht in der Lage war auf den Triebwerkausfall angemessen zu reagieren bzw. falsch reagierte und daher nicht in der Lage war den Absturz zu verhindern.

Kasuistik VI.: “Alter Myokardinfarkt bei Pilot eines Motorseglers“

Region Süd

▪ Flugunfall am:	30.8.2005, 9.06 Uhr
▪ Alter des Piloten:	77
▪ Sektionsnummer	1463/05
▪ BFU-Kennung:	3x150-0/05
▪ Lfz-Typ:	Motorsegler
▪ Wetterbedingungen:	Dichter Nebel, schlechte Sichtbedingungen
▪ Unfallursache laut BFU:	s. Beurteilung
▪ Besatzung:	2 Insassen

Falldarstellung:

Laut BFU-Bericht war der 77-Jährige um 8:20 mit seinem Motorsegler zu einem Überführungsflug gestartet. Nur 40 Minuten später stürzte er bei dichtem Nebel in ein Maisfeld. Dabei wurden der Pilot und seine ebenfalls im Motorsegler befindliche Ehefrau tödlich verletzt. Der in der Nähe befindliche Sonderlandeplatz Ampfing war zur Unfallzeit geschlossen. Den Ergebnissen der BFU zufolge war der Flugzeugführende seit nahezu 30 Jahren im Besitz einer Privatpilotenlizenz. Am Luftfahrzeug konnten keine Mängel festgestellt werden.

Obduktion:

Massive alte Vorderwandinfarktbildung am linken Herzen (10 cm x 4 cm), hochgradig einengende periphere Koronarsklerose, vor allem der Endabschnitte der linken und rechten umschlingenden Herzkranzschlagadern. Zweizipfelklappe verdickt, vergrößert und an den Spitzen der Papillarmuskeln verschwielt. Zahlreiche Unterblutungen von Weichteilverletzungen und Ansammlung locker geronnenen Blutes in der linken Brusthöhle als Ausdruck eines intakten Kreislaufs zum Zeitpunkt des Absturzes.

Weiterführende Untersuchungen:

Messung der Blutalkoholkonzentration in Oberschenkelvenenblut: Ethanol: 0,14 ‰, Propanol 2,1 mg / l, Methanol 2,9 g / l, Acetaldehyd 1,44 g / l. Es ist von einer postmortalen **Alkoholbildung** durch Fäulnisprozesse auszugehen. Am Liquor durchgeführter Schnelltest auf Glucose und Ketonkörper negativ. Auf eine chemisch-toxikologische Untersuchung wurde verzichtet.

Beurteilung:

Die Sektion stellte als Todesursache ein „zentrales Regulationsversagen bei Enthirnung nach breit klaffender Eröffnung des Schädels bei stumpfer Gewalteinwirkung“ fest.

Inwieweit die kardiovaskuläre Vorbelastung (denkbar sind Herzrhythmusstörungen durch alten Infarkt) Handlungsfähigkeit und Bewusstsein des Piloten zum Unfallzeitpunkt beeinflusst hat bleibt offen. Bei solch einem massiven Befund ist jedoch davon auszugehen, dass die Pumpfunktion des Herzens eine suffiziente zerebrale Perfusion (insbesondere unter widrigen Flugbedingungen) nicht zu jedem Zeitpunkt gewährleisten kann.

Die BFU erwähnt in ihren Übersichtsaufstellungen keine gesundheitlichen Einschränkungen des Piloten.

Kasuistik VII.: “Alter Vorderwandinfarkt“

Region Süd

▪ Flugunfall am:	26.11.06, 16.14 Uhr
▪ Alter des Piloten:	41
▪ Sektionsnummer:	2094/06
▪ BFU-Kennung:	cx019-0/06
▪ Lfz-Typ:	Flugzeug < 2 t
▪ Wetterbedingungen:	schlecht, Nebel
▪ Unfallursache laut BFU:	s. Beurteilung
▪ Besatzung:	2 Insassen

Fallbeschreibung:

Der Pilot und ein weiterer Insasse starteten in Zell am See in Österreich einen Sichtungsflug nach Donauwörth. Anders als geplant steuerte der Pilot, nachdem sich das Wetter seiner Einschätzung nach verschlechtert hatte in Richtung des Flugplatzes Nördlingen. 15 km von diesem entfernt stürzte das Amateurbau - Flugzeug (Leergewicht unter 2000 kg) in einem Wald ab. Der Luftfahrzeugführer wurde dabei getötet. Der Fluggast wurde heraus geschleudert und überlebte den Absturz schwer verletzt. Zeugen berichteten, dass zur Unfallzeit in der Region eine dichte Nebeldecke mit Sichtweiten unter 100 m über dem Boden hing. Technische Mängel konnten bei der Untersuchung durch die BFU nicht festgestellt werden.

Obduktion:

Feinfleckige Myokardfibrose der linken Kammerwand. Rechtversorgungstyp. **Großer alter Infarktbezirk in der Vorderwand** (ca. 3 cm Breite, über nahezu die gesamte Länge der Vorderwand). **Hochgradig einengende Koronarsklerose**, mit links etwas stärkerer Ausprägung als rechts.

Weiterführende Untersuchungen:

Blutuntersuchung des Piloten auf Hepatitiserreger und HIV, ohne Hinweis. Bestimmung der BAK. Chemisch - toxikologische Untersuchungen auf Medikamente oder Drogen negativ.

Beurteilung:

Todesursache: „Schockgeschehen bei massiver Blutung in die linke Brusthöhle nach Teilabriss der Brustschlagader bei schwersten Organ- und Skelettzertrümmerungen“. Den vitalen Reaktionen (u.a. Ausblutungszustand der Nieren, stark unterblutete Verletzungen) zufolge dürfte der Kreislauf des Piloten zum Zeitpunkt des Aufpralls intakt gewesen sein. Zu einer möglichen Bewusstseinsbeeinträchtigung durch die kardiale Vorerkrankung werden im Sektionsprotokoll, und auch in den BFU- Auswertungen keine Vermutungen angestellt. Hinweise auf eine Befragung des zweiten Insassen zum Absturz können in den BFU-Kurzbeschreibungen nicht gefunden werden.

Eine ursächliche Beteiligung der kardialen Vorerkrankung erscheint bei Fehlen technischer Mängel im Hinblick auf den Obduktionsbefund bei mutmaßlicher (Stress)Belastungssituation möglich.

Onkologische Erkrankungen oder Entzündungen und Flugsicherheit

Auch andere präexistente Erkrankungen werden bei der Sektion von Flugunfallpiloten auffällig. So konnte im Obduktionsgut der Institute für Rechtsmedizin in Hamburg und München im gewählten Zeitraum je ein Fall einer malignen Neubildung gefunden werden. Ein **Lymphom** und ein bereits zu Lebzeiten bekanntes und behandeltes, **metastasiertes Rektumkarzinom**.

Rechtliche Bestimmungen zur Flugtauglichkeit in Hinblick auf Neubildungen und Entzündungen

Den JAR – FCL – 3- Bestimmungen (3.370 u. 3.264) nach machen „primäre oder sekundäre maligne Erkrankungen, die die sichere Ausübung der mit der (Tauglichkeits-)Lizenz verbundenen Rechte beeinträchtigen“ untauglich. Die Tauglichkeit kann jedoch in bestimmten Fällen durch ein flugmedizinisches Zentrum (Klasse 1 und Klasse 2) oder einen flugmedizinischen Sachverständigen (Klasse 2) lizenziert werden.

Auf der Website¹⁰ der Deutschen Akademie für Flug- und Reisemedizin (DAF) finden sich hierzu verschiedene Fälle und die jeweilige Entscheidung des “Fliegerärztlichen Ausschusses für Luftfahrtpersonal des Bundesministeriums für Verkehr“ (FA des BMV) bezüglich der Tauglichkeit: Im Falle eines Piloten mit einem diagnostizierten malignen **Melanom ohne Metastasierung**¹¹ konnte unter der Auflage von vierteljährlichen Kontrolluntersuchungen die Lizenz der Tauglichkeitsklasse 1 ausgeschrieben werden. Ebenso konnte einem Piloten nach operativer Entfernung eines **Hypophysenadenoms**¹² die Tauglichkeit der Klasse 1 bescheinigt werden. Ein anderer Pilot mit einem diagnostizierten **Non-Hodgkin-Lymphom mit periorbitaler Ausbreitung** des Tumors¹³ ist andererseits im Jahre 2001 für alle Klassen untauglich geschrieben worden.

Durch die JAR – FCL - 3- Bestimmungen sind nicht nur die Laboruntersuchungen hinsichtlich der Aufdeckung eines Alkoholmissbrauchs aus dem Mindestprogramm der flugmedizinischen Routineuntersuchung gestrichen worden, sondern auch die Bestimmung von **Entzündungsparametern** wie Blutsenkungsgeschwindigkeit (**BSG**), C-reaktives Protein (**CRP**) und **Blutbild**untersuchungen. Da diese Parameter aus verschiedenen Gründen auch häufig bei malignen Erkrankungen verändert sein können, haben diese in der onkologischen Diagnostik durchaus ihre Berechtigung. Der deutsche Fliegerarztverband mahnt das Abwenden von Parametern wie CRP, BSG und Blutbild vor allen Dingen mit Blick auf die Diagnostik von entzündlichen Erkrankungen an. Stellvertretend kann an dieser Stelle auch die Diagnostik von onkologischen Erkrankungen genannt werden.

Der nachfolgende Fall ereignete sich noch vor der Einführung der JAR – FCL - 3- Bestimmungen. Es ist anzunehmen, dass eine Erkrankung wie die des Piloten (die bei diesem zu Lebzeiten nicht diagnostiziert worden war) durch das **Anfertigen eines Blutbildes** entdeckt werden kann.

¹⁰ <http://www.flugmed.org>

¹¹ <http://www.flugmed.org/pdf/Tumor/02.pdf>

¹² <http://www.flugmed.org/pdf/Endokrinologie/01.pdf>

¹³ <http://www.flugmed.org/pdf/Tumor/03.pdf>

Kasuistik VIII.: “Malignes Lymphom mit Infiltration der weichen Hirnhaut“

Region Nord

▪ Flugunfall am:	11.6.1989, 12.30 Uhr
▪ Alter des Piloten:	63
▪ Sektionsnummer:	452/89
▪ BFU-Kennung:	3x231-0/89
▪ Lfz-Typ:	Flugzeug < 2 t
▪ Wetterbedingungen:	unauffällig
▪ Unfallursache laut BFU:	s. Beurteilung
▪ Besatzung:	4 Insassen

Falldarstellung:

Ein 63- Jähriger startete als verantwortlicher Pilot einer Cessna C172 mit seinem Nachbarn und dessen beiden Töchtern mittags vom Flugplatz Weser-Wümmen zu einem privaten Rundflug. Kurz nach dem Start wich das Flugzeug einer Hochspannungsleitung mit einer scharfen Kurve nach rechts aus, da die zum Überfliegen der Leitung notwendige Höhe noch nicht erreicht wurde. Daraufhin soll es zu einem vollständigen Ausfall des Triebwerkes gekommen sein, welcher der Luftfahrzeugführer mit einer Umkehrkurve Richtung Flugplatz begegnete. Dieses Manöver führte zu einem Abkippen des Luftfahrzeuges zur Seite und zum Absturz der Maschine. Alle vier Insassen erlitten tödliche Verletzungen.

Obduktion:

Ausgedehnte **Tumorgeschwulstausbreitung im rechten Herzen** unter Einbezug der Herzmuskulatur und der Herzaußenhaut in diesem Bereich. **Nebenniere, Milz, Leber, Niere, Gaumenmandel, weiche Hirnhaut und Gefäßwand der Bauchschlagader** mit gleichartigen Veränderungen. Zeichen einer früher abgelaufenen **Herzklappenentzündung** im Bereich der Aortenklappe mit Verkalkung und Vernarbung zweier Taschenklappen. Mittelgradige Herzkranzschlagaderverhärtung, Lichtungseinengung auf 25-50% im absteigenden Ast der linken Herzkranzarterie. Zahlreiche Organquetschungen. Nahezu vollständiger Abriss der Brustschlagader. Trümmerbruch der Schädelbasis unter Einbezug des Schädelgrundgelenks, Bruch der Brustwirbelsäule. Todesursächlich war ein Polytrauma mit vollständiger Zerquetschung des Hirnstammes.

Histologie:

Befund eines Lymphoms von niedrigem Malignitätsgrad vom Typus eines **lymphoplasmazytoiden Immunozytoms**.

Weiterführende Untersuchungen:

Bestimmung der CO - Hb: 17 %, damit zu gering um alleine für eine unfallverursachende Bewusstseinsstörung verantwortlich zu sein.

Beurteilung:

Den Untersuchungen der BFU zu Folge war der Unfall auf folgende Aspekte zurückzuführen:

- Es befand sich beim Start kein ausreichender Kraftstoffvorrat im Tank.
- Der Flug wurde nach Auftreten von Triebwerksaussetzern nicht rechtzeitig abgebrochen.
- Der Flugzeugführer führte die Notlandung nicht in gerader Richtung durch, sondern versuchte in niedriger Höhe mit einer steilen Umkehrkurve den Flugplatz wieder zu erreichen. Dabei wurde die Mindestfluggeschwindigkeit des Luftfahrzeuges unterschritten.

- Die meteorologischen Bedingungen waren am Unfalltag unauffällig und dem BFU-Gutachten zufolge zum Fliegen geeignet. Der verantwortliche Pilot war seit dem Jahre 1975 im Besitz eines gültigen Luftfahrerscheins für Privatflugzeugführer. Nach Angaben der Familie des Piloten war er Militärflugzeugführer im 2. Weltkrieg gewesen und verfügte über sehr viel Flugerfahrung.

Im Gerichtsverfahren wurde das Immunozytom des Piloten als nicht relevant für das Unfallgeschehen eingestuft. Die Mittel der Morphologie und Histologie sind laut Gutachten, trotz nachgewiesener leptomeningealer Infiltration, nicht ausreichend um hier einen positiven **Nachweis einer Bewusstseinsstörung** zu erbringen. Ast et al. (2000) analysierten den Fall ebenfalls bei ihren Erhebungen und sahen dabei durchaus die Möglichkeit einer Verursachung des Unfalles durch die Vorerkrankung. Diese Ansicht lässt sich nach Durchsicht des Obduktionsprotokolls zweifelsfrei teilen.

Kasuistik IX.: “Metastasierendes Rektumkarzinom“

Region Süd

▪ Pilot gest. am:	12.07.2002
▪ Unfall am:	07.07.2002, 15.50 Uhr
▪ Alter des Piloten:	62
▪ Sektionsnummer:	1280/02
▪ BFU-Kennung:	3x139-0/02
▪ Lfz-Typ:	Flugzeug < 2 t
▪ Unfallursache laut BFU:	s. Beurteilung
▪ Besatzung:	1 Insasse

Falldarstellung:

Bei guten Wetterbedingungen startete der Flugzeugführer in seinem einsitzigen Motorsegler auf einen privaten Flug in die Umgebung. Zwei Stunden nach dem Start kam es nach einer Umkehrkurve zu einer Berührung eines Baumes und in der Folge zum Aufschlagen des Motorseglers auf einem Feld. Zeugenbeobachtungen weisen darauf hin, dass der Motor in dieser Phase ausgeschaltet war und der Pilot gerade versuchte ihn wieder zu starten. Die nachfolgenden Untersuchungen der BFU konnten keine technischen Mängel feststellen. Schwer verletzt wurde der Flugzeugführer ins Zentralklinikum Augsburg gebracht, wo er am sechsten Tag starb.

Äußere Leichenschau:

Zahlreiche mit Nähten versorgte Wunden der Extremitäten und des Gesichtes. Am rechten Unterschenkel ein Fixateur extern, der linke etwa 10 cm unterhalb des Knies amputiert. Mit Metallklammern versorgte Operationswunde, nach chirurgischer Intervention im Bauchbereich.

Innere Leichenschau:

Zeichen der chirurgischen Intervention im Bauchraum. Entzündliche (zum Teil nekrotisierende) Veränderungen des Rachens, der Luftröhre, der Lungen und Nieren. Wesentlicher Befund eines **metastasierten Rektumkarzinoms** mit **Aussaat in Leber, Lunge und Nebenniere**, etwa die Hälfte der über 4 kg schweren Leber von Tumormetastasen durchsetzt, restliches Gewebe mit feinknotiger Zirrhose- Durchbauung. Zahlreiche Lymphknotenmetastasen. Todesursache: Herz-Kreislaufversagen bei fortgeschrittenem metastasiertem Karzinom in Verbindung mit einer offenbar infektionsbedingten Schädigung der restlichen Lungenanteile und der Nieren, als sogenanntes Multiorganversagen. Das Karzinom war laut Obduktionsprotokoll allerdings derart fortgeschritten, dass es durchaus sogar als alleinige Todesursache hätte herangezogen werden können

Histologie:

Histologisch bestätigte sich das makroskopisch beschriebene Tumorleiden.

Auf eine chemisch - toxikologische Untersuchung und eine Bestimmung der Blutalkoholkonzentration wurde in Anbetracht des stationären Aufenthalts verzichtet.

Beurteilung: Laut Vorgeschichte war das Tumorleiden schon seit rund fünf Jahren bekannt.

In der BFU- Kurzbeschreibung ist von einem Tumorleiden oder einer Vorerkrankung nicht die Rede. Hier wird lediglich darauf hingewiesen, dass der Pilot nach 7 Tagen Krankenhausaufenthalt “seinen Verletzungen erlag“. Zur Unfallursache steht hier, dass trotz

Fehlen technischer Mängel ein Anlassversuch missglückte und das Lfz nach einer Umkehrkurve an einen Baum prallte.

In Anbetracht der durch das Karzinom betroffenen Organe ist jedoch neben einer akuten endokrinologischen (Addison-) Krise mit resultierender Hypotension und Synkope, eine hepatisch bedingte Beeinträchtigung der Bewusstseinslage denkbar. Damit muss die Vorerkrankung des Piloten als Unfallursache unbedingt in Betracht gezogen werden.

Diabetes mellitus und Flugsicherheit

Neben den akuten Komplikationen einer Stoffwechselentgleisung, der Hyperglykämie oder **Ketoazidose** bei Diabetes mellitus Typ 1 (die sich in ihrer Maximal- Form durchaus als diabetisches Koma manifestieren können) birgt auch die medikamentöse Behandlung eines angeborenen (und erworbenen) Diabetes mellitus Risiken: Eine unangepasste Insulin-Therapie kann zu schweren **Hypoglykämien** führen, die häufig unmittelbare Auswirkungen auf die Fähigkeit haben ein Flugzeug zu lenken und unbehandelt bis hin zum Tod führen können. Außerdem sind auch Langzeitschäden (wie beispielsweise die diabetische Retinopathie und Neuropathie), bedingt durch chronisch erhöhte Blutzuckerspiegel, in ihrer Auswirkung auf die Flugtauglichkeit nicht zu unterschätzen.

Diagnostik zu Lebzeiten, Bestimmungen zur Flugtauglichkeit

In der flugmedizinischen Erstuntersuchung ist sowohl die **Bestimmung der Glucose-**Konzentration im Blut als auch ein Test auf Vorhandensein von Zucker im Urin des Bewerbers vorgeschrieben. Ab dem 60. Lebensjahr wird dies erweitert um die Bestimmung von **Hb – A1c**.

Die geltenden JAR – FCL - 3- Bestimmungen sehen in den folgenden routinemäßigen Untersuchungen von einer regelmäßigen Bestimmung der Blutglucose-Konzentration und von Hb-A1c ab. Die Bestimmung dieser Laborparameter ist nur im Verdachtsfall vorgesehen. Angesichts der Gefahren, die mit einer diabetischen Stoffwechsellage einhergehen, und der Prävalenz dieser Erkrankung in der Bevölkerung übt der deutsche Fliegerarztverband harsche Kritik an den geltenden Bestimmungen (www.fliegerarztverband.de).

Möglichkeiten der Wiedereingliederung

Nach Punkt 3.295 der JAR – FCL - 3- Bestimmungen sind sowohl funktionell als auch organische „metabolische, nutritive oder endokrinologische Störungen, die die sichere Ausübung der Rechte beeinträchtigen könnten“ nicht mit einer Flugtauglichkeit vereinbar. Unter bestimmten Bedingungen kann bei Diabetes mellitus dennoch durch ein flugmedizinisches Zentrum (Tauglichkeitsklasse 1 und 2) oder einen flugmedizinischen Sachverständigen (Tauglichkeitsklasse 2) Tauglichkeit ausgesprochen werden. Ein **Insulin - pflichtiger Diabetes hingegen macht untauglich**. Bei der Einnahme anderer antidiabetischer Medikamente, wie Biguanidine, Glitazone, Alpha – Glucosidase - Inhibitoren, Sulfonylharnstoffe oder deren Analoga kann eine **Lizenz unter bestimmten Auflagen** (Klasse – 1 - Piloten: Operational Multicrew Limitation – OML: Gültig mit qualifiziertem Co - Piloten; Klasse – 2 - Piloten: Operational Safety Pilot Limitation – OSL: Gültig nur mit Sicherheitspilot und in einem Luftfahrzeug mit Doppelsteuer) erteilt werden (JAR - FCL 3.295, Anhang 4 (2) und (3) zu den Abschnitten B und C).

In Einzelfällen (Grossman et al. 2005) konnten **auch Piloten mit Insulin - pflichtigem** Diabetes mellitus Typ 1 nach „Blutzucker – Aufmerksamkeits - Training“ unter OML - Auflage **wieder eingesetzt** werden.

Diagnostik postmortal

Die Bestimmung der Glucose-Konzentration aus der Glaskörperflüssigkeit und dem Urin stellen effektive Mittel dar, eine vorbestehende gestörte Glucosetoleranz oder einen Diabetes mellitus zu diagnostizieren (Canfield et al. 2001). Mit Hilfe eines **Keto – Diabur - Tests** in Liquor und Urin können Aussagen über eine mögliche Stoffwechselentgleisung im Sinne einer Hyperglykämie während des Fliegens getroffen werden. Gefährlichere Hypoglykämiezustände können ggf. über **postmortale Glukosemessungen** in verschiedenen Kompartimenten unter Berücksichtigung eines Glukoseabbaus (über gebildetes Laktat) beurteilt werden.

Insgesamt wurden entsprechende Untersuchungen eher selten durchgeführt (vgl.4.12.4.).

Flugunfälle in Zusammenhang mit Diabetes mellitus in der Literatur und im Obduktionsgut

Canfield et al. (2001) fanden in Oklahoma City bei der Analyse von 192 tödlichen Flugzeugabstürzen acht Fälle in denen ein Diabetes mellitus vorher bekannt war. Fünf der Diabetiker wiesen abnorme Glucose-Konzentrationen in der Glaskörperflüssigkeit auf. In vier weiteren Fällen, in denen keine gestörte Glucosetoleranz beschrieben war konnte dies ebenfalls nachgewiesen werden. Bei den begutachteten Sektionen der rechtsmedizinischen Institute in Hamburg und München war nur bei einer 36-jährigen Passagierin ein auffälliges Ergebnis im Keto – Diabur - Test im Urin dokumentiert worden.

5.4.3. Medikamente und Drogen

Flugsicherheit - Medikamente und Drogen

Die Einnahme verschiedener, in der ärztlichen Praxis häufig verschriebener Medikamente (wie Schleifendiuretika, Antiarrhythmika der Klasse I und III, Cumarinderivate, sedierende Antihistaminika, Thyreostatika, Neuroleptika, Antidepressiva) führt zu Untauglichkeit. Andere (wie Betablocker, Aspirin, Klasse IV Antiarrhythmika, ACE-Hemmer, AT-II-Rezeptor Antagonisten, nicht sedierende Antihistaminika, Beta-2-Agonisten und Kortikosteroide in der Asthmatherapie) sind mit einer Flugtauglichkeit vereinbar (JAA Manual of Civil Aviation Medicine: Chapter 19 (2005) Medication and flying). Vor allen Dingen eine Medikation mit vielen verschiedenen Medikamenten ist höchst bedenklich. Piloten sind den JAR- FCL nach dazu verpflichtet die Einnahme jeglicher Medikamente in der flugmedizinischen Untersuchung anzugeben.

Bemerkungen zur toxikologischen Diagnostik bei Flugunfällen

Medikamente, die bei Flugunfällen in meist therapeutischen oder subtherapeutischen Konzentrationen vorliegen deuten häufig auf eine bestimmte existente Erkrankung hin (Chaturvedi 1997).

Um einen brauchbaren toxikologischen Nachweis zu erbringen, ist die Bestimmung der Stoffe und ihrer Metabolite in mehreren Proben notwendig (Chaturvedi 1997).

Medikamente und Drogen bei Flugunfällen in der Literatur und im Obduktionsgut

Toxikologische Untersuchungen (Ruehle 1989) bei 196 Flugunfallopfern der U.S. Air Force zeigten, dass die Ergebnisse bei 22 % als positiv zu werten waren. Bei 7 % konnten toxikologisch Drogen oder Medikamente nachgewiesen werden.

Kuhlmann et al. (1991) stellten hingegen fest, dass sogar bei 12,6 % von 377 Flugunfallopfern Drogen oder Pharmaka nachgewiesen werden konnten. In **1,3 % der Fälle** wurden dort **Cannabinoide** und in **1,6 % der Fälle Benzoylcegonin** (Abbauprodukt des Kokains) gefunden. Bei drei Leichen konnten Spuren von Antidepressiva, bei 7 von Benzodiazepinen nachgewiesen werden. In einer groß angelegten Studie von Akin und Chaturvedi (2003)

konnten **unter 4184 tödlichen Flugunfällen bei 61 Unfällen** beim Piloten Selektive-Serotonin-Wiederaufnahmehemmer (SSRIs) nachgewiesen werden.

H1- Antihistaminika der ersten Generation wie bspw. Diphenhydramin, Doxylamin, Brompheniramin, Chlorpheniramin oder Promethazin werden bei tödlichen Flugzeugabstürzen in den USA mit zunehmender Häufigkeit gefunden (Sen et al. 2007). Bei dieser Medikamentengruppe ist neben einer Reduktion allergischer Symptome eine sedierende Wirkung bekannt.

In einer neueren retrospektiven Studie mittels toxikologischer Datenbank des CAMI fand sich im Zeitraum 1990 – 2005 **bei 103 von 338 Flugunfällen mit Toten mind. ein H1-Antihistaminikum** der ersten Generation. In neun Fällen konnten sogar zwei verschiedene Pharmaka dieser Gruppe nachgewiesen werden; **in 13 Fällen** wurde die Wirkung von Antihistaminika (1.Gen.) **als Unfallursache** angesehen (Sen et al. 2007).

Die chronische Aufnahme von Aspartam (als Süßstoff in Light-Produkten wie “NutriSweet“ enthalten) hat nach einer neuropsychologischen Studie, anders als angenommen, keine kognitiven Leistungsminderungen zur Folge (Stokes et al. 1994).

Insgesamt gab es in unserem **Untersuchungsgut in nur fünf Fällen** ein toxikologisch positiv wertbares Ergebnis:

Benzodiazepine wurden im Obduktionsgut der beiden rechtsmedizinischen Institute nur bei zwei Piloten gefunden und auf eine Aufnahme vor dem Absturz zurückgeführt.

Diphenhydramin, ein sedierendes Antihistaminikum wurde im Blut eines tödlich verunglückten Segelflugzeugpiloten gefunden. Außerdem war der Fall eines Piloten mit Z.n. Aortenisthmusstenosen -Operation und dem toxikologischen Nachweis von Vincamin (vgl. 4.9.2.) auffällig. Von einer unfallursächlichen Wirkung ging man in allen Fällen jedoch nicht aus

Benzoylcegonin wurde lediglich bei einem 21-jährigen **Passagier** in Verbindung mit Spuren von LSD toxikologisch nachgewiesen. Im Untersuchungsgut wurden keine SSRIs, Cannabinoide oder Melatonin nachgewiesen.

Melatonin wird als Epiphysenhormon mit circadianer Rhythmik sezerniert. Unter Einwirkung des Nucl. suprachiasmaticus und Nervenverbindungen des Sympathikus wird bei Dunkelheit die Freisetzung von Melatonin stimuliert und bei Helligkeit gehemmt. Das Hormon wirkt auf den Tag/ Nacht- Rhythmus und soll schlaffördernd wirken.

Für Crew- Mitglieder, die bereits mehrere Zeitzonen ohne ausreichende Zeitanpassung durchflogen haben ist bekannt, dass die Einnahme von Melatoninpräparaten zu einer zusätzlichen **Beeinträchtigung des Schlaf-Wach-Rhythmus** führt. Erfolgt die Einnahme zur falschen Zeit, ist außerdem mit einer möglicherweise eingeschränkten fliegerischen Leistungsfähigkeit zu rechnen (Sanders et al. 1999). Auch Interaktionen mit anderen Pharmaka sind bekannt. Wird bei einem tödlichen Flugunfall unter Tage eine hohe Konzentration von Melatonin gemessen, so spricht das für eine vorherige Aufnahme eines Melatonin - haltigen Präparates. Dabei ermöglichen es Konzentrationsmessungen in Urin und Blut im Abgleich mit epiphysären Bestimmungen eine exogene Aufnahme von Melatonin nachzuweisen. Jedoch sind postmortale Konzentrationsbestimmungen in Blut und Urin wesentlich ungenauer als aus der Epiphyse selbst.

Kasuistik X.: “Diazepam und Amphetamin im Blut eines Ultraleichtflugzeugpiloten“
--

<u>Region Süd</u>

▪ Alter des Piloten:	28
▪ Flugunfall am:	20.8.1992, 18.45 Uhr
▪ Sektionsnummer:	1643/92
▪ BFU-Kennung:	3x507-0/92
▪ Lfz-Typ:	Ultraleichtflugzeug
▪ Unfallursache laut BFU:	Betätigen des Zündschalters durch Fluggast
▪ Besatzung:	2 Insassen

<u>Falldarstellung:</u>

Der 28-jährige Pilot und ein weiterer Insasse eines Ultraleichtflugzeuges kamen während eines privaten Reisefluges bei einem Absturz ums Leben. Den Informationen der BFU zufolge schaltete der Fluggast versehentlich den in Kniehöhe angebrachten Zündschalter aus. Das Ultra-Lfz kollidierte bei der Landung mit einem Gebäude. Beide Insassen wurden bei dem Absturz getötet.

<u>Äußere Leichenschau:</u>

Bei der äußerlichen Betrachtung fiel auf, dass das rechte Daumenendglied durch den Absturz abgetrennt worden war. Am rechten Unterarm fanden sich weiterhin zahlreiche speichenwärts gelegene Aufschürfungen.

<u>Innere Leichenschau und Histologie:</u>
--

Bei der Sektion ließen sich ausgedehnte Knochenbrüche und Zeichen eines Schädelhirntraumas nachweisen. Herz- und Lungengewebe wiesen tiefe Einrisse auf. Als so genannte vitale Reaktionen legten subendokardiale Blutungen und ein starker Ausblutungszustand der inneren Organe die Vermutung nahe, dass der Kreislauf des Piloten zum Zeitpunkt des Aufschlages intakt war. Darüber hinaus konnten weder bei der Obduktion noch durch die feingewebliche Untersuchung relevanten Vorerkrankungen gefunden werden. Die Todesursache wurde als „Zentrale Lähmung in Verbindung mit ausgedehnten Knochenbrüchen und Zerreißen innerer Organe“ beschrieben.

<u>Weiterführende Untersuchungen:</u>

Das Ergebnis der chemisch-toxikologischen Untersuchung belegte, dass der Pilot vor Eintritt des Todes **Diazepam und ein Amphetamin** (oder eine Substanz, die dazu abgebaut wird) aufgenommen hatte. Laut Gutachten ist bei dieser Kombination davon auszugehen, dass die Flugfähigkeit deutlich herabgesetzt gewesen sein musste. Es wird darin vor allem auch auf die **Möglichkeit der Selbstüberschätzung** hingewiesen.

<u>Beurteilung:</u>

Auf Grund des toxikologischen Befunds ist anzunehmen, dass der Pilot nicht in der Lage war auf die unerwartete Situation angemessen zu reagieren.

Eine Obduktion und toxikologische Untersuchung hätte eine eventuelle Beeinflussung des Fluggastes durch obenstehende Substanzen und eine möglicherweise resultierende Unachtsamkeit gegenüber der Cockpit- Instrumente aufdecken können. Denkbar wäre auch, dass die Betätigung des Zündschalters mit suizidaler Absicht erfolgte.

Der Einfluss eines indirekten Sympathomimetikums und eines Benzodiazepins wird in der BFU- Kurzbeschreibung nicht erwähnt.

5.4.4. Suizid

Flugunfälle und Suizid – Kasuistiken in der Literatur

Der Nachweis einer Selbstmordhandlung mit einem Fluggerät ist sehr schwierig und erfordert unter anderem auch eingehende Recherchen zur Vita (Krefft 1974).

In den **USA** begingen in den Jahren von **1979 bis 1989 zehn Menschen** mit einem Flugzeug Selbstmord (Ungs 1994). Die dabei verwendeten Flugzeuge waren alles kleine private oder militärische Maschinen. Auch Flugunfälle größeren Ausmaßes werden mit einem Selbstmord in Zusammenhang gebracht:

So erschoss 1964 ein 27-jähriger in suizidaler Absicht den Piloten und Co-Piloten einer Pacific – Airlines - Maschine, woraufhin diese abstürzte und alle **44 Insassen getötet** wurden.

Auch der Absturz und der **Tod von 217 Insassen** eines Flugzeuges über dem Atlantik 1999 gehen **wahrscheinlich auf den Selbstmord des damaligen Co - Piloten** zurück. Ein 50-

jähriger alkoholisierte Mann beging 2006 mit seinem Flugzeug in der Nähe von Kiel Selbstmord, nachdem er seinen Tod per SMS angekündigt hatte (Schwark et al. 2008).

Eine Studie aus Großbritannien (Cullen et al. 1997) konnte unter 1000 tödlichen Flugunfällen drei definitive Selbstmorde feststellen. Bei einem Fall eines betrunkenen Piloten war das Suizidmotiv fraglich. Eine weitere britische Untersuchung (Cullen et al. 1998) stellte **unter 415 tödlichen Flugunfällen drei definitive und sieben mögliche Suizidfälle** fest. Der Absturz erfolgte dabei häufig nachdem spektakuläre gefährliche Flugmanöver durchgeführt wurden. Maulen (1993) schätzt, dass **etwa 2 - 3 % aller tödlichen Flugunfälle** auf das Konto von Selbstmördern gehen.

Suizid im Obduktionsgut Hamburg und München

Der einzige, sicher nachgewiesene Selbstmord war ein “**erweiterter Suizid**“ eines **Familienvaters**, der sich 1984 in der Region Nord ereignete. Anhand der untenstehenden Falldarstellung sollen die wichtigsten Aspekte besprochen werden.

5.4.5. Tötungsdelikte

Der obengenannte Fall des erweiterten Suizids ist der Einzige im Obduktionsgut der beiden Institute.

5.5. Bemerkungen zur Untersuchung eines Flugunfalles

5.5.1. Interdisziplinarität

Rechte und Pflichten der BFU in Zusammenhang mit einer Obduktion sind im Gesetz über die Untersuchung von Flugunfällen (FIUUG) geregelt (vgl. 3.1.3).

Nach Information durch die **BFU** bedeutet dies in der praktischen Umsetzung:

In der Regel wird die **Obduktion mit der Staatsanwaltschaft abgestimmt** und durch die jeweilig zuständigen Rechtsmediziner durchgeführt. Der Untersuchungsführer der BFU erhält eine **Kopie des kompletten Obduktionsberichtes**. Toxikologische Untersuchungen und Alkoholbestimmungen werden mit der Staatsanwaltschaft bzw. mit dem Rechtsmediziner besprochen und bei besonderem Interesse durch die BFU in Auftrag gegeben.

Die BFU kann auch die Flugmedizinische Untersuchungsstelle der **Bundeswehr** in Fürstenfeldbruck um Amtshilfe bitten. In diesen Fällen reisen die Flugmediziner der Bundeswehr an die Unfallstelle und führen eine Aufnahme vor Ort und auch die Obduktion durch. Auch hier erfolgt eine Absprache und Zusammenarbeit mit den regional zuständigen Rechtsmedizinern. Sollten besondere Untersuchungen, wie z.B. Nachweis von Medikamenten o.ä., erforderlich sein, gibt die BFU diese Untersuchungen in der Regel beim Flugmedizinischen Institut der Bundeswehr in Auftrag. Alle Ergebnisse einer Obduktion sowie medizinische Erkenntnisse unterlegen den **Datenschutzregelungen** nach dem FIUUG. Detaillierte Schlussberichte über – auch schwerere, nicht tödliche Flugunfälle – sind über die Homepage der BFU einzusehen und abrufbar

Untersuchung eines Flugunfalles – die Beteiligten, Arbeit vor Ort

Die Erfahrungen aus größeren Flugzeugabstürzen der Vergangenheit haben gezeigt, dass für die Untersuchung eines solchen das fachliche Wissen mehrerer Disziplinen absolut notwendig ist (Weiler u. Risse 1998). Hier soll als Beispiel der Absturz einer Chartermaschine in Teneriffa 1972 angeführt werden, bei dem alle 155 Insassen, darunter 148 deutsche Urlauber, und die sieben köpfige Besatzung getötet wurden. Trotz der besonderen Umstände und Schwierigkeiten, wie unter anderem der großen Opferzahl, der späten Untersuchung der Leichen, der Brandeinwirkung und der vorangegangenen Konservierungsmaßnahmen, konnte damals ein unerwartet gutes Ergebnis bei der Identifizierungsarbeit beobachtet werden. Zurückgeführt wurden diese Erfolge auf eine gut organisierte Zusammenarbeit aller Beteiligten und ein **hohes Maß an Interdisziplinarität** (Beckmann et al. 1972). Die positiven Erfahrungen bei Unfällen dieses Ausmaßes können zweifelsfrei auch bei der Untersuchung kleinerer, privater Flugunfälle beobachtet werden (Dirnhofer u. Sigrist 1982). Denn auch hier ist es notwendig das Fachwissen der Sachverständigen für Flugunfalluntersuchung, Kriminalpolizei, IdKO, Spurensicherung, des Technischen Hilfswerks, der Rechtsmedizin und gegebenenfalls der Bundeswehr zur erfolgreichen Klärung der Führerschaft (sh. unten), zur biomechanischen Rekonstruktion und zur Identifizierung von Insassen zusammenzuführen.

Dass sich bei der interdisziplinären Aufklärung eines Flugunfalls **durchaus auch Schwierigkeiten** ergeben können, zeigte sich bei den Untersuchungen des Absturzes einer amerikanischen Militärmaschine in einem Wohngebiet in Remscheid. Die Untersuchung von militärischen Opfern war dabei örtlichen Rechtsmedizinern nach dem NATO-Truppenstatut untersagt. Bezüglich der zivilen Opfer bestanden aus rechtsmedizinischer Sicht nach den damaligen Protokollvorgaben der BKA-Kommission Schwierigkeiten bei der Auslegung des Vordrucks "Äußere und Innere Leichenschau". Hieraus wurde zunächst eine Beschränkung auf eine Leichenschau abgeleitet, wobei darauf hingewiesen wurde, dass auch für eine

Identifizierung die Obduktion anzustreben ist (jedoch nicht unter den Vorgaben des § 87 StPO, d.h. ohne zwingende Forderung nach zwei Obduzenten und der Eröffnung von drei Körperhöhlen, Huckenbeck et al. 1990).

Manchmal wird es darüber hinaus im Laufe der Ermittlungen notwendig, weitere medizinische Sachverständige zu Rate zu ziehen, wie beispielsweise (den betreuenden) Flugmediziner und Psychologen (Marty 2003).

Unvollständige postmortale Untersuchungen bedeuten für die Ermittlungen gewöhnlich einen erheblichen zusätzlichen Aufwand. Dies kann durch sorgfältige Planung vermieden werden (McCormick 1977). Es leuchtet daher ein, dass die rechtsmedizinische Arbeit bei Unfällen im Flugverkehr ein **systematisches Vorgehen** erfordert. Zur Umsetzung von institutsinternen Richtlinien können "Checklisten zur Flugunfalluntersuchung" dienen (Marty 2003).

Auch bei Unfällen mit Fallschirmen oder Schleudersitzabstürzen ist unbedingt auf einen sorgfältigen und standardisierten Untersuchungsablauf zu achten (Werner 1999).

CO - Bestimmung und die Bedeutung von Brandgasen bei Flugunfällen

Die Bestimmung des CO- Gehaltes des Blutes wurde in beiden Instituten offenbar nur angeordnet, wenn erhebliche Brandeinwirkung stattgefunden hatte. Es ist jedoch auch durchaus denkbar, dass es durch Verbrennungsvorgänge (Schwelbrände) neben einer Rauchentwicklung zu einer Bildung von Kohlenmonoxyd und auch Zyaniden kommt, ohne dass die Leichen oder das Flugzeug nach einem Absturz sichtbare Brandspuren aufweisen. Die Inhalation solcher Brandgase kann vor allem bei kleineren Flugzeugen bei Erreichen von höheren Konzentrationen Bewusstseinseinschränkungen hervorrufen, welche möglicherweise zu Fehlhandlungen des Piloten und in der Folge zu einem Flugunfall führen können. Relevante toxische Schäden können jedoch erst durch CO in Konzentrationen von mehr als 10 % verursacht werden (Chaturvedi 2001).

Bei Großflugzeugen kann auch isoliert der Passagierraum betroffen sein, wie bei einem Flugzeugbrand in Paris 1973, bei dem die Cockpit-Besatzung überlebte, wohingegen 123 Passagiere an einer **Vergiftung durch Zyanide** starben. Die Brandgase waren aus dem den **Passagierraum auskleidenden Kunststoff freigesetzt** worden (Eisenmenger 2003).

Gaschromatographisch lassen sich auch Folgen von Kabelbränden im Blut der Insassen feststellen (Powitz 1983).

In unseren Fällen haben sich **keine Hinweise auf CO oder Zyanid** als unfallauslösende Ursache ergeben.

5.5.2. Rekonstruktion mit Hilfe rechtsmedizinischer Mittel

Bei Flugzeugabstürzen ist meist mit einer schwerwiegenden Traumatisierung des ganzen Körpers zu rechnen (Marty 2003). Häufig werden die Insassen nach einem Flugunfall auch in „Positionen“ aufgefunden, die **nicht der ursprünglichen Sitzanordnung** entsprechen. In vielen Sektionsprotokollen ist eine Vorgeschichte nicht diktiert worden und meist finden sich keine Anhaltspunkte hinsichtlich der Frage, wer das Flugzeug geflogen hat.

Die vorliegende Studie hat gezeigt, dass es aus rechtsmedizinischer Sicht sehr schwierig sein kann, die Geschehnisse eines Flugunfalles allein anhand der postmortal sichtbaren Verletzungen nachzuvollziehen (vgl. weiter unten).

Die Asservierung von Fremdmaterialien wie Glassplitter, Lackreste, Plastikteile etc. und die Zuordnung zu Strukturen des Cockpits, stellt dabei ein wichtiges Instrument der Rekonstruktion dar (Marty 2003).

Auch in der vorliegenden Untersuchung waren singuläre Verletzungen einer einzigen Körperregion bei Flugzeugabstürzen mit Todesfolge sehr selten, Polytraumata wurden hingegen ausgesprochen häufig festgestellt (vgl. Tab 21).

Neben Mehrfachverletzungen sind bei **Unfällen mit Gleitschirmen** (bzw. Paragliding; Bohnsack u. Schroter 2005; Fasching et al. 1997; Krauß u. Mischkowsky 1993; Navarette-Navarro et al. 2002; Schulze et al. 2002) und **Fallschirmen** (Baiju u. James 2003; Christey 2005; Ellitsgaard u. Ellitsgaard 1989; Knapik et al. 2003; Lowdon u. Wetherill 1989) vor allem Verletzungen der unteren Extremität und der Lendenwirbelsäule häufig. Schwere Verletzungen und tödliche Unfälle waren 2003 beim **Paragliding** seltener als bei anderen Luftsportarten. Daneben konnte das Auftreten von Wirbelsäulenfrakturen durch die Einführung von Rücken- Protektoren im Gleitschirmsport reduziert werden (Bohnsack u. Schroter 2005).

Stickverletzungen oder Joystick-Verletzungen, andere Abdruckmarken

Die – mögliche – Entstehung von Stickverletzungen wird dadurch erklärt, dass während eines Unfalles die an Cockpitelemente wie Steuerknüppel oder Leistungshebel fixierten Hände durch Dezeleration an diese „gepresst“ werden, und dadurch Haut und Weichteile deren Abdruckmarken tragen oder entsprechende Verletzungen aufweisen.

Dabei befindet sich der Steuerknüppel üblicherweise rechts vom Piloten, wohingegen der Leistungshebel bei Kampffjets links ist.

Auf dieselbe Art und Weise kann die Bewegung anderer Körperteile während des Unfalles rekonstruiert werden, durch **Abdrücke anderer Cockpitinstrumente**. Beispielsweise an den Füßen durch Pedale, im Gesicht, am Bauch etc. (Marty 2003). Besonderen Wert sollte auf die fotografische und radiologische **Dokumentation** der Handverletzungen gelegt werden (Maßstab 1:1, mit gespreizten Fingern; bei eingetretener Leichenstarre ggf. nach Durchtrennung der Beugesehnen; Röntgen der Hand; Marty 2003).

Die Verletzung der rechten Zwischenfingerfalte **darf keineswegs als spezifisch für eine Piloteneigenschaft angesehen werden**. In dieser Studie war diese Verletzung **eher selten im Sektionsprotokoll** dokumentiert worden, und noch viel seltener wurde die Verletzung der rechten Daumenzwischenfingerfalte explizit auf eine Piloteneigenschaft zurückgeführt oder als Stick/bzw. Joystickverletzung bezeichnet.

Eine Verletzung der rechten Zwischenfingerfalte zwischen Daumen und Zeigefinger durch einen Gashebel kann jedoch auch durch andere Verletzungsmechanismen vorgetäuscht werden und zu einer Fehlinterpretation führen. Die Sektion eines Piloten, konnte nachweisen, dass dieser während des Fluges durch Schüsse von hinten in den Hals und von der rechten Seite in die Schulter, außer Gefecht gesetzt worden war. Mit Hilfe der Sicherung von Pulverspuren und der Sektion konnte nachgewiesen werden, dass der Pilot von einer schräg hinter ihm sitzenden Frau erschossen wurde. Bei dieser Frau, war die rechte **Zwischenfingerfalte in der Art einer Joystick-Verletzung** verwundet, die sich bei näherer Betrachtung jedoch einem **Abdruck durch den Pistolenlauf zuordnen ließ**.

Kasuistik XI.: “Spezifische Verletzungen“

Region Süd

▪ Flugunfall am:	25.1.1992
▪ Sektionsnummer:	GS 185/92
▪ BFU-Kennung:	3x009-0/92
▪ Lfz-Typ:	Flugzeug > 2 t
▪ Wetterbedingungen:	schlecht, Nebel
▪ Unfallursache laut BFU:	
▪ Besatzung:	5 Insassen

Falldarstellung:

Der Pilot einer Cessna 421 c beabsichtigte nachmittags bei Nebel und einer Sichtweite von unter 500 m auf dem Flughafen München - Riem zu landen. Im Landeanflug verschlechterte sich die Sicht noch weiter. Das Flugzeug stürzte rund 60 m von der Landebahn entfernt senkrecht mit der Flugzeugfront auf den Boden. Alle fünf Insassen verstarben noch an der Absturzstelle.

Obduktion:

Bei dem Piloten waren Veränderungen an der Haut des linken Handgelenks erkennbar, wie bei einer **an eine Armatur erinnernden Abdruckmarke**. An der Streckseite des linken Unterarmes fand sich eine ähnliche Marke. Außerdem war am rechten Mittelfinger ein Metallteil mit der **Aufschrift OBS** eingesprengt. Dem Sektionsprotokoll nach sprachen diese Befunde dafür, dass es sich bei der Leiche um den Flugzeugführer gehandelt hatte.

Die Obduktion ergab keine Hinweise auf Vorerkrankungen, die für das Absturzgeschehen hätten relevant sein können. Neben zahlreichen Organrupturen, unter anderem auch des Herzens, bestanden an vielen Stellen Knochenbrüche und ein massives Schädelhirntrauma. Todesursächlich war eine „Zentrale Lähmung bei Schädelzertrümmerung mit schwersten Hirnverletzungen“.

Weiterführende Untersuchungen:

Im Sektionsprotokoll war die Anforderung eines HIV- Testes und einer Blutgruppenbestimmung vermerkt. Die chemisch - toxikologische und BAK – Untersuchung verlief negativ.

6. Zusammenfassung

In Deutschland gibt es im Gegensatz zu anderen Ländern wie z.B. den USA kaum systematische Auswertungen tödlicher Flugunfälle. In der vorliegenden Arbeit wurden deshalb Flugunfälle anhand von Ergebnissen aus Obduktionen der Institute für Rechtsmedizin in Hamburg und München einschließlich weiterführender Untersuchungen unter Einbeziehung von Unfallberichten der BFU untersucht.

Die Erhebung erfolgte für den Zeitraum der Jahre 1984 bis 2008 und bezog sich auf tödliche Unfälle mit Luftfahrzeugen aller Art (Flugzeuge, Segelflugzeuge, Hubschrauber, Luftschiffe, Motorsegler, Hängegleiter, Fallschirme, Gleitschirme, Freiballone, Fesselballone).

Am Institut für Rechtsmedizin in Hamburg (Region Nord) wurden 30 Piloten (4 Frauen, 26 Männer) bei insgesamt 56 Insassen. In München (Region Süd) waren es 94 Piloten (2 Frauen, 92 Männer) bei insgesamt 175 Insassen.

Im küstennahen Gebiet der Region Nord stürzten v.a. motorbetriebene Flugzeuge (zum Teil mit Wasserung) ab, während im alpennahen bzw. Alpeneinzugsbereich München Unfälle mit leichten Luftfahrzeugen, wie Motorseglern, Fallschirmen, Gleitschirmen oder Ultraleichtflugzeugen überwogen.

Auffallend war, dass insgesamt 36 obduzierte Opfer von 29 Flugunfällen keinem bei der BFU gemeldeten Unfall zugeordnet werden konnten. Davon waren 11 Opfer Flugunfällen der Bundeswehr zuzuordnen, die von der BFU nicht (immer) erfasst werden. Die restlichen 25 betrafen – soweit aus den Obduktionsprotokollen hervorging – hauptsächlich Unfälle mit Gleitschirmen, Hängegleitern und Fallschirmen.

Alkoholeinfluss wurde, abweichend von ausländischen Literaturangaben wie aus den USA, in den untersuchten Fällen sehr selten vorgefunden: Bei lediglich zwei Hubschrauberpiloten der Bundeswehr war eine Alkoholisierung (mit einer BAK von 1,5 ‰ und 2,7 ‰) festgestellt worden. Darüber hinaus lagen in diesen beiden Fällen Hinweise auf Alkoholmissbrauch vor, die sich bei dem einem Piloten über eine längere Zeit hinweg zurück verfolgen lassen. Die kausale Bedeutung des Faktors Alkohol bei tödlichen Flugunfällen im deutschen Luftraum war bisher unklar oder allenfalls eingeschränkt beurteilbar, da keine systematischen Untersuchungen vorliegen. BFU und Behörden können nur auf unvollständige Daten und Auswertungsmöglichkeiten zugreifen. Alkoholbestimmungen werden zwar in praktisch allen Fällen routinemäßig durchgeführt, jedoch (wie eventuelle chemisch - toxikologische und histologische Untersuchungen) nur auf Anforderung mitgeteilt. Auch bei der vorliegenden Untersuchung wurden in praktisch allen Fällen Alkoholbestimmungen durchgeführt und standen für eine Auswertung zur Verfügung. Um mögliche Dunkelziffern auf diesem Gebiet zu vermeiden sollten die obengenannten Ergebnisse, v.a. die ohnehin routinemäßig bestimmten BAK – Werte regelmäßig von den Untersuchungsbehörden angefordert oder der BFU nach Aufforderung mitgeteilt werden.

BAK- Bestimmungen sollten hinsichtlich möglicher Kontamination und postmortalen Alkoholbildung kritisch betrachtet und ggf. durch Begleitstoffanalysen ergänzt werden, was in älteren Veröffentlichungen teilweise nicht berücksichtigt wurde.

Medikamente oder **Drogen** hatten in der vorliegenden Untersuchung als unfallverursachende Faktoren praktisch keine Bedeutung. Im Gegensatz zu Angaben beispielsweise aus den USA kamen insbesondere Drogen in den Erhebungen kaum vor. Auch hier ist jedoch zu

berücksichtigen, dass keine regelhaften Analysen als verlässliche Datengrundlage durchgeführt werden, Untersuchungsaufträge meist nur in Verdachtsfällen erfolgen und insofern mögliche Einflüsse auf die Flugtüchtigkeit und einen Flugunfall unerkannt bleiben können.

Suizid: Im Obduktionsgut konnte nur ein Flugunfall als Suizid, eigentlich ein erweiterter Suizid mit Tötung des Piloten, ausgemacht werden. Andere Erhebungen hingegen (bspw. in Großbritannien) ermittelten eine größere Zahl von Flugunfällen in suizidaler Absicht, hier fielen v.a. weitaus mehr Verdachtsfälle auf. Im Einzelfall gestaltet sich der Nachweis eines Selbstmordes mit Hilfe eines Luftfahrzeuges meist schwierig und erfordert eine kritische, umfassende Beurteilung unter Einbeziehung von Obduktion, Unfallablauf und Informationen zur Vorgeschichte.

Homizid: Mit obengenanntem Fall eines erweiterten Suizids konnte lediglich ein „Tötungsdelikt“ festgestellt werden, das mit einem Flugunfall im Zusammenhang stand.

Krankheiten: Bei insgesamt 27 Piloten (knapp 22 % der Piloten) wurden bei der Obduktion relevante und darunter auch schwerwiegende Krankheiten festgestellt, welche die Flugtauglichkeit, ebenso wie die konkrete Flugtüchtigkeit bei den einzelnen Unfällen ohne Weiteres hätten beeinträchtigen können. Zumindest in 12 Fällen (etwa 10 % der Piloten) wurde bereits im Obduktionsprotokoll und dann auch in den Unfallberichten der BFU auf die Möglichkeit hingewiesen, dass die Vorerkrankung des Piloten zur Verursachung des Unfalles zumindest beigetragen haben kann.

Vor allem pathologische Veränderungen des Herzens ließen sich relativ häufig bei den obduzierten Piloten darstellen (kardiovaskuläre Auffälligkeiten bei etwa 60 % der Piloten; alte Narben des Myokards bei etwa 14 % der Piloten). In mehreren Fällen waren kardial bedingte Leistungseinschränkungen im Sinne einer „Incapacitation“ als unfallverursachender Faktor naheliegend, obgleich die BFU diesem Zusammenhang keine Bedeutung beimaß. Bei der Häufigkeit und dem Schweregrad der Herzveränderungen erscheinen die derzeitigen flugmedizinischen Untersuchungen zur Attestierung einer Flugtauglichkeit nicht ausreichend. Die Forderung nach Belastungs- EKGs in der Routine- Diagnostik (derzeit in den JAR- FCL 3- Bestimmungen nicht vorgesehen) ist zumindest bei älteren Piloten, etwa ab dem 50sten Lebensjahr nur zu unterstützen.

Auch andere schwerwiegende Erkrankungen lagen bei einzelnen Piloten vor, die mit sehr großer Wahrscheinlichkeit die Flugtauglichkeit beeinträchtigt oder aufgehoben haben (z.B. malignes Lymphom; metastasiertes Rektumkarzinom). Stoffwechselstörungen wie Diabetes mellitus waren hingegen nicht feststellbar. Eine diesbezügliche Testung wurde allerdings nur bei wenigen Flugunfalltoten durchgeführt. Prinzipiell sollten jedoch im Rahmen der Obduktion orientierende Streifentests durchgeführt werden und im Verdachtsfall auch Glucose- und evt. Laktat-, Insulin- und C - Peptidspiegel gemessen werden.

Insgesamt wäre eine **Verbesserung der Kooperation** zwischen den beteiligten Stellen hinsichtlich des Informationsaustausches wünschenswert:

Denn obgleich sich in der Obduktion bei einigen Piloten ernstzunehmende vorbestehende Erkrankungen feststellen ließen, fanden sich in den BFU- Kurzbeschreibungen nicht immer Hinweise hierauf, obwohl der BFU in der Regel die Obduktionsprotokolle und in Auftrag gegebene Untersuchungsergebnisse übermittelt werden. Grundsätzlich sollten alle relevanten rechtsmedizinischen Ergebnisse an die BFU übermittelt und im dortigen Untersuchungsbericht erwähnt werden. Zu diskutieren wäre auch, dass ggf. den Obduzenten

die Untersuchungsberichte zur Kenntnis und möglichen Stellungnahme dazu übermittelt werden, inwieweit rechtsmedizinische Befunde auf den Unfallablauf Einfluss nehmen konnten.

Ferner sollte bereits bei der **Obduktion** die Vorgeschichte zu Protokoll gegeben werden, so wie es auch seit einiger Zeit die Regel ist. Auf diese Weise kann mit Kenntnis des Unfallablaufs der Rechtsmediziner bei pathologischen Befunden u.U. bereits bei der Obduktion Zweifel an der Fluchtüchtigkeit äußern.

Die Obduktion erwies sich in einigen Fällen (z.B. Neubildungen, Suizid durch Erstechen eines Piloten) als einziges Mittel, das in der Lage war die Unfallumstände zu klären. Die Auswertung der von der BFU bereit gestellten Daten zeigte, dass in Bayern dennoch bei rund 40 % der Flugunfälle keine Obduktion angeordnet wurde. In Hamburg, Bremen, Niedersachsen und Schleswig- Holstein wurde bei ca. 30 % der Unfälle nicht obduziert. Es sollte angestrebt werden, dass zumindest jeder bei einem Flugunfall getötete Luftfahrzeugführer einer Obduktion zugeführt wird (inkl. BAK, evt. Tox., Glucose / Ketonkörper- Test u.a.).

Eine der rechtsmedizinischen Aufgaben bei der **Untersuchung eines Flugzeugabsturzes** ist die Klärung der Führerschaft. Grundsätzlich erfordert dies eine akkurate und systematische Dokumentation vor Ort, die Asservierung von Splittern, Lackspuren etc. und die Interpretation von Verletzungsmustern.

In der vorliegenden Arbeit konnte bei insgesamt 24 Flugunfalltoten (13,7 %) allein durch die Obduktion keine Position im Luftfahrzeug zugeordnet werden, nicht zuletzt mangels einer Vorgeschichte im Protokoll. In diesen Fällen konnten lediglich Mutmaßungen zur Führerschaft (auf Grundlage der dokumentierten Verletzungen im Obduktionsprotokoll und den BFU- Kurzbeschreibungen) angestellt werden. Dabei traten typische, sogenannte **Joystick - Verletzungen** selten - wenn überhaupt - auf und erwiesen sich in der Zuordnung und Differenzierung als problematisch.

7. Anhang:

7.1. Tabellarische Aufstellung – Daten und Bemerkungen zur Sektion der Piloten

Auf den folgenden Seiten sind wesentliche Befunde und Informationen aus den Obduktionen der Piloten und (soweit bekannt) zum Ablauf der Flugunfälle in tabellarischer Form festgehalten.

Spalte Insassen:	Insassen Lfz gesamt / tödlich / schwer verletzt
Spalte Unfall / Befunde / Bemerkungen:	Informationen von der BFU und zu evt. flugmedizinisch relevanten Krankheitsbefunden aus der Obduktion ggf. auch Alkoholkonzentrationen, Medikamenten- oder Drogennachweise Bei fehlenden diesbezüglichen Bemerkungen waren keine Hinweise auf Erkrankungen bzw. eventuelle gesundheitliche Beeinträchtigungen aus der Obduktion gegeben. Gleiches gilt für die Bemerkungen zum Ablauf des Unfalles (aus Informationen der BFU). Bei evt. luftverkehrsnahe Tätigkeit findet sich hier ein Hinweis, z.B. Luftwaffe
Spalte BFU – Zeichen:	k.A. bedeutet, Fall und Obduktion der BFU nicht zuordenbar
Spalte GS - Nr.:	Identifizierungsnummerierung der rechtsmedizinischen Institute, bzw. bei FlmedILw: Sektion fand am Flugmedizinischen Institut der Luftwaffe statt.

Region Nord (Hamburg)							
<u>GS- Nr.</u>	<u>Verst. am</u>	<u>Insassen</u>	<u>Alter</u>	<u>Todesursache</u>	<u>Unfall / Befunde / Bemerkungen</u>	<u>BFU - Zeichen</u>	<u>LFZ - Typ</u>
265/84	4.3.84	5,5,0	52	Zahlreiche Organzertrümmerungen, insbesondere vollständiger Verlust des Gehirns	Familienvater <u>ersticht Pilot in suizidaler Absicht im Flug</u> schlitzförmige Wunde, Durchtrennung d. Schwertfortsatzes, vgl. Kasuistik I Pilot: hochgr. Koronarsklerose.	3x020-0/84	Fz < 2t
551/84	20.5.84	3,3,0	k.A.	Schwerste Organzertrümmerungen in allen Bereichen, vollständige Enthirnung infolge Schädelzertrümmerung	Zusammenstoß zweier Lfze	cx004-1/84	Fz < 2t
129/85	31.1.85	2,1,1	35	Massive Körperzertrümmerung	Major	k.A.	k.A.
682/85	30.7.85	2,2,0	33	Massive Hirnquetschung und -schädigung	Fluglehrer. GS: PFO	3x329-0/85	Sfz
670/86	23.8.86	k.A.	25	Zentraler Tod bei vollst. Enthirnung n. Schädelzertrümmerung	Zusammenstoß. 699/86 überlebt 11 d.	3x395-1/86	Sfz
699/86	3.9.86	1,1,0	69	Infektiös-toxisches Herz-Kreislauf-Versagen	Zusammenstoß, überlebt 11 d. 670/86 sofort tot.	3x395-2/86	Sfz
229/87	24.3.87	2,2,0	35	Hochgradige Brustkorbzertrümmerung mit schwersten Verletzungen des Herzens, der Lunge und der Brustschlagader	Hauptmann der Bundeswehr	k.A.	k.A.
415/88	9.5.88	6,2,4	43	Contusio cordis, Aortenruptur		3x113-0/88	Fz < 2t
879/88	21.10.88	1,1,0	53	Schwerstes Polytrauma mit Enthirnung & Schädelzerquetschung	Flugzeugingenieur. Wasserung	3x530-0/88	Fz < 2t
460/89	1.6.89	k.A.	46	Koronararterienthrombose	Kein Unfall. Nicht in Aufzählung. Hs-Pilot. Tot im Bett aufgefunden, auf Lehergang (letzte fliegerärztl. U. -> unauffällig). GS: <u>Hochgradig stenosierende Koronararteriosklerose, frische Thrombose in re. Koronararterie, bullöse Lungenemphyseme, Bronchiektasen, Pulmonalarteriosklerose</u>	kein Unfall	kein Unfall
452/89	11.6.89	4,4,0	63	Polytrauma mit vollständiger Zerquetschung des Hirnstammes	Histo: <u>malignes Lymphom.</u> Infiltration u.a. von: Lnn, Nnm, Milz, Leber, Niere, Aortenwand, Herzmuskel, <u>weiche Hirnhaut.</u> GS: Aortenklappensklerose Unfallursache: s. Kasuistik VIII.	3x231-0/89	Fz < 2t
643/91	24.7.91	1	62	Contusio cerebri	Pilot stirbt nach 10 d intensivmed. Betr. GS: <u>Herz=560g</u>	k.A.	k.A.
529/92	28.6.92	1,1,0	17	Polytrauma, mit Hirnstammabriss + Herzabriss	Sfz-Schüler (Alleinflug unter Aufsicht)	3x304-0/92	Sfz
983/92	17.12.92	1,1,0	52	Schwerstes Polytrauma, Enthirnung		3x634-0/92	Fz 2-20t

Region Nord (Hamburg)							
<u>GS- Nr.</u>	<u>Verst. am</u>	<u>Insassen</u>	<u>Alter</u>	<u>Todesursache</u>	<u>Unfall / Befunde / Bemerkungen</u>	<u>BFU - Zeichen</u>	<u>LFZ - Typ</u>
437/96	9.6.96	1,1,0	30	Polytrauma		3x155-0/96	Fz < 2t
799/97	5.10.97	3,3,0	44	Herz-Kreislauf-Versagen bei Polytrauma		k.A.	k.A.
310/98	6.4.98	1,1,0	32	Akutes Herz-Kreislauf-Versagen bei Polytrauma		k.A.	k.A.
419/98	9.5.98	2,2,0	20	Ertrinken		3x080-0/98	Fz < 2t
1045/98	21.11.98	2,2,0	47	Polytrauma		3x381-0/98	Fz < 2t
810/99	29.7.99	2,1,1 Schüler überlebt	56	Polytrauma	Fluglehrer, GS: Hochgradige Koronararteriosklerose, zahlreiche alte Herzinfarktfolgen. Carotis com. re. 5% Restlichtung. Sklerosierte Adergeflechte in Hirnkammersystem. BFU: Absturz aus 15m mit hoher Längsneigung auf Landebahn. Unfall- ursache nicht eindeutig feststellbar	3x185-0/99	Fz < 2t
969/99	20.9.99	4,4,0	54	Polytrauma		3x251-0/99	Fz < 2t
0132/00	12.2.00	3,3,0	56	Polytrauma	Berufspilot. GS: Hochgradige Koronararteriosklerose. Alte Infarktfolge & frischer Infarktbezirk in Hinterwand der li. Herzkammer. BFU: Unklare Unfallursache. Gesundheitl. Beeinträchtigung mgl.	3x010-0/00	Fz < 2t
1360/01	26.12.01	9,8,1	58	Herz-Kreislauf-Versagen nach Schädelprellung & Thoraxtrauma in Vbg. mit Ertrinkungsvorgang bei hochgradiger Unterkühlung	Wasserung. Gewerblicher Flug	3x286-0/01	Fz 2-20t
119/02	2.2.02	k.A.	44	(Keine innere Leichenschau) Am ehesten Ertrinken	Mehrere Wochen nach Lfz-Absturz im Wasser gefunden.	k.A.	k.A.
308/02	14.3.02	5,5,0	42	Versagen der zentralen Regulation bei Teilabriss der Großhirnschenkel i. R. eines ausgedehnten Schädelhirntraumas.	Hs-Absturz., 1,5 % BAK. GS: Zentrolobuläre Verfettung der Leberepithelien, alk.-induzierte Leberzellverfettung. Vgl. Kasuistik II	k.A.	Hs
616/03	15.6.03	1,1,0	55	Polytrauma nach Sfz-Absturz		3x110-0/03	Sfz
1113/03	14.11.03	1,1,0	53	Vielfachverletzung		3x235-0/03	Fz < 2t
622/04	18.6.04	1,1,0	53	Schädel-Hirn Trauma bei Polytrauma		3x092-0/04	Fz < 2t
606/06	12.6.06	2,2,0	51	Polytrauma		3x057-0/06	Fz < 2t
668/06	3.7.06	6,5,1	51	Polytrauma, Verbrennungen von 80- 85% der KOF, Rauchgasinhalationsstrauma	Kommerzielle Luftfahrt. Tod nach 16 h in Kh. GS: Mäßige Koronararteriosklerose, Herzgewicht: 510g, mit alter Vernarbungszone. Z.n. Darmresektion im Bereich des Sigmoids	3x083-06	Fz 2-20t
0598/07	16.6.07	3,3,0	62	Hitzeinwirkung/Verbrennung,	Brandtorso	cx008-0/07	Fz < 2t
292/94	31.3.94	5,5,0	24	Verbrennungstod	Überführte Leiche, Absturz in Algerien	Algerien	Hs
803/85	30.8.85	2,?,?	45	Polytrauma	Überführte Leiche, Absturz in Bolivien	Bolivien	k.A.

Region Süd (München)							
<u>GS-Nr.</u>	<u>Verst. am</u>	<u>Insassen</u>	<u>Alter</u>	<u>Todesursache</u>	<u>Unfall / Befunde / Bemerkungen</u>	<u>BFU - Zeichen</u>	<u>LFZ - Typ</u>
483/84	20.3.84	?	40	Zentrale Lähmung bei Genickbruch mit vollständigem Abriss des verlängerten Markes von der Brücke.	Oberleutnant	k.A.	k.A.
643/84	15.4.84	1,1,0	46J	Ersticken bei Bluteinatmung.		3x055-0/84	k.A.
871/84	29.5.84	?	27	Zentrale Lähmung bei Abriss des verlängerten Markes und der Brücke nach schweren Schädeldach- und Basisbrüchen mit Einspießung der Halswirbelsäule.		k.A.	k.A.
999/84	20.6.84	1,1,0	57	Zentrale Lähmung bei Schädelzertrümmerung.		3x258-0/84	Sfz
1052/84	01.7.84	1,1,0	26	Traumatisches Schockgeschehen bei Polytrauma mit Verbluten.		3x280-84	Hg
1193/84	21.7.84	1,1,0	41	Herzversagen bei Herzruptur mit Abriß der Brustschlagader.	GS: <u>Arteriosklerose der Hirngrundgefäße, Verschluss der re umgreifenden Herzkranzarterie</u> <u>Starke Koronararteriosklerose.</u> könnte Herzfunktionsstörung bei erheblicher Belastung erklären, BFU: <u>Triebwerkausfall, nicht genügend Kraftstoff</u>	3x336-0/84	Sfz
1418/84	30.8.84	4,4,0	22	Kreislaufversagen bei Zerreißen des Herzens.		3x461-0/84	Fz <2t
1607/84	30.9.84	1,1,0	58	Zentrale Lähmung bei einer mehrfachen Durchtrennung der Halswirbelsäule.		3x503-0/84	Ms
167/85	25.1.85	6,6,0	27	Versagen des Herzens bei Herzkontusion mit nicht penetrierenden Einrissen im Bereich des Herzens.	Zum Zwecke des Fallschirmspringens, im Steigflug Triebwerkausfall	3x003-0/85	Hs
785/85	16.5.85	1,1,0	59	Riss der Körperhauptschlagader, vielfältige Lungenanspießungen und Knochenbrüche.	GS: <u>Reiskorngroße Schwielen in der li Herzkammervorderwand.</u> Geringe Koronararteriosklerose	3x109-0/85	Ms
834/85	27.5.85	1,1,0	59	Zentrale Lähmung bei Abriss der Brücke vom verlängerten Mark.		3x136-0/85	Sfz
737/86	07.5.86	1,1,0	?	Innere Verblutung bei Riss der Körperhauptschlagader in Verbindung mit einer zentralen Lähmung bei unvollständiger Hirnstammruptur.		k.A.	k.A.
742/86	09.5.86	k.A.	41	Zentrale Lähmung bei Schädelbrüchen und Hirngewebsverletzungen.		Cx005-86	Fz <2t
1031/86	28.6.86	4,4,0	44	Herz-Kreislaufversagen im Hitzeschock.	Führerschaft? 1031/86 - 1034/86	3x212-0/86	Fz <2t

Region Süd (München)							
<u>GS- Nr.</u>	<u>Verst. am</u>	<u>Insassen</u>	<u>Alter</u>	<u>Todesursache</u>	<u>Unfall / Befunde / Bemerkungen</u>	<u>BFU - Zeichen</u>	<u>LFZ - Typ</u>
1093/86	5.7.86	k.A.	k.A.	Ateminsuffizienz bei beidseitiger pseudolobärer Lungenentzündung.	GS: Tod nach intensivmed. Beh.: Septische Organveränderungen. <u>Z.n. op. Mitralklappenersatz. Alte Herzmuskelnarbe. Verwachsungen beider Herzbeutelblätter. Mäßiggradige Koronarsklerose. Feinknotige Leberzirrhose.</u>	k.A.	k.A.
1255/86	4.8.86	k.A.	31	Traumatischer Schock bei ausgedehnten, knöchernen und Weichteilverletzungen insbesondere des Brustkorbes.		k.A.	k.A.
1473/86	5.9.86	1,1,0	32	Zentrale Lähmung bei ausgedehnten Hirngewebszerstörungen bei einem Trümmerbruch des Hirn- und Gesichtsschädels.	Nicht-/Fehlöffnen des Fallschirmes	3x411-0/86	Fs
1514/86	13.9.86	1,1,0	50	Herz-Kreislaufversagen bei schwerer Herzprellung in Verbindung mit Serienbrüchen der Rippen und einem Hirntrauma.		k.A	Fz <2t
1592/86	28.9.86	1,1,0	41	Zentrale Lähmung bei Abriss des Hirnstammes und schweren Hirngewebszertrümmerungen	Nicht-/Fehlöffnen des Fallschirmes	3x448-0/86	Fs
283/87	22.2.87	1,1,0	61	Herzversagen bei Einrissen im Bereich der großen Hohlvene sowie Herzquetschungsbezirke in Verbindung mit einem traumatischen Schock-Geschehen bei ausgedehnten Knochen- und Weichteilverletzungen	Flugschüler	3x009-87	Hg
696/87	9.5.87	1,1,0	29	Zentrale Lähmung bei traumatischen Hirngewebsblutungen	GS: Z.n. ärztl. Int.-Beh., Milzresektion, Versorgung von Leberissen, Leberteilesektion	3x086-87	Hg
688/87	9.5.87	2,2,0	61	Zentrale Lähmung bei schwerem Schädel-Hirn-Trauma mit Zerreißung des verlängerten Markes in Verbindung mit einem schweren stumpfen Brust- und Bauchtrauma mit Verbluten	Triebwerksausfall. Einweisender Pilot. <u>Besaß Behindertenausweis (50%), Grund?</u>	3x085-0/87	Fz < 2t
818/87	31.5.87	2,2,0	61	Schock-Geschehen bei schwersten Skelett- und Organverletzungen	GS: <u>Schwere Arteriosklerose, nicht mehr frische Verschlüsse umgreifende & li. absteigende Herzkranzschlagader. Ausgedehnte alte Herzinfarkte. Fettleber.</u> Chem.-tox.: Phenacetin- oder Phenazon-Derivat-Aufnahme. BFU: Gesamtzerlegung d. Flugwerks nach Einflug in Wolken. Unfallursache: ?	3x130-87	Ms

Region Süd (München)							
<u>GS- Nr.</u>	<u>Verst. am</u>	<u>Insassen</u>	<u>Alter</u>	<u>Todesursache</u>	<u>Unfall / Befunde / Bemerkungen</u>	<u>BFU - Zeichen</u>	<u>LFZ - Typ</u>
1042/87	12.7.87	4,4,0	39	Zentrale Lähmung bei Abriss der Medulla oblongata von der Hirnbrücke	GS: <u>Konz. Herzmuskelhypertrophie.</u> <u>Z.n. nach Op bei Aortenisthmusstenose.</u> Vincamin im Blut. <u>BFU</u> : kein Kurztext	3x248-0/87	Fz < 2t
1233/87	11.8.87	36,9,5	44	Schweres Schädel-Hirntrauma mit Schädelbruch in Vbg. mit einer schweren Rumpfuquetschung und Verblutung nach innen		3x322-0/87	Fz 2-20t
877/88	27.5.88	1,1,0	25	Zentrale Lähmung infolge eines subduralen Hämatoms über der rechten Großhirnhälfte und Hirnquetschungen im rechten Schläfenpol bei Bruch der Schädelbasis rechts	Lösen des Schleppseiles beim Windenstart	3x190-0/88	Ms
FlmedILw	3.7.88	9,9,0	?	Versagen der zentralen Regulation bei schwerem Schädel-Hirntrauma	Schlechte Bedingungen und Sicht, 5 Zivilisten. Pilot: <u>BAK: 2,7 ‰.</u> <u>Hinweise auf Alkoholabhängigkeit</u> seit längerer Zeit. Beginnende <u>Leberzirrhose.</u>	k.A.	Hs
1137/88	10.7.88	2,2,0	45	Zentrale Lähmung bei nahezu vollständiger Enthirnung	Primärbruch des linken Tragflügels. Lfz-führer?	3x295-0/88	Sfz
1337/88	15.8.88	1,1,0	35	Kreislaufversagen bei Polytrauma mit Zerreißung des linken Herzvorhofes und Hmatoperikard		3x426-88	????
324/89	22.2.89	1,1,0	44	Herzstillstand bei Herzerreissung bei stumpfem Brustkorbtrauma		3x016-0/89	Fz < 2t
794/89	12.5.89	5,4,1	?	Hitzeschock bei Brandeinwirkung	Lfz-Führer?	3x123-89	Fz < 2t
882/89	26.5.89	1,1,0	22	Zentrale Lähmung bei Polytrauma		3x198-0/89	Sfz
1537/89	6.9.89	1,1,0	72	Herz-Kreislauf-Versagen bei Polytrauma mit Herzerreißungen und mehrfacher Ruptur der großen Körperschlagader	BFU: <u>k.A. zur Tox.</u> Flugschüler, Alleinflug unter Aufsicht, Zusammenstoß zweier Lfze. GS: <u>Hypertrophie re Herz. Vereinzelt Narben im Bereich der Herzmuskulatur.</u> Urin: Benzodiazepin-Aufnahme (vor längerer Zeit)	3x463-2/89	Sfz
1633/89	22.9.89	1,1,0	41	Verbluten nach innen bei Ruptur der Brustschlagader, in Vbg. mit Hirnquetschungen bei schwerem Schädel-Hirn-Trauma	bungssprung, Nicht-/Fehlöffnen. GS: <u>Einzelne Narben in der Herzmuskulatur li.</u>	3x494-0/89	Fs
1687/89	28.9.89	5,5,0	49	Zentrale Lähmung bei vollständiger Enthirnung, in Vbg. mit einem schweren stumpfen Brust- und Bauchtrauma	Fragliche Lfz-führer, mglw. auch 1688/89	3x505-0/89	Fz < 2t

Region Süd (München)							
<u>GS- Nr.</u>	<u>Verst. am</u>	<u>Insassen</u>	<u>Alter</u>	<u>Todesursache</u>	<u>Unfall / Befunde / Bemerkungen</u>	<u>BFU - Zeichen</u>	<u>LFZ - Typ</u>
2261/89	28.12.89	1,1,0	25	Zentrale Lähmung bei schweren Hirngewebsertrümmerungen in Verbindung mit Verbluten bei schwersten Organ- & Skelettverletzungen		3x576-89	Hg
373/90	20.2.90	1,1,0	28	Zentrale Lähmung bei Schädeldach- und Schädelbasisbrüchen mit Hirnkontusionen		3x034-90	Gs
1353/90	28.7.90	1,1,0	63	Zentrale Lähmung bei Enthirnung		3x321-0/90	Ms
2271/90	22.12.90	k.A.	30	Kohlenmonoxydvergiftung	[CO-Hb]= 85%, GS: Verbrennungen 3.- 4. Grades, 80 % der KOF, Verletzungen relativ gering	k.A.	k.A.
1287/91	4.7.91	1,1,0	42	Zentrale Lähmung bei Überdehnungsrissen des Stammhirnes nach Ringbruch der knöchernen Schädelbasis	Alleinflug unter Aufsicht	3x291-0/91	Ms
185/92	25.1.92	5,5,0	66	Zentrale Lähmung	Führerschaft? 185/92 - 189/92	3x009-0/92	Fz 2-20t
1007/92	23.5.92	1,1,0	56	Protrahiertes Kreislaufversagen		3x187-92	Gs
1643/92	20.8.92	2,2,0	28	Zentrale Lähmung	Chem.-tox. Befund: <u>Diazepam, Amphetamin. Ursache laut BFU: vgl. Kasuistik X., k.A. zur Tox</u>	3x507-0/92	Fz < 2t
1780/92	7.9.92	2,2,0	49	Kammerflimmern bei Stromdurchfluß durch den Körper mit ausgedehnter Verbrennung und Verkohlung der Weichteile		3x542-0/92	Fz < 2t
1405/93	2.8.93	1,1,0	46	Zentrale Lähmung bei Quetschung des oberen Halsmarks nach Bruch der Halswirbelsäule mit Abscherverletzung des Dens axis	Testpilot (DASA), 7 d Überleben in intensiv-med. Beh.	3x-395-93	k.A.
1801/93	7.10.93	k.A.	20	Verbluten nach innen durch Zerreißen von Herz und Körperhauptschlagader		k.A.	k.A.
414/94	27.2.94	2,2,1	33	Traumatisches Schock-Geschehen bei ausgedehnten Skelett- und Organertrümmerungen nach Sturz aus großer Höhe		3x024-0/94	Fz < 2t
868/94	12.5.94	1,1,0	51	Blutungsschock. Wg. starker Vorschädigung d. Koronargefäße & des Herzens selbst ist eine Funktionsstörung des Herzens als Absturzursache nicht ausgeschlossen	GS: <u>Herzhypertrophie. Alter Infarkt in Rückwand li Kammer. Feinfleckige Myokardfibrose. Hochgradige Koronararteriensklerose.</u> BFU: Hänggleiter kollidierte mit Bäumen.	cx007-94	k.A.

Region Süd (München)							
<u>GS- Nr.</u>	<u>Verst. am</u>	<u>Insassen</u>	<u>Alter</u>	<u>Todesursache</u>	<u>Unfall / Befunde / Bemerkungen</u>	<u>BFU - Zeichen</u>	<u>LFZ - Typ</u>
1140/94	21.6.94	4,4,0	47	Zentrale Lähmung	Führerschaft? 1140/94 - 1143/94	3x260-0/94	Fz < 2t
1547/94	21.8.94	4,4,0	57	Traumatischer Schock bei Zerreißung lebenswichtiger innerer Organe bei ausgedehnten Knochenbrüchen	Wasserung, Zusammenstoß, beide Lfze im Flug	3x446-1/94	Fz < 2t
1549/94	21.8.94	4,4,0	62	Zentrale Lmung bei Abriss des hohen Halsmarkes, nach Abriss der Halswirbelsäule von der knöchernen Schädelbasis	Wasserung Zusammenstoß, beide Lfze im Flug, Sfz-schlepp	3x446-2/94	Fz < 2t
872/95	4.5.95	1,1,0	61	Zentrale Lmung bei Enthimung	GS: <u>Deutliche Koronar- arteriosklerose. Einzelne Narben in der Herzmuskulatur li. Im Abgangs- teil der re Herzkranzschlagader embolisiertes Gewebe, wie bei Embolie.</u> Metropololaufn. in über- therapeutischer Konz. <u>BFU</u> ; nach mehreren Vollkreisen plötzlich Bahnneigungsflug, dann Aufprall an Berghang.	3x097-0/95	Fz < 2t
0998/95	25.5.95	1,1,0	63	Verbluten bei schweren Organ- und Skelettverletzungen	GS: <u>Feinfleckige Myokardfibrose, v.a. in Rückwand der li Herzkammer. Mäßige Koronarsklerose</u>	3x134-95	Sfz
1829/95	22.9.95	1,1,0	27	Traumatisches Schock-Geschehen bei ausgedehnten knöchernen und Weichteilverletzungen		3x464-95	Fs
492/96	9.3.96	1,1,0	55	Zentrale Lmung bei Quetschung des Rückenmarkes im Hals- und Brustbereich nach Bruch der Wirbelsäule	GS: <u>Einzelne Narben in Rückwand der Kammermuskulatur li. Mäßige Koronararteriosklerose</u>	3x011-96	Unbek.
686/96	3.4.96	1,1,0	41	Zentrale Lmung		3x028-0/96	Fz < 2t
1432/96	20.7.96	2,2,0	34	Zentrale Lmung	Führerschaft? Mgl. auch 1433/96	3x259-0/96	Fz < 2t
1531/96	5.8.96	1,1,0	51	Zentrale Lmung bei Stammhirnabriss	GS: <u>Einzelne Narben in Kammermuskulatur des linken Herzens. Spitzenschwiele in li Kammerrckwand. Mittelgradige Koronararteriosklerose.</u>	3x319-0/96	Sfz
1605/96	17.8.96	1,1,0	k.A.	Zentrale Lmung in Verbindung mit Ersticken durch Bluteinatmung		3x345-2/96	Sfz
925/97	19.5.97	1,1,0	70	Zentrale Lmung	GS: <u>Hochgradige Koronararteriosklerose, Herzmuskulatur mit ausgedehnten Verschwielungen (ca. 5cm). brige Herzmuskulatur mit feinfleckigen Verschwielungen.</u> In BFU-Kurztext wird auf Vorerkrankung hingewiesen	3x114-0/97	Sfz

Region Süd (München)							
<u>GS- Nr.</u>	<u>Verst. am</u>	<u>Insassen</u>	<u>Alter</u>	<u>Todesursache</u>	<u>Unfall / Befunde / Bemerkungen</u>	<u>BFU - Zeichen</u>	<u>LFZ - Typ</u>
1103/97	13.6.97	1,1,0	k.A.	Zentrale Lähmung		3x198-0/97	Fz < 2t
1111/97	17.6.97	1,1,0	66	Zentrale Lähmung bei schwerstem Schädelhirntrauma mit Zentrum in der linken Schläfenregion, breitklaffendem Schmierbruch der Schädelbasis und tiefgreifenden Hirngewebszerstörungen	Überlebenszeit 10 d. GS: Fragliche Leberfibrose	3x182-97	Sfz
1129/97	19.6.97	1,1,0	46	Polytraumas	Betriebsart: Kunstflug/Wettbewerb/Luftrennen	3x207-0/97	Fz < 2t
1197/97	1.7.97	3,3,0	32	Verletzungen lebenswichtiger Organe bei ausgedehnten Skelettzertrümmerungen	BFU: Triebwerksstörungen	3x230-0/97	Fz < 2t
1288/97	14.7.97	3,3,0	31	Schwerste stumpfe Gewalteinwirkung im Bereich aller drei Körperhöhlen mit Teilenthirnung und Herzertrümmerung	Führerschaft ? : 1287/97 – 1289/97	3x272-0/97	Fz < 2t
1357/97	22.7.97	4,4,0	23	Traumatischer Schock bei schweren Verletzungen innerer Organe mit Blutungen in die Körperhöhlen	GS: <u>Verschielung an Hinterwand der li Herzkammer. Alte Kontusionsherde in Hinterhaupt- & Frontalhirnrinde.</u> BFU: Schlechte Wetterbedingungen	cx012-0/97	Fz < 2t
994/98	6.6.98	4,4,0	35	Schock-Geschehen bei starker Hitzeeinwirkung		3x155-0/98	Fz < 2t
766/99	28.4.99	1,1,0	28	Polytrauma bei ausgedehnten Knochen- und Weichteilverletzungen in Vbg. mit zentraler Lähmung		k.A.	Fs
1946/00	28.10.00	1,1,0	40	Polytrauma	Versuchs-/Forschungs-/Erprobungsflug	3x266-0/00	Fz < 2t
169/01	25.1.01	4,4,1	43	Stumpfes Brustkorb- und Bauchtrauma in Vbg. mit hochgradigem Blutverlust nach innen und außen, mglw. auch in Vbg. mit einem Inhalationstrauma		cx001-0/01	Fz < 2t
0752/01	22.4.01	k.A.	54	Anatomisch eindeutig nachweisbare Todesursache nicht mehr feststellbar	Frankreich	k.A.	k.A.
0769/01	1.5.01	2,2,0	65	Kombination von zentraler Lähmung bei Einriss am Stammhirn mit Ringbruch der Schädelbasis in Verbindung mit Verbluten	GS: <u>Mittelgradige Koronararteriosklerose. In Kammermuskulatur li alter Narbenbezirk.</u> BFU: Sfz kippt in 100m Höhe seitlich über Tragflügel ab	3x044-01	Sfz
0913/01	20.5.01	1,1,0	49	Polytrauma.	Österreich	k.A.	Gs
1233/01	5.7.01	1,1,0	41	Verbluten n. innen bei Abriss d. Hauptschlagader		k.A.	Gs

Region Süd (München)							
<u>GS- Nr.</u>	<u>Verst. am</u>	<u>Insassen</u>	<u>Alter</u>	<u>Todesursache</u>	<u>Unfall / Befunde / Bemerkungen</u>	<u>BFU - Zeichen</u>	<u>LFZ - Typ</u>
1548/01	19.8.01	2,1,1	39	Zentrales Regulationsversagen		k.A.	k.A.
2269/01	28.11.01	4,4,0	52	Schwerstes Polytrauma, insbesondere mit offenem Schädelhirntrauma und subtotaler Enthirnung		3x281-0/01	Fz < 2t
0933/02	21.5.02	1,1,0	60	Verbluten nach innen		3x081-02	Sfz
1187/02	30.6.02	1,1,0	76	Polytrauma mit schwerem Hirn- und Brustkorbtrauma	<u>Degenerative Veränderungen an Mitralklappe & Ansatzring Aortenklappe. Mittelgradige Koronararteriensklerose</u> BFU: Nach Ausklinken -> Trudeln	3x135-02	Sfz
1280/02	12.7.02	1,1,0	62	Fortgeschritten metastasiertes Karzinom mit insoweit schwerer Schädigung der Leber und der Lungen, in Vbg. mit einer offenbar infektionsbedingten Schädigung der restlichen Lungenanteile & der Nieren, sogenanntes Multiorganversagen	Überlebenszeit 5 d. GS: <u>Metastasiertes Karzinom, weit fortgeschritten. Port. Leber (4250 g): 50%ige Durchsetzung mit Tumormetastasen. Vollst. Zirrhose-durchbauung der restlichen Leber. Tumorabsiedlungen auch in Lunge, Trachea & Nn.</u> BFU: vgl. Kasuistik IX.	3x139-02	Sfz
1492/02	14.8.02	1,1,0	59	Zertrümmerung des ges. Körpers mit Zerreißen lebenswichtiger Organe		3x185-02	Fz < 2t
1578/02	25.8.02	1,1,0	48	Schockgeschehen bei massivem Blutverlust nach schweren Skelett- und Organverletzungen	Kollision mit Transportseil	k.A.	Gs
1711/02	16.9.02	1,1,0	67	Zentrales Regulationsversagen in Kombination mit einer Blutaspiration		3x234-02	Fz < 2t
0803/03	06.5.03	1,1,0	47	Verbluten nach innen		k.A.	Ms
1570/03	23.8.03	6,6,0	42	Zentrale Lähmung	Kollision Sfz – Fz,	3x197-1/03	Fz < 2t
0804/04	15.5.04	1,1,0	26	Ersticken infolge einer massiven Bluteinatmung in die Lungen, im Gefolge eines schweren Brustkorbtraumas mit ausgeprägten Lungenprellungen		3x046-0/04	Sfz
0929/04	6.6.04	2,2,0	48	Zentrale Lähmung		k.A.	Fz < 2t
1127/05	3.7.05	2,2,0	43	Polytrauma nach Flugzeugabsturz	Kollision Sfz mit Cessna, Führerschaft?	k.A.	Sfz
1463/05	30.8.05	2,2,0	77	Zentrales Regulationsversagen bei Enthirnung nach breit klaffender Eröffnung des Schädels bei stumpfer Gewalteinwirkung	Führerschaft? Mgl. auch 1464/05	3x150-05	Fz < 2t
1494/05	4.9.05	1,1,0	59	Schwerstes Polytrauma		3x154-05	Sfz
0762/06	5.5.06	1,1,0	56	HerzKreislaufversagen		k.A.	Sfz
1937/06	31.10.06	1,1,0	44	Zentrales Regulationsversagen		k.A.	Fs

Region Süd (München)							
<u>GS- Nr.</u>	<u>Verst. am</u>	<u>Insassen</u>	<u>Alter</u>	<u>Todesursache</u>	<u>Unfall / Befunde / Bemerkungen</u>	<u>BFU - Zeichen</u>	<u>LFZ - Typ</u>
2094/06	26.11.06	2,1,1	41	Schockgeschehen bei massiver Blutung in die linke Brusthöhle nach Ruptur der Brustschlagader sowie schwerste Organ- & Skelettzertrümmerung	GS: <u>Hochgradige Koronarsklerose.</u> <u>Alter Infarkt in Vorderwand,</u> <u>praktisch von Basis zur Spitze</u> <u>reichend. Feinfleckige</u> <u>Myokardfibrose an li Kammerwand.</u> BFU: vgl. Kasuistik VII,	Cx019-0/06 Kein Hinweis auf Obd.	Fz < 2t
6064/07	6.4.07	1,1,0	47	Schwerstes Polytrauma		k.A.	Hg
6964/07	21.4.07	1,1,0	44	Verbluten		3x038-07 Kein Hinweis auf Obd.	Sfz
7511/07	1.5.07	2,2,0	36	Keine anatomisch eindeutig nachweisbare Todesursache	GS: Mit hoher Wahrscheinlichkeit so genannter Hitzeschock bei massiven Verbrennungen. Beteiligung giftiger Brandgase, wie z.B. Zyanverbindungen nicht ausgeschlossen. Massive Russeinatmung	3x044-07 Kein Hinweis auf Obd.	Sfz
9121/07	26.5.07	1,1,0	57	Verbluten nach außen nach Verletzung der Nasennebenhöhlen, in Vbg. mit einer Einatmung von Blut in die Lungen		k.A.	Gs
12394/07	16.7.07	3,3,0	53	Schwerstes Polytrauma	<u>Herzgewicht 675g! kardiale</u> <u>Bewusstseinsstörung als</u> <u>Unfallursache möglich.</u> <u>BFU: Pilot ohne gültiges</u> <u>Flugtauglichkeitszeugnis.</u>	3x112-0/07	Fz < 2t
12733/07	19.7.07	1,1,0	35	Polytrauma	Gleitfallschirm	k.A:	Gs
932/08	3.5.08	2,2,0	46	Herzquetschung mit Aufreißung des re Herzvorhofes & der re Herzkammer bei stumpfem Brustkorbtrauma	Ultraleichtflugzeug	3x029-0/08	Fz < 2t
985/08	9.5.08	1,1,0	61	Schweres Polytrauma	<u>Hochgrad. Koronararteriosklerose.</u> <u>Z.n. Stentanlage. Solitäre Myokard-</u> <u>Verschmelzung in linksventrikulärer</u> <u>Herzvorderwand.</u>	3x035-0/08	Sfz < 2t Hilfsantr.
01275/08	15.6.08	3,3,0	49	Keine anatomisch eindeutige Todesursache bei gerichtlicher Leichenöffnung. Tiefgreifende Brandzehrungen der Hautdecken, die nicht überlebar gewesen wären	Einmotorige Propellermaschine in Regenstau in Maisfeld abgestürzt	k.A. / fehlt	Fz < 2t

7.2. Abkürzungsverzeichnis

Allg.	allgemein
äLs	äußere Leichenschau
AMPP	Alcohol Misuse Prevention Programs
BFU	Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung
BKA	Blutalkoholkonzentration
CAMI	Civil Aeromedical Institute
CDT	Carbohydrat Defizientes Transferrin
Chem.- tox.	Chemisch-toxikologisch
CO - Hb	Kohlenmonoxyd - Hämoglobin-Konzentration
d	Tag(e)
DNA	Desoxyribonucleinsäure
FlMedILw	Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe
FIUUG	Flugunfalluntersuchungsgesetz
Fs	Fallschirm
Fz	Flugzeug
Gamma - Gt	Gamma-Glutamyl-Transpeptidase
Gs	Gleitschirm
GS - Nr.	Gerichtliche Sektionsnummer
h	Stunde(n)
Hg	Hängegleiter
Histo	Histologie
Hs	Hubschrauber
HWK	Halswirbelsäulenkörper
IdKO	Identifizierungskommission
Ind.	Indikation
JAA	Joint Aviation Authorities
JAR	Joint Aviation Requirements
JAR-FCL	Joint Aviation Requirements – Flight Crew Licensing
k.A.	keine Angaben
Kh	Krankenhaus
KOF	Körperoberfläche
LBA	Luftfahrtbundesamt
Lfz	Luftfahrzeug
Li	links
Lnn	Lymphknoten
MCV	Mittleres Corpuskuläres Erythrozytenvolumen
Ms	Motorsegler
NNM	Nebennierenmark
Of	Oberfläche
PFO	Persistierendes Foramen ovale
PKW	Personenkraftwagen
Re	rechts
Sfz	Segelflugzeug
StA	Staatsanwaltschaft
t	Tonne
Tödl.	Tödlich
Tox.	Toxikologisch
Verl.	Verletzt
Z.n.	Zustand nach

8. Literaturverzeichnis

- Akin A, Chaturvedi AK (2003) Selective serotonin reuptake inhibitors in pilot fatalities of civil aviation accidents. *Aviat Space Environ Med* 74(11):1169-1176
- Ast FW, Kernbach - Wighton G, Kampmann H, Koops E, Püschel K, Tröger HD, Kleemann WJ (2000) Fatal aviation accidents in Lower Saxony from 1979 to 1996. *For Sci Int* 119:68-71
- Baiju DSR, James LA (2003) Parachuting: A sport of chance and expense. *Injury* 34(3):215-217
- Beckmann G, Hühn H, Hauck G (1974) Erfahrungen und Schwierigkeiten bei der Identifizierung der Opfer des Flugunfalles in Teneriffa 1972. *Arch f Krim* 153(1):42-47
- Bhasker PD (2003) Flying under the influence of alcohol. *J Clin Forensic Med* 11:12-14
- Billings CE et al (1973) Effects of ethyl alcohol on pilot performance. *Aerospace Med* 44(4) 379-382
- Bohnsack M, Schroter E (2005) Injury patterns and typical stress situations in paragliding. *Orthopäde* 34(5):411-418
- Braun RW, Burchard GD, Fröhlich E et al. (2005) Reise- und Tropenmedizin. Schattauer, Stuttgart
- Brenner M, Cash JR (1991) Technical note. Speech analysis as an index of alcohol intoxication - the Exxon Valdez accident. *Aviat Space Environ Med* 62(9):893-898
- Burchard GD, Fleischer B (2005) Reisemedizin: Schwerpunkt häufige Tropenkrankheiten. *Dtsch Arztebl* 102(25):1452-1459
- Canfield DV, Chaturvedi AK, Boren HK, Veronneau SJH, White VL (2001) Abnormal glucose levels found in transportation accidents. *Aviat Space Environ Med* 72(9):813-815
- Canfield DV, Hordinsky J, Millett DP, Endecott B, Smith D (2001) Prevalence of drugs and alcohol in fatal civil aviation accidents between 1994 and 1998. *Aviat Space Environ Med* 72(2):120-124
- Canfield DV, Kupiec T, Huffine E (1993) Postmortem alcohol production in fatal aircraft accidents. *J Forensic Sci* 38:914-917
- Chaturvedi AK, Canfield DV (1997) Role of metabolites in aviation forensic toxicology. *Aviat Space Environ Med* 68(3): 230-233
- Chaturvedi AK, Smith DR, Soper JW, Canfield DV, Whinnery JE (2003) Characteristics and toxicological processing of postmortem pilot specimens from fatal civil aviation accidents. *Aviat Space Environ Med* 74(3):252-259
- Chaturvedi AK, Smith DR, Canfield DV (2001) Blood carbon monoxide and hydrogen cyanide concentrations in the fatalities of fire and non - fire associated civil aviation accidents. *For Sci Int* 121(3): 183-188
- Christey GR (2005) Serious parasport injuries in Auckland, New Zealand. *Emerg Med Australas* 17(2): 163-166
- Collins R, McCarthy GW, Kaleps I, Knox FS (1997) Review of major injuries and fatalities in USAF ejections, 1981-1995. *Biomed Sci Instrum* 33:350-353
- Conway GA, Klatt ML, Manwaring JC (1998) Effective injury prevention using surveillance data: helicopter logging, Alaska, 1992-1995. *Int J Circumpolar Health* 57(1):518-526
- Cook CCH (1997) Alcohol and aviation. *Addiction* 92(5):539-555

- Cook CCH (1997) Alcohol policy and aviation safety. *Addiction* 92(7):793-804
- Cowl CT, Jones MP, Lynch CF, Sprince NL, Zwerling C, Fuortes LJ (1998) Factors associated with fatalities and injuries from hot - air balloon crashes. *JAMA* 279(13):1011-1014
- Cullen SA (1998) Aviation suicide: A review of general aviation accidents in the U.K., 1970-96. *Aviat Space Environ Med* 69(7): 696-698
- Cullen SA, Drysdale HC, Mayes RW (1997) Role of medical factors in 1000 fatal aviation accidents: Case note study. *BMJ* 314:1592
- Cullen SA, Turk EP (1980) The value of postmortem examination of passengers in fatal aviation accidents. *Aviat Space Environ Med* 51:1071-1073
- Dave BP (2003) Flying under the influence of alcohol. *J Clin Forensic Med* 11:12-14
- Denk W, Missliwetz J (1997) Unfälle mit Heißluftballonen - Rekonstruktion und Verletzungsmuster. Kongressbericht 1997 der Deutschen Gesellschaft für Verkehrsmedizin e.V., BAST, S 68-69
- Dirnhofer R, Sigrist Th (1982) Zur Rekonstruktion eines Flugzeugabsturzes. *Beitr Gerichtl Med* 40:439-446
- Eisenmenger W (2003) Massenkatastrophen. In: Brinkmann B, Madea B (Hrsg) *Handbuch gerichtliche Medizin*. Springer, Berlin Heidelberg New York (Bd I), S 939-949
- Ellitsgaard N, Ellitsgaard VC (1989) Injury producing factors in sport parachuting. *J Sports Med Phys Fitness* 29(4):405-409
- Fasching G, Schippinger G, Pretscher R (1997) Paragliding accidents in remote areas. *Wilderness Environ Med* 8(3):129-133
- Flynn CF, Sturges MS, Swarsen RJ, Kohn GM (1993) Alcoholism and treatment in airline aviators: One company's results. *Aviat Space Environ Med* 64:314-318
- Frankenfield DL, Baker SP (1994) Epidemiology of hot - air balloon crashes in the U.S., 1984-88. *Aviat Space Environ Med* 65(1): 3-6
- Gates T, Duffy K, Moore J, Howell W, McDonald W (2007) Alcohol screening instruments and psychiatric evaluation outcomes in military aviation personnel. *Aviat Space Environ Med* 78(1):48-51
- Gendreau MA, DeJohn C (2002) Responding to medical events during commercial airline flights. *NEJM* 346:1067-1073
- Germerott T, Fieguth A, Albrecht K, Eidam J, Breitmeier D (2008) Todesfälle bei Piloten: „Der akute Myokardinfarkt - sind die bisherigen Flugtauglichkeitsuntersuchungen ausreichend?“. *Rechtsmedizin* 4: 294-295:
- Geserick G, Vendura K, Wirth I (2006) Endstation Tod. *Gerichtsmedizin im Katastropheneinsatz*. Voltmedia, Paderborn
- Gilg T, Mayr B (2007) Gewerblicher und privater Flugverkehr. In: Madea B, Mußhoff F, Berghaus G (Hrsg.) *Verkehrsmedizin*. Deutscher Ärzte – Verlag, Köln, S 751-758
- Gilg T (2007) Psychophysische Leistungsminderungen und Fahrsicherheit, alkoholbedingte Fahruntüchtigkeit bzw. Fahrunsicherheit. In: Madea B, Mußhoff F, Berghaus G. (Hrsg) (2007) *Verkehrsmedizin*. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln, S 453 - 456
- Gibbons HL (1988) Alcohol, aviation and safety revisited: A historical review and suggestion. *Aviat Space Environ Med* 59(7):657-660
- Gibbons HL, Ellis JW, Plechus JL (1966) Medical factors in 1945-1965 fatal aircraft accidents in the Southwest. *Aerosp Med* 37(10):1057-1060
- Grossman A, Barenboim E, Azaria B, Goldstein L, Cohen O (2005) Blood glucose

- awareness training helps return insulin - treated aviators to the cockpit. *Aviat Space Environ Med* 76(6):586-588
- Grossmann K (1985) *Flugmedizin*. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln
- Günther D, Ast FW, Tröger HD, Kleemann WJ (1999) Unexpected findings in the investigation of an airplane crash. *For Sci Int* 104:189-194
- Harper CR, Albers WR (1964) Alcohol and general aviation accidents. *Aerosp Med* 35:462-464
- Harsch V, Bardrum B, Illig P (2008) Lilienthals fatal glider crash in 1896: Evidence regarding cause of death. *Aviat Space Environ Med* 79:993-4
- Holdener F (1993) Alcohol and civil aviation. *Addiction* 88(7):953-958
- Huckenbeck W, Barz J, Bonte W (1990) Rechtsmedizinische Aspekte des Flugzeugabsturzes in Remscheid. *Beitr Gerichtl Med XLVIII*:179-184
- Iffland R, Rothschild MA (2003) Promillegrenze für Piloten? Abstractband 32. Kongress der Dt. Ges. für Verkehrsmedizin, BAST 152:17-18
- Johnson RD, Lewis RJ, Canfield DV, Dubowski KM, LeRoy Blank C (2005) Utilizing the urinary 5-HTOL/5-HIAA ratio to determine ethanol origin in civil aviation accident victims. *J Forensic Sci* 50(3):670-675
- Kallay D, Longauer F (2005) Medicolegal aspects of aircraft accidents in Slovakia. *Rechtsmedizin* 4:279
- Kirchhoff G, Beckmann G (1983) Der Föhn als Flugunfallursache. Kongressbericht Dt Ges Verkehrsmedizin, BAST, 42:51
- Kirchhoff G (1982) Der Föhn als Unfallursache bei militärischen Flugunfällen. Inaug.-Dissertation, München
- Kleiber M (1987) Suizidentschluß als Mordmotiv – Ein Flugzeug als Tatwaffe. *Arch f Krim* 179: 154-160
- Klose W (1990) Untersuchungen zu Pathomechanik und Rekonstruktion des Flugunfalles von Lübeck-Blankensee. In: Klose W, Oehmichen M (Hrsg) Festschrift zum 70. Lebensjahr für Prof. Dr. med. Dipl. - Chem. Otto Pribilla Direktor des Institutes für Rechtsmedizin der Medizinischen Universität zu Lübeck. Schmidt - Römhild, Lübeck
- Knapik JJ, Craig SC, Hauret KG, Jones BH (2003) Risk factors for injuries during military parachuting. *Aviat Space Environ Med* 74(7):768-774
- Krauß U, Mischkowsky T (1993) Der schwerwiegende Gleitschirmunfall: Analyse von 122 Fällen. *Unfallchirurg* 96:299-304
- Kreff S (1974) Kriminalität in der Luftfahrt. *Arch f Krim* 153:84-96
- Kuhlmann JJ, Levine B, Smith ML, Hordinsky JR (1991) Toxicological findings in Federal Aviation Administration General Aviation Accidents. *J Forensic Sci* 36(4):1121-1128
- Lasczkowski G, Hasenfuss S, Verhoff M, Weiler G (2002) An unusual airplane crash - deadly life saver - unintentional activation of an automated reserve opening device causing airplane accident. *For Sci Int* 125(2-3):250-253
- Lewis RJ, Johnson RD, Angier MK, Vu NT (2004) Ethanol formation in unadulterated postmortem tissues. *For Sci Int* 146(1):17-24
- Li G, Baker SP (1997) Injury patterns in aviation - related fatalities: Implications for preventive strategies. *Am J Forensic Med Pathol* 18(3):265-270
- Li G, Baker SP, Lamb MW, Qiang Y, McCarthy ML (2005) Characteristics of alcohol - related fatal general aviation crashes. *Accid Anal Prev* 37:143-148
- Li G, Baker SP, Qiang Y, Rebok GW, Mc Carthy ML (2007) Alcohol violations and accidents: Findings from the U.S. mandatory alcohol testing program. *Aviat Space Environ Med* 78(5):510-513

- Li G, Hooten EG, Baker SP, Butts JD (1998) Alcohol in aviation - related fatalities: North Carolina, 1985-1994. *Aviat Space Environ Med* 69(8):755-760
- Lowdon IMR, Wetherill MH (1989) Parachuting injuries during training descents. *Injury* 20(5):257-258
- Marty W (2003) Flugunfälle. In: Brinkmann B, Madea B (Hrsg) *Handbuch gerichtliche Medizin* 1. Springer, Berlin Heidelberg New York Kap 21, S 951-954,
- Madea B, Mußhoff F, Berghaus G. (Hrsg) (2007) *Verkehrsmedizin*. Deutscher Ärzte - Verlag, Köln
- Maulen B (1993) An aeronautic suicide attempt (3). Suicide and self - destructive behavior in aviation. *Crisis: Journal of Crisis Intervention & Suicide* 14(2):68-70
- Maxwell E, Harris D (1999) Drinking and flying: A structural model. *Aviat Space Environ Med* 70(2):117-123
- McConnell TS, Zumwalt RE, Wahe J, Haikal NA, McFeeley PJ (1992) Rare electrocution due to powerline contact in a hot-air balloon: Comparison with fatalities from blunt trauma. *J Forensic Sci* 37(5):1393-1400
- McCormick MM (1977) Joint committee on aviation pathology: VIII. Medical investigator preparedness for aircraft accident investigation. *Aviat Space Environ Med* 48(10): 932-936
- McFadden KL (1997) Policy improvements for prevention of alcohol misuse by airline pilots. *Hum Factors* 39(1):1-8
- McFadden KL (2002) DWI convictions linked to a higher risk of alcohol - related aircraft accidents. *Hum Factors* 44(4):522-529
- Merten M (2005) Dr. med. Hans-Dieter Marwinski. *Freund der Flieger*. Dtsch Arztebl 102(21):1188-1189
- Millar K, Finnigan F, Hammersley RH (1999) Is residual impairment after alcohol an effect of repeated performance? *Aviat Space Environ Med* 70(2):124-130
- Modell JG, Mountz JM (1990) Drinking and flying - the problems of alcohol use by pilots. *NEJM* 323:455-461
- Mohler SR, Booze CF (1978) U.S. fatal aviation accidents due to cardiovascular incapacitation: 1974 – 1975. *Aviat Space Environ Med* 49(10):1225-1228
- Morrow D, Yesavage J, Leirer V, Dolhert N, Taylor J, Tinklenberg J (1993) The time-course of alcohol impairment of general aviation pilot performance in a Frasca 141 simulator. *Aviat Space Environ Med* 64(8):697-705
- Mueller B (1984) *Flugmedizin*. In: Wagner HJ (Hrsg) *Verkehrsmedizin*. Springer, Berlin Heidelberg New York Tokyo
- Navarette - Navarro P, Macias I, Lopez - Mutuberria MT, Perez JM, Manzano F, Garcia M, Rodriguez A (2002) Traumatic rupture of aorta should be ruled out in severe injuries from paragliding: report from three cases. *J Trauma Inj Inf Crit Care* 52(3):567-570
- Omar MM, Al Mulla KF, Al Seleem TA, Murad B, Radovanovic Z (2005) Middle East aircrew use of alcohol, tobacco, coffee and medicaments. *Aviat Space Environ Med* 76(4):395-398
- Powitz G (1983) *Kongressbericht Dt Ges Verkehrsmedizin, BAST, Heft 42:56, Gaschromatographischer Nachweis von Kabelbränden*
- Penning R (2006) *Rechtsmedizin systematisch*, 2. Aufl. Uni - Med, Bremen
- Ross S, Ross L (1990) Pilots' knowledge of blood alcohol levels and the 0.04% blood alcohol concentration rule. *Aviat Space Environ Med* 61:412-417
- Ruehle CJ (1989) Toxicologic studies on USAF aircraft accidents casualties, 1973 - 1984. *Aviat Space Environ Med* 60(10):86-88

- Sanders DC, Chaturvedi AK, Hordinsky JR (1999) Melatonin: Aeromedical, toxicopharmacological and analytical aspects. *J Anal Toxicol* 23(3):159-167
- Schulze W, Richert J, Schulze B, Esenwein SA, Buttner - Janz K (2002) Injury prophylaxis in paragliding. *BJSM* 36(5):365-369
- Schwark T, Severin K, Grellner W (2008) "I am flying to the stars" – suicide by aircraft in Germany. *For Sci Int* 179(2-3):75-78
- Schwarz T, Schellong SM, Schwarz S (2005) Thromboserisiko nach Langstreckenflügen. *Dtsch Arztebl* 102(25):1446-1449
- Sen A, Akin A, Craft KJ, Canfield DV, Chaturvedi AK (2007) First-generation H1 antihistamines found in pilot fatalities of civil aviation accidents. *Aviat Space Environ Med* 78(5):514-522
- Shkrum MJ, Hurlbut DJ, Young JG (1996) Fatal light aircraft accidents in Ontario: A five year study. *J For Sci* 41(2):252-263
- Steinbach Th, Beckmann G (1983) Kongressbericht Dt Ges Verkehrsmedizin, BAST, Heft 42:52-53, Flugunfallrekonstruktion Analyse eines Jetunfalls mit Schleudersitzausstieg im nahen Schallgeschwindigkeitsbereich
- Stokes AF, Belger A, Banich MT, Bernardine E (1994) Effects of alcohol and chronic aspartame ingestion upon performance in aviation relevant cognitive tasks. *Aviat Space Environ Med* 65(1):7-15
- Taneja N, Wiegmann DA (2002) Prevalence of cardiovascular abnormalities in pilots involved in fatal general aviation airplane accidents. *Aviat Space Environ Med* 73(10):1025-1030
- Taneja N, Wiegmann DA (2003) Analysis of injuries among pilots killed in fatal helicopter accidents. *Aviat Space Environ Med* 74(4):337-341
- Taylor JL, Dolhert N, Friedman L, Mumenthaler M, Yesavage JA (1996) Alcohol elimination and simulator performance of male and female aviators: A preliminary report. *Aviat Space Environ Med* 67(5):407-413
- Taylor JL, Dolhert N, Morrow D, Friedman L, Yesavage JA (1994) Acute and 8-hour effect of alcohol (0.08%) on younger and older pilots' simulator performance. *Aviat Space Environ Med* 65(8):718-725
- Ungs TJ (1994) Suicide by use of aircraft in the United States, 1979-1989. *Aviat Space Environ Med* 65 (10pt1):953-956
- Vosswinkel JA, Mc Cormack JE, Brathwaite CEM, Geller ER (1999) Critical analysis of injuries sustained in the TWA flight 800 midair disaster. *J Trauma Inj Inf Crit Care* 47(4):617-621
- Weber F, Kron M (2003) Medical risk factors in fatal military aviation crashes: A case - control study. *Aviat Space Environ Med* 74(5 I):560-563
- Weiler G, Risse M (1988) Verletzungsmuster und Identifizierung nach Flugzeugkatastrophen. Zusammenarbeit zwischen Rechtsmedizin und BKA. Flugzeugabsturz bei Mühlheim/Ruhr. *Beitr Gerichtl Med* 47:215-220
- Werner U (1999) Ejection associated injuries within the German air force from 1981 - 1997. *Aviat Space Environ Med* 70(12):1230-1234
- Widders R, Harris D (1997) Pilots' knowledge of the relationship between alcohol consumption and levels of blood alcohol concentration. *Aviat Space Environ Med* 68(6):531-537
- Wolf B, Harding B (2008) Investigative and autopsy findings in sport aircraft – related deaths in Southwest Florida. *Am J Forensic Med Pathol* 29(3):214-218

Verordnungen:

Alcohol Misuse Prevention Program (Appendix J to 49 CFR Part 121)
Ausbildungs- und Prüfungsordnung für Gleitsegelführer
Ausbildungs- und Prüfungsordnung für Hängegleiterführer
Bekanntmachung von Lufttüchtigkeitsverordnungen für Hängegleiter und Gleitsegel,
vom 03. April 2003
Verordnung zur Änderung luftrechtlicher Vorschriften über Anforderungen an
Flugbesatzungen, Änderungen für Gleitschirm- und Drachenflieger

Gesetze:

Alkoholverbot für Besatzungsangehörige von Flugzeugen der Bundeswehr:
BVerwG, GG Art. 2 I; SG§§6, 10 IV; LuftVO § 1 III; WStG § 2 Nr. 2, Beschl.
V. 8.11.1990-1WB86/89, NJW 1991, 20,
Erste Durchführungsverordnung zur Luftverkehrs-Zulassungs-Ordnung (1. DV
LuftVZO) 15.04.2003
Flugunfall-Untersuchungs-Gesetz FIUUG, vom 26.08.1998 (BGBl I S.2470), zuletzt
geändert durch Artikel 15 Abs 115 G v. 5.2.2009 I 160
Joint Aviation Regulation – Operations JAR-OPS, vom 01.03.1998
Joint Aviation Regulations - Flight Crew Licensing JAR-FCL, vom 01.05.2003
Luftverkehrsgesetz LuftVG (§ 4 Abs. 4; § 5 Abs. 3; §2 Abs. 15)
Luftverkehrs-Zulassungsordnung LuftVZO

Sonstige:

Flugunfalluntersuchungsstelle im Bundesministerium für Verkehr, Innovation und
Technologie der Republik Österreich: Vereinfachter Untersuchungsbericht
Flugunfall mit dem Motorflugzeug Type Cessna FR 172 G am 1. Juli 2001 am
Ritterkopf, Gemeinde Rauris, Salzburg, GZ. 85.021/9-FUS/02

Berliner Zeitung, 13.01.2005: Mit 0,8 Promille auf dem Weg ins Flugzeug-Cockpit
Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung: www.bfu-web.de [Stand: 8.11.2009]
Unfall/Störungsmeldung unter:
Telefon: 0531 - 35 48 – 0
FAX: 0531 - 35 48 – 246

Luftwaffe: www.luftwaffe.de [Stand: 8.11.2009]
Geschichte der Luftfahrt: www.deutsches-museum.de [Stand: 8.11.2009]
www.lilienthal-museum.de [Stand: 8.11.2009]

Der Arzneimittelbrief: Der Arzneimittelbrief 2004, 38(07):49 ff. alternativ:
[www.der-arzneimittel-brief.net/Jahrgang2004/
Ausgabe07Seite49.htm](http://www.der-arzneimittel-brief.net/Jahrgang2004/Ausgabe07Seite49.htm) [Stand: 8.11.2009]

Deutsche Akademie für Flug- & Reisemedizin www.flugmed.org [Stand: 8.11.2009]:
www.flugmed.org/pdf/Tumor/02.pdf
www.flugmed.org/pdf/Endokrinologie/01.pdf
www.flugmed.org/pdf/Tumor/03.pdf

Fliegerarztverband: www.fliegerarztverband.de [Stand: 8.11.2009]

9. Danksagung

Herrn Prof. Dr. med. K. Püschel, Direktor des Institutes für Rechtsmedizin der Universität Hamburg danke ich für die freundliche Überlassung des Themas und die wissenschaftliche Betreuung der Arbeit.

Für die gewährte Unterstützung in der zum Teil mühsamen Beschaffung von Protokollen und Daten bin ich den Mitarbeitern beider Institute und Herrn Frank Göldner (BFU) sehr dankbar.

Mein größter Dank gilt meinen lieben Eltern für ihre aufmunternden Anregungen während dieser Arbeit und die fortwährende Unterstützung in allen Belangen meines Lebens.

10. Lebenslauf

11. Erklärung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe. Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht an Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.