

Aus der Klinik für Anästhesie und Intensivtherapie

Direktor: Prof. Dr. med. Hinnerk Wulf

des Fachbereiches Medizin der Philipps-Universität Marburg

in Zusammenarbeit mit dem Medizinischen Dienst der Lufthansa AG

Frankfurt am Main

**Interkontinentale Repatriierung von Intensivpatienten im
Linienflugverkehr –
eine deskriptive Analyse einer einzigartigen
Transportmodalität**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Humanmedizin
dem Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Benjamin Lindert aus Göttingen

Marburg, 2018

Angenommen vom Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg am:
13. November 2018

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs.

Dekan: Prof. Dr. H. Schäfer

Referent: Prof. Dr. J. Graf

1. Korreferent: Prof. Dr. B. Noll

Meinen Kindern

1. Einleitung	1
1.1. Einführung.....	1
1.1.1. Zielsetzung der Arbeit.....	3
1.2. Medizinische Transportarten.....	3
1.2.1. Primärtransport.....	3
1.2.2. Sekundärtransport.....	4
1.3. Transportmittel	5
1.4. Die Geschichte des Intensivtransports in Deutschland	6
1.5. Sekundärtransport in der Luft	10
1.5.1. Hubschrauber vs. Flächenflugzeug	10
1.5.2. Interkontinentale luftgebundene Sekundärtransporte.....	11
1.5.3. Kabinenatmosphäre und Flugphysiologie.....	13
1.6. Rechtliche Rahmenbedingungen für den medizinischen Lufttransport	19
1.7. Patient Transport Compartment (PTC)	21
1.7.1. Entwicklung	21
1.7.2. Einsatzablauf des PTC	24
1.8. Medizinische Dokumentation	28
1.8.1. Dokumentationspflicht des Arztes	28
1.8.2. Inhalt und Umfang der ärztlichen Dokumentation.....	29
1.9. Qualitätsmanagement im Langstreckentransport	30
1.9.1. Qualität	30
1.9.2. Datenerfassung und Qualitätsmanagement	31
2. Material und Methoden	34
2.1. Patientenkollektiv.....	34
2.2. Erhebungsmethode	35
2.3. Implementierung von Veränderungen aufgrund der Datenanalyse der Jahre 2000 bis 2009	42
2.4. Statistische Auswertung	43
3. Ergebnisse.....	45

3.1.	Allgemeines.....	46
3.2.	Demographische Daten der Patienten	47
3.3.	Flugbetriebliche Transportdaten bzw. Flugstrecke	48
3.4.	Quantitative Aspekte	51
3.5.	Qualitative Aspekte	55
3.6.	Transport beatmeter Patienten im PTC	60
3.7.	Besonderheiten und Zwischenfälle	63
3.8.	Ergebnisse der Dokumentation des Jahres 2011 im Vergleich zum Zeitraum 2000 bis 2009.....	64
3.8.1.	Allgemeines.....	64
3.8.2.	Demographische Daten der Patienten	65
3.8.3.	Flugstrecke	65
3.8.4.	Qualitative Darstellung	66
3.8.5.	Transport beatmeter Patienten im PTC im Jahr 2011 und im Vergleich der Jahre 2006 bis 2009	73
4.	Diskussion.....	75
4.1.	Dokumentation und Transportrisiko	75
4.2.	Dokumentationspraxis und Voraussetzungen	77
4.3.	Informationsverluste bei Patientenübergabe und Transportverlauf 2006 – 2009	80
4.4.	Veränderungsimplementierung und Evaluation 2011	84
4.5.	Handlungsempfehlungen / Qualitätsmanagement.....	88
4.6.	Ausblick	90
5.	Zusammenfassung	91
6.	Summary	93
7.	Abkürzungsverzeichnis.....	95
8.	Literaturverzeichnis	98
9.	Tabellenverzeichnis	104
10.	Abbildungsverzeichnis.....	105
11.	Anhang	108

11.1	Abbildungen	108
11.2	Tabellen	111
12.	Verzeichnis der akademischen Lehrer	114
13.	Danksagungen	116

1. Einleitung

1.1. Einführung

Die Bedeutung von Interhospitaltransporten kritisch erkrankter Patienten hat in den letzten Jahren stark zugenommen [1, 2] und wird voraussichtlich auch in Zukunft weiter zunehmen [3-8]. Ursächlich hierfür sind unter anderem Veränderungen in der Versorgungsstruktur mit der Bildung von Schwerpunktzentren und Spezialkliniken zur Behandlung spezifischer Krankheitsbilder [2, 9-11] sowie die zunehmende Mobilität und die gewonnene Flexibilität großer Teile der Weltbevölkerung mit stetig steigender Anzahl von Flugreisenden in den letzten 20 Jahren [12, 13]. Im Jahr 2011 reisten mehr als zwei Milliarden Menschen an Bord eines Verkehrsflugzeuges – das ist mehr als ein Viertel der Weltbevölkerung. Verbunden mit der zunehmenden Zahl der Reisenden erhöht sich auch die Anzahl an Reisenden mit chronischen Erkrankungen, vorbestehenden gesundheitlichen Einschränkungen und schweren Erkrankungen fern der Heimat [14].

Auf Reisen in Regionen mit besonderen klimatischen oder auch hygienischen Bedingungen kommt es immer wieder zur Exazerbation der Grunderkrankungen. Unabhängig davon führen zum Beispiel auch Unfälle zu Verletzungen oder schweren Erkrankungen Reisender im Ausland. Nicht selten geschieht dies in Ländern, deren Gesundheitssysteme und Versorgungsmöglichkeiten nicht annähernd so umfassend ausgestattet sind wie in den industrialisierten Heimatländern der betroffenen Patienten. Oft besteht gerade bei schwerverletzten bzw. kritisch erkrankten Patienten mit der Notwendigkeit einer intensivmedizinischen Betreuung der Wunsch,

notwendige medizinische Interventionen oder längere Intensivstations- bzw. Krankenhausaufenthalte möglichst heimatnah zu gestalten.

Die Rückführung des Patienten kann aufgrund vergleichsweise hoher Kosten einer Krankenversorgung im Ausland durch den Kostenträger initiiert sein [15], geht häufig aber auch auf die Initiative der Betroffenen oder Angehörigen zurück. Aufgrund der sprachlichen Barriere im Ausland, kultureller Unterschiede oder dem fehlenden Vertrauen in das lokale Gesundheitswesen wird eine heimatnahe Verlegung vielfach angestrebt [16].

Die Datenlage zu interkontinentalen Langstreckentransporten und insbesondere Langstreckenintensivtransporten ist begrenzt. Publikationen zu dieser Transportform fokussieren häufig auf den militärischen Bereich, das heißt inhaltlich wird der Rücktransport Kriegsverwundeter betrachtet [17-20]. Diese Daten sind jedoch, aufgrund der Unterschiede im Erkrankungs- und Verletzungsspektrum und der andersartigen Transportlogistik nicht auf zivile Transporte zu übertragen.

Seit 1996 bietet die Deutsche Lufthansa AG (DLH) interkontinentale Rückführtransporte – sogenannte Repatriierungen – von Schwersterkrankten bzw. –verletzten in einer speziellen Transporteinheit an Bord von Langstreckenlinienflugzeugen an. Das sogenannte Patient Transport Compartment (PTC) wird anstelle von Sitzreihen bedarfsweise in die Langstreckenmuster (Flugzeuge für den interkontinentalen Langstreckenflugverkehr) eingerüstet. DLH ist weltweit die einzige kommerzielle Fluggesellschaft, die interkontinentale Intensivtransporte anbietet.

Die Dokumentationen dieser Transporte stellen daher eine einzigartige Informationsquelle für die Analyse der Transportanforderungen und -notwendigkeiten, Charakterisierung der Patienten und Erkrankungen sowie

Analyse von Bereichen mit Verbesserungs- und Weiterentwicklungspotential dar.

1.1.1. Zielsetzung der Arbeit

Das Ziel der Arbeit besteht in der Charakterisierung der bisherigen PTC-Transporte, um daraus Veränderungs- und Weiterentwicklungspotential aus medizinischer und transportlogistischer Sicht abzuleiten.

Die Aufgabenstellung umfasste demzufolge die nachstehenden Aspekte:

1. Eine strukturierte Erhebung der medizinischen und operationellen Daten aller mittels PTC durchgeführten Krankentransporte der Jahre 2000 – 2009 und 2011.
2. Die Analyse der medizinischen und operationellen Daten über diese Zeit und im Vergleich verschiedener Patientengruppen.
3. Die Erfassung, Beschreibung und qualitative Bewertung der medizinischen Transportdokumentation.
4. Die Implementierung von Anpassungs- und Verbesserungsmaßnahmen im Jahr 2010 und die Überprüfung der Effektivität dieser Maßnahmen im Jahr 2011.

1.2. Medizinische Transportarten

1.2.1. Primärtransport

Der Primärtransport ist der „Erstkontakt“ eines Patienten mit dem Rettungsdienstsystem. Im Rahmen des Primärtransportes wird dieser zum nächstgelegenen, für die Versorgung der Erkrankung bzw. des Patienten geeignete Krankenhaus verbracht.

1.2.2. Sekundärtransport

Als Sekundärtransport wird die Verbringung eines bereits (vor-) behandelten bzw. stabilisierten Patienten von einer stationären medizinischen Versorgungseinrichtung in eine andere bezeichnet.

Der Sekundärtransport unterscheidet sich grundsätzlich hinsichtlich der Ausrüstung, der Qualifikation des begleitenden Personals sowie des Zeitmanagements [4]. Bei einem Sekundärtransport wird der Patient unter kontinuierlicher Fortführung einer begonnenen Therapie sowie des entsprechenden Monitorings von einer Klinik zu einer anderen transportiert [21]. Hierfür gibt es unterschiedliche klinische und auch logistische Motivationen [22]. Als Gründe werden häufig am gegenwärtigen Behandlungsort fehlende Intensivkapazitäten sowie die Notwendigkeit spezifischer Diagnostik oder Therapien angegeben [4, 10, 21-24].

Gründe für eine Verlegung	Definition
Keine Intensivstation	Zu keiner Zeit ist eine Intensivstation verfügbar, beispielsweise Rehabilitationseinrichtungen
Diagnostik	Notwendige Spezialuntersuchungen vor Ort nicht verfügbar, beispielsweise Koronarangiographie
Fehlende klinische Expertise	Gewöhnlich verfügbare Expertise ist zur Zeit nicht vorhanden, beispielsweise ist der einzige Gefäßchirurg im Urlaub
Spezialeinrichtungen	Medizinische Expertise oder Durchführung notwendiger therapeutische Maßnahmen prinzipiell nur in Zentren möglich, z.B. Transplantationen
Repatriierung	Regionale oder internationale Rückverlegung des Patienten in das Heimatkrankenhaus bzw. eine geeignete heimatnahe medizinische Einrichtung
Logistik	Fehlen der für eine intensivmedizinische Betreuung notwendigen Ressourcen (z.B. personelle Besetzung)

Tabelle 1: Gründe für einen Sekundärtransport intensivpflichtiger Patienten nach Gray [22]

Sekundärtransporte kritisch Kranker bedürfen einer eingehenden Nutzen-Risiko-Abwägung und sollten nur dann durchgeführt werden, wenn dem Patienten durch die Verlegung ein Zugewinn an diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten erwächst [10, 25, 26] und somit eine Prognoseverbesserung zu erwarten ist.

1.3. Transportmittel

Es wird im Rettungswesen zwischen boden- und luftgebundenen Transporten unterschieden. Der Rettungsdienst wird im Primäreinsatz durch bodengebundene Fahrzeuge abgedeckt und kann durch Hubschrauber ergänzt werden.

Im nationalen Sekundärtransport werden Hubschrauber und bodengebundene Fahrzeuge eingesetzt. Im internationalen Sekundärtransport wird jedoch aufgrund der Reichweite und des Platzangebotes auf Flächenflugzeuge zurückgegriffen.

Im Kurz- und Mittelstreckenbereich werden vor allem spezielle Ambulanz-Jets (beispielsweise Lear-Jet, Beechcraft KingAir, Dornier u.a.) eingesetzt, wohingegen im Langstreckenbereich zunehmend mit kommerziellen Fluggesellschaften operiert wird. Zum Einsatz kommen hier dann die üblichen Mittel- und Langstreckenmuster (Boeing 737, 747, 757, 767 und 777, sowie Airbus A320, A330, A340 und A380) für z.B. Liegendtransporte auf einem Stretcher (Trage).

1.4. Die Geschichte des Intensivtransports in Deutschland

Im April 1959 wurde die Search and Rescue (SAR) Einheit der Bundeswehr gegründet. Hauptsächlich diente sie der Verlegung von erkrankten oder verletzten Soldaten zwischen den Bundeswehrkrankenhäusern, jedoch wurden auch Zivilisten im Sinne eines Sekundärtransportes verlegt. Die Gründung des zivilen Luftrettungsdienstes in Deutschland erfolgte im November 1970. Zeitgleich wurde der erste zivile Luftrettungshubschrauber - Christoph 1 - in München in Dienst gestellt. In seiner Einsatzdefinition war erstmals der Sekundärtransport, das heißt die Verlegung von Patienten nach initialer Hospitalisierung und medizinischer Stabilisierung, fest verankert.



Abbildung 1: Der Rettungshubschrauber Christoph 1 im Jahr 1970 in München
(Quelle: ADAC, München)

In den 1970er Jahren entwickelte sich erstmals auch ein kommerzielles Angebot für Repatriierungen aus dem In- und Ausland. In den 1980er Jahren wurden sogenannte Ambulanzhubschrauber (AHS) durch die Deutsche Rettungsflugwacht e.V. (DRF) zur Patientenverlegung in Dienst gestellt. Die Ausstattung und das verfügbare Monitoring an Bord richtete sich nach der damals gültigen DIN (Deutsches Institut für Normung) Norm 13230.

Mitgeführt wurden, neben der rettungswagenähnlichen Grundausrüstung, die folgenden Geräte:

Monitoring	<ol style="list-style-type: none"> 1. DG 2000i von Schiller (Monitoreinheit kombiniert mit einem monophasischen Defibrillator und Modulen für externe Schrittmacherfunktion sowie CO₂ Messung und 12-Kanal EKG Ableitung) 2. Automatisches nicht-invasives Blutdruckmessgerät von Hoyer 3. Pulsoxymeter von Ohmeda
Beatmung	Medumat [®] elektronik von Weinmann

Tabelle 2: Geräteausstattung der Ambulanzhubschrauber nach Informationen der DRF

Die Art und Weise der Dokumentation medizinischer Aspekte in den Anfängen der AHS ist nicht mehr sicher nachvollziehbar. Vorliegende Informationen eines Zeitzeugen, der in den Jahren 1979/1980 als Rettungssanitäter auf einem AHS eingesetzt war, zeigen, dass die medizinische Dokumentation „(...) *generell eher einfach gehalten* (...)“ wurde. Demnach gab es „(...) *keinen festen Standard*“. Nach Informationen der DRF erfolgte die medizinische Dokumentation seit 1998 zunächst auf verschiedenen Protokolltypen (u.a. NADOK[®], MED LINQ[®]) und seit dem Jahr 2000 auch in elektronischer Form.

Im Jahr 1987 wurde das erste bodengebundene und speziell für den Sekundärtransport von Intensivpatienten entwickelte „Intensivmobil“ durch den Arbeiter-Samariter-Bund (ASB) in Köln in Betrieb genommen.



Abbildung 2: Das erste Intensivmobil in Deutschland aus dem Jahr 1987 in Köln
(Quelle: ASB Bundesverband, Köln)

Bis Anfang der 1990er Jahre erfolgte ein Intensivtransport bzw. die Verlegung eines kritisch Kranken durch boden- und luftgebundene Fahrzeuge des Regelrettungsdienstes ohne spezielle medizinische Ausstattung. Die benötigten Geräte wurden meist durch die abgebenden Kliniken bereitgestellt. Erst Mitte der 1990er Jahre kam es zu der Entwicklung spezieller Patiententragen und modularem Equipment, das auf die tatsächlichen Erfordernisse eines Intensivtransportes ausgerichtet war. Neben der Weiterentwicklung der medizinisch-technischen Voraussetzungen wurden in den einzelnen Bundesländern zentrale Koordinierungsstellen für den Intensivtransport implementiert.

Seit 1996 werden von der DLH interkontinentale Repatriierungen von intensivpflichtigen Patienten mittels Patient Transport Compartment (PTC) an Bord kommerzieller Fluggeräte angeboten. Im Juli 1997 wurde der erste „Dual-Use“ Hubschrauber in Mainz stationiert und in Dienst genommen. Dieser ist von der Grundkonzeption und medizinischen Ausstattung sowohl als Rettungshubschrauber, als auch als Sekundärtransportmittel für den Intensivtransport einsetzbar.



Abbildung 3: Der erste „Dual-Use“ Hubschrauber - Christoph 77 in Mainz, MD Helicopters Explorer MD 900 (Quelle: ADAC, München)

Die Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) gab im November 1999 Empfehlungen zur ärztlichen Qualifikation im Intensivtransport heraus [27]. Diese beinhalten die Minimalanforderungen an den Ausbildungsstand des begleitenden ärztlichen Personals und sollten die Qualität der Patientenversorgung nachhaltig verbessern. Im Jahr 2000 wurde aufgrund von Änderungen des Einsatzspektrums der Bundeswehr das bereits vorhandene Aero Medical Evacuation (AirMedEvac) Konzept zur Evakuierung verletzter Soldaten um die Möglichkeit der intensivmedizinischen Betreuung erweitert [18]. Es kommen Behandlungseinheiten, sogenannte Patient Transport Units (PTU), die in jedem Flächenluftfahrzeug der Bundeswehr eingesetzt werden können, zum Einsatz. Die PTU entsprechen der Patientenlagerungseinheit des PTC und sind in Zusammenarbeit der DLH und der Bundeswehr entstanden. Bei der PTU handelt es sich um ein PTC ohne Sichtschutzwände, welches dadurch schneller ein- und ausgerüstet werden kann und weniger Fläche beansprucht.



Abbildung 4: Der Airbus A310 der Bundeswehr mit eingebauten Intensivbehandlungseinheiten (links); Eine Behandlungseinheit der Bundeswehr (rechts); (Quelle: Bundeswehr)

Heute besteht in jedem Bundesland und auch international die Möglichkeit Intensivtransporte fachlich und technisch nach den Empfehlungen der DIVI oder vergleichbarer Organisationen durchzuführen. Dies bietet dem Patienten größtmögliche Sicherheit und eine nahezu kontinuierliche intensivmedizinische Betreuung auf dem gesamten Transport weltweit.

1.5. Sekundärtransport in der Luft

1.5.1. Hubschrauber vs. Flächenflugzeug

Luftgebundene Transporte können mit dem Intensivtransporthubschrauber (ITH) oder mit dem Flächenflugzeug durchgeführt werden. In Anlehnung an Wallace et al [28] sollte ein ITH für Distanzen zwischen 50 und 250 km, ein Flächenflugzeug für Distanzen ab 250 km eingesetzt werden. Tabelle 3 zeigt weitere wesentliche Unterschiede, die bei der Transportmittelabwägung eine Rolle spielen.

	Intensivtransporthubschrauber	Flächenflugzeug
Verfügbarkeit	Innerhalb von Minuten	Genauere Planung erforderlich
Distanzen	≤ 250 km	≥ 250 km
Druckkabine	i.d.R. keine	Ja
Arbeitsplatz	Kaum Freiraum zur Patientenversorgung	Raum zur Patientenversorgung
Zusätzliche Geräte	i.d.R. keine zusätzliche Gerätemitnahme möglich	Zusätzliche Geräte in begrenztem Maße mitführbar
Patientenübernahme	Überall möglich	Nur an Flughäfen

Tabelle 3: Wesentliche Unterschiede zwischen ITH und Flächenflugzeugen in Anlehnung an Poloczek et al [21] und Wallace et al [28]

1.5.2. Interkontinentale luftgebundene Sekundärtransporte

Im Vergleich zu bodengebundenen Sekundärtransporten stellen interkontinentale luftgebundene Repatriierungen besondere Anforderungen an die Patienten, das begleitende medizinische Personal, die Ausrüstung sowie die logistische Transportvorbereitung (Flugplanung) dar. Auch die „Einzigartigkeit“ des Arbeitsplatzes darf hier nicht vergessen werden [29]: In Reise Flughöhe auf engstem Raum mehr als zwölf Stunden - die möglicherweise vom gleichen Team verantwortete An- und Abreise zum Flughafen nicht mitgerechnet - mit einem intensivpflichtigen Patienten zu arbeiten, stellt eine nicht zu unterschätzende Belastung und Beanspruchung für das Einsatzteam dar. Eine Ablösung ist in der Regel nicht möglich, das heißt Ruhepausen ergeben sich allenfalls kurzzeitig, wenn nicht die Aufmerksamkeit beider Begleiter benötigt wird. Ebenso ist die Möglichkeit in kritischen Situationen medizinische Unterstützung zu erhalten eingeschränkt bzw. durch den hohen zeitlichen und logistischen Aufwand faktisch nicht

vorhanden. Die Verfügbarkeit von medizinischen Geräten, Medikamenten sowie Lagerungs- und Pflegemitteln ist limitiert. Die Mitnahme weiterer Geräte bedarf aufgrund der regulatorischen Anforderungen und der technischen Kompatibilität einen entsprechenden Vorlauf und ist nur eingeschränkt umsetzbar [9].

Eine genaue Planung des Transports (benötigte bzw. verfügbare Geräte und Medikamente, erwarteter Sauerstoffverbrauch, Lagerung, Pflege, mögliche Komplikationen) ist daher unabdingbar [30], um den Patienten in allen Situationen medizinisch adäquat und sicher behandeln zu können [14, 29, 31].

Bei interkontinentalen Intensivtransporten mittels PTC wird zudem die gesamte Flugstrecke in der Regel ohne Zwischenlandung zurückgelegt.

	Linienflug	Ambulanzjet
Start	Miami (USA)	Miami (USA)
Zwischenlandungen	Keine	Richmond (USA)
		Goosebay (CA)
		Keflavik (IS)
Ziel	Frankfurt/Main (DE)	Frankfurt/Main (DE)
Flugzeit ohne Bodenzeit	8:45 Stunden	14 Stunden

Tabelle 4: Vergleich der Flugzeit von Linien- vs. Ambulanzflug ohne Bodenzeit für Tanken und Wartung (Quelle: Deutsche Lufthansa, Frankfurt/Main)

Dem Patienten werden somit zusätzliche Belastungen durch Zwischenstopps [14, 31, 32], wie sie bei kleineren Maschinen zum Tanken und Auffüllen der Sauerstoffflaschen notwendig sind, erspart. Die deutlich kürze Flugzeit sowie die im Verhältnis niedrigeren Kosten pro Flugstunde der Langstreckenmuster gegenüber den Ambulanz-Jets führen zu Kostenersparnissen bei dieser Transportform [14, 16, 31]. Da die medizinischen Teams keine Möglichkeiten für geregelte Ruhe- oder Pausenzeiten haben, bedeutet die

kürzere Einsatzzeit auch hier potentiell einen Beitrag zur Sicherheit des Transports.

Trotz aller technischen und organisatorischen Vorbereitungen birgt aber jeder interkontinentale Intensivtransport Risiken, die gegenüber dem erhofften bzw. mutmaßlichen Nutzen kritisch abgewogen werden müssen [30, 33].

Um die verbleibenden Risiken zu minimieren ist eine detaillierte Ablaufplanung des Gesamttransports – also inklusive der Zubringer und weiterführenden Transporte – durchzuführen. Hierbei sind die Besonderheiten des Übernahmeortes „Flughafen“ mit den Regeln der Sicherheitskontrollen, Vorfeldgenehmigungen, Ein- und Auswanderungsbehörden (gegebenenfalls Visumpflicht), Zoll, Arzneimittelgesetze und vieles mehr zu berücksichtigen [19]. Auch spielt der Eigenschutz des medizinischen Teams eine große Rolle. Hierbei ist vor allem auf den Impfstatus sowie eine unter Umständen vorliegende Impfpflicht, beispielsweise für Gelbfieber, zu achten.

1.5.3. Kabinenatmosphäre und Flugphysiologie

Flächenflugzeuge bewegen sich in einer Reiseflughöhe von mehr als 12.000 ft (ft \triangleq Fuß, 1 Fuß \triangleq 30,48 cm), kommerzielle Fluggesellschaften in Höhen zwischen 35.000 und 45.000 ft. Als Grund ist u.a. die höhere Effizienz der Triebwerke in dünneren Luftschichten anzuführen.

Die Außentemperatur in diesen Höhen beträgt zwischen -50 und -60°C, der Luftdruck weniger als ein Viertel im Vergleich zur Meereshöhe (NN = Normal Null). Unter diesen atmosphärischen Bedingungen ist ein menschliches Überleben ohne technische Hilfsmittel nicht möglich.

Aus diesem Grund wurde bereits 1931 erstmals für ein Flugzeug eine Druckkabine für zwei Passagiere entwickelt und erfolgreich eingesetzt. Seit

den 1940er Jahren wurden zunehmend Druckkabinen in der militärischen, aber auch zivilen Luftfahrt verwendet. Seit Einführung der Düsentriebwerke in den 1950er Jahren gehören Druckkabinen zum technischen Standard in der zivilen Verkehrsluftfahrt.

Moderne Druckkabinen regeln die Kabinendruckhöhe – also den Druck in der Kabine – vollautomatisch über Auslassventile in Abhängigkeit des Außendrucks. Im Steigflug muss die *Kabinendruckhöhe* steigen (Luftdruck sinkt in der Kabine), im Sinkflug hingegen sinken (Luftdruck steigt in der Kabine). Das Druckniveau auf Reiseflughöhe bewegt sich in der Kabine zwischen 610 und 565 mmHg, was einer *Kabinenhöhe* von 1800 bis 2400 m entspricht. Dies ist weltweit für den Passagiertransport als Mindestdruckhöhe festgelegt. Theoretisch ist es möglich Druckkabinen von Linienflugzeugen so zu konstruieren, dass sie denselben Luftdruck wie auf Seehöhe aufrechterhalten können. Dies ist jedoch mit einem erheblichen technischen Aufwand und in der Folge mit geringerer Effizienz, bedingt durch die verminderte Reichweite und Nutzlast, der Flugzeuge verbunden. In seltenen Fällen sind diese sogenannten „*Sea Level Flight*“ Transporte mit Ambulanzflugzeugen jedoch möglich.

Die Luft zur Regelung von Druck und Klima in der Kabine wird aus der sogenannten „*Zapfluft*“ – also mehrfach verdichteter Luft, die vor dem Verbrennungsvorgang aus der Turbine abgezweigt wird – gewonnen. Zu beachten ist, dass die der Kabine zugeführte Luft zunächst absolut trocken ist. Geschuldet ist dies zum einen der auf Reiseflughöhe ohnehin geringen relativen Luftfeuchtigkeit von ca. drei Prozent, zum anderen der Luftverdichtung im Inneren der Turbine, bei der Temperaturen von bis zu 220°C die letzte verbliebene Luftfeuchtigkeit eliminieren.

Die Kabinenluft wird, abhängig von Passagierzahl und Flugzeugmuster, bis zu 24 Mal pro Stunde ausgetauscht. Bei diesem Prozess wird ein Teil der Luft

durch die Überdruckventile abgelassen, ein anderer Teil gereinigt und mit frischer „Zapfluft“ ergänzt. Durch diese sogenannte „Recirculation Air“ kann eine relative Luftfeuchtigkeit von durchschnittlich zehn Prozent (abhängig von der Anzahl der Passagiere respektive Besatzung) in der Kabine erreicht werden. Die Temperaturregulierung erfolgt durch die Beimischung warmer Luft zu der zuvor abgekühlten „Zapfluft“ [34].

Alle Flugreisenden und somit auch die PTC-Patienten sind von physiologischen Veränderungen an Bord eines Langstrecken-/Ambulanzflugzeuges gleichermaßen betroffen. Die Auswirkungen auf den jeweiligen Organismus können aber durchaus unterschiedlich sein.

Die Höhentoleranz ist abhängig von der Konstitution oder auch vom Erkrankungsspektrum des Flugreisenden/Patienten.

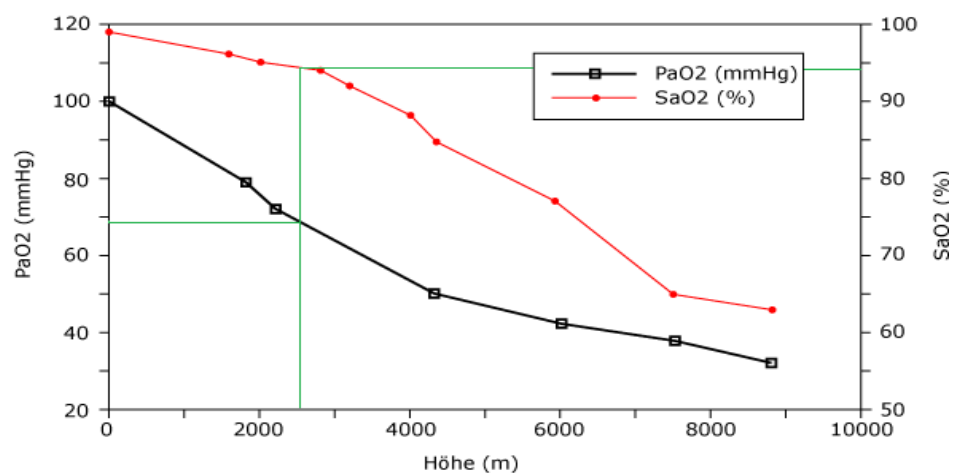


Abbildung 5: Sauerstoffsättigung (SaO₂) und arterieller Sauerstoffpartialdruck (PaO₂) im Verhältnis zur Höhe [35], die grünen Linien kennzeichnen den auf einer Höhe von ca. 2400 m zu erwartenden PaO₂ und SaO₂ bei einem lungengesunden Passagier

Der gesunde menschliche Organismus ist bis zu einer Höhe von 3000 m über Meereshöhe (NN) in der Lage sich an die veränderten Druckverhältnisse zu adaptieren [34]. Der Kabineninnendruck bei Reiseflughöhe liegt bei ca. 565

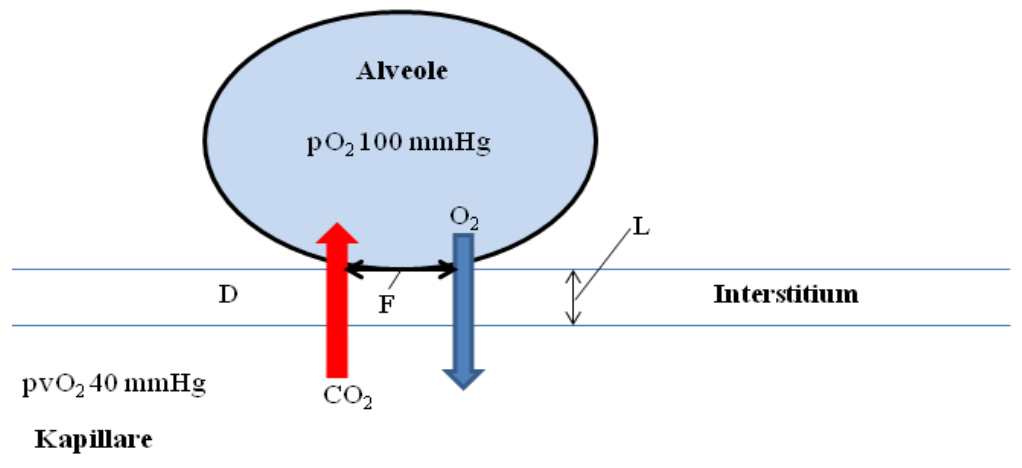
mmHg. Dies entspricht annähernd dem Luftdruck auf einer Höhe von 2400 m über NN.

Das Dalton'sche Gesetz beschreibt den Zusammenhang des Gasdrucks von Gasgemischen in Abhängigkeit des Luftdrucks. In einem Gasgemisch, z.B. Luft, ist der Gesamtdruck (P_0) gleich der Summe der Teildrücke (Partialdrücke, P_i) der beteiligten Gase:

$$P_0 = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n$$

Dies bedeutet, dass der Sauerstoffgehalt der Kabinenluft weiterhin 21% beträgt und sich lediglich der Partialdruck des Gases ändert. Für Flugreisende bedeutet dies, dass aufgrund des erniedrigten Sauerstoffpartialdrucks an Bord lediglich 75% der Sauerstoffmenge, bei angenommenem gleichem Atemminutenvolumen, eingeatmet werden. Dies ist unter anderem die Folge des verminderten alveolären Sauerstoffpartialdruck. Hier gilt das Fick'sche Diffusionsgesetz, nach welchem die Partialdruckdifferenz (Δp) bei sonst konstanten Voraussetzungen die treibende Kraft des pulmonalen Gasaustausches ist.

$$Q/t = D \cdot F \cdot \Delta p/L$$



Q	= transportiertes Gasvolumen
t	= Zeit
D	= Diffusionskonstante
F	= Austauschfläche
Δp	= Partialdruckdifferenz
L	= Diffusionsweg
p_{vO_2}	= pulmonal-arterieller Sauerstoffpartialdruck
p_{O_2}	= alveolärer Sauerstoffpartialdruck

Abbildung 6: schematische Darstellung des Fick'schen Diffusionsgesetzes (Quelle: Autor selbst)

Beim lungengesunden Flugreisenden beträgt die Δp ca. 60 mmHg. Sie errechnet sich aus der Differenz des alveolären Sauerstoffpartialdruckes (p_{O_2}) und dem pulmonal-arteriellen Sauerstoffpartialdruckes (p_{vO_2}). Für den gesunden Flugreisenden ergibt sich bei Anwendung des Fick'schen Diffusionsgesetzes eine Sauerstoffaufnahme von ca. 250 ml pro Minute in die pulmonalen Kapillare.

Zunehmende Höhe führt nun aufgrund des niedrigeren Sauerstoffpartialdrucks der Umgebungsluft über eine verminderte Partialdruckdifferenz zu einem erniedrigten arteriellen Sauerstoffpartialdruck (p_{aO_2}). Dies wird auch als „milde Hypoxie“ bezeichnet. Die Folge ist eine

kompensatorische Hyperventilation des Organismus mit daraus entstehender respiratorischer Alkalose sowie eine Tachykardie. Die dadurch erschwerte Sauerstoffabgabe ins Gewebe kann vor allem bei vorgeschädigtem Herzmuskel zu Ischämien führen. Auch kann der sinkende pO_2 zu Beeinträchtigungen insbesondere von pulmonal erkrankten Patienten (Lungenfibrose, Lungenemphysem) führen.

Das Gasgesetz nach Boyle-Mariotte besagt, dass sich Gase bzw. Gasgemische in ihrem Volumen umgekehrt zum Umgebungsluftdruck verhalten.

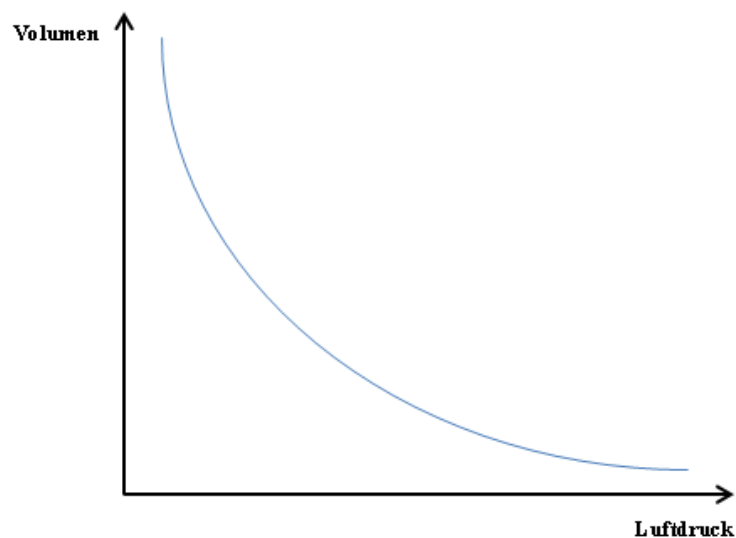


Abbildung 7: Gasgesetz nach Boyle-Mariotte

Demnach dehnen sich Gase bei sinkendem Umgebungsdruck aus. Dies bedeutet beispielsweise, dass sich das intrathorakale Gasvolumen eines Flugreisenden an Bord eines Linienflugzeugs, trotz Druckkabine, um den Faktor 1,5 erhöht. Daraus lässt sich ableiten welche Folgen nicht drainierte Lufteinschlüsse, die keinen Kontakt nach außen haben (z.B. Pneumothorax, Ileus, intrakranielle oder intraokuläre Luftansammlung), für den Patienten haben können. Auch bei beatmeten Patienten muss dieser Sachverhalt durch

entsprechende Einstellungsänderungen der Beatmungsparameter berücksichtigt werden [36].

Wie bereits zuvor beschrieben führt die notwendige Komprimierung der Außenluft zur Aufrechterhaltung von Druck und Klima innerhalb der Flugzeugkabine, zu einer nahezu vollständigen Reduktion der Luftfeuchtigkeit. In der Folge kommt es durch Austrocknung der Schleimhäute zu einem gesteigerten Durstgefühl aller Passagiere und Besatzungsmitglieder, welches durch eine erhöhte Flüssigkeitszufuhr kompensiert wird [34, 37]. Der Flüssigkeitsbedarf eines Passagiers ist mit dem Doppelten der normalen Trinkmenge anzusetzen [37]. Die Nierenfunktion jedoch wird durch die erhöhte Flüssigkeitszufuhr nicht gesteigert, vielmehr lagert sich die Flüssigkeit, bedingt durch eine relative Immobilität, im Extravasalraum der unteren Extremitäten ein. Je Flugstunde ist in Anlehnung an Stüben et al mit einem intravasalen Volumenverlust von ca. 100 ml bei gleichzeitiger Körpergewichtszunahme infolge des Kompensationsversuchs von ca. 100 g zu rechnen [34].

1.6. Rechtliche Rahmenbedingungen für den medizinischen Lufttransport

Während der deutsche Rettungsdienst (RD) als öffentliche Aufgabe durch die Gesetzgebung der einzelnen Bundesländer geregelt ist [2] – ergänzt um die Bestimmungen für Hubschrauber durch die Joint Aviation Authorities (JAA) – gilt für den Bereich der Flugzeuge seit dem 20. September 2009 der Anhang III (OPS 1: Gewerbsmäßige Beförderung in Flugzeugen) der Verordnung (EWG) Nr. 3922/91, letztmalig geändert am 20. August 2008. Letztere sind allerdings nur auf die gewerbliche Beförderung von Kranken an Bord, nicht aber auf die medizinische Behandlung ausgelegt.

Die rechtliche Situation in der sich die medizinische Crew während ihrer Transporttätigkeit (im Flug) befindet, ist vergleichsweise klar geregelt. Grundsätzlich gilt das Territorialprinzip, nach dem ein Staat sein nationales Recht auch im Luftraum über seinem Territorium ausüben darf. Dieses Prinzip wurde jedoch zunehmend durch Regelungen im „*Tokioter Abkommen*“ vom 14. September 1963 (BGBl. 1969 II S.121) abgelöst. Anwendung findet dieses Abkommen nur für Luftfahrzeuge die „*im Flug befindlich*“ sind. In Kapitel III Art. 5 (2) des Abkommens wird diese Formulierung definiert als „*ein Luftfahrzeug dessen Türen geschlossen sind*“. In der Folge gilt in diesem Luftfahrzeug, auch wenn sie sich auf fremdem Territorium befinden, das nationale Recht des Landes, in dem es registriert ist bzw. dessen Flagge es führt (Flaggenprinzip). Darunter fallen auch alle Vorgänge und Handlungen an Bord, wie z. B. eine medizinische Versorgung.

Weniger eindeutig ist die Situation bei geöffneten Türen des Luftfahrzeugs. Hier kann neben dem Flaggenrecht auch das Territorialrecht Anwendung finden. Ärzte sind hier gut beraten im Vorfeld eines Transportes die eigene rechtliche Stellung (Anerkennung der Approbation) und den beruflichen Versicherungsschutz (ausreichende Schadenssumme gemäß den Vorgaben des entsprechenden Landes) zu klären. Allgemein gültige Abkommen der Bundesrepublik existieren hier nicht, sämtliche Vereinbarungen in diesem Bereich außerhalb der EU sind ausschließlich bilateral mit dem entsprechenden Land abzustimmen.

1.7. Patient Transport Compartment (PTC)

1.7.1. Entwicklung

Der medizinische Dienst der Lufthansa und Lufthansa Technik entwickelten in den 1990er Jahren das Konzept des Langstrecken-Intensivtransportes an Bord ihrer kommerziellen Großraumfluggeräte. Zu diesem Zweck wurde das sogenannte Patient Transport Compartment entwickelt. 1996 konnte die DLH, als erste und bis heute einzige zivile Fluggesellschaft, das PTC für den Transport von intensivpflichtigen Patienten in Betrieb nehmen. Im Unterschied zu Ambulanzflugunternehmen werden die Transporte nicht mit Hilfe kleinerer Flächenflugzeuge, sondern mit Langstreckenmuster der Flugzeugtypen A330/A340/A380 und B747 durchgeführt. Das Modul ist in den flugbetrieblichen Ablauf von Linienflügen vollständig integrierbar und erfüllt alle regulativen Anforderungen.

Begleitet wird der Transport von einem Arzt sowie bis zum Jahr 2010 von einem Flugbegleiter der DLH mit einer Ausbildung als Intensivfachpflegekraft oder als Rettungsassistent (PTC-Escort). Aufgrund struktureller Änderung innerhalb der DLH werden seit 2010 Intensivfachpflegekräfte und Rettungsassistenten mit der Zusatzausbildung Flugbegleiter als PTC-Medical-Crew eingesetzt. Der Arzt wird durch den Auftraggeber (Versicherungen, Assistancen usw.) gestellt und ist im Zusammenhang mit der Transporttätigkeit immer freiberuflich tätig. Die PTC-Medical-Crew wird derzeit durch von der DLH beauftragte Hilfsorganisationen gestellt.

Bei der Entwicklung des PTC musste neben medizinischen auch auf flugtechnische und logistisch wichtige Aspekte geachtet werden. Ein schneller Ein- und Ausbau (innerhalb von max. 90 min) des Moduls muss gewährleistet sein, ebenso die Verwendung möglichst leichter und

elektromagnetisch nicht interferierender Geräte und Materialien. Die eigentliche Behandlungseinheit (PTU) besteht aus drei Hauptbestandteilen:

Bestandteil	Funktion
Unterkasten	Aufnahme und sichere Lagerung der Sauerstoffflaschen
Oberkasten	Aufnahme und sichere Lagerung des medizinischen Equipments und der elektrischen Versorgungseinheit
Patientenliege (Stretcher)	Aufnahme und sichere sowie komfortable Lagerung des Patienten

Tabelle 5: Hauptbestandteile der Behandlungseinheit (PTU)

Als weiterer Bestandteil des Moduls ist die Geräteträgereinheit (Gantry) in die Seitenwand des Moduls integriert. Die Gantry dient der sicheren Befestigung der mitgeführten medizinischen Geräte.



Abbildung 8: Innenansicht des PTC (Quelle: Deutsche Lufthansa, Frankfurt/Main)

Insgesamt stehen ca. 13.000 Liter Sauerstoff (gasförmig, komprimiert) zur Verfügung. Somit ist eine Beatmung mit einer F_{iO_2} von 1,0 über einen Zeitraum von maximal vierzehn Stunden, abhängig vom Atemminutenvolumen (AMV), möglich. Die Sauerstoffflaschen des PTC sind

an ein Notfallsystem (Overpressure Discharge) des Flugzeugs angeschlossen. Durch dieses wird der gesamte Druck im Fall eines Überdrucks im System oder anderweitiger Notfallsituationen, über ein Leitungssystem aus dem Flugzeug abgelassen. Werksseitig verfügt kein Linienflugzeug über ein derartiges Notfallsystem. Dieses wird durch die Technikabteilung der DLH entsprechend nachgerüstet und von den Behörden für den Betrieb zugelassen. Verfügt ein Flugzeug nicht über dieses Notfallsystem, kann das PTC nicht eingebaut werden.

Eine detaillierte Aufstellung aller im Modul vorhandenen Geräte (Tabelle 15) und weiterer Medikamente (Tabellen 16 und 17) findet sich im Anhang. Geräte, die dem Monitoring und der Beatmung des Patienten dienen, sind redundant vorhanden. Das zur Wahrung der Privatsphäre in sich geschlossene Modul wird im mittleren (B 747) bzw. hinteren (A 330/A 340) Segment der Economy-Class eingesetzt.



Abbildung 9: Eingebautes PTC Modul am Beispiel einer B 747 (Quelle: Deutsche Lufthansa, Frankfurt/Main)

Dafür werden, abhängig vom Flugzeugmuster, drei bzw. vier Sitzreihen (zwölf Sitze) aus dem Mittelblock des Flugzeugs ausgebaut. Das PTC bietet

mit knapp sechs Quadratmeter Fläche und Stehhöhe ausreichend Platz für die Arbeit am Patienten während des Fluges. Jedoch ist die tatsächliche Zugänglichkeit zum Patienten stark eingeschränkt. Einerseits sind patientennahe Tätigkeiten nur von einer Seite möglich, andererseits ist ein Arbeiten von der „Kopfposition“ aus, aufgrund von fehlendem Platz am Kopfende, schwer oder gar nicht durchführbar.

1.7.2. Einsatzablauf des PTC

Der Ablauf eines PTC Transports ist dem eines „regulären“ Sekundärtransportes sehr ähnlich. Dennoch gibt es einige wesentliche Unterschiede in der Organisation und den Rahmenbedingungen, auf die hier kurz eingegangen werden soll.

Die Anforderung eines PTC Transports erfolgt über das Medical Operation Center (MOC), einem Teilbereich des Medizinischen Dienstes der DLH, lokalisiert auf der Lufthansa-Basis in Frankfurt/Main. PTC Transporte erfolgten bis zum Jahr 2014 nur von/nach Frankfurt/Main, seither auch von/nach München. Die PTC Anfrage wird innerhalb von 30 Minuten auf Durchführbarkeit geprüft und der Transport grundsätzlich zugesagt oder abgelehnt. Die folgende Tabelle zeigt die wesentlichen, aber nicht alle Entscheidungskriterien. Diese können in Abhängigkeit der Destination, der Grunderkrankung und der Patientengeschichte erheblich variieren:

Keine resistenten Keime
Keine hochgradig infektiösen Keime/Erkrankungen
Geladene Sauerstoffmenge ausreichend (max. 14 Stunden)
Transport im interkontinentalen Operationsgebiet der DLH
Flugzeugmuster verfügbar
PTC Kabine verfügbar
PTC Medical Crew verfügbar

Tabelle 6: Kriterien zur Durchführbarkeit eines PTC Transports (Quelle: Deutsche Lufthansa, Frankfurt/Main)

Die Buchung des PTC erfolgt erst nach schriftlicher Auftragsbestätigung. Das *Briefing* des Arztes erfolgt durch den Auftraggeber, die PTC-Medical-Crew erhält alle den Transport und den Patienten betreffenden Informationen durch das MOC.

Die medizinische Crew begibt sich dann mit dem nächsten Flug (idealerweise) ab Frankfurt/Main zum Patienten, um diesen zunächst vor Ort zu visitieren. Hierbei steht dem Transportarzt auch das MOC mit seinem medizinischen Team beratend zur Seite. Eventuell notwendige Stabilisierungen und Maßnahmen am Patienten müssen in der abgebenden Klinik vor Transportbeginn durchgeführt werden [38]. Wird der Patient durch den Transportarzt freigegeben, erfolgt der Einbau des PTC in Frankfurt/Main. Ziel ist es das PTC mit dem nächsten Linienflug an den Ort des Patienten zu verbringen.

Währenddessen wird vor Ort von der abgebenden Klinik der Transport des Patienten zum Flughafen organisiert und mit der medizinischen Crew abgestimmt. Hierbei ist zum einen jegliches unnötiges Risiko für den Patienten zu vermeiden, zum anderen darf der reguläre Flugablauf nicht beeinträchtigt werden. Im gesamten organisatorischen Ablauf vor Ort stehen dem Arzt jederzeit die PTC-Medical-Crew sowie das MOC zur Seite.

Der Patient wird von der medizinischen Crew im Normalfall am Flugzeug vom antransportierenden Rettungsmittel übernommen und in das an Bord befindliche PTC verbracht. Unter kontinuierlicher Fortführung des begonnenen Monitorings und der notwendigen Therapie erfolgt nun der Rücktransport des Patienten nach Frankfurt/Main. Abbildung 10 zeigt den Gesamtprozess als Übersicht.

Von dem Moment der Übernahme des Patienten an liegt die medizinische Verantwortung beim begleitenden Arzt.

Im Normalfall können Patienten diesem Vorgehen folgend innerhalb von zwei Tagen repatriert werden [8, 32].

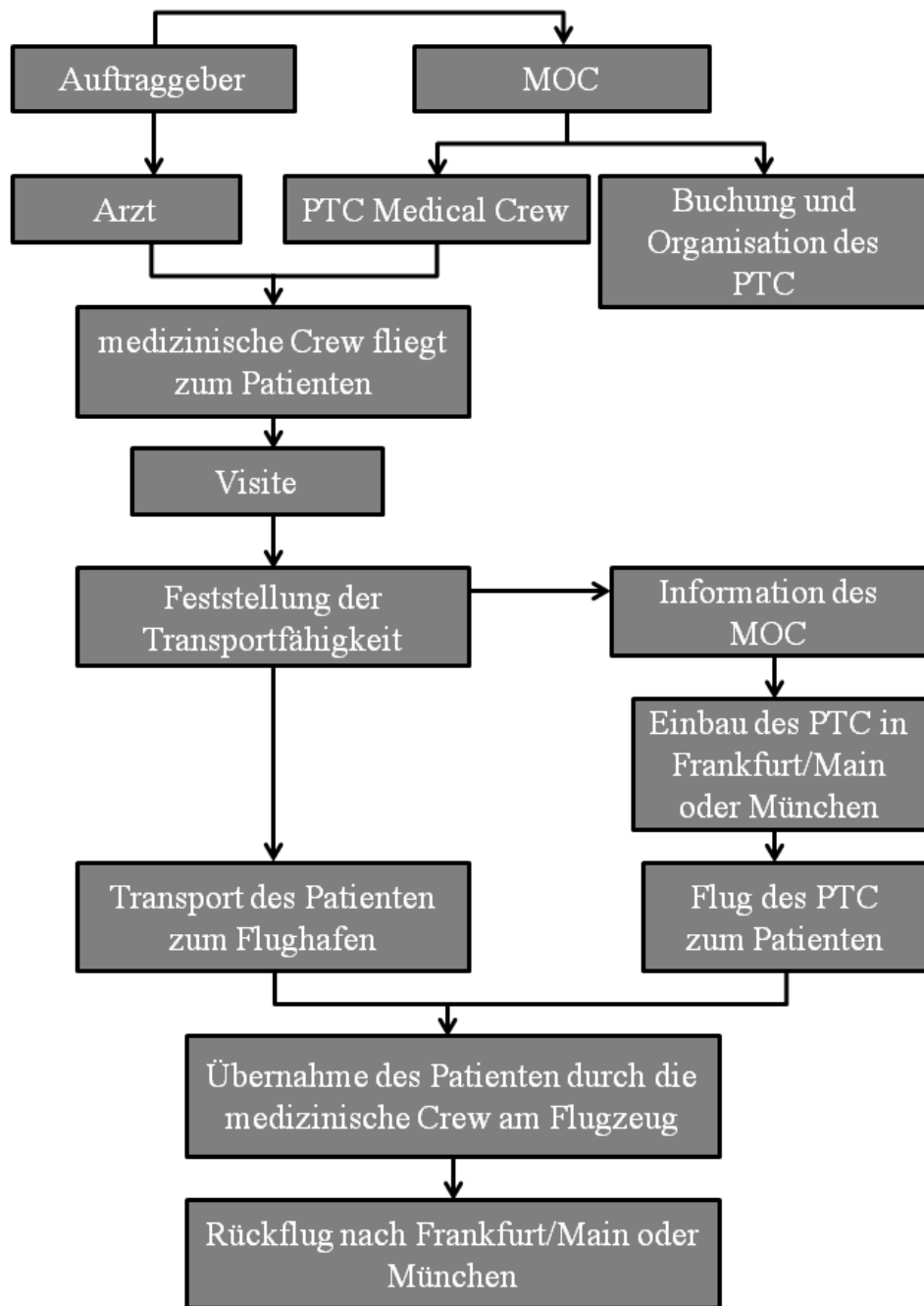


Abbildung 10: schematische Darstellung des Einsatzablauf PTC

1.8. Medizinische Dokumentation

Die Entwicklung einer systematischen Dokumentation von Patientenverläufen in der Medizin und insbesondere der Anästhesie geht auf den Bostoner Chirurgen Ernest Amory Codman (1869-1940) zurück. Dieser beobachtete während seines Medizinstudiums, dass viele Patienten, die sich chirurgischen Eingriffen unterzogen, verstarben. Eine Erklärung für diese Todesfälle hatten weder er, noch seine klinischen Lehrer. Aus diesem Grund begann Codman den Verlauf jeder Operation genauestens zu dokumentieren. Anhand der regelmäßig erfassten Vitalzeichen konnte er nun Patienten mit einer höheren Sterbewahrscheinlichkeit identifizieren. Aus dieser Erkenntnis heraus entwickelte Codman gemeinsam mit Harvey Cushing ein umfangreiches intraoperatives Dokumentationssystem („ether charts“) [39, 40]. Dieses gilt bis heute als das erste standardisierte Anästhesieprotokoll [41, 42]. Codman erkannte bereits hier die Relevanz einer umfassenden Patientendokumentation. Zum einen um größtmögliche Sicherheit für den Patienten zu gewährleisten und zum anderen um eine abschließende Beurteilung des Behandlungsergebnisses zu ermöglichen [39].

1.8.1. Dokumentationspflicht des Arztes

Ärzte führten traditionell Aufzeichnungen über den Patienten. Dieses „*Schreibwerk des Arztes*“ (vgl. BGH, NJW 1978 2337 (2338); Hochloch, NJW 1982 2577 (2577)) diente jedoch lediglich als Gedächtnisstütze. Einblick in diese Aufzeichnungen erhielten üblicherweise nur die mitbehandelnden Kollegen. Dies änderte sich 1978 durch ein Urteil des Bundesgerichtshofes (BGH). Dieses stellte „eine Pflicht zu ordnungsgemäßer Dokumentation dem Patienten gegenüber (...)“ (BGH, NJW 1978, 2337

(2339)) fest. Die aus diesem Urteil entstehende Rechtspflicht kann als Grundlage der ärztlichen Dokumentationspflicht in Deutschland angesehen werden [43]. Mit Inkrafttreten des Patientenrechtegesetzes im Jahr 2013 “(...) sind die Dokumentationspflichten (...) in § 630f BGB (...) normiert worden [44].

Weiterhin ist die Dokumentationspflicht für Ärzte in der Musterberufsordnung der Bundesärztekammer (§ 10 Abs. 1) festgeschrieben und außerdem im fünften Sozialgesetzbuch geregelt.

1.8.2. Inhalt und Umfang der ärztlichen Dokumentation

Juristisch betrachtet muss sich der Inhalt und Umfang der ärztlichen Dokumentation an seinem Zweck orientieren [43].

Juristischer Zweck	Ziele der ärztlichen Dokumentation
Therapiesicherung	Adäquate Erst- und Folgebehandlung, Information mit- und weiterbehandelnder Kollegen
Beweissicherung	Nachweis bei juristischen Auseinandersetzungen oder Regressforderungen
Rechenschaftslegung	Behandlungsnachweis gegenüber Versicherungen, Information des Patienten

Tabelle 7: Zweck der Dokumentation in Anlehnung an Benson [45] und Fehn [43].

Die Aufzeichnungen sollten demnach vollständig und zeitnah durchgeführt werden sowie für einen Fachmann nachvollziehbar sein [43, 44, 46], um die genannten Zwecke (Tabelle 7) erfüllen zu können.

In der folgenden Tabelle sind einige der im Allgemeinen inhaltlich wichtigen Aspekte aufgeführt:

1. Anamnese
2. Abweichungen von Standardbehandlungen
3. Behandlungsdaten und -verläufe
4. Diagnostik
5. Durchgeführte Interventionen oder Operationen
6. Einwilligungen oder Ablehnungen des Patienten
7. Medikation
8. Narkose-, Operations- und Transportprotokolle

Tabelle 8: Wichtige inhaltliche Aspekte der Dokumentation

Die genannten Aspekte der Dokumentation gelten für jeden tätigen Arzt in Deutschland.

Grundsätzlich gilt, unabhängig von der Situation, dass alle für die Behandlung und den Patienten relevanten Befunde erfasst und dokumentiert werden müssen [44, 45]. Dies gilt besonders in den Bereichen des Primär- und Sekundärtransports, da hier nur eine ordnungsgemäße Dokumentation der Behandlungsverläufe, zu einer sachgerechten Fortführung der Therapie bzw. des Monitorings in der aufnehmenden Klinik beitragen kann.

1.9. Qualitätsmanagement im Langstreckentransport

1.9.1. Qualität

Der Begriff „Qualität“ kann allgemeingültig als die *Übereinstimmung von Ist und Soll*, also die Erfüllung von Erfordernissen und Erwartungen, definiert

werden. Die Erfassung eines Ausgangszustandes und einer Zielvorgabe, um Qualität messen und beschreiben zu können, ist notwendig. Qualität gilt immer als eine relative Größe, und ist abhängig von der gewählten Vergleichsgrundlage zu betrachten. Außerdem ist Qualität dynamisch: Was gegenwärtig fortschrittlich und von überdurchschnittlicher Güte (bzw. Qualität) ist, kann morgen Standard sein und wird unter Umständen übermorgen den dann geltenden Anforderungen nicht mehr gerecht [39].

Der amerikanische Arzt und Professor für Public Health und Soziologie Avedis Donabedian (1919-2000) unterschied Struktur-, Prozess- und Ergebnisqualität [47], wobei die genannten Aspekte nicht starr einzeln, sondern als sich gegenseitig beeinflussende Komponenten betrachtet werden können [39, 45]. Donabedian schrieb der Ergebnisqualität in der Medizin besondere Bedeutung zu:

„Die Qualität ist der Umfang des Erfolges, der unter optimalen Verhältnissen und vertretbaren Kosten tatsächlich zu erreichen ist. [...] Ergebnisse bleiben im Großen und Ganzen die ultimative Beurteilungsebene für die Wirksamkeit und Qualität der medizinischen Versorgung.[40, 47]“

1.9.2. Datenerfassung und Qualitätsmanagement

Um Strukturen, Prozesse oder Ergebnisse qualitativ beurteilen zu können, müssen zunächst verwertbare Resultate aus einer Analyse der selbigen vorhanden sein. Dafür wird die zuvor festgelegte Zielvorgabe mit dem tatsächlichen (gemessenen) Ist-Zustand in Beziehung gebracht.

Der englische Physiker Lord William Thomas Kelvin (1824-1907) stellte bereits 1883 die Relevanz von Messungen fest um eine Aussage treffen zu können:

“I often say that when you can measure what you are speaking about, and express it in numbers, you know something about it; but when you cannot express it in numbers, your knowledge is of a meager and unsatisfactory kind (...)”[40, 48].

Gesammelte oder gemessene Daten allein stellen jedoch noch keinen Wert im Sinne der Qualität dar. Erst ein Vergleich mit den zuvor festgelegten Zielkriterien erlaubt eine qualitative Bewertung. Je nach Abweichung des Ist- vom Sollwert müssen Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung eingeleitet werden. Eine bloße Zustandsdokumentation ist aus Sicht des Qualitätsmanagements nicht ausreichend [39].

„If you cannot measure it, you cannot improve it“

Lord William Thomas Kelvin

Diese Aussage Kelvins gilt bis heute als Grundsatz in vielen Qualitätsmanagementkonzepten. Auf Basis erhobener Daten und deren Analyse sollen bzw. müssen stetig Verbesserungen und Neuerungen vorangetrieben werden (kontinuierlicher Verbesserungsprozess). Der Begriff „Qualitätsmanagement“ selbst wird als die Summe aller Maßnahmen zur Planung, Steuerung und Überwachung der Qualität eines betrieblichen Leistungsprozesses, in der Medizin also die Patientenversorgung, bezeichnet. Dies jedoch unter Berücksichtigung der vorhandenen Ressourcen sowie dem Qualitätserhalt der Patientenversorgung sowie deren stetiger Weiterentwicklung [39].

§ 135a (1) des Sozialgesetzbuches (SGB) V schreibt die Verpflichtung der „Leistungserbringer“ zur Qualitätssicherung fest. Im folgenden Absatz 2 des genannten Gesetzes wird explizit sowohl auf die Pflicht der

„Leistungserbringer“ sich an „(...) Maßnahmen der Qualitätssicherung (...)“ zu beteiligen, als auch ein „(...) Qualitätsmanagement einzuführen und weiterzuentwickeln (...)“ hingewiesen. Wer als „Leistungserbringer“ zu bezeichnen ist, lässt sich aus den §§ 107 bis 134 SGB V ableiten. In diesen wird die Beziehung der Krankenkassen zu den einzelnen Strukturen des Gesundheitswesens (u.a. Krankenhäuser, Vertragsärzte usw.) erläutert.

Die Frage ob die DLH, als „Vermieter“ des PTC oder die Auftraggeber als Bereitsteller des ärztlichen Personals als Leistungserbringer im Sinne des SGB zu bezeichnen sind, bleibt unklar. Einzig § 133 SGB V „Versorgung mit Krankentransportleistungen“ könnte eine Einordnung unter dem Aspekt „(...) andere Krankentransporte (...)“ erlauben, ob darunter jedoch auch die Repatriierung fällt ist nicht ersichtlich. Die gesetzliche Verpflichtung zur Qualitätssicherung im Fall von Repatriierungen bleibt demnach ebenfalls ungeklärt, sollte jedoch Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.

Um Prozesse verbessern und weiterentwickeln zu können, muss zunächst eine Basis zur Erfassung des *Ist-Zustandes* gefunden werden. In der klinischen Medizin werden dazu „Krankenakten“ sowie moderne Erfassungs- und Speichermedien verwendet. Aus diesen routinemäßig erfassten Daten können dann im Rahmen des Qualitätsmanagements (QM) unter Umständen Maßnahmen abgeleitet werden.

2. Material und Methoden

2.1. Patientenkollektiv

Eingeschlossen in die vorliegende Erhebung wurden alle in Papierform vorliegenden Protokolle der von der Deutschen Lufthansa durchgeführten interkontinentalen Intensivtransporte mittels PTC. Bei allen PTC-Transporten handelt es sich ausschließlich um Sekundärtransporte. Der Zeitraum umfasst die Jahre 2000 bis einschließlich 2009 sowie das Jahr 2011. Im Jahr 2010 wurden die im Rahmen dieser Erhebung identifizierten Verbesserungspotentiale der Zwischenanalyse der Jahre 2000 bis 2009 implementiert. Die Jahre vor 2010 wurden mit dem Jahr 2011 anhand standardisierter Parameter verglichen.

Ausgeschlossen von der Erhebung und dem konsekutiven Datenvergleich waren PTC-Transporte für die keine Patienten-Dokumentation vorlag. Das Fehlen der Patientendokumentation hingegen wurde registriert. Die Kopien und Durchschläge der Transportprotokolle verblieben beim Medizinischen Dienst der Lufthansa.

Die Ethikkommission des Fachbereichs Medizin der Philipps-Universität Marburg wurde vor Beginn der Erhebung über Inhalte und Ziele informiert. Es bestanden bei hinreichender Pseudonymisierung und Beachtung der gültigen Regeln des Datenschutzes keine Einwände zur Durchführung der Erhebung und konsekutiver Datenanalyse.

2.2. Erhebungsmethode

Im interkontinentalen Sekundärtransport der DLH stehen im Vergleich zur klinischen Medizin keine „Krankenakten“ oder andere Erfassungs- und Speichermedien zur Verfügung. Daher sind die Inhalte der medizinischen Transportprotokolle als Grundlage zur Erfassung des *Ist-Zustandes* zu sehen. Inhaltlich könnten qualitätsrelevante Aspekte unter anderem aus den folgenden Punkten abgeleitet werden:

1. Demografische und organisatorische Daten
2. Indikationen für den PTC Transport
3. Durchgeführte Maßnahmen an Bord
4. Verwendete Materialien/Medikamente
5. Komplikationen (Zwischenlandungen, Transportabbrüche, Todesfälle etc.)

Tabelle 9: Qualitätsrelevante Aspekte aus Transportprotokollen

Alle PTC-Transporte sollen anhand des Protokollinhaltes inhaltlich und qualitativ nachvollziehbar sein und *post hoc* beurteilt werden können, um so potentielle Risiken und Schwächen aufzudecken und Weiterentwicklungspotential für die Patientenversorgung und organisatorische oder logistische Strukturen abzuleiten. Dies ist naturgemäß nur dann möglich, wenn zuvor eine inhaltlich hinreichende Dokumentation des Transportes erfolgt ist.

Alle vorliegenden Protokolle wurden chronologisch nach Jahren und Transportdatum sortiert und mit einer fortlaufenden Nummerierung versehen. Die ersten beiden Ziffern bezeichnen das Jahr, die drei darauffolgenden Ziffern die PTC- bzw. Protokollnummer (beispielsweise 06-078 für das Jahr 2006 Protokollnummer 78).

Die Namen und Vornamen der Patienten wurden während der Eingabe durch Nutzung der Anfangsbuchstaben pseudonymisiert, Adressen wurden nicht erfasst. Rückschlüsse auf Einzelpersonen sind für Dritte anhand der erstellten Datenbank somit nicht möglich.

Es wurden alle Angaben auf den vorliegenden Transportprotokollen detailliert erfasst. Im Rahmen einer Pilotstudie anhand einer randomisierten Stichprobe von zwanzig Protokollen wurden die Herausforderungen der Datenaufbereitung und -analyse simuliert. Hierbei stellte sich einerseits die zu erfassende Datenmenge als sehr umfangreich heraus, andererseits zeigte sich, dass neben den sogenannten „DIVI-Protokollen“ [49] (Abbildungen 45 und 46 im Anhang), auch Transportprotokolle anderer Organisationen verwendet wurden.

Um der Komplexität der Datenerfassung zu genügen, wurde auf Basis von Microsoft Visual Basic[®] (Version 6.5) eine Eingabemaske (Abbildung 11) mit hinterlegter Datenbank entwickelt, mit deren Hilfe die Daten aller Protokollarten systematisch erfasst und in auswertbaren Formaten gespeichert werden konnten.

Abbildung 11: Erste Seite der erstellten Erfassungsmaske

Als Vorlage diente ein Intensivtransportprotokoll der Firma MEDLINQ[®] nach Empfehlungen der DIVI 2000 in der Version 1.0 (Abbildungen 45 und 46 im Anhang). Angaben können in der Erfassungsmaske per „Maus-Klick“ markiert sowie numerisch oder in Freitextfeldern eingegeben werden. Die Eingabemaske gliedert sich in neun Registerkarten, die jederzeit einzeln ausgewählt und deren Inhalte bearbeitet werden können. Die erste Registerkarte ist den Patienten- sowie Transportdaten vorbehalten. An dieser Stelle wird auch die zuvor vergebene Protokollnummer eingegeben, ohne die eine Speicherung der Daten systemseitig nicht möglich ist. Des Weiteren kann über die Eingabe der Protokollnummer der dazugehörige Datensatz erneut eingelesen und gegebenenfalls nachbearbeitet werden. Die Gliederung der Registerkarten folgt den verschiedenen Abschnitten des DIVI-Protokolls (Tabelle 10).

1. Einsatztaktische Daten
2. Arzt / Arzt Gespräch
3. Übernahmestatus
4. Diagnosen
5. Verlauf
6. Maßnahmen / Geräte
7. Übergabestatus
8. Ergebnis

Tabelle 10: Abschnitte des Intensivtransportprotokolls nach DIVI-Richtlinien

Das Layout der Eingabemaske wurde ebenfalls dem des DIVI-Protokolls angeglichen, um eine intuitive Dateneingabe zu ermöglichen und keinerlei Protokollaspekte unberücksichtigt zu lassen.

Um die Protokolle anderer Organisationen bzw. anderen Formats zu erfassen, wurden die Daten in der Reihenfolge der Eingabemaske aus der jeweiligen Transportdokumentation herausgearbeitet und entsprechend erfasst.

Am Rand jeder Registerkarte steht ein Freitextfeld zur Kommentierung zur Verfügung (Abbildung 12). Zusätzlich sind Skalen zur qualitativen und quantitativen Bewertung der durchgeführten Dokumentation eingefügt.

Abbildung 12: Erfassungsmaske mit rechtsseitig gekennzeichnetem Kommentar und Bewertungsfeld

Das Ausfüllverhalten wurde quantitativ und qualitativ in Merkmalsausprägungen bewertet.

Das Vorhandensein von Informationen in den vorgegebenen Zeilen oder Kästchen wird quantitativ anhand der Kriterien

- *ja (Information vorhanden)*
- *teilweise (Information unzureichend oder nicht editierbar)*
- *nein (keine Information vorhanden)*

angegeben.

Die qualitative Bewertung erfolgte in den Abstufungen

- *gut (=3)*
- *mittelmäßig (=2)*
- *unzureichend (=1)*

Den Bewertungsmaßstab stellt hier der auch juristisch gebrauchte Aspekt „nachvollziehbar durch den Fachmann“ (vgl. S. 29) [43, 46] dar.

Die Bewertung mittels dieser verkürzten, dreistufigen Likert-Skala wurde von einem Untersucher (BL) vorgenommen und im Zweifel durch einen zweiten Untersucher (JG) validiert. Bei Divergenzen wurde eine Konsensentscheidung nach Diskussion des unklaren Sachverhalts herbeigeführt.

Die ursprüngliche, fünfstufige Likert-Skala wurde als “Method of summated ratings” 1932 von Rensis Likert entwickelt [50]. Diese Methode dient der Messung von Einstellungen. Das Schlüsselmerkmal besteht darin, dass die Befragten gebeten werden, das Ausmaß ihrer Zustimmung oder Ablehnung zu einer Reihe von Aussagen über den Einstellungsgegenstand einzustufen. Zu beachten ist, dass ein nicht ausgefüllter Abschnitt in die Kategorie *unzureichend* eingestuft wurde, da die Informationen nicht vorhanden waren. Aufgrund fehlender Differenzierungsmöglichkeiten wurde die initial fünfstufige Bewertung nach der Pilotstudienphase im Rahmen dieser Erhebung auf eine dreistufige Bewertung reduziert.

Nach Eingabe und Speicherung stehen die Inhalte der Protokolle in Form einer Excel[®]-Tabelle zur Auswertung bzw. weiteren Bearbeitung zur Verfügung.

Neben den bereits dargestellten qualitativen wie auch quantitativen Aspekten wurden alle weiteren interessierenden Parameter mit Hilfe von Textsuch- und Summenfunktionen aus der Datenbank extrahiert.

Parameter des DIVI-Protokolls
1. Ausfüllverhalten und Qualität der einzelnen Abschnitte des DIVI-Protokolls
2. Beatmung während des Transportes
3. Besonderheiten und Zwischenfälle
4. Bewusstseinslage des Patienten
5. Einschätzung der Patientengefährdung durch den Begleitarzt
6. Hauptdiagnosen
Organisatorische und logistische Parameter
1. Anzahl der Transporte
2. Ausbildungsstand des Begleitarztes
3. Demografische Daten
4. Flugstrecken (Ort, Dauer, Distanzen)

Tabelle 11: Zielparameter der qualitativen und quantitativen Auswertung

Flugbetriebliche Angaben (z.B. Abflugort, Reisedistanz, Flugdauer) wurden in tabellarischer Form von der Flugverkehrssteuerung der Deutschen Lufthansa zur Verfügung gestellt.

Gelegentlich wird die Beatmungspflichtigkeit eines Patienten als Schlüsselkriterium der Intensivpflichtigkeit und somit auch für einen Intensivtransport herangezogen. Um dieser Unterscheidung auch im Rahmen der qualitativen und quantitativen Beurteilung der Dokumentation Rechnung zu tragen, wurden die Gruppen der während des PTC-Transportes beatmeten bzw. nicht-beatmeten Patienten miteinander verglichen. Die Differenzierung zwischen beatmeten und nicht-beatmeten Patienten wurde anhand der Patientenverlaufsdokumentation vorgenommen. Bei unvollständiger Dokumentation wurden hierfür auch Erkenntnisse aus der Übernahme- bzw. Übergabedokumentation des Patienten für die Kategorisierung herangezogen. Als Vergleichszeitraum wurde die Zeitspanne von 2006 bis 2009 gewählt, da die Häufigkeit der Transporte beatmeter Patienten in den vorherigen Jahren für eine Bewertung zu gering erschien.

Um eine bessere Darstellung der Vielzahl der Hauptdiagnosen zu erreichen wurde eine Zuordnung zu den Fachgebieten (chirurgisch, internistisch und neurologisch) vorgenommen. Die „Sepsis“ wurde aufgrund der Häufigkeit der Diagnose im Umfeld der Intensivtherapie als spezielles Krankheitsbild gesondert erfasst. Nicht klar zuzuordnende Diagnosen wurden unter „Sonstige“ kategorisiert. Die Berechnung erfolgte in absoluten Prozent aller erfassten Hauptdiagnosen. Die wesentlichen Krankheitsbilder der einzelnen Fachgebiete wurden in relativen Prozent angegeben.

2.3. Implementierung von Veränderungen aufgrund der Datenanalyse der Jahre 2000 bis 2009

Im Jahr 2010 wurde – basierend auf den Erkenntnissen der Datenanalyse der Jahre 2000 bis 2009 – ein Veränderungsprozess der Organisationsstruktur und Prozesse des PTC eingeleitet. Dieser konzentrierte sich im Wesentlichen auf die Rolle und Funktion der sogenannten PTC-Medical-Crew. Diese können als „konstante“ Teammitglieder betrachtet werden, da die während des Transportes verantwortlichen Ärzte von Einsatz zu Einsatz wechseln. Außerdem sind die Ärzte nicht bei der Deutschen Lufthansa beschäftigt, sondern werden über den Auftraggeber des Transportes verpflichtet. Die prinzipielle Eignung des Begleitarztes wird mittels der Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) des PTC-Transportes definiert (Abbildung 13 im Anhang).

Den Mitgliedern der PTC-Medical-Crew wurden die Ergebnisse der hier vorliegenden Erhebung der Jahre 2000 bis 2009 erläutert und in der Folge um Vorschläge für Veränderungen bzw. Verbesserungen verschiedener Aspekte, insbesondere auch des Dokumentationsverhaltens zu Beginn des Jahres 2010

gebeten. Neben anderen Veränderungen wurde daraufhin die Verantwortung und Durchführung der medizinischen Dokumentation während des PTC-Transportes per Dienstanweisung auf die sogenannte PTC-Medical-Crew übertragen.

Die Wirksamkeit dieser eingeführten Maßnahme wurde durch die Datenanalyse des Jahres 2011, die in gleicher Weise wie 2000 bis 2009 durchgeführt wurde, evaluiert.

2.4. Statistische Auswertung

Die statistischen Auswertungen wurden mit Hilfe von SPSS[®] für Windows, Version 22.0 (SPSS Inc., U.S.A.) durchgeführt. Die Darstellung der metrischen Variablen erfolgte als Mittelwerte und Mediane, während die Streumaße als Standardabweichungen (SD) und Quartile angegeben wurden. Die kategorisierten bzw. nominalen Daten wurden als absolute und relative Häufigkeit angegeben.

Das Alter wurde mittels des Kolmogorow-Smirnow-Tests auf Normalverteilung überprüft. Das Alter wies keine Normalverteilung auf (Kolmogorow-Smirnow-Test: $p < 0,05$). Bei den Vergleichen der Stichproben wurden daher nichtparametrische Tests für nicht normalverteilte Stichproben herangezogen.

Beim Vergleich von zwei unabhängigen, nicht normalverteilten Stichproben wurde der Mann-Whitney-U-Test angewendet.

Die kategorisierten Daten dagegen wurden mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests, bzw. des exakten Tests nach Fisher ausgewertet.

Bei allen durchgeführten Tests erfolgte eine zweiseitige Signifikanzüberprüfung, wobei für alle statistischen Tests ein p-Wert $< 0,05$ als statistisch signifikant angenommen wurde.

3. Ergebnisse

Im Auswertungszeitraum der Jahre 2000 bis 2009 wurden gemäß flugbetrieblicher Dokumentation insgesamt 561 PTC-Transporte durchgeführt. In Originalform lagen 505 PTC-Transportprotokolle zur Auswertung vor. Es fehlten 56 (10%) PTC-Transportprotokolle von flugbetrieblich dokumentierten und somit durchgeführten Patiententransporten, die entsprechend nicht ausgewertet werden konnten.

Seit dem Jahr 2000 ist eine stetige Zunahme der PTC-Transportzahlen pro Jahr zu beobachten, im Jahr 2005 wurden erstmals mehr als 50, im Jahr 2009 erstmals mehr als 100 PTC-Transporte pro Jahr durchgeführt (Abbildung 14).

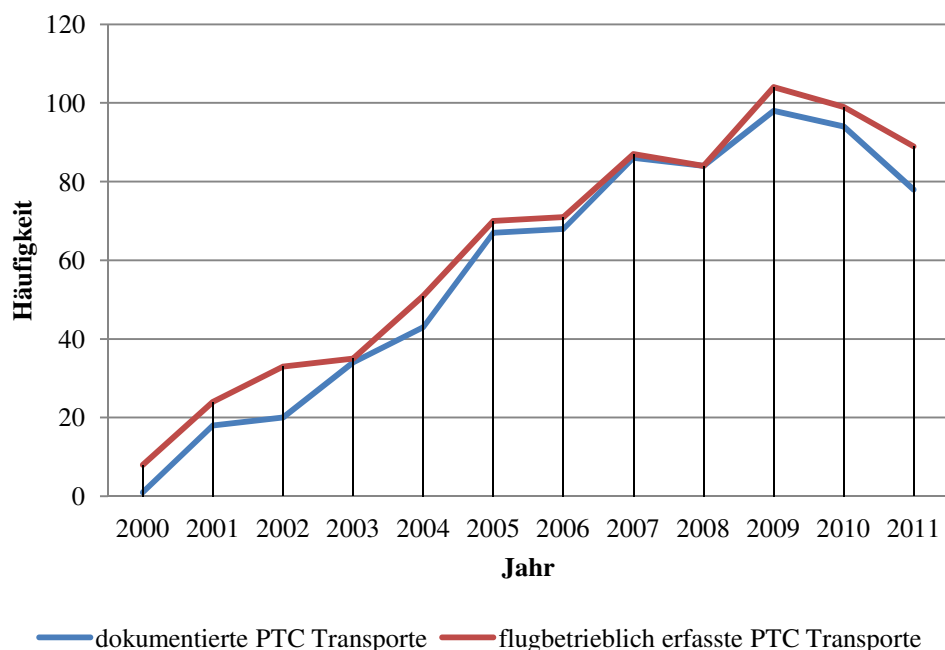


Abbildung 14: Entwicklung der medizinisch dokumentierten und analysierten PTC-Transporte von 2000 bis 2011 sowie aller flugbetrieblich erfassten PTC-Transporte

3.1. Allgemeines

In 86% der PTC-Transporte wurde zur medizinischen Transportdokumentation ein Protokoll nach den Empfehlungen der DIVI in deutscher Sprache eingesetzt. In allen anderen Fällen wurden Protokolle nationaler wie auch internationaler Dienstleister oder Hilfsorganisationen verwendet.

Vollständige Namensangaben, das den Transport begleitende medizinische Personal betreffend, fanden sich in 79% (n=400) der PTC-Transporte mit Dokumentation. Bei 105 (21%) Protokollen war aufgrund unvollständiger bzw. fehlender Angaben eine Identifikation der transportbegleitenden medizinisch Handelnden nicht möglich.

82% der Protokolle (n=414) waren durch den begleitenden Arzt unterschrieben.

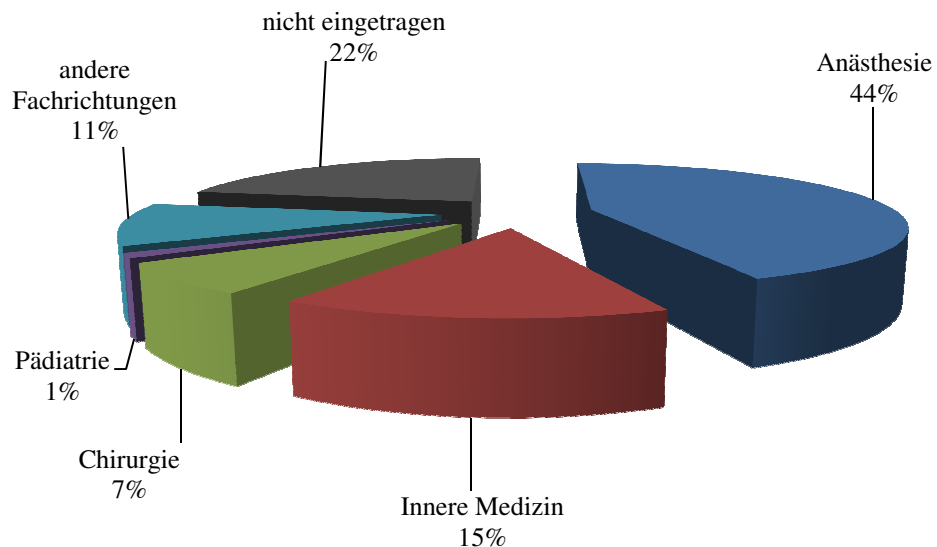


Abbildung 15: Fachrichtung des transportbegleitenden Arztes (n=505)

Eine Facharztqualifikation wurde für 50% der Begleitärzte dokumentiert. 5% des ärztlichen Begleitpersonals waren Assistenzärzte in Weiterbildung. Keine Angabe zur Fachqualifikation erfolgte in 225 (45%) Fällen.

3.2. Demographische Daten der Patienten

Es wurden 136 (27%) weibliche und 337 (67%) männliche Patienten transportiert.

Im Hinblick auf das Lebensalter der Patienten ergaben sich keine geschlechtsspezifischen Unterschiede: Weibliche Patienten waren im arithmetischen Mittel 57,6 Jahre ($\pm 20,7$ SD), männliche Patienten 57,6 Jahre ($\pm 17,0$ SD) alt. Der Altersmedian bei beiden Geschlechtern lag bei 61 Jahren, wobei der jüngste Patient fünf Monate und der älteste Patient 100 Jahre alt waren.

59% (n=269) aller Patienten finden sich in der Altersgruppe zwischen 51 und 80 Jahren.

In 32 (6%) Protokollen fehlten die Angaben zum Geschlecht und in 52 (10%) Protokollen die Altersangabe.

Die Angabe zu Größe und Gewicht der Patienten fehlte in jedem der PTC-Transportprotokolle gänzlich.

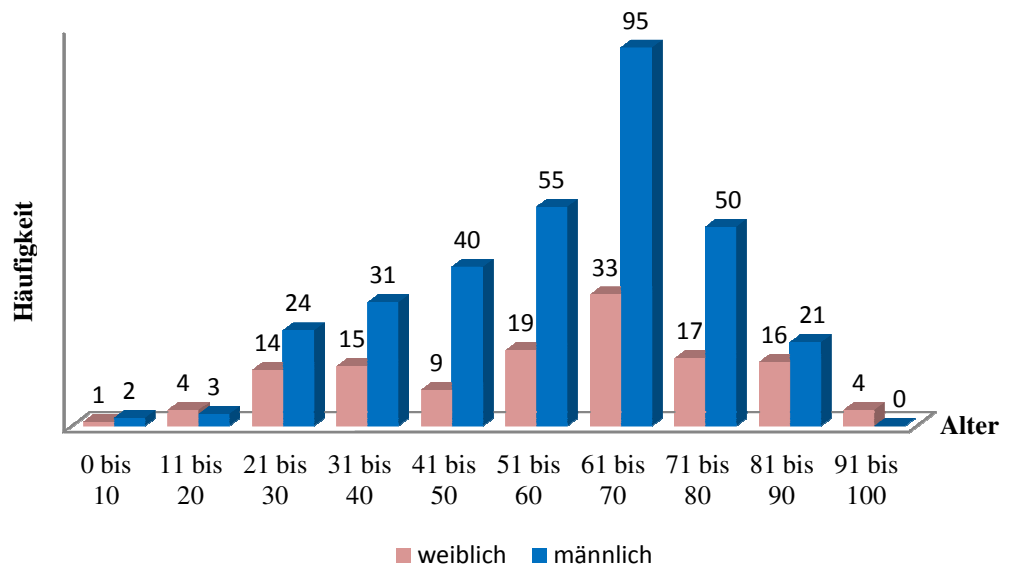


Abbildung 16: Altersverteilung getrennt nach Geschlechtern (n=453)

3.3. Flugbetriebliche Transportdaten bzw. Flugstrecke

Bei den vorliegenden medizinischen Protokollen war in 53% (n=270) der Fälle kein Abflugort vermerkt. In einem Fall wurde ein falscher Abflugort erfasst. Bei 234 (46%) Transporten erfolgte eine vollständige und im Vergleich mit den flugbetrieblichen Daten korrekte Dokumentation des Abflugortes.

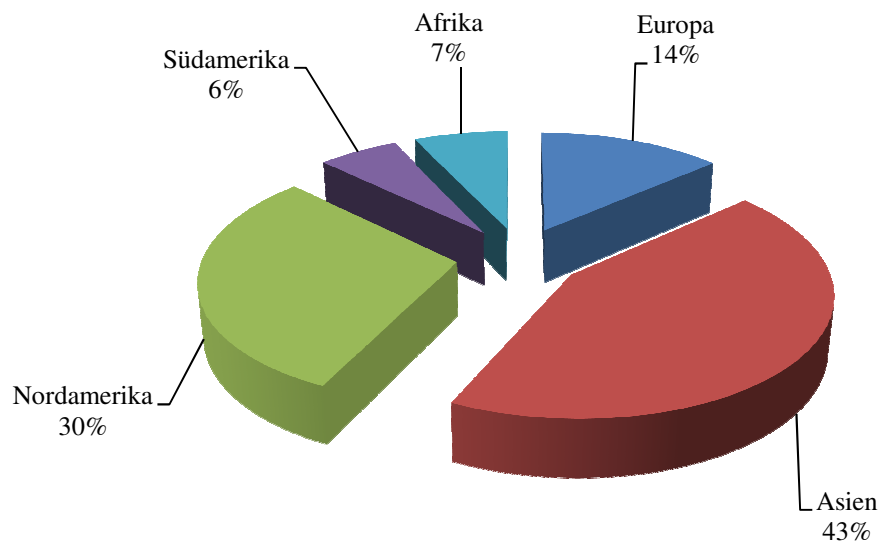


Abbildung 17: Destinationen nach Kontinenten entsprechend der flugbetrieblichen Datenerfassung der Lufthansa (n=561)

Am häufigsten wurde ein PTC ab Bangkok (23%) geflogen, gefolgt von Austransporten aus Frankfurt (14%, Europa), Miami (11%, Nordamerika), Johannesburg (5%, Afrika) sowie je 2% Buenos Aires und Sao Paulo, Südamerika.

86% (n=485) aller PTC-Transporte wurden *inbound*, das heißt aus dem Ausland nach Frankfurt durchgeführt. Es wurden vier sogenannte Doppel-Leg PTC-Transporte durchgeführt, das heißt aus dem Ausland kommende Patienten (z. B. Südamerika) wurden nach einem Zwischenstopp in Frankfurt (Auftanken der Maschine, Wechsel von Crews und Passagieren) weiter transportiert (z. B. nach Japan).

Die durchschnittliche Flugdistanz aller durchgeführten Transporte betrug 4.670 Meilen (± 837 SD) bei einer Flugdauer von im Mittel 10,45 Stunden ($\pm 1,75$ SD).

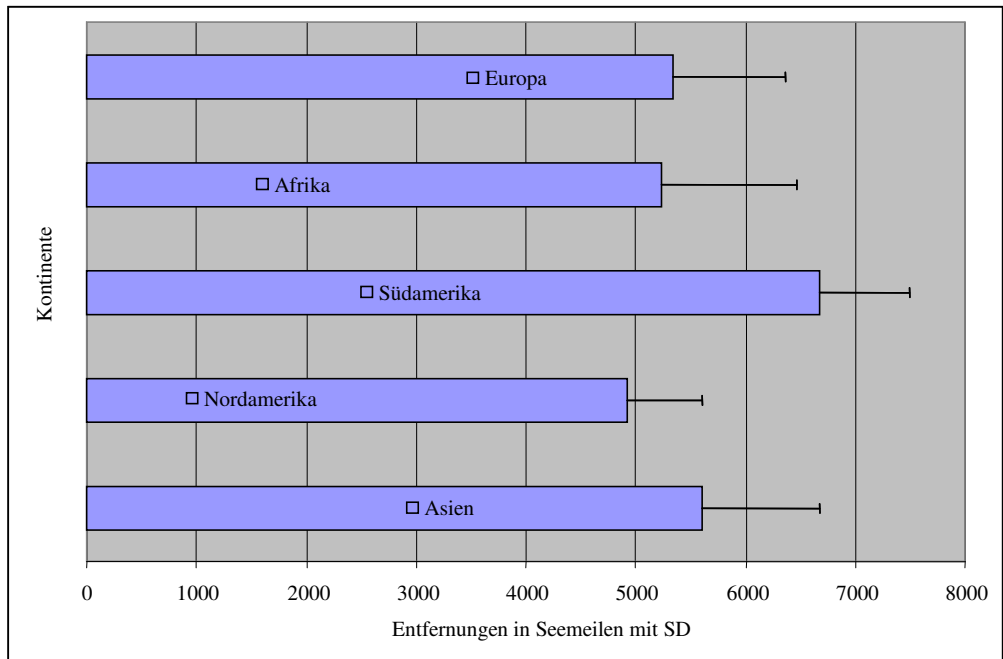


Abbildung 18: durchschnittliche Flugstrecke in Seemeilen (1 nautische Meile $\cong \approx 1,85$ km) nach Kontinenten

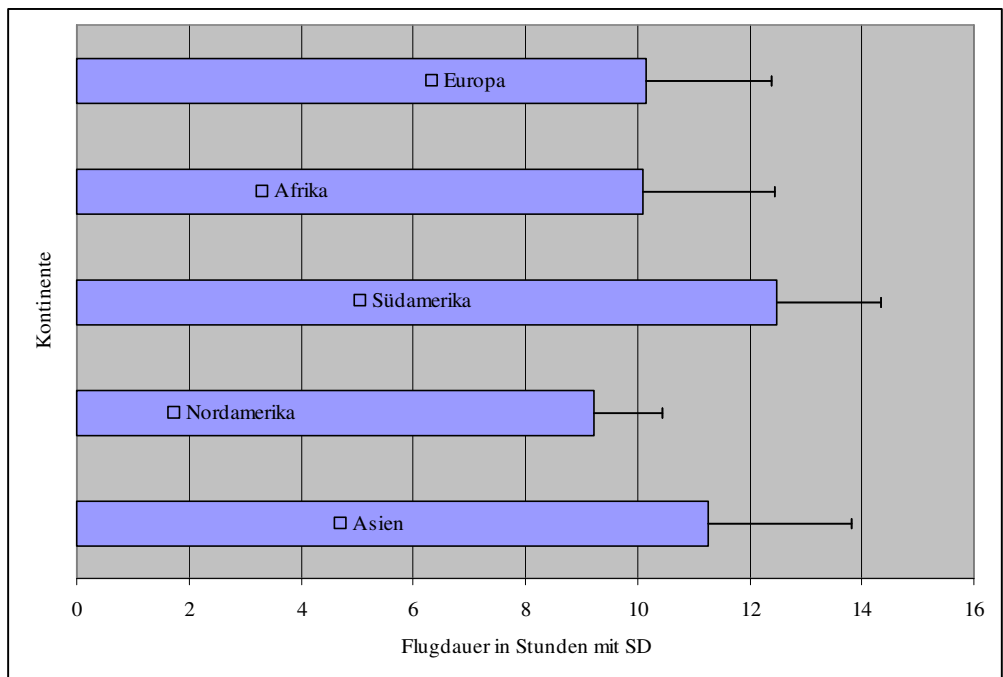


Abbildung 19: durchschnittliche Flugdauer in Stunden nach Kontinenten

3.4. Quantitative Aspekte

In 39% der vorliegenden PTC-Protokolle waren die Patientendaten vollständig, in 60% waren die Daten teilweise und in einem Fall gar nicht erfasst.

Bei 372 Protokollen war der Abschnitt „*Einsatztaktische Daten*“ vollständig, bei 127 Transporten teilweise und in sechs Fällen gar nicht ausgefüllt.

Ein „*Arzt-Arzt-Gespräch*“ wurde in 54% der Fälle dokumentiert, in 11% hat kein Gespräch stattgefunden und in 35% erfolgte keinerlei bzw. eine nicht zum Kontext des Feldes gehörende Dokumentation.

Der Schweregrad der Erkrankungen oder Verletzungen des Patienten vor dessen Übernahme und Transport durch die PTC Medical Crew wurde bei 29% aller PTC-Transporte nicht dokumentiert (Abbildung 20).

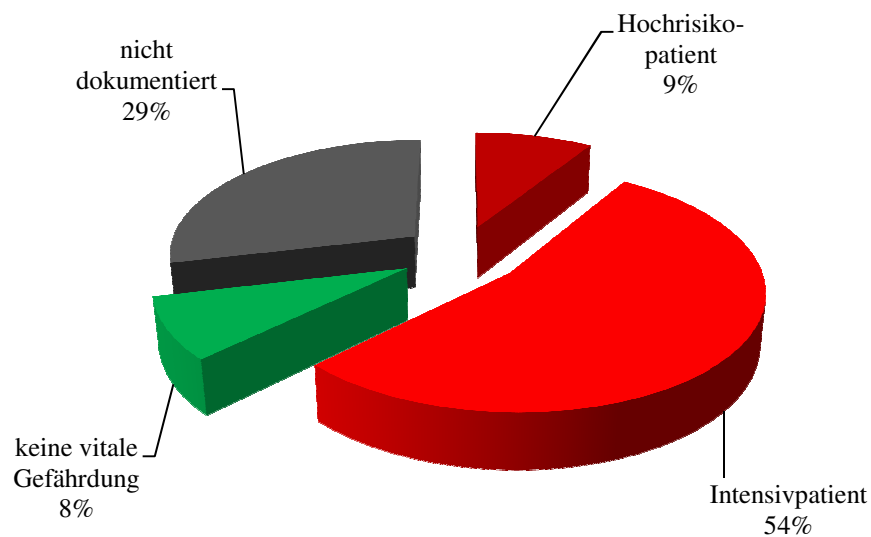


Abbildung 20: Einschätzung des Schweregrads von Erkrankung/Verletzung des Patienten vor Übernahme/Transportbeginn (n=505)

In 60% aller PTC-Transportprotokolle war das Feld „*Übernahmestatus*“ vollständig ausgefüllt, in 30% der Fälle teilweise und in 10% der Fälle gar nicht.

Der „*Übergabestatus*“ wurde in 36% der PTC-Transportprotokolle vollständig ausgefüllt, in 64% der Fälle teilweise oder gar nicht.

Die Bewusstseinslage des Patienten wurde in 42% der PTC-Transportprotokolle bei Übernahme als „*orientiert*“ eingestuft, in 12% der Fälle als „*getrückt*“, in 13% der Fälle als „*bewusstlos*“ sowie in 8% der Fälle als „*analgesediert*“ beschrieben. Keine Dokumentation erfolgte in 25% der Fälle.

In 27% der Fälle wurde die Bewusstseinslage bei Übergabe des Patienten am Ende des PTC-Transportes als „*orientiert*“ dokumentiert, in 9% als „*getrückt*“, und in 7% der Fälle als „*bewusstlos*“. In 14% der PTC-Transportprotokolle wurde das Bewusstsein des Patienten als „*analgesediert*“ beschrieben. Keine Dokumentation erfolgte in 43% der Fälle (Abbildung 21).

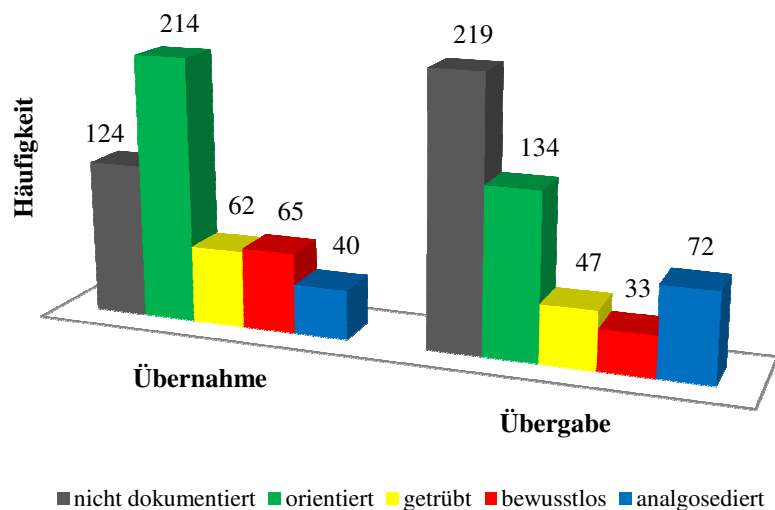


Abbildung 21: Bewusstseinslage bei Übernahme und Übergabe des Patienten

Eine Dokumentation der Glasgow Coma Scale (GCS) zum Zeitpunkt der Übernahme des Patienten erfolgte in 58% aller vorliegenden PTC-Transportprotokolle, bei Patientenübergabe war dies in 40% der PTC-Transportprotokolle der Fall.

In 18% der PTC-Transporte wurden bei der Übernahme des Patienten weder die Bewusstseinslage noch die GCS dokumentiert. Zum Zeitpunkt der Übergabe des Patienten waren bei 40% der Transporte weder die Bewusstseinslage noch die GCS des Patienten dokumentiert.

Bei 98 (19%) der PTC-Transportprotokolle wurde weder bei der Patientenübernahme noch bei der -übergabe der Bewusstseinsstatus dokumentiert.

Der Abschnitt „*Diagnosen*“ wurde in 54% aller PTC-Protokolle vollständig, in 37% der Fälle teilweise sowie in 9% aller Protokolle nicht ausgefüllt.

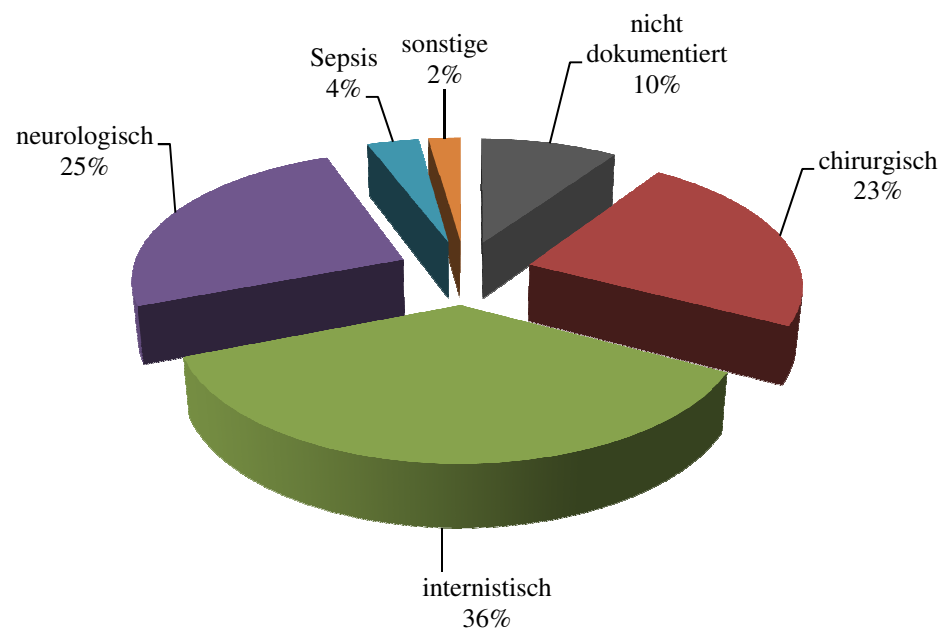


Abbildung 22: dokumentierte Hauptdiagnosen, kategorisiert (n=505)

Den wesentlichen Anteil der neurologischen Diagnosen stellten mit 38% (n=48) Apoplexe und mit 37% (n=47) Hirnblutungen dar. Die chirurgischen Diagnosen wurden zu 50% (n=59) dem Polytrauma zugeordnet. Die internistischen Hauptdiagnosen unterteilen sich in kardiologische (33%) und pneumologische (38%) Diagnosen. Bei den kardiologischen Diagnosen überwog der Myokardinfarkt mit 72% (n=44), wohingegen bei den Lungenerkrankungen die Pneumonie mit 37% (n=26) am häufigsten vertreten war.

In 104 Fällen wurden spezielle „*Interventionen*“, die vor Abflug durch die abgebende Klinik durchgeführt wurden, dokumentiert. In 46% betraf dies die Anlage eines Tracheostomas und in 11% die Versorgung mit einer perkutan-endoskopischen Gastrostomie (PEG-Sonde).

Die Dokumentation von Vital- und Beatmungsparametern sowie der Medikation erfolgte im Abschnitt „*Verlauf*“ in 66% der Fälle vollständig, zu 33% teilweise sowie in 1% gar nicht.

Bei 85 PTC-Transportprotokollen wurden Vitalwerte nicht oder nur unzureichend dokumentiert. Nicht lesbar auf dem Originaldokument waren 7% der Verlaufsdokumentationen in diesem Bereich.

In 42% der Protokolle war der Abschnitt „*Maßnahmen/Geräte*“ vollständig ausgefüllt, in 46% teilweise und in 12% der PTC-Transportprotokolle fanden sich hier keinerlei Angaben.

In 51% der Fälle war der Abschnitt „*Ergebnis*“ vollständig ausgefüllt, in 34% teilweise und in 15% fanden sich keine Eintragungen in diesem Protokollbereich.

3.5 Qualitative Aspekte

Die allgemeine Dokumentationsqualität der Patientendaten gemäß der für diese Erhebung getroffenen Festlegung aller ausgewerteten PTC-Transportprotokolle (n=505) ist in Abbildung 23 dargestellt.

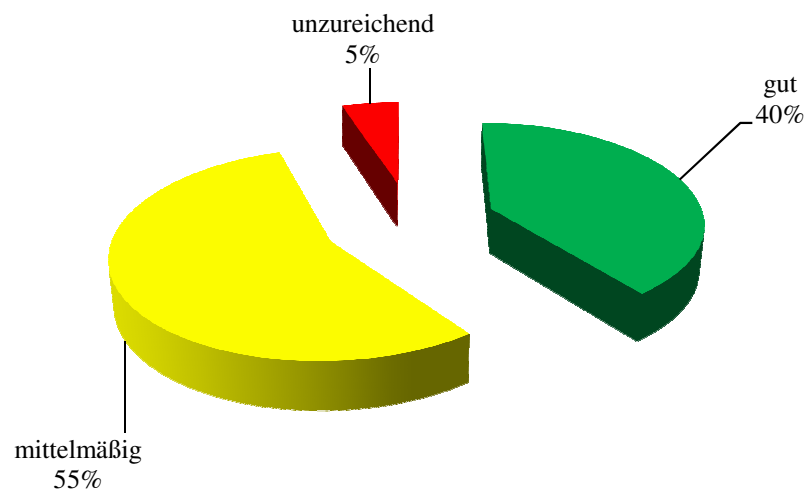


Abbildung 23: Qualität der Dokumentation der Patientendaten (n=505)

Im Abschnitt „*Einsatztaktische Daten*“ war die Dokumentationsqualität der PTC-Transporte in 73% der Fälle gut, in 19% mittelmäßig und in 8% unzureichend.

Die Qualität der Dokumentation im Abschnitt „*Arzt-Arzt-Gespräch*“ ist nachfolgend in Abbildung 24 dargestellt.

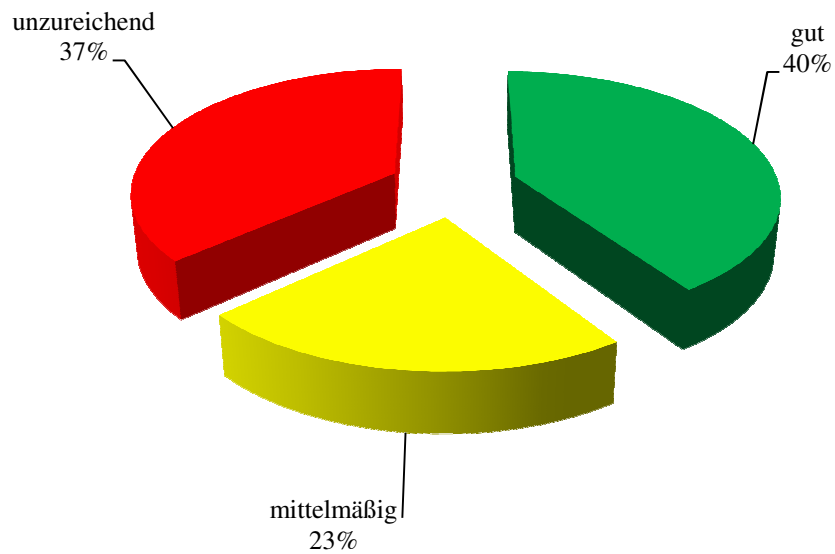


Abbildung 24: Qualität der Dokumentation von Arzt-Arzt-Gesprächen (n=505)

Im Abschnitt „**Übernahmestatus**“ war die Dokumentationsqualität in 60% der Fälle gut, in 26% mittelmäßig und in 14% der Protokolle unzureichend.

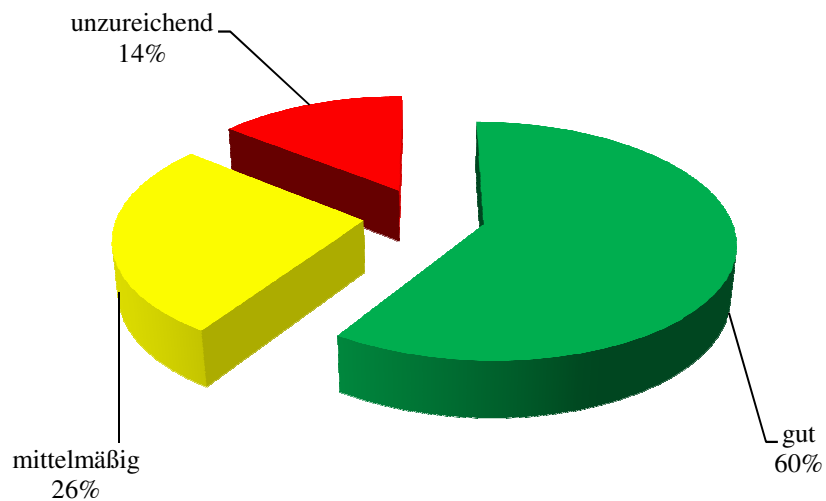


Abbildung 25: Qualität der Dokumentation des Übernahmestatus (n=505)

Die Qualität der Dokumentation im Abschnitt „**Übergabestatus**“ der PTC-Transportprotokolle war in 35% der Fälle gut, in 30% mittelmäßig und in 35% der Fälle unzureichend.

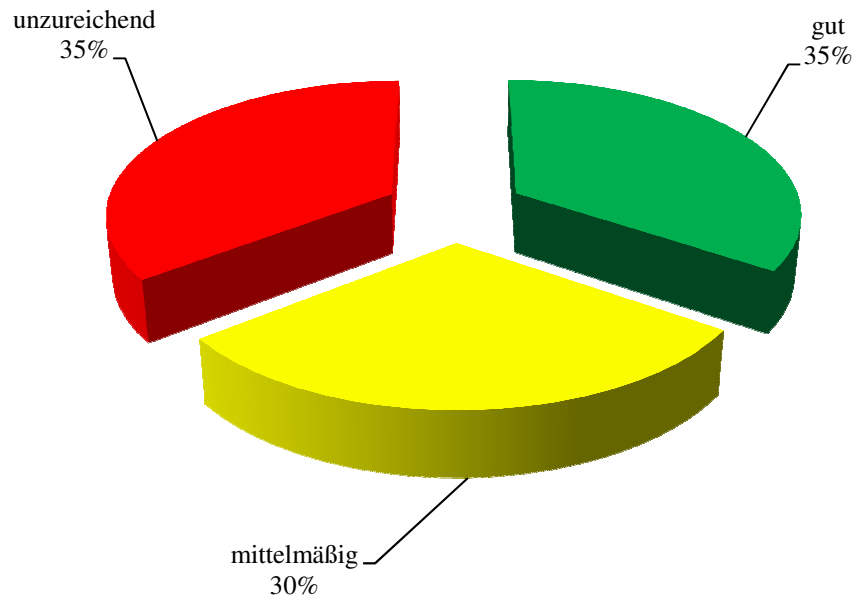


Abbildung 26: Qualität der Dokumentation des Übergabestatus (n=505)

Im Abschnitt „**Diagnosen**“ war die Dokumentation bei 52% der PTC-Protokolle gut, bei 38% mittelmäßig und in 10% der Fälle unzureichend. Die Qualität der Dokumentation von Vitalwerten, Beatmungsparametern sowie der Medikation im Abschnitt „**Verlauf**“ der PTC-Transportprotokolle zeigt nachfolgend Abbildung 27.

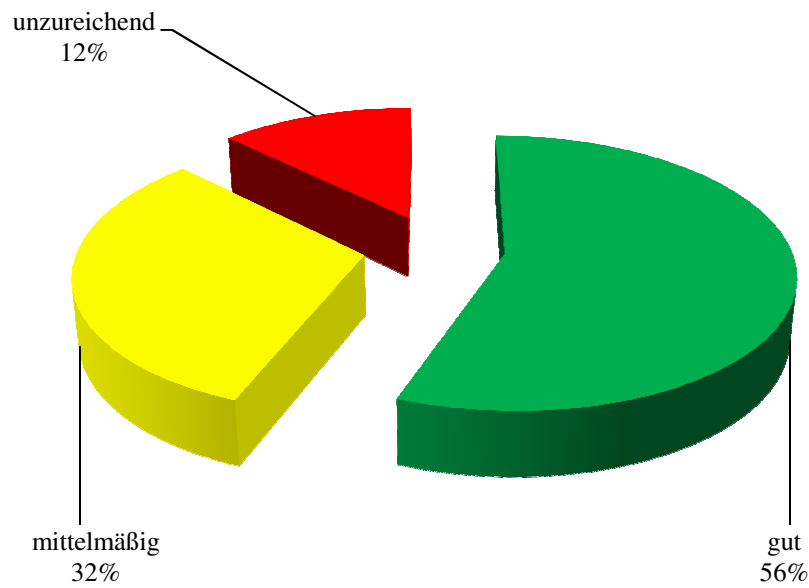


Abbildung 27: Qualität der Dokumentation des Behandlungsverlaufs der transportierten PTC-Patienten (n=505)

Im Abschnitt „*Maßnahmen/Geräte*“ der PTC-Transportprotokolle war die Qualität der Dokumentation in 40% der Fälle gut, bei 44% mittelmäßig und in 16% unzureichend.

Die nachfolgende Abbildung 28 stellt die Dokumentationsqualität im Abschnitt „*Ergebnis*“ der PTC-Transportprotokolle dar.

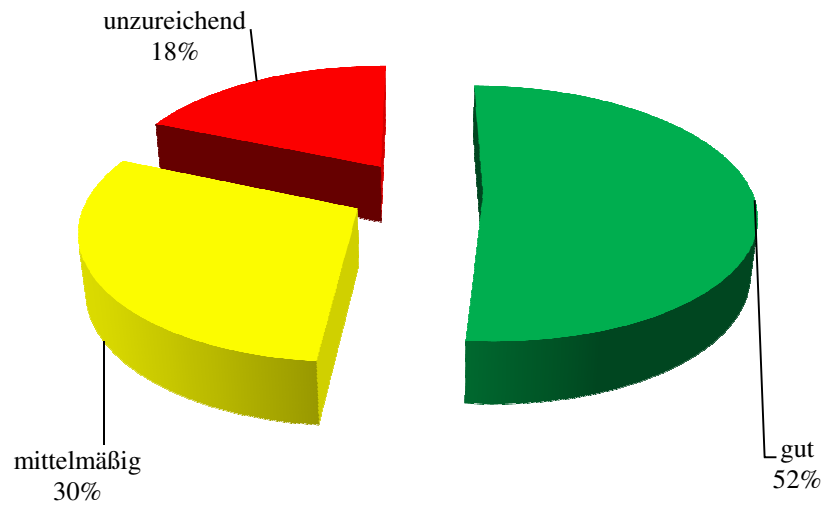


Abbildung 28: Qualität der Dokumentation des Ergebnisses des Transports (n=505)

In der Gesamtheit aller Dokumentationsbereiche (Abbildung 29) sind bei vier von neun Abschnitten weniger als 50% der Protokolle als „gut“ dokumentiert einzustufen. In keiner der Kategorien konnte die Dokumentationsqualität von mindestens 80% der Protokolle mit „gut“ bewertet werden.

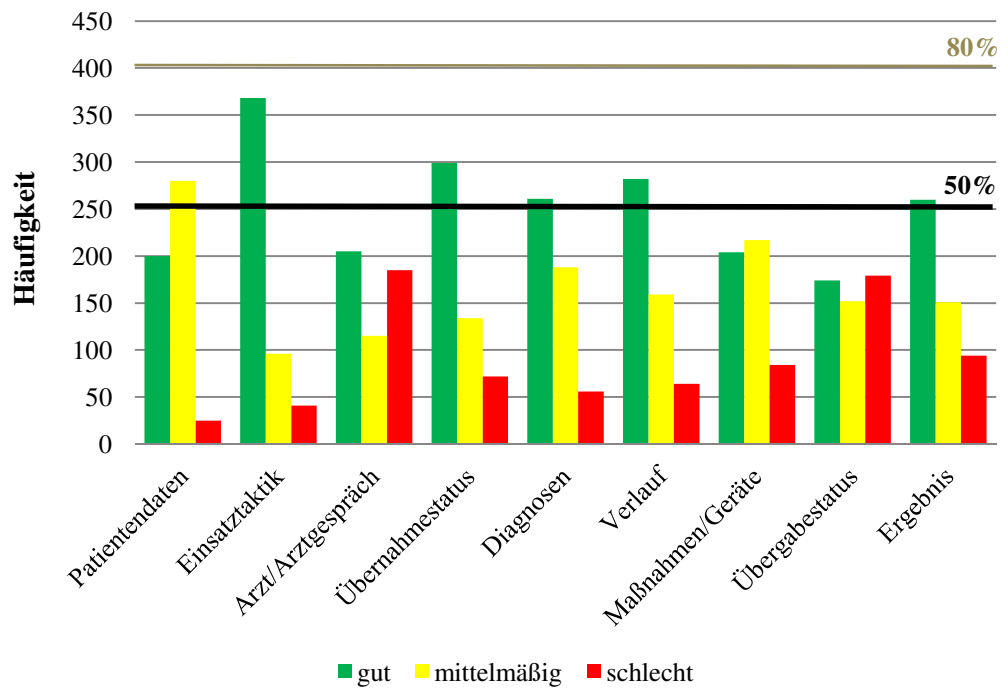


Abbildung 29: Qualität der einzelnen Protokollabschnitte aller mittels PTC transportierten Patienten (n=505) der Jahre 2000 bis 2009

3.6. Transport beatmeter Patienten im PTC

Seit Beginn der PTC-Transporte ist eine stetige Zunahme der Transporte mit beatmeten Patienten zu beobachten. Im Jahr 2007 wurden erstmals mehr als zwanzig beatmete Patienten pro Jahr transportiert.

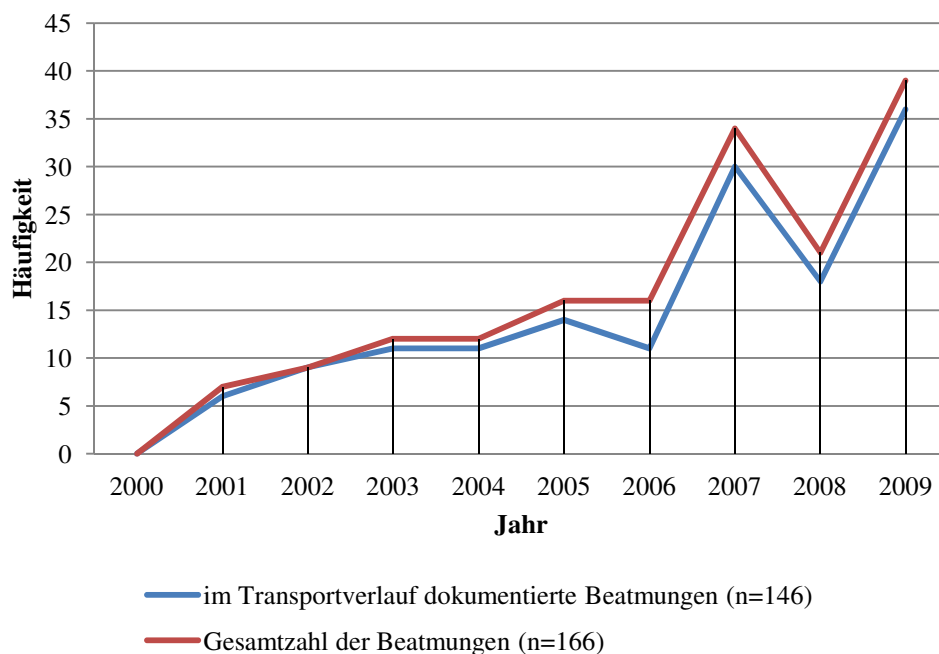


Abbildung 30: Entwicklung der Transporte von beatmeten Patienten im PTC von 2000 bis 2009 in absoluten Häufigkeiten

Über die Jahre 2000 bis 2009 wurde in 33% (n=166) aller PTC-Transporte ein beatmeter Patient transportiert. Eine Beatmungsdokumentation im Abschnitt „*Verlauf*“ erfolgte in 88% dieser 166 PTC-Transporte. In den verbleibenden 12% der Fälle erfolgte trotz Erwähnung einer Beatmung in der Übernahmedokumentation keine Dokumentation von zum Beispiel Beatmungsparametern oder Oxygenierungswerten im Transportverlauf.

In der Übersicht (Abbildung 31) sind in sechs von neun Kategorien bei beatmeten Patienten weniger als 50% der Protokolle als „*gut*“ dokumentiert einzustufen. In keinem Bereich konnte die Dokumentationsqualität in 80% der Protokolle mit „*gut*“ bewertet werden.

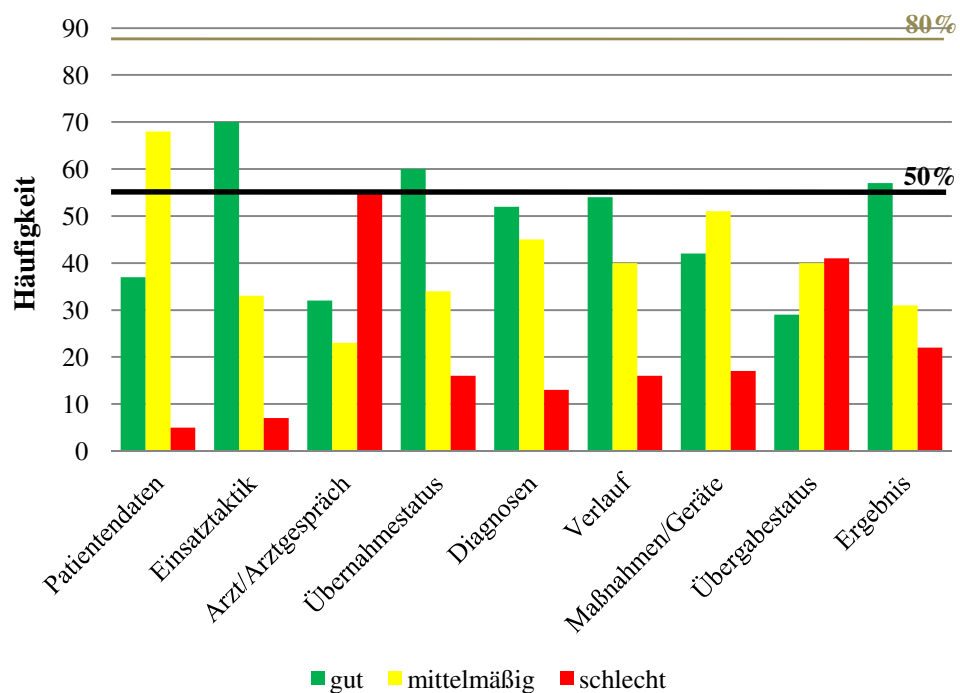


Abbildung 31: Qualität der Dokumentation der einzelnen Protokollabschnitte bei beatmeten PTC-Patienten in den Jahren 2006 bis 2009 (n=110)

Der Vergleich der Dokumentationsqualität beatmeter und nicht-beatmeter Patienten der Jahre 2006 bis 2009 zeigte bei beatmeten Patienten in den Abschnitten „*Einsatztaktik*“ (p=0,031) und „*Maßnahmen/Geräte*“ (p=0,013) eine statistisch signifikant bessere Dokumentationsqualität. Die Patientendaten der beatmeten PTC-Transporte sind hingegen statistisch signifikant schlechter erfasst (p=0,014) worden. Alle anderen Abschnitte der PTC-Transportdokumentation zeigen zwischen der Dokumentation beatmeter und nicht-beatmeter PTC-Patienten keine statistisch signifikanten Unterschiede.

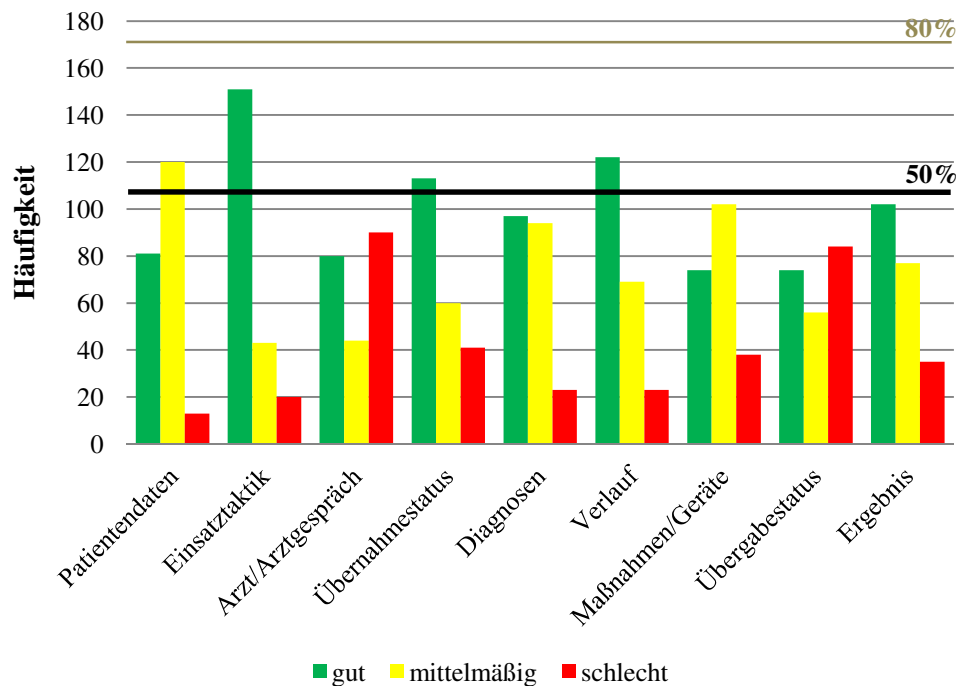


Abbildung 32: Qualität der Dokumentation der einzelnen Protokollabschnitte bei nicht-beatmeten Patienten in den Jahren 2006 bis 2009 (n=214)

3.7. Besonderheiten und Zwischenfälle

Anhand der vorliegenden 505 Transportdokumentationen der Jahre 2000 bis 2009 wurden die folgenden Besonderheiten, bzw. Zwischenfälle identifiziert: Während drei PTC-Transporten kam es zu einem Anfallsleiden, welches als epileptischer Anfall während des Fluges dokumentiert wurde. Weiterführende differentialdiagnostische Erwägungen, wie z. B. Ausschluss bzw. Nachweis einer relevanten Hypoxie (mittels arterieller Blutgasanalyse oder auch Pulsoxymetrie) finden sich nicht.

Ein PTC-Transport wurde aufgrund einer „hämodynamischen Instabilität“ des Patienten abgebrochen, das heißt mit einer ungeplanten Zwischenlandung beendet. Der Patient wurde ausgeladen und vor Ort in ein Krankenhaus

verbracht. Der Flug wurde im Anschluss ohne Patient regelgerecht zum Zielort weitergeführt.

Während zweier PTC-Transporte verstarb der Patient während des Fluges, nur in einem Fall war eine Herz-Kreislauf-Wiederbelebung dokumentiert. Im anderen Fall lag auch keine Dokumentation im Sinne einer palliativen Behandlungssituation oder einer entsprechenden Patientenverfügung vor.

Einmalig wurde in der PTC-Transportdokumentation auf das Fehlen von in der Packliste genannten Medikamenten (Betäubungsmittel) in der Bestückung des PTC hingewiesen.

3.8. Ergebnisse der Dokumentation des Jahres 2011 im Vergleich zum Zeitraum 2000 bis 2009

Im Auswertungszeitraum 2011 wurden insgesamt 89 PTC-Transporte durchgeführt, es lagen aber nur 78 (88%) Protokolle zur Auswertung vor.

3.8.1. Allgemeines

In 77% der Fälle wurde zur Transportdokumentation ein Protokoll nach den Empfehlungen der DIVI eingesetzt. In allen anderen Fällen wurden Protokolle nationaler wie auch internationaler Hilfsorganisationen verwendet.

Vollständige Namensangaben, das begleitende Personal betreffend, fanden sich in 76% (n=59) der PTC-Transporte mit Dokumentation. Bei 19 (24%) der PTC-Transportprotokolle war aufgrund unvollständiger, bzw. fehlender Angaben eine Identifikation der transportbegleitenden Personen (Pflegerkraft und Arzt) nicht möglich.

94% der Protokolle (n=73) waren durch den begleitenden Arzt unterschrieben. Im Vergleich zu den Vorjahren zeigt sich hier ein Zuwachs von zwölf Prozentpunkten.

3.8.2. Demographische Daten der Patienten

Es wurden 20 (26%) weibliche und 56 (72%) männliche Patienten transportiert.

Im Hinblick auf das Lebensalter der Patienten ergaben sich leichte geschlechtsspezifische Unterschiede: Weibliche Patienten waren im arithmetischen Mittel 53,7 Jahre ($\pm 21,5$ SD), männliche Patienten 57,1 Jahre ($\pm 20,3$ SD) alt. Der Altersmedian betrug bei den männlichen Patienten 62,5 Jahre und bei den weiblichen Patienten 61,5 Jahre, wobei der jüngste Patient sechs Jahre und der älteste 86 Jahre alt waren.

56% (n=38) aller Patienten finden sich in der Altersgruppe zwischen 51 und 80 Jahren.

In zwei (2%) PTC-Transportprotokollen fehlten die Angaben zum Geschlecht und in einem PTC-Transportprotokoll die Altersangabe.

Angaben zu Größe und Gewicht der Patienten fanden sich in keinem der PTC-Transportprotokolle.

3.8.3. Flugstrecke

Bei den vorliegenden medizinischen Protokollen waren in drei Fällen (4%) keine Abflugorte zu ermitteln. In diese Betrachtung gingen somit n=86 Transporte ein.

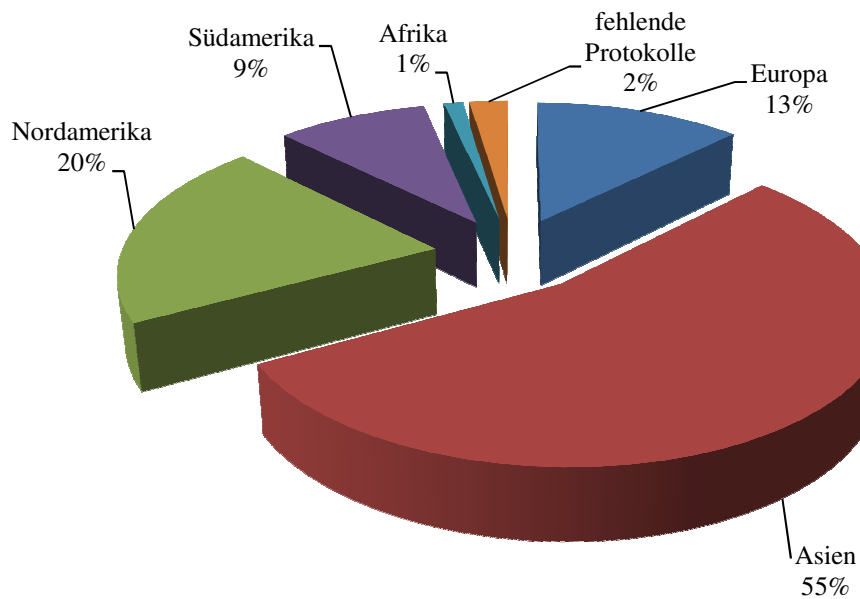


Abbildung 33: Destinationen nach Kontinenten im Jahr 2011 (n=86)

Die durchschnittliche Flugdistanz aller in 2011 durchgeführten Transporte betrug 5.496 Meilen (± 816 SD) bei einer Flugdauer von im Mittel 10,57 Stunden ($\pm 1,74$ SD).

3.8.4. Qualitative Darstellung

In der Gesamtheit aller Protokollabschnitte (Abbildung 34) sind bei sechs von neun Abschnitten weniger als 50% der Protokolle als „gut“ dokumentiert einzustufen. Im Abschnitt Patientendaten konnte die Dokumentationsqualität von über 80% der Protokolle mit „gut“ bewertet werden.

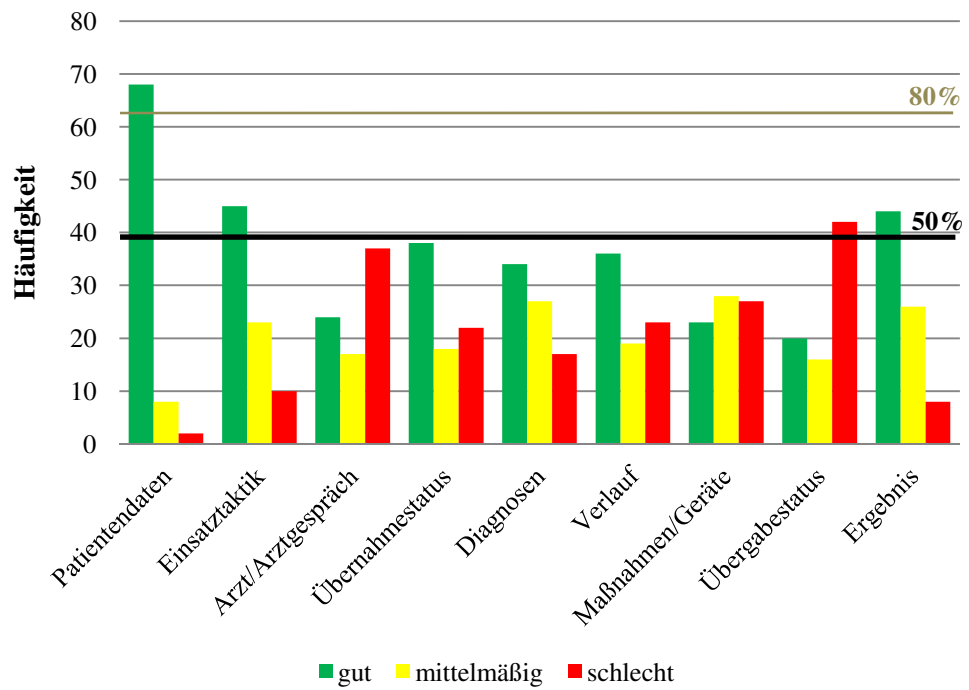


Abbildung 34: Qualität der einzelnen Protokollabschnitte aller transportierten Patienten in 2011 (n=78)

Die folgenden Abbildungen 35 bis 43 veranschaulichen Veränderungen der Dokumentationsqualität der einzelnen Abschnitte des DIVI-Intensivtransportprotokolls im direkten Vergleich der Beobachtungszeiträume der PTC-Transporte der Jahre 2000 bis 2009 und des Jahres 2011.

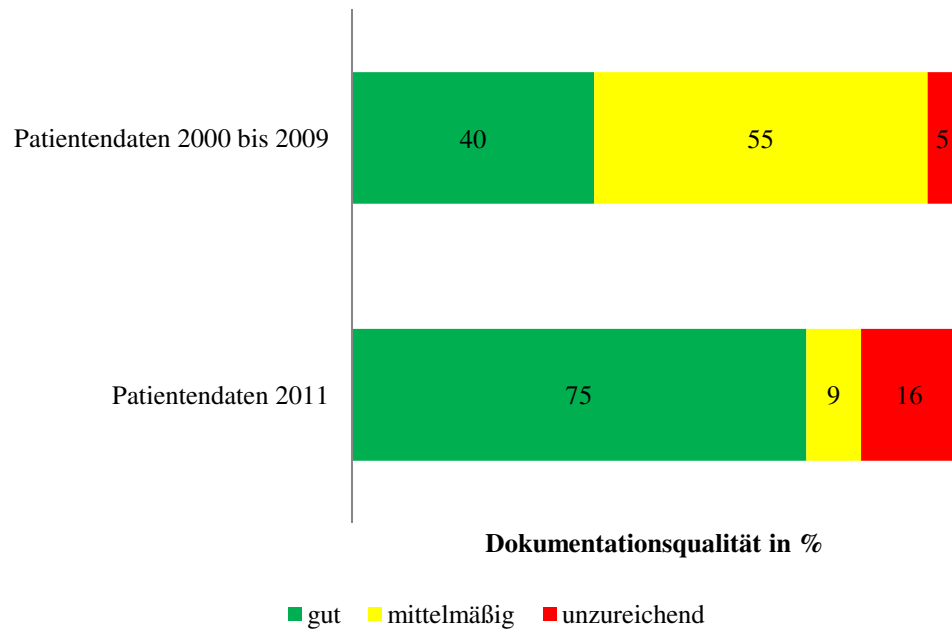


Abbildung 35: Darstellung der Dokumentationsqualität der Patientendaten der Jahre 2000 bis 2009 im Vergleich zu den Daten aus 2011 in %

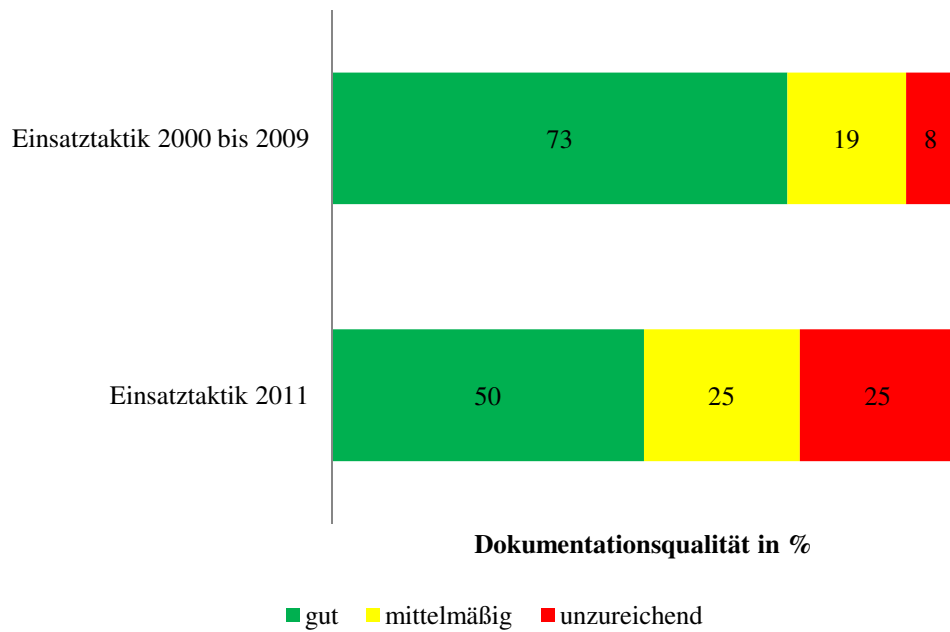


Abbildung 36: Darstellung der Dokumentationsqualität des Abschnitts „Einsatztaktik“ der Jahre 2000 bis 2009 im Vergleich zu den Daten aus 2011 in %

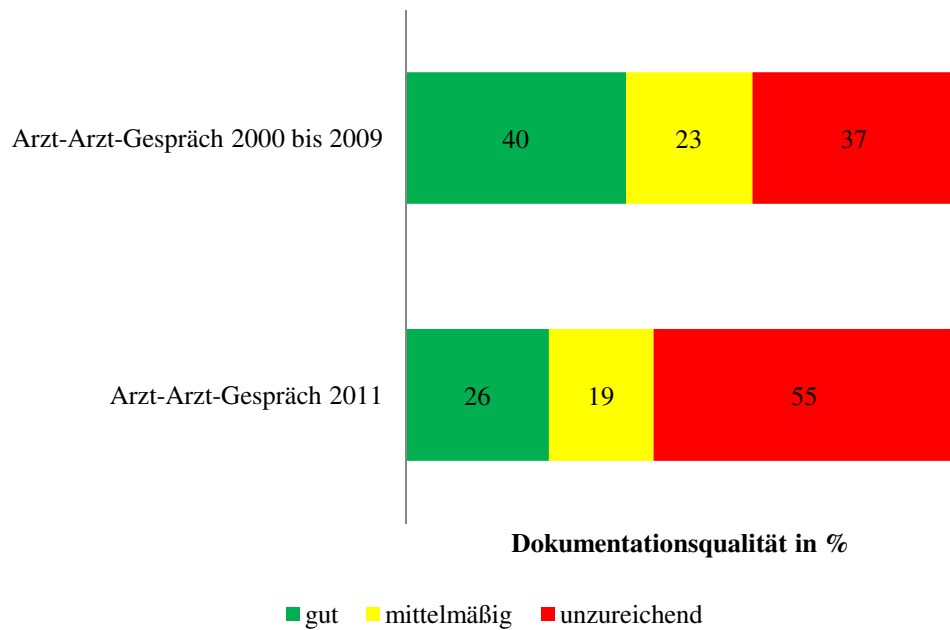


Abbildung 37: Darstellung der Dokumentationsqualität des Abschnitts „Arzt-Arzt-Gespräch“ der Jahre 2000 - 2009 im Vergleich zu den Daten aus 2011 in %

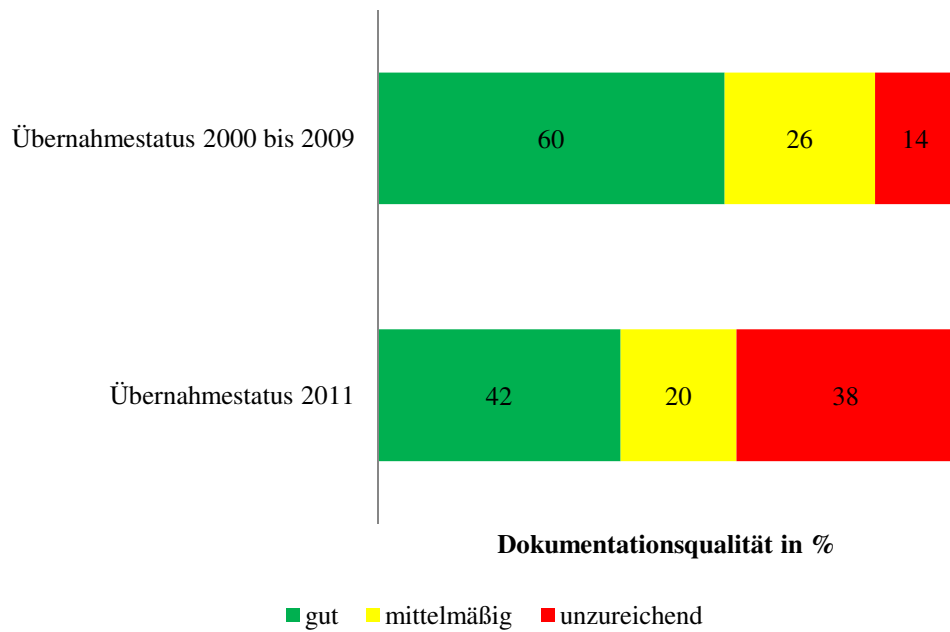


Abbildung 38: Darstellung der Dokumentationsqualität des Abschnitts „Übernahmestatus“ der Jahre 2000 bis 2009 im Vergleich zu den Daten aus 2011 in %

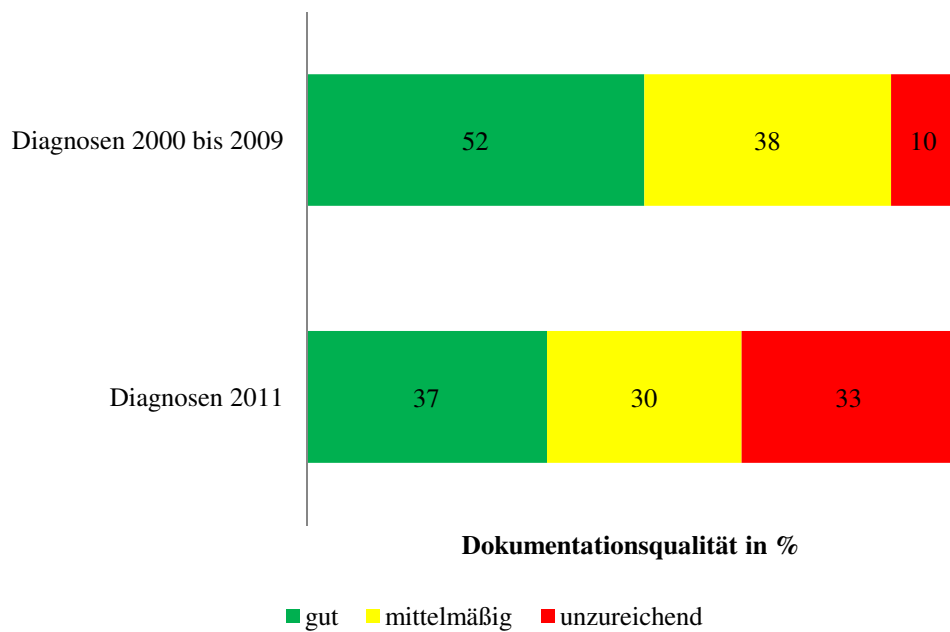


Abbildung 39: Darstellung der Dokumentationsqualität des Abschnitts „Diagnosen“ der Jahre 2000 bis 2009 im Vergleich zu den Daten aus 2011 in %

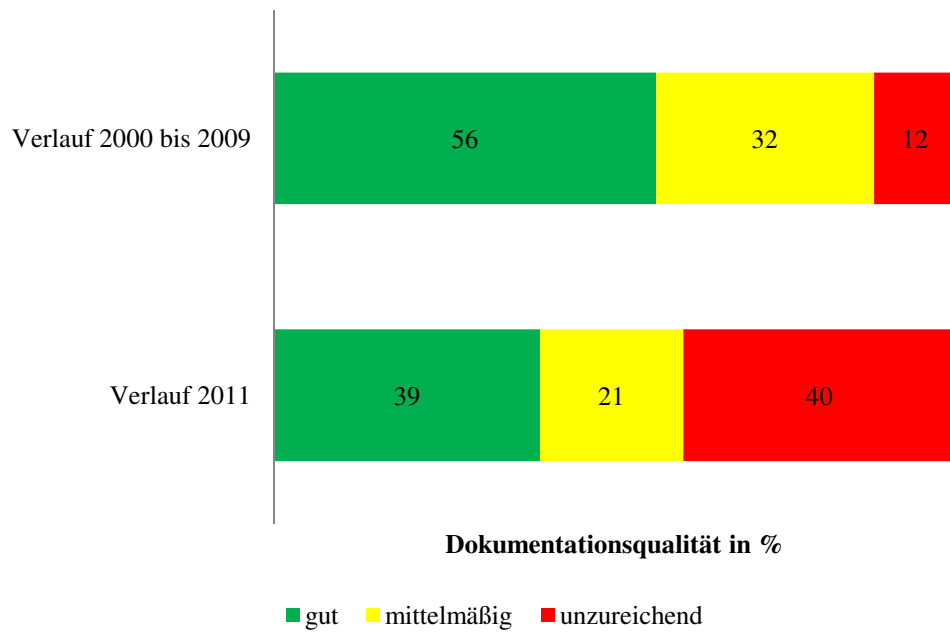


Abbildung 40: Darstellung der Dokumentationsqualität des Abschnitts „Verlauf“ der Jahre 2000 bis 2009 im Vergleich zu den Daten aus 2011 in %

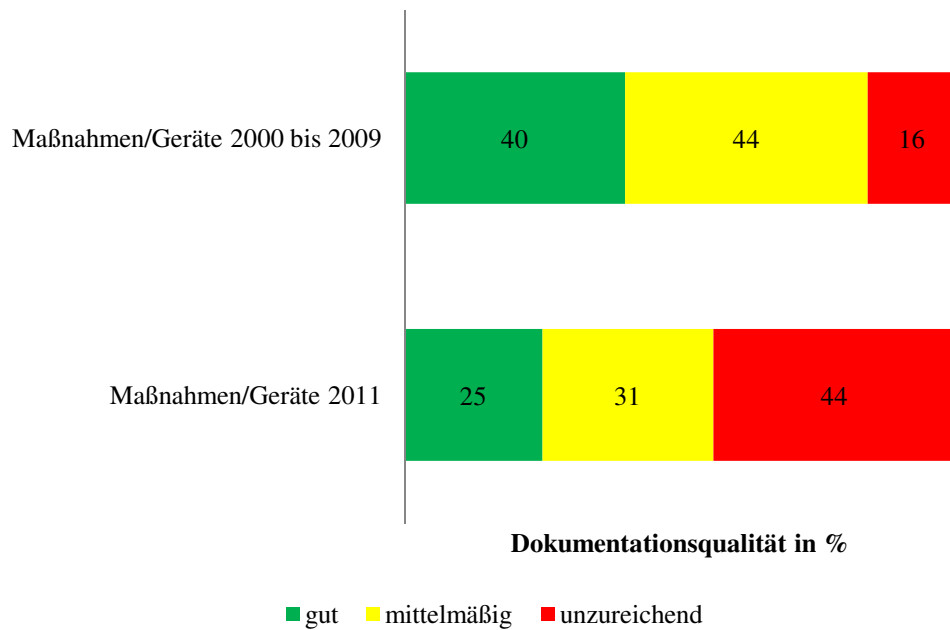


Abbildung 41: Darstellung der Dokumentationsqualität des Abschnitts „Maßnahmen/Geräte“ der Jahre 2000 bis 2009 im Vergleich zu den Daten aus 2011 in %

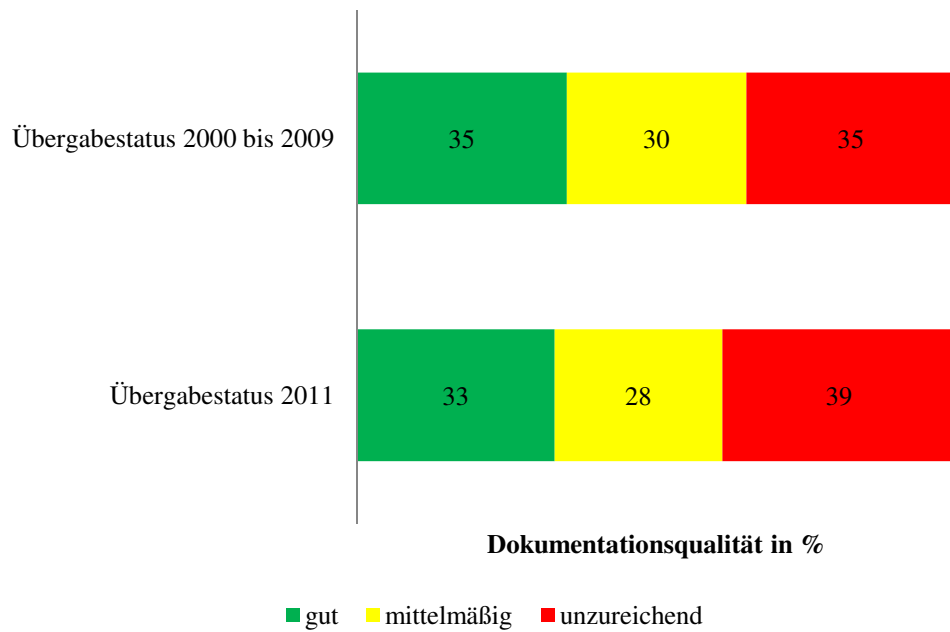


Abbildung 42: Darstellung der Dokumentationsqualität des Abschnitts „Übergabestatus“ der Jahre 2000 bis 2009 im Vergleich zu den Daten aus 2011 in %

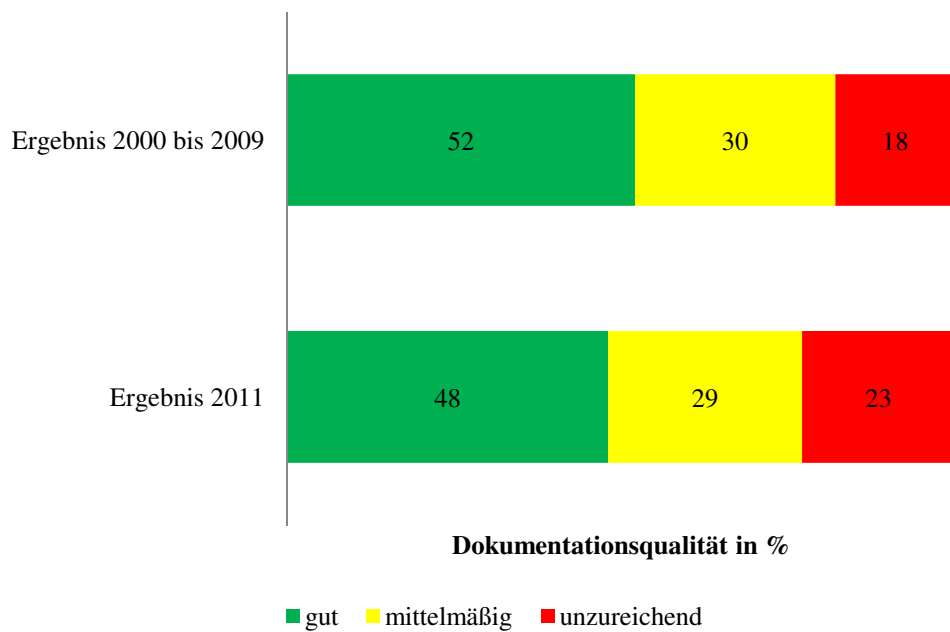


Abbildung 43: Darstellung der Dokumentationsqualität des Abschnitts „Ergebnis“ der Jahre 2000 bis 2009 im Vergleich zu den Daten aus 2011 in %

Die Dokumentationsqualität bei der Erfassung der Patientendaten hat sich im Jahr 2011 im Vergleich zu dem Zeitraum 2000 bis 2009 signifikant verbessert ($p < 0,001$). In allen anderen Abschnitten des PTC-Transportprotokolls zeigte sich eine signifikante Verschlechterung der Dokumentation ($p < 0,001$). Im Abschnitt „*Ergebnis*“ war keine Veränderung der Dokumentationsqualität auszumachen ($p = 0,581$).

3.8.5. Transport beatmeter Patienten im PTC im Jahr 2011 und im Vergleich der Jahre 2006 bis 2009

Im Jahr 2011 wurde in 28% aller PTC-Transporte ein beatmeter Patient transportiert. Eine Beatmungsdokumentation im „*Verlauf*“ erfolgte in 95% dieser Transporte. In den verbleibenden 5% der Fälle erfolgte trotz Erwähnung einer Beatmung in der Übernahmedokumentation keine Dokumentation von Beatmungsparametern oder Oxygenierungswerten im Transportverlauf.

In der Übersicht (Abbildung 44) sind sechs von neun Protokoll-Kategorien, bei beatmeten Patienten in weniger als 50% der Protokolle als „*gut*“ dokumentiert einzustufen. In dem Abschnitt Patientendaten konnten 100% der Protokolle mit „*gut*“ bewertet werden.

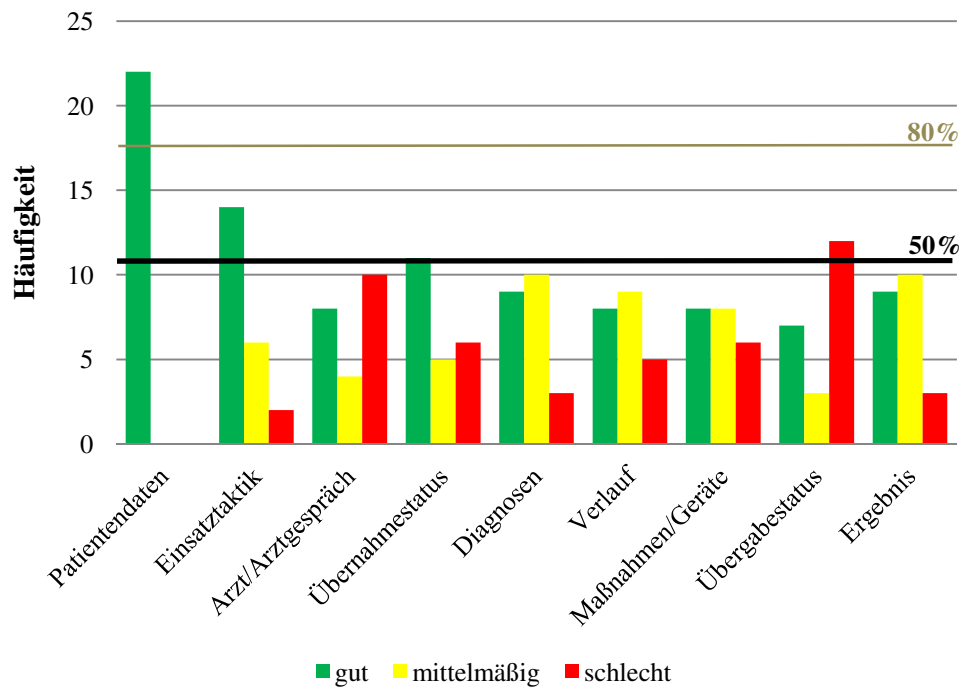


Abbildung 44: Qualität der einzelnen Protokollbereiche aller beatmeten PTC-Patienten im Jahr 2011 (n=22)

Der Vergleich der Dokumentation der beatmeten mit den nicht beatmeten Patienten im gleichen Zeitraum zeigte keine signifikanten Unterschiede der Dokumentationsqualität in den Abschnitten „*Arzt-Arzt-Gespräch*“ ($p = 0,131$), „*Übergabestatus*“ ($p = 0,082$) und „*Ergebnis*“ ($p = 0,482$). In allen anderen Abschnitten zeigten sich positive statistisch signifikante ($p < 0,05$) Unterschiede in der Dokumentationsqualität.

4. Diskussion

Die Auswertung der Transportprotokolle von mittels PTC repatriierten Schwersterkrankten und –verletzten an Bord von Langstreckenlinienflugzeugen der Deutschen Lufthansa der Jahre 2000 bis 2009 und 2011, sowie die Subgruppenanalyse der beatmungspflichtigen Patienten beider Beobachtungszeiträume führt zu den folgenden Kernaussagen:

1. Die Repatriierung von Patienten mittels PTC an Bord ziviler Langstreckenlinienflugzeuge ist vergleichsweise schnell und sicher möglich. Lediglich zwei Todesfälle (0,34%) während des Fluges wurden registriert.
2. Die Dokumentation der Repatriierungstransporte mittels PTC ist inhomogen, teilweise lückenhaft und dadurch in der inhaltlichen Aussagekraft begrenzt.
3. Der Gesundheitszustand der Patienten hat keine Auswirkung auf die Qualität der Dokumentation.
4. Trotz Neuregelung der Dokumentationsverantwortlichkeit und Schulung der verantwortlichen Personen konnte im Jahr 2011 keine Verbesserung der Dokumentationsqualität beobachtet werden.

4.1. Dokumentation und Transportrisiko

Die Auswirkungen einer unzureichenden Dokumentation auf den Patienten wurde für den klinischen wie außerklinischen Bereich bereits mehrfach und in unterschiedlichen Zusammenhängen untersucht [51-56]. Die Qualität medizinischer Aufzeichnungen kann als ein Prädiktor für das Auftreten von

unerwünschten Ereignissen (AEs) bei Patienten angesehen werden. Dies insbesondere da ein Zusammenhang zwischen Dokumentationsqualität – im Hinblick auf vollständige, lesbare und inhaltlich korrekte Informationen – und AEs in anderen Umgebungen nachgewiesen werden konnte [52]. Die Beobachtung und Dokumentation der Vitalparameter und Bewusstseinszustände können diese zwar nicht verhindern, in einer Verlaufsanalyse aber Anzeichen erkennbar und entsprechende frühzeitige Gegenmaßnahmen möglich machen [54].

Im Vergleich zu Intrahospitaltransfers treten AEs bei Interhospitaltransporten nur selten auf [30]. Im untersuchten Datensatz lassen sich lediglich fünf AEs ausmachen (0,86%). Drei epileptische Anfälle, wobei einer im Rahmen eines septischen Schocks auftrat, wurden dokumentiert. Die Transportdokumentation in diesen Fällen war inhaltlich umfassend. Hinweise auf mögliche weitere Einflussfaktoren (bspw. milde Hypoxie aufgrund des verminderten Sauerstoffpartialdrucks) finden sich in der Dokumentation nicht. Weiterhin wurden lediglich zwei Todesfälle erfasst. Die Dokumentation beider Fälle ist als inhaltlich hinreichend zu bezeichnen. In einem Fall wurde das Transportprotokoll durch ein Gedächtnisprotokoll hinsichtlich der Reanimationsmaßnahmen ergänzt, im anderen Fall findet sich lediglich der Hinweis auf eine Reanimation, jedoch keine weiterführende Dokumentation. Anzumerken ist, dass in dem letzten Fall die dokumentierten Vitalwerte auf eine sehr schlechte Ausgangssituation des Patienten hindeuteten. Hinweise darauf, warum der Transport dennoch angetreten wurde und ob eine palliative Behandlungssituation vorlag finden sich im Rahmen der Dokumentation nicht.

Bei vier der identifizierten AEs lässt sich anhand der umfassend dokumentierten Vitalwerte kein besonderes Transportrisiko erkennen. Diese müssen unter Berücksichtigung der Grunderkrankungen dem üblicherweise

bestehenden Transportrisiko von Intensivtransporten zugeordnet werden [21]. Lediglich in einem Fall könnte die Transportdurchführung aufgrund der schlechten Ausgangslage des Patienten in Frage gestellt werden.

Somit lässt sich zunächst aufgrund der geringen Anzahl unerwünschter Ereignisse in dem untersuchten Datensatz keine belastbare Schlussfolgerung über einen Zusammenhang zwischen unzureichender Dokumentation und zum Beispiel erhöhter Sterblichkeit während der Sekundärtransporte ziehen, die in anderen Untersuchungen nachgewiesen werden konnte [51, 55].

Nachvollziehbar erscheint das im Vergleich seltene Auftreten der AEs durch zwei Aspekte: Zum einen werden instabile Patienten seltener interkontinental verlegt, ganz anders als im Krankenhaus, wo vor allem auch instabile Patienten transportiert werden. Es ist also von einer klinisch stabileren Patientengruppe auszugehen. Zum anderen werden die Patienten bei PTC-Verlegungen durch qualifizierteres, erfahreneres und während des gesamten Transports nur auf diesen einen Patienten fokussiertes Personal begleitet [30].

4.2. Dokumentationspraxis und Voraussetzungen

Aufzeichnungen über die Behandlung oder den Transport eines Patienten sind grundsätzlich lesbar, umfassend und zeitnah zu führen, und müssen für einen Fachmann nachvollziehbar sein [43-46]. Um diese Aufzeichnungen durch Struktur und Vereinheitlichung zu erleichtern und den qualitativen Standard einer *“good manufacturing practice (GMP)”* zu erreichen, ist die Entwicklung eines standardisierten Protokolls unabdingbar. Dies konnte sowohl für den Rettungsdienst [57, 58], als auch in der Qualitätssicherung der pharmazeutischen Industrie nachgewiesen werden [59]. Dabei muss allerdings beachtet werden, dass *“Ein Zuviel an Daten (...) zur*

Unübersichtlichkeit (...)“ führen kann und in der Folge die Qualität der Dokumentation leidet [45]. Dies führt zu einem Dilemma: Eine Reduktion der Variablen in einer Dokumentation könnte zu einer höheren Akzeptanz und Verringerung der Dokumentationsprobleme führen. Auf der anderen Seite gefährdet jedoch die geringere Dichte der Daten eine bedarfsgerechte Patientenversorgung und dadurch die Patientensicherheit sowie ein kontinuierliches Qualitätsmanagement.

Die von der DIVI für den außerklinischen Einsatz entwickelten und von der DLH überwiegend verwendeten Intensivtransportprotokolle entsprechen den Forderungen nach Standardisierung, Struktur sowie Auswertbarkeit im Rahmen der Qualitätssicherung [49]. Die formalen Voraussetzungen für eine umfassende und qualitativ hochwertige Transportdokumentation auf Langstreckenrepatrierungen sind also gegeben. Genutzt wurden die entsprechenden Protokolle in 84,7% aller PTC Transporte.

Der Wert eines Protokolls hängt von der Qualität der dokumentierten Daten ab. Hier kommt der Professionalität des medizinischen Personals besondere Bedeutung zu [52, 56]. Schulungen und Trainings des Begleitpersonals zur Fehlervermeidung in der Transportdokumentation könnten die Datenqualität steigern.

Die allgemeine Bedeutung der medizinischen Qualifikation des begleitenden Personals von Intensivtransporten ist unstrittig [3, 4, 9, 21, 22, 28, 57, 60, 61]. Die von der DIVI (Tabelle 12) und der BAND (Tabelle 13) diesbezüglich veröffentlichten Empfehlungen lassen berufserfahrene Ärzte, Fachpflegekräfte und Rettungsassistenten erwarten.

1.	3 Jahre Klinische Weiterbildung in einem Fachgebiet mit intensivmedizinischen Versorgungsaufgaben
2.	zusätzlich 6 Monate nachweisbare Vollzeittätigkeit auf einer Intensivstation
3.	zusätzlich Qualifikation für den Einsatz als Notarzt im Rettungsdienst nach landesrechtlichen Vorschriften
4.	aktiver Notarzt mit mind. einjähriger Einsatzerfahrung und regelmäßigem Einsatz im Notarztdienst
5.	zusätzlich 20-stündiger Kurs Intensivtransport

Tabelle 12: DIVI Empfehlungen zur ärztlichen Qualifikation bei Intensivtransporten [8, 27]

Berufsqualifikation als "Rettungsassistent"	1. mind. 3 Jahre Vollzeittätigkeit als Rettungsassistent
	2. mind. 14 Tage Hospitation auf einer Intensivstation
	3. Kurs "Intensivtransport für Rettungsdienstfachpersonal"
Fachpflegekraft für Anästhesie, Intensivmedizin oder pädiatrische Intensivmedizin	1. mind. 14 Tage Einarbeitung im Rettungsdienst
	2. Kurs "Intensivtransport für Rettungsdienstfachpersonal"

Tabelle 13: BAND Empfehlungen zur nicht-ärztlichen Qualifikation bei Intensivtransporten [62]

Die untersuchten Transporte wurden überwiegend durch Ärzte aus den Fachgebieten der Anästhesie, Chirurgie sowie Inneren Medizin begleitet. Dies ist unter anderem darin begründet, dass sie die größte Gruppe an Ärzten in Deutschland stellen und somit diese Fachgruppen am häufigsten in der Notfallmedizin vertreten sind [63, 64]. Den größten Anteil stellt die Gruppe der Anästhesisten (43,4%). Als Ursache naheliegend ist hier die Annahme, dass eine Kernkompetenz der Anästhesiologie die Behandlung intensivpflichtig Erkrankter darstellt [65, 66], sowie auch deren bodengebundene Begleitung. Der überwiegende Teil der Transporte wurde zudem durch eine Fachpflegekraft begleitet.

Zusätzlich zur grundlegenden Ausbildung muss das Begleitpersonal ein entsprechendes 20-stündiges Curriculum zu den Besonderheiten des Intensivtransports durchlaufen haben. Inhalt dieses Kurses sind unter anderem Vorträge zu den Themen Dokumentation und Qualitätsmanagement im Intensivtransport. Ausgehend von der Annahme, dass sowohl bei der Auswahl des Begleitarztes durch den Auftraggeber, als auch bei der Auswahl der PTC- Medical-Crew durch die DLH die entsprechenden Empfehlungen angewendet wurden, hätte aufgrund der professionellen Ausbildung eine qualitativ hochwertige Dokumentation vorliegen müssen.

Einschränkend ist allerdings zu erwähnen, dass auf ärztlicher Seite im Rahmen von PTC-Transporten nicht automatisch eine Qualifikation nach DIVI Empfehlungen erwartet werden kann. Dies ist der Internationalität des Produktes PTC geschuldet: Es ist weltweit buchbar wodurch die Auftraggeber nicht an deutsche Empfehlungen gebunden sind. Die AGB der DLH fordern lediglich einen "qualifizierten und erfahrenen" Begleitarzt (Abbildung 13 im Anhang). In der Folge können somit auch Ärzte für die Transporte gestellt werden, die aufgrund ihrer medizinischen Ausbildung im Ausland die Qualifikationsempfehlungen der DIVI nicht erfüllen.

4.3. Informationsverluste bei Patientenübergabe und Transportverlauf 2006 – 2009

Die vollständige Informationsweitergabe ist einer der wichtigsten Aspekte bei der Organisation und Durchführung von Intensivtransporten, insbesondere bezogen auf den begleitenden Arzt und die abgebende und aufnehmende Klinik. Dies sind die Schnittstellen des Informationsflusses. An diesen Schnittstellen können fehlende oder falsche Informationen in der Folge zu Versäumnissen in der Behandlung des intensivpflichtigen Patienten führen,

welche im weiteren Verlauf kaum oder gar nicht kompensiert werden können [21]. Verlegungsberichte, welche den vollständigen Informationsfluss von Klinik zu Klinik sicherstellen würden, existierten nur in einem Viertel der beobachteten Fälle.

Der Dokumentation von physiologischen Parametern, des Bewusstseinszustandes und anderer objektivierbarer Parameter während der Übernahme sowie der Übergabe des Patienten kommt hierbei eine wichtige Bedeutung zu. Eine gute Dokumentation erlaubt einen komprimierten Überblick über den tatsächlichen Zustand des Patienten [51, 58, 59]. Somit kann diese Dokumentation bei entsprechender Qualität auch die Funktion eines Leitfadens für das Arzt-Arzt-Gespräch erfüllen. So könnten ergänzend zu den dokumentierten Parametern in der direkten Kommunikation besondere Aspekte im Hinblick auf Erkrankung und Verlauf erörtert und Nachfragen entsprechend zielgerichtet gestellt werden. Unklarheiten werden so zugunsten der Sicherheit des Patienten ausgeräumt. Eine allgemeingültige festgeschriebene Struktur oder Checkliste, für diese im Alltag wichtige Situation gibt es allerdings bisher nicht [67].

Ein Zusammenhang zwischen der Bedeutung wichtiger medizinischer Parameter für die Sicherheit der Patienten und der Qualität der Dokumentation ist in dieser Untersuchung nicht nachzuweisen. Im Hinblick auf den Bewusstseinsstatus wurde ein Zusammenhang zwischen dessen unvollständiger Erhebung in Kombination mit unvollständigen Vitalwerten und einer erhöhten Sterblichkeit bei der prähospitalen Traumaversorgung nachgewiesen [51]. Anhand der DIVI Empfehlungen für Notarzt-, Rettungsdienst-, und Intensivtransportprotokolle ist die Erhebung zum einen durch beschreibende Adjektive (orientiert, getrübt, bewusstlos und analgosediert) zum anderen durch die Erhebung der numerischen Glasgow Coma Scale (GCS) möglich. Auf Intensivstationen wird üblicherweise bei allen

Patienten die GCS mehrmals täglich [68], bei besonders gefährdeten Patienten (bspw. Z.n. Schädel-Hirn Trauma, Craniotomie) auch engmaschiger erhoben. Dies ermöglicht zeitnah Veränderungen des Bewusstseinsstatus zu erfassen, um entsprechende Maßnahmen wie z.B. eine invasive Atemwegssicherung oder ein diagnostisches CCT einleiten zu können. Die Daten der vorliegenden Arbeit machen deutlich, dass der Bewusstseinszustand bei der Übernahme wesentlich besser dokumentiert ist als bei der Übergabe. Die Vollständigkeit der Daten nimmt somit im Verlauf ab und es kommt folglich zu einem Informationsverlust bei der Übergabe an die weiterbehandelnde Klinik. Über die klinische Signifikanz dieses Informationsverlustes kann vielfach nur spekuliert werden.

Bei den Angaben in der Transportverlaufsdokumentation ergibt sich aus den vorliegenden Daten ein ähnliches Bild. Grundsätzlich lässt sich aus der Notwendigkeit einer kontinuierlichen Fortführung der begonnenen intensivmedizinischen Therapie während des Transports [21] auch die Notwendigkeit einer kontinuierlichen Fortführung der Dokumentation ableiten. Sie soll der übernehmenden Klinik einen Überblick über den Verlauf der Behandlung (Vitalwerte, Beatmungsparameter, Medikation, gegebenenfalls invasive Maßnahmen) sowie über mögliche Komplikationen während des Transports geben. Eine fehlende, lückenhafte oder auch inhaltlich unzureichende Dokumentation kann einen direkten Einfluss auf die Patientenversorgung [52], den weiteren Krankheitsverlauf [52, 53] und eine erhöhte Sterblichkeit [51, 55] des Patienten haben. Bei den untersuchten Protokollen war der überwiegende Teil der Dokumentation aber ebenfalls unvollständig. Darüber hinaus war ein hoher Anteil unverständlich, nicht nachvollziehbar oder zum Teil schlichtweg nicht lesbar.

Dieses Dokumentationsdefizit wird auch bei den dokumentierten Diagnosen deutlich. Für den transportierenden und den aufnehmenden Arzt können diese, beim Fehlen der anderen Aspekte, eine Hilfestellung darstellen und

richtungsweisend für die Ausrichtung der weiteren Behandlung des Patienten sein. Zwar wurden bei den Protokollen die Diagnosen überwiegend dokumentiert, mehr als die Hälfte der diagnostischen Angaben musste aber bei der Auswertung als nicht nachvollziehbar eingestuft werden.

Auch die Beatmungspflichtigkeit eines kritisch Erkrankten hatte keinen positiven Einfluss auf die Qualität der Dokumentation. Die Behandlung und Betreuung dieser Patienten, sowie die Dokumentation sind anspruchsvoll und zeitintensiv. Der Interhospitaltransport von beatmeten Patienten, mittels eines luftgebundenen Transportmittels stellt für das begleitende Personal eine besondere medizinische und logistische Herausforderung dar [31]. So müssen neben der eigentlichen intensivmedizinischen Therapie, die besonderen Gegebenheiten räumlicher Art, sowie die Besonderheiten der Kabinatmosphäre, insbesondere der verminderte Sauerstoffpartialdruck, während einer Langstreckenrepatriierung berücksichtigt und die Therapie und Beatmung entsprechend angepasst werden. Unter Berücksichtigung dieser Faktoren und im Hinblick auf die Relevanz für den Krankheitsverlauf des Patienten, hätte eine umfassende qualitativ hochwertige Dokumentation, besonders der Beatmungsparameter und der Blutgasanalysen, erwartet werden können [45, 54]. Allerdings zeigen die Daten dass sich die inhaltliche Dokumentation der beatmeten Patienten qualitativ nicht wesentlich von den übrigen Patienten im Beobachtungszeitraum der Jahre 2006 bis 2009 unterscheidet.

Es ist also festzustellen, dass die potentielle Bedeutung der dokumentierten medizinischen Parameter ebenso wenig Einfluss auf die Qualität der Dokumentation hat wie der Patientenzustand bzw. die Schwere der Erkrankung und die Invasivität der durchgeführten Maßnahmen. Flächendeckend weisen die Daten große Mängel bezüglich Vollständigkeit

und Nachvollziehbarkeit auf, was einen relevanten Informationsverlust während des Transportes vermuten lässt.

4.4. Veränderungsimplementierung und Evaluation 2011

Aufgrund der Ergebnisse des ersten Beobachtungszeitraumes 2000–2009 wurden im Jahr 2010 Maßnahmen ergriffen, die die Dokumentation auf den Intensivtransporten verbessern sollten. So wurde insbesondere die Verantwortlichkeit für die Dokumentation verlagert. Bis zum Jahr 2009 gab es von Seiten der Deutschen Lufthansa keine offizielle Regelung, wer für die Intensivtransportdokumentation im PTC zuständig ist. In den Protokollen selbst ist dies nicht erkennbar. Die Unterschrift unter dem Protokoll (83,5%) erlaubt keinen Aufschluss auf die protokollführende Person. Letztlich bleibt die Verantwortlichkeit für eine umfassende Dokumentation allein bei dem begleitenden Arzt als medizinisch Verantwortlichem.

Im klinischen Alltag deutscher Intensivstationen erfolgt die intensivmedizinische Dokumentation durch die jeweils dem Patienten zugeordnete Fachpflegekraft. Im Gegensatz dazu wird die medizinische Dokumentation bei Sekundärtransporten kritisch erkrankter Patienten in Deutschland durch den begleitenden Arzt übernommen. In bestimmten Situationen, z.B. bei medizinischen Interventionen oder sehr langen Transportzeiten, kann die Zuständigkeit an entsprechend geschulte Pflegekräfte [44] oder das Rettungsdienstpersonal übertragen werden.

Daran anknüpfend wurde im Jahr 2010 die Verantwortung und Zuständigkeit der intensivmedizinischen Transportdokumentation per Dienstanweisung auf die PTC-Medical-Crew übertragen, da diese im Gegensatz zum begleitenden Arzt "konstante" Teammitglieder waren und der DLH direkt unterstanden. Die Verpflichtung auf eine vollständige und qualitativ hochwertige Dokumentation sowie die Teilnahme an entsprechenden

Schulungsmaßnahmen waren somit vom Arbeitgeber organisier- und sanktionierbar. In der Folge fanden Informationsveranstaltungen und Schulungen für die PTC-Medical-Crew statt.

Aus dieser Festlegung der Dokumentationsverantwortlichkeit ergab sich für die weitere Untersuchung die Erwartung, dass sich die Dokumentation in allen Protokollbereichen und für alle Patienten signifikant verbessern würde.

Wie in Tabelle 14 deutlich wird, gab es allerdings keine flächendeckende Verbesserung der Dokumentationsqualität:

Protokollabschnitte	Dokumentationsqualität 2000 bis 2009			Dokumentationsqualität 2011			Veränderungen der Dokumentationsqualität in Prozentpunkten			Signifikanz
	Gut	Mittelmäßig	unzureichend	gut	mittelmäßig	Unzureichend	gut	mittelmäßig	unzureichend	
Patientendaten	40% (n=200)	55% (n=280)	5% (n=25)	75% (n=59)	9% (n=7)	16% (n=12)	+35%	-46%	+11%	p < 0,001
Einsatztaktik	73% (n=368)	19% (n=96)	8% (n=41)	50% (n=40)	25% (n=19)	25% (n=19)	-23%	+6%	+17%	p < 0,001
Arzt-Arzt-Gespräch	40% (n=205)	23% (n=115)	37% (n=185)	26% (n=20)	19% (n=15)	55% (n=43)	-14%	-4%	+18%	p = 0,004
Übernahmestatus	60% (n=301)	26% (n=132)	14% (n=72)	42% (n=33)	20% (n=15)	38% (n=30)	-18%	-6%	+24%	p < 0,001
Diagnosen	52% (n=262)	38% (n=190)	10% (n=53)	37% (n=29)	30% (n=23)	33% (n=26)	-15%	-8%	+23%	p < 0,001
Verlauf	56% (n=284)	32% (n=160)	12% (n=61)	39% (n=31)	21% (n=16)	40% (n=31)	-17%	-11%	+28%	p < 0,001
Maßnahmen/Geräte	40% (n=204)	44% (n=220)	16% (n=81)	25% (n=20)	31% (n=24)	44% (n=34)	-15%	-13%	+28%	p < 0,001
Übergabestatus	35% (n=176)	30% (n=150)	35% (n=179)	33% (n=26)	28% (n=22)	39% (n=30)	-2%	-2%	+4%	p < 0,001
Ergebnis	52% (n=260)	30% (n=152)	18% (n=93)	48% (n=37)	29% (n=23)	23% (n=18)	-4%	-1%	+5%	p = 0,581

Anmerkung: Positive Veränderungen der Dokumentationsqualität wurden mit grüner Schriftfarbe kenntlich gemacht.

Tabelle 14: Übersicht aller Qualitätsdaten der einzelnen Protokollabschnitte der Jahre 2000 bis 2009 im Vergleich zu 2011.

Lediglich im Abschnitt "*Patientendaten*" ist eine statistisch signifikant bessere Dokumentationsqualität zu erkennen. In allen anderen Bereichen allerdings war die Dokumentation nach den von uns zugrunde gelegten Qualitätsindikatoren deutlich schlechter. Die Verbesserung im Bereich der Patientenstammdaten ist vermutlich auf die Neuordnung der Dokumentationsverantwortlichkeit zurückzuführen, da diese möglicherweise bereits vor Reiseantritt und Übernahme des Patienten auf dem Protokoll erfasst wurden. Diese Angaben sind aus medizinischer Sicht jedoch von nachrangiger Bedeutung.

Auch der Vergleich der Dokumentation beatmeter Patienten beider Beobachtungszeiträume zeigt statistisch keine wesentlichen Dokumentationsunterschiede. Lediglich für die Abschnitte "*Arzt-Arzt-Gespräch*", "*Diagnosen*" und "*Übergabestatus*" könnte eine tendenzielle Verbesserung der Dokumentationsqualität vermutet werden.

Eine Aussage über die Gründe der ausgeprägten Verschlechterungen lässt sich anhand der vorliegenden Daten nicht treffen. Es sind lediglich Vermutungen möglich. Geringe Dokumentationsroutine der PTC-Medical-Crew in Kombination mit eventuell fehlenden oder unzureichenden Schulungen über Inhalt und Relevanz von Patientendokumentation scheiden aus. Das Personal wurde im Jahr 2010 speziell geschult. Die Empfehlung der BAND hinsichtlich der beruflichen Qualifikation von nicht-ärztlichem Assistenzpersonal zur Begleitung von Intensivtransporten [62] bei der Auswahl der PTC-Medical-Crew haben allerdings nur teilweise Anwendung gefunden, da die Primärqualifikation Flugbegleiter war. Dies lässt dennoch den Schluss zu, dass es sich um langjährig berufserfahrenes Personal handelt, welches im Rahmen seiner klinischen Tätigkeit bereits Dokumentationserfahrung gesammelt hat. Daher erscheint eine geringe Dokumentationsroutine eher als unwahrscheinlich. Naheliegender wäre dann eher Nachlässigkeit oder Bequemlichkeit im Hinblick auf die Dokumentation. Letztlich könnte jedoch auch eine mangelnde Akzeptanz

der veränderten Dokumentationsverantwortlichkeit auf Seiten der PTC-Medical-Crew vermutet werden, die zu einer grundsätzlich ablehnenden Einstellung gegenüber der Dokumentation führte.

Es bleibt also festzustellen, dass die Verschiebung der Dokumentationsverantwortlichkeit zu den "konstanten" Mitgliedern der PTC-Medical-Crew und die damit verbundenen Schulungen nicht zu einer Verbesserung des Dokumentationsverhaltens geführt haben.

4.5. Handlungsempfehlungen / Qualitätsmanagement

Aus den Ergebnissen und abgeleiteten Erkenntnissen dieser Arbeit lassen sich folgende Verbesserungspotentiale entwickeln und entsprechende Empfehlungen formulieren. Die operative Umsetzung liegt bzw. lag im Verantwortungsbereich der Deutschen Lufthansa.

1. Die Durchführung von spezifischen Schulungsmaßnahmen der PTC-Medical-Crew in regelmäßigen Abständen (zum Beispiel im Rahmen des jährlichen verpflichtenden „*Emergency-Trainings*“ für Flugbegleiter) erscheint sinnvoll und sollte inhaltlich intensiviert werden. Hier ist vor allem auf Aspekte der Kommunikation und nachgeschalteten Dokumentation sowie die besondere Situation der spezifisch-fachlichen Zusammenarbeit auf engstem Raum mit einem im Vorfeld unbekanntem Mediziner einzugehen. Gruppen- und Einzelcoachings können die Kommunikationsfähigkeit verbessern und zu einer wechselseitig klaren Erwartungshaltung führen.

Um im Bereich der Dokumentation nachhaltig Fortschritte zu erzielen, sind z.B. Einzelinterviews der PTC-Medical-Crew Mitglieder zur Ursachenforschung sinnvoll. Briefing und Debriefing mit z.B. der Teamleitung vor und nach jedem Flug mit Betonung der Erwartung und

Bedeutung einer formalen und inhaltlich richtigen Dokumentation für die Patienten und Weiterbehandler stellen ein weiteres geeignetes Instrument dar [69, 70].

2. Es sollte an der im Jahr 2010 angepassten Dokumentationsverantwortlichkeit festgehalten werden. Partielle Non-Compliance in Bezug auf eine richtige und wichtige Aufgabe dürfen in einem professionellen Umfeld nicht zu einer Veränderung des Anspruchs führen. Die klassischen Instrumente des Qualitätsmanagements (kontinuierlicher Verbesserungsprozess) und der Führung (dokumentierte Mitarbeitergespräche mit Erwartungs- und Zielformulierung, mindestens einmal jährlich) müssen Anwendung finden.
3. Die Verwendung von Transportprotokollen nach DIVI Empfehlungen erscheint sinnvoll. Sie entsprechen den Forderungen nach Standardisierung, Struktur sowie Auswertbarkeit im Rahmen der Qualitätssicherung [48]. Ergänzend sollte eine englischsprachige Version des Protokolls entwickelt werden, um auch ausländischen Begleitärzten eine strukturierte und standardisierte Dokumentation zu ermöglichen und die durch die PTC-Medical-Crew durchgeführte Dokumentation nachverfolgen und ggf. überprüfen zu können.
4. Der Einsatz elektronischer Dokumentationssysteme, wie z.B. Tablet-PC gestützte Patientendokumentation erscheint überdies geeignet, einen Teil der Fehlerquellen zu eliminieren und die Compliance durch integrierte Erinnerungssysteme bzw. Pflichtfelder zu verbessern [71]. Die Anforderung an die Dokumentation, lesbar, umfassend und nachvollziehbar für den Fachmann zu sein, wären hiermit ebenso erfüllt [45]. Neben den hohen Anforderungen des Datenschutzes muss auch die Absicherung gegen die nachträgliche Veränderung des Datensatzes gewährleistet sein. Die Frage der Mitgabe eines Ausdrucks für den Patienten bzw. den Weitertransport wäre zu klären.
5. Damit die Effektivität der aufgeführten Vorschläge und Maßnahmen überprüft und so eine kontinuierliche Qualitätsverbesserung erreicht

wird, erscheinen regelmäßige Überprüfungen der Dokumentation anhand zuvor definierter Merkmale sinnvoll. Nach den Erkenntnissen aus der vorliegenden Arbeit und in Anlehnung an Patel et al [59] erscheinen dafür die Übernahme-, Verlaufs- und Übergabedokumentationen besonders geeignet. Diese sind in Einzel- und Teamgesprächen zu diskutieren.

4.6. Ausblick

Die vorliegende Arbeit stellt erstmalig in einer deskriptiven Analyse den interkontinentalen Transport von intensivmedizinisch betreuten Patienten im Linienflugverkehr dar. Das Konzept zur Verwendung des PTC in kommerziellen Langstreckenflugzeugen ist einzigartig. Vergleichbare Daten existieren nicht. Wie zuvor gezeigt; ist die Dokumentationsqualität der analysierten Protokolle erstaunlich schwach. Eine Aussage, ob und in welcher Weise fehlende oder unzureichende Dokumentation einen Einfluss auf das Ergebnis, d.h. die Sterblichkeit, Krankenhausverweildauer, Morbidität oder auch die Lebensqualität der transportierten Patienten hat, ist aufgrund der retrospektiven Analyse nicht selektionierter und kohortierter Transportereignisse nicht möglich.

Die weiter steigende Zahl interkontinentaler Transporte von Intensivpatienten sowie die Einzigartigkeit der Transportmodalität PTC sollten allerdings dazu führen, ein geeignetes Qualitätsmanagementsystem zu implementieren. Neben der Verbesserung der Patientensicherheit und –versorgung, könnte dies auch zur einer medizinischen und technischen Weiterentwicklung dieser besonderen Transportmöglichkeit für die Patientenrückführung beitragen.

5. Zusammenfassung

Aufgrund der stetig steigenden Anzahl von Flugreisenden nimmt auch die Zahl Reisender mit chronischen Erkrankungen zu. Exacerbationen von Grunderkrankungen aber auch Unfälle und schwere Erkrankungen fern der Heimat können eine intensivmedizinische Behandlung im Ausland erforderlich machen. Die Durchführung von Repatriierungen derart kritisch erkrankter Patienten ist seit 1996 auch unter Verwendung des Patient Transport Compartment (PTC) an Bord von Langstreckenlinienflugzeugen der Deutsche Lufthansa AG (DLH) im Regelflugbetrieb möglich. Diese Möglichkeit ist einzigartig im zivilen Linienflugverkehr.

Von insgesamt 650 Transporten in den Jahren 2000 bis 2009 sowie 2011 wurden 583 Protokolle erstmalig mit dem Ziel ausgewertet, die Qualität der Dokumentation interkontinentaler Repatriierungen von Schwerstverletzten bzw. -erkrankten retrospektiv systematisch zu erfassen und hinsichtlich medizinischer, struktureller und qualitativer Aspekte zu analysieren und zu bewerten. In der Folge wurde zudem die Implementierung einer strukturellen Veränderung evaluiert und Handlungsempfehlungen formuliert.

Es konnte festgestellt werden, dass die personellen und formalen Voraussetzungen für eine qualitativ hochwertige Dokumentation, deren Daten für Qualitätssicherung, Patientenversorgung und Wissenschaft nutzbar wären, grundsätzlich vorhanden sind. Allerdings wird die Dokumentation selbst nicht auf einem entsprechend hohen qualitativen Standard umgesetzt. Flächendeckend weisen die Daten große Mängel im Hinblick auf Vollständigkeit und Nachvollziehbarkeit auf, was einen relativen Informationsverlust im Verlauf des Transportes vermuten lässt. Zusätzlich wurde deutlich, dass die Bedeutung der dokumentierten

medizinischen Parameter ebenso wenig Einfluss auf die Qualität der Dokumentation hat wie der Patientenzustand. Auch die Dokumentation beatmungspflichtig Erkrankter unterscheidet sich nicht wesentlich von der der übrigen Patienten.

Anders als erwartet ergaben sich durch die strukturelle Verschiebung der Dokumentationsverantwortlichkeit zu den "konstanten" Mitgliedern der PTC-Medical-Crew und den damit verbundenen Schulungen keine positiven Veränderungen.

Trotz dieser Ergebnisse sind Repatriierungen im PTC an Bord ziviler Langstreckenlinienflugzeuge vergleichsweise schnell und medizinisch sicher möglich. Ein Zusammenhang zwischen der nachgewiesenen unzureichenden Dokumentation und einer erhöhten Sterblichkeit der transportierten Patienten lässt sich aus den Daten nicht ableiten.

Weitere Schulungsmaßnahmen der PTC-Medical-Crew im Hinblick auf die Relevanz einer suffizienten Dokumentation für den Patienten erscheinen sinnvoll. Ebenso sind die Einführung elektronischer Dokumentationssysteme sowie die Entwicklung eines englischsprachiges DIVI Intensivtransportprotokoll zu erwägen, um den Informationsverlust durch unzureichende Dokumentation auszugleichen. Regelmäßige stichprobenartige Überprüfungen der eingeleiteten Maßnahmen sind notwendig um eine kontinuierliche Qualitätsverbesserung zu erreichen und somit die Patientensicherheit nachhaltig zu erhöhen.

6. Summary

Due to the rising number of airplane passengers, the number of passengers with chronic illnesses is also increasing. The exacerbation of underlying diseases, but also accidents and severe illnesses far from home can make a medically intensive treatment in another country necessary. Since 1996, conducting repatriations of such critically ill patients has also been possible with the Patient Transport Compartment (PTC) on board long-distance airliners of the Deutsche Lufthansa AG (DLH) in normal flight operations. This possibility is unique in civilian scheduled air services.

From a total of 650 transports in the years 2000 to 2009 as well as 2011, 583 protocols have been evaluated for the first time. The aim was to record retrospectively and systematically the quality of the documentation of intercontinental repatriations of severely injured or ill patients and to analyse and evaluate it with regards to medical, structural and qualitative aspects. Subsequently, the implementation of a structural change was also evaluated, and recommendations for action were formulated.

It was noted that the personal and formal conditions for a high-quality documentation, with data usable for quality control, patient care and research, are in place. However, the documentation itself was not implemented with a correspondingly high standard. The data consistently contain shortcomings with regard to completeness and traceability, eventually leading to relative information loss during transport. Additionally, it became clear that the significance of the documented medical parameters has as little influence on the quality of the documentation as the patient's state. The documentation of patients requiring ventilation does not significantly differ from that of other patients.

Contrary to expectations, the structural shift of the documentation responsibility to the “constant” members of the PTC-Medical-Crew and the associated training courses did not give rise to any positive changes.

Despite these results, relatively high speed and medically safe repatriation in the PTC on board of long-distance airliners is feasible. A relation between the documentation having proven insufficient and a heightened mortality of the transported patients cannot be deduced from the data.

Further training measures for the PTC-Medical-Crew with regard to the relevance of a sufficient documentation for the patients seem appropriate. The introduction of electronic documentation systems and the development of an English-language intensive care transport protocol in accordance with the German interdisciplinary Association for intensive care medicine (DIVI) are also to be considered, to prevent information loss due to insufficient documentation. Regular sample-based verifications of the measures implemented are necessary to achieve a continuous quality improvement and thus lasting improvements in patient safety.

7. Abkürzungsverzeichnis

3LC	IATA (Airport) Three Letter Code
A 330/340/380	Airbus 330/340/380
Abb.	Abbildung
AEs	Adverse Events (unerwünschte Ereignisse)
AGB	Allgemeine Geschäftsbedingungen
AirMedEvac	Aero Medical Evacuation
AMV	Atemminutenvolumen
ARDS	Acute Respiratory Distress Syndrom
ASB	Arbeiter-Samariter-Bund
BAND	Bundesvereinigung der Arbeitsgemeinschaft der Notärzte e.V.
B 747	Boeing 747-400
BGA	Blutgasanalyse
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BGH	Bundesgerichtshof
BL	Benjamin Lindert (1. Untersucher)
CFMU	Central Flow Management Unit
CPR	Cardiopulmonary Resuscitation
DIVI	Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin
DLH	Deutsche Lufthansa AG

DRF	Deutsche Rettungsflugwacht e.V.
e.V.	eingetragener Verein
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EKG	Elektrokardiogramm
EU	Europäische Union
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
FiO ₂	inspiratorische Sauerstoffkonzentration
ft	Fuß (feet); 1ft \triangleq 0,3048 m
i.d.R.	in der Regel
IABP	Intraaortale Ballonpumpe
ITH	Intensivtransporthubschrauber
JAA	Joint Aviation Authorities
JG	Prof. Dr. med. Jürgen Graf (2.Untersucher)
MBO	Musterberufsordnung
ml	Milliliter
MOC	Medical Operation Center der Lufthansa
NIBP	nicht invasive Blutdruckmessung
NN	Normal Null (Meereshöhe)
NSTEMI	Non-ST Elevation Myocardial Infarct
OPS	Operations
paO ₂	arterieller Sauerstoffpartialdruck
pO ₂	alveolärer Sauerstoffpartialdruck
PTC	Patient Transport Compartment
PTU	Patient Transport Unit
pvO ₂	pulmonal-arterieller Sauerstoffpartialdruck

RD	Rettungsdienst
SAR	Search and Rescue Einheit
SD	Standardabweichung
Seemeile	nautische Meile $\triangleq \approx 1,85$ km
SpO ₂	periphere Sauerstoffsättigung
Stretcher	Trage (nicht im PTC)
Tab.	Tabelle
Δp	Partialdruckdifferenz

8. Literaturverzeichnis

65. Adams, H.A., *Notfallmedizin - Kernkompetenz des Anästhesisten*. Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther, 2000. **35**(8): p. 485-486.
66. Adams, H.A., S. Maisch, and T. Standl, *Notfallmedizin heute*. Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther, 2003. **38**(4): p. 282-95.
12. aero.de. *IATA-Zahlen für 2010 dokumentieren weltweiten Aufschwung*. 2011; Available from: <http://www.aero.de/news/IATA-Zahlen-fuer-2010-dokumentieren-weltweiten-Aufschwung.html>.
5. Ahmed, I. and A. Majeed, *Risk management during inter-hospital transfer of critically ill patients: making the journey safe*. Emerg Med J, 2008. **25**(8): p. 502-5.
17. Alkins, S.A. and A.J. Reynolds, *Long-distance air evacuation of blast-injured sailors from the U.S.S. Cole*. Aviat Space Environ Med, 2002. **73**(7): p. 677-80.
15. Angus, D.C. and N. Black, *Improving care of the critically ill: institutional and health-care system approaches*. Lancet, 2004. **363**(9417): p. 1314-20.
53. Aronsen, T., Rekkedal, L.M., Hole, A., Aadahl, P., *[Medical records of critically ill patients]*. Tidsskr Nor Laegeforen, 2003. **123**(16): p. 2257-9.
38. Badia, M., Armendáriz, J.J., Vilanova, C., Sarmiento, O., Serviá, L., Trujillano, J., *[Long distance interhospital transport. Accuracy of severity scoring system]*. Med Intensiva, 2009. **33**(5): p. 217-23.
45. Benson, M., Fuchs, C., Junger, A., Quinzio, L., Sciuk, G., Hempelmann, G., *Facharzt-Weiterbildung nach den Empfehlungen der DGAI und OGARI. Dokumentation und Qualitätssicherung in der Anästhesie*. Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther, 1999. **34**(7): p. 415-37.
37. Bergau, L., *Flugmedizin: Luftqualität an Bord von Verkehrsflugzeugen*. Dtsch Arztebl International, 1997. **94**(49): p. 3334-.
70. Berenholtz, S.M., et al., *Implementing standardized operating room briefings and debriefings at a large regional medical center*. Jt Comm J Qual Patient Saf, 2009. **35**(8): p. 391-7.

64. Bernhard, M., *Das Heidelberger Seminar „Invasive Notfalltechniken (INTECH)“ 2001-2004. Detaillierte Auswertung eines praxisorientierten notfallmedizinischen Ausbildungskonzeptes.* Notfall Rettungsmed, 2005. **6**: p. 399-407.
46. Biermann, E., *Rechtliche Aspekte in der Notfallmedizin - Teil 1.* Notf.med. up2date, 2009. **4**(04): p. 297,313.
6. Braun, J., *Weiterentwicklung notfallmedizinischer Strukturen - State of the Art.* Notfall + Rettungsmedizin, 2007. **10**: p. 441-442.
27. Bundesvereinigung der Arbeitsgemeinschaften der Notärzte Deutschlands (BAND) e.V., *DIVI-Empfehlungen zur Ärztlichen Qualifikation bei Intensivtransporten.* Der Notarzt, 2000. **16**: p. A13.
3. Dewhurst, A. and D. Farrar, *Medical repatriation via fixed-wing air ambulance: a review of patient characteristics and adverse events.* Anaesthesia, 2001. **56**: p. 882-887.
47. Donabedian, A., *Evaluating the quality of medical care.* Milbank Mem Fund Q, 1966. **44**(3): p. Suppl:166-206.
55. Dunlay, S.M., Alexander, K.P., Melloni, C., Kraschnewski, J.L., Liang, L., Gibler, W.B., Roe, M.T., Ohman, E.M., Petersen, E.D., *Medical records and quality of care in acute coronary syndromes: results from CRUSADE.* Arch Intern Med, 2008. **168**(15): p. 1692-8.
32. Ellinger, K., Genzwürker, H., Hinkelbein, J., Lessing, P., eds. *Intensivtransport.* Vol. 2. 2010, Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
30. Fanara, B., Manzon, C., Barbot, O., Desmettre, T., Capellier, G., *Recommendations for the intra-hospital transport of critically ill patients.* Crit Care, 2010. **14**(3): p. R87.
43. Fehn, K., *Zur Dokumentationspflicht und -pflichtverletzung des Notarztes und des nichtärztlichen Assistenzpersonals im Rettungsdienst.* Notarzt, 2008. **24**(05): p. 169,174.
24. Fromm, R.E., Jr. and R.P. Dellinger, *Transport of critically ill patients.* J Intensive Care Med, 1992. **7**(5): p. 223-33.
39. Graf, J., *Qualitätsmanagement in der Intensivmedizin,* 2007, Philipps-Universität Marburg.
40. Graf, J. und Janssens, U., *Historie des Qualitätsmanagements.* Intensivmedizin und Notfallmedizin, 2008. **45**(4): p. 171-181.
22. Gray, A., S. Bush, and S. Whiteley, *Secondary transport of the critically ill and injured adult.* Emerg Med J, 2004. **21**(3): p. 281-5.
11. Hamilton, C.J., *Transport systems for the critically ill: focuses for development.* Intensive Crit Care Nurs, 1994. **10**(3): p. 179-85.

71. Herzberg, S., Rahbar, K., Stegger, L., Schäfers, M., Dugas, M., *Concept and implementation of a computer-based reminder system to increase completeness in clinical documentation*. Int J Med Inform, 2011. **80**(5): p. 351-8.
62. Hiller, B., *Die Verlegung intensivbehandlungspflichtiger Patienten*. Notarzt, 2010. **26**(04): p. 145-149.
18. Hossfeld, B., Rohowsky, B., Rödig, E., Lampl, L., *Intensivtherapie im militärischen Langstreckentransport*. Anasthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther, 2004. **39**(5): p. 256-64.
19. Hossfeld, B., *Langstrecken-Intensivtransport der Bundeswehr*. Notfall + Rettungsmedizin, 2005. **8**: p. 201 - 206.
9. Hossfeld, B., *Bedeutung des Sekundärtransports in der Luftrettung*. Notfall + Rettungsmedizin, 2008. **11**: p. 252-257.
13. IATA. *Air transport drives economic and social progress*. The economic and social benefits of air transport 2008; Available from: http://www.iata.org/pressroom/Documents/atag_economic_social_benefits_2008.pdf.
63. Ilper, H., Kunz, T., Walcher, F., Zacharowski, K., Byhahn, C., *Demografie, Ausbildung und Erfahrung der Notärzte in Deutschland: www.notarztfragebogen.de..* Dtsch Med Wochenschr, 2013. **138**(17): p. 880-5.
25. Johnson, K., *Ground critical care transport: a lifesaving intervention*. Crit Care Nurse, 2006. **26**(1): p. 80, 77.
54. Jonsson, T., Jonsdottir, H., Möller, A.D., Baldursdottir, L., *Nursing documentation prior to emergency admissions to the intensive care unit*. Nurs Crit Care, 2011. **16**(4): p. 164-9.
16. Klug, P., A. Veldman, and S. Racky, *Internationaler Interhospitaltransfer mit dem Linienflugzeug*. Dtsch Med Wochenschr, 1998. **123**(36): p. 1025-9.
4. Koppenberg, J. and K. Taeger, *Interhospital transport: transport of critically ill patients*. Curr Opin Anaesthesiol, 2002. **15**(2): p. 211-5.
51. Laudermilch, D.J., Schiff, M.A., Nathens, A.B., Rosengart, M.R., *Lack of emergency medical services documentation is associated with poor patient outcomes: a validation of audit filters for prehospital trauma care*. J Am Coll Surg, 2010. **210**(2): p. 220-7.
26. Ligtenberg, J.J.M., Arnold, L.G., Stienstra, Y., van der Werf, T.S., Meertens, J., Tulleken, J.E., Zijlstra, J.G., *Quality of interhospital transport of critically ill patients: a prospective audit*. Crit Care, 2005. **9**(4): p. R446-51.

1. Mackenzie, P.A., E.A. Smith, and P.G. Wallace, *Transfer of adults between intensive care units in the United Kingdom: postal survey*. BMJ, 1997. **314**(7092): p. 1455-6.
42. Mallon, B., ed. *Ernest Amory Codman: The end result of life in medicine*. 1st ed. 2000, W.B. Saunders.
23. Markakis, C., Dalezios, M., Chatzicostas, C., Chalkiadaki, A., Politi, K., Agouridakis, P.J., *Evaluation of a risk score for interhospital transport of critically ill patients*. Emerg Med J, 2006. **23**(4): p. 313-7.
61. Melzer-Gartzke, C., *Interhospitaltransfer – Klinisches Vorgehen: Ausrüstung, Risiken und Komplikationen*. Anasthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther, 2013. **48**(05): p. 296-299.
49. Moecke, H. and K. Anding, *Intensivtransportprotokoll*. Notfall + Rettungsmedizin, 2000. **3**(7): p. 441-444.
60. Paschen, H., *Intensivtransport – lückenlose Therapie und Überwachung erforderlich*. Notfall + Rettungsmedizin, 2000. **3**(7): p. 419.
59. Patel, K. and N. Chotai, *Documentation and Records: Harmonized GMP Requirements*. J Young Pharm, 2011. **3**(2): p. 138-50.
21. Poloczek, S. and C. Madler, *Transport des Intensivpatienten*. Anaesthesist, 2000. **49**(5): p. 480-91
56. Pourasghar, F., Malekafzali, H., Kazemi, A., Ellenius, J., Fors, U., *What they fill in today, may not be useful tomorrow: lessons learned from studying Medical Records at the Women hospital in Tabriz, Iran*. BMC Public Health, 2008. **8**: p. 139.
69. Pronovost, P., et al., *Improving communication in the ICU using daily goals*. J Crit Care, 2003. **18**(2): p. 71-5.
2. Reinhardt, K., *Grundsätze für die Weiterentwicklung der Luftrettung in Deutschland*. Notfall + Rettungsmedizin, 2001. **4**: p. 102 - 119.
29. Rice, D.H., G. Kotti, and W. Beninati, *Clinical review: critical care transport and austere critical care*. Crit Care, 2008. **12**(2): p. 207.
67. Sabir, N., S.M. Yentis, and A. Holdcroft, *A national survey of obstetric anaesthetic handovers*. Anaesthesia, 2006. **61**(4): p. 376-80.
7. Schlechtriemen, T., Stratmann, D., Altemeyer, K.H., *Qualitätsmanagement im Rettungsdienst – Luftrettung: Konzepte für die Zukunft*. Notfall + Rettungsmedizin, 2002. **5**: p. 47-53.
8. Schlechtriemen, T., Ruppert, M., Anding, K.H., Hennes, H.J., Stratmann, D., *Empfehlungen der BAND zum arztbegleiteten Interhospitaltransport*. Der Notarzt, 2003. **19**: p. 215-219.

50. Schnell, R., P. Hill, and E. Esser, eds. *Methoden der empirischen Sozialforschung*. Vol. 7. 2005: München.
33. Seymour, C.W., Kahn, J.M., Schwab, C.W., Fuchs, B.D., *Adverse events during rotary-wing transport of mechanically ventilated patients: a retrospective cohort study*. Crit Care, 2008. **12**(3): p. R71.
68. Spies, C., Kastrup, M., Kerner, T., Melzer-Gartzke, C., Zielke, H., Kox, W.J., eds. *SOPs in Intensivmedizin und Notfallmedizin*. 2013, Georg Thieme Verlag KG: Stuttgart.
58. Staff, T. and S. Sovik, *A retrospective quality assessment of pre-hospital emergency medical documentation in motor vehicle accidents in south-eastern Norway*. Scand J Trauma Resusc Emerg Med, 2011. **19**: p. 20.
34. Stüben, U., ed. *Taschenbuch Flugmedizin*. 2008, MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft OHG: Berlin.
14. Teichman, P.G., Y. Donchin, and R.J. Kot, *International aeromedical evacuation*. N Engl J Med, 2007. **356**(3): p. 262-70.
48. Thomson, W., *Electrical units of measurement*. Popular lectures. Vol. 1. 1891, London.
31. Veldman, A., Diefenbach, M., Fischer, D., Benton, A., Bloch, R., *Long-distance transport of ventilated patients: advantages and limitations of air medical repatriation on commercial airlines*. Air Medical Journal, 2004. **23**(2): p. 24-28.
28. Wallace, P.G.M. and S.A. Ridley, *Transport of critically ill patients*. BMJ, 1999. **319**(7206): p. 368-371.
10. Warren, J., Fromm Jr, R.E., Orr, R.A., Rotello, L.C., Horst, H.M., *Guidelines for the inter- and intrahospital transport of critically ill patients*. Crit Care Med, 2004. **32**(1): p. 256-62.
44. Weis, E., *Gutachtenfälle – Welche Dokumentation ist aus juristischer Sicht notwendig?* Anasthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther, 2016. **51**(05): p. 328-335.
36. Weninger, E., *Luftgestützter Intensivtransport am Beispiel des ITH München*. Notfall + Rettungsmedizin, 2001. **4**: p. 120 - 129.
20. White, C.E. and E.M. Renz, *Advances in surgical care: management of severe burn injury*. Crit Care Med, 2008. **36**(7 Suppl): p. S318-24.
57. Wiegersma, J.S., Droogh, J.M., Zijlstra, J.G., Fokkema, J., Ligtenberg, J.J.M., *Quality of interhospital transport of the critically ill: impact of a Mobile Intensive Care Unit with a specialized retrieval team*. Crit Care, 2011. **15**(1): p. R75.
41. Wright, A.J., *Early use of the Cushing-Codman anesthesia record*. Anesthesiology, 1987. **66**(1): p. 92.

35. Zangerl, E. *Sauerstoffsättigungen in Höhenlagen*. 2016 08/2016 16.08.2016]; Available from: <http://www.steinbock-apotheke.at/index.php/de/themen/sport-und-wellness/beachtung-der-hoehenlage>.
52. Zegers, M., de Bruijne, M.C., Spreeuwenberg, P., Wagner, C., Groenewegen, P.P., van der Wal, G., *Quality of patient record keeping: an indicator of the quality of care?* *BMJ Qual Saf*, 2011. **20**(4): p. 314-8.

9. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Gründe für einen Sekundärtransport intensivpflichtiger Patienten nach Gray [22]	4
Tabelle 2:	Geräteausstattung der Ambulanzhubschrauber nach Informationen der DRF	7
Tabelle 3:	Wesentliche Unterschiede zwischen ITH und Flächen-Flugzeugen in Anlehnung an Poloczek et al [21] und Wallace et al [28]	11
Tabelle 4:	Vergleich der Flugzeit von Linien- vs. Ambulanzflug ohne Bodenzeit für Tanken und Wartung (Quelle: Deutsche Lufthansa, Frankfurt/Main)	12
Tabelle 5:	Hauptbestandteile der Behandlungseinheit (PTU)	22
Tabelle 6:	Kriterien zur Durchführbarkeit eines PTC Transports (Quelle: Deutsche Lufthansa, Frankfurt/Main)	25
Tabelle 7:	Zweck der Dokumentation in Anlehnung an Benson [45] und Fehn [43]	29
Tabelle 8:	Wichtige inhaltliche Aspekte der Dokumentation	30
Tabelle 9:	Qualitätsrelevante Aspekte aus Transportprotokollen	35
Tabelle 10:	Abschnitte des Intensivtransportprotokolls nach DIVI-Richtlinien	38
Tabelle 11:	Zielparameter der qualitativen und quantitativen Auswertung	41
Tabelle 12:	DIVI Empfehlungen zur ärztlichen Qualifikation bei Intensivtransporten [8, 27]	79
Tabelle 13:	BAND Empfehlungen zur nicht-ärztlichen Qualifikation bei Intensivtransporten [62]	79
Tabelle 14:	Übersicht aller Qualitätsdaten der einzelnen Protokoll-Abschnitte der Jahre 2000 bis 2009 im Vergleich zu 2011	86
Tabelle 15:	Geräteausstattung des PTC (Quelle: Deutsche Lufthansa, Frankfurt/Main)	111
Tabelle 16:	Medikamentenausstattung des PTC (Teil 1) (Quelle: Deutsche Lufthansa, Frankfurt/Main)	112
Tabelle 17:	Medikamentenausstattung des PTC (Teil 2) (Quelle: Deutsche Lufthansa, Frankfurt/Main)	113

10. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Der Rettungshubschrauber Christoph 1 im Jahr 1970 in München (Quelle: ADAC, München)	6
Abbildung 2: Das erste Intensivmobil in Deutschland aus dem Jahr 1987 in Köln (Quelle: ASB Bundesverband, Köln)	8
Abbildung 3: Der erste „Dual-Use“ Hubschrauber – Christoph 77 in Mainz, MD Helicopters Explorer MD 900 (Quelle: ADAC, München)	9
Abbildung 4: Der Airbus A310 der Bundeswehr mit eingebauten Intensivbehandlungseinheiten (links); Eine Behandlungseinheit der Bundeswehr (rechts); (Quelle: Bundeswehr)	10
Abbildung 5: Sauerstoffsättigung (SaO_2) und arterieller Sauerstoffpartialdruck (PaO_2) im Verhältnis zur Höhe [35], die grünen Linien kennzeichnen den auf einer Höhe von ca. 2400 m zu erwartenden PaO_2 und SaO_2 bei einem lungengesunden Passagier	15
Abbildung 6: schematische Darstellung des Fick'schen Diffusionsgesetzes (Quelle: Autor selbst)	17
Abbildung 7: Gasgesetz nach Boyle-Mariotte	18
Abbildung 8: Innenansicht des PTC (Quelle: Deutsche Lufthansa, Frankfurt/Main)	22
Abbildung 9: Eingebautes PTC Modul am Beispiel einer B 747 (Quelle: Deutsche Lufthansa, Frankfurt/Main)	23
Abbildung 10: schematische Darstellung des Einsatzablauf PTC	27
Abbildung 11: Erste Seite der erstellten Erfassungsmaske	37
Abbildung 12: Erfassungsmaske mit rechtsseitig gekennzeichnetem Kommentar und Bewertungsfeld	39
Abbildung 13: Allgemeine Geschäftsbedingungen für PTC-Transporte (Quelle: Deutsche Lufthansa, Frankfurt/Main)	108
Abbildung 14: Entwicklung der medizinischen dokumentierten und Analysierten PTC-Transporte von 2000 bis 2011 sowie aller flugbetrieblich erfassten PTC-Transporte	45
Abbildung 15: Fachrichtung des transportbegleitenden Arztes (n=505)	46
Abbildung 16: Altersverteilung getrennt nach Geschlechtern (n=453)	48
Abbildung 17: Destinationen nach Kontinenten entsprechend der Flugbetrieblichen Datenerfassung der Lufthansa (n=561)	49
Abbildung 18: durchschnittliche Flugstrecke in Seemeilen (1 nautische Meile $\hat{=} \approx 1,85$ km) nach Kontinenten	50

Abbildung 19: durchschnittliche Flugdauer in Stunden nach Kontinenten	50
Abbildung 20: Einschätzung des Schweregrads von Erkrankung/Verletzung des Patienten vor Übernahme/Transportbeginn (n=505)	51
Abbildung 21: Bewusstseinslage bei Übernahme und Übergabe des Patienten	52
Abbildung 22: dokumentierte Hauptdiagnosen, kategorisiert (n=505)	53
Abbildung 23: Qualität der Dokumentation der Patientendaten (n=505)	55
Abbildung 24: Qualität der Dokumentation von Arzt-Arzt-Gesprächen (n=505)	56
Abbildung 25: Qualität der Dokumentation des Übernahmestatus (n=505)	56
Abbildung 26: Qualität der Dokumentation des Übergabestatus (n=505)	57
Abbildung 27: Qualität der Dokumentation des Behandlungsverlaufs der transportierten PTC-Patienten (n=505)	58
Abbildung 28: Qualität der Dokumentation des Ergebnisses des Transports (n=505)	59
Abbildung 29: Qualität der einzelnen Protokollabschnitte aller mittels PTC transportierten Patienten (n=505) der Jahre 2000 bis 2009	60
Abbildung 30: Entwicklung der Transporte von beatmeten Patienten im PTC von 2000 bis 2009 in absoluten Häufigkeiten	61
Abbildung 31: Qualität der Dokumentation der einzelnen Protokollabschnitte bei beatmeten PTC-Patienten in den Jahren 2006 bis 2009 (n=110)	62
Abbildung 32: Qualität der Dokumentation der einzelnen Protokollabschnitte bei nicht-beatmeten Patienten in den Jahren 2006 bis 2009 (n=214)	63
Abbildung 33: Destinationen nach Kontinenten im Jahr 2011 (n=86)	66
Abbildung 34: Qualität der einzelnen Protokollabschnitte aller transportierten Patienten in 2011 (n=78)	67
Abbildung 35: Darstellung der Dokumentationsqualität der Patientendaten der Jahre 2000 bis 2009 im Vergleich zu den Daten aus 2011 in %	68
Abbildung 36: Darstellung der Dokumentationsqualität des Abschnitts „Einsatztaktik“ der Jahre 2000 bis 2009 im Vergleich zu den Daten aus 2011 in %	69
Abbildung 37: Darstellung der Dokumentationsqualität des Abschnitts „Arzt-Arzt-Gespräch“ der Jahre 2000 bis 2009 im Vergleich zu den Daten aus 2011 in %	69
Abbildung 38: Darstellung der Dokumentationsqualität des Abschnitts „Übernahmestatus“ der Jahre 2000 bis 2009 im Vergleich zu den Daten aus 2011 in %	70

Abbildung 39: Darstellung der Dokumentationsqualität des Abschnitts „ <i>Diagnosen</i> “ der Jahre 2000 bis 2009 im Vergleich zu den Daten aus 2011 in %	70
Abbildung 40: Darstellung der Dokumentationsqualität des Abschnitts „ <i>Verlauf</i> “ der Jahre 2000 bis 2009 im Vergleich zu den Daten aus 2011 in %	71
Abbildung 41: Darstellung der Dokumentationsqualität des Abschnitts „ <i>Maßnahmen/Geräte</i> “ der Jahre 2000 bis 2009 im Vergleich zu den Daten aus 2011 in %	71
Abbildung 42: Darstellung der Dokumentationsqualität des Abschnitts „ <i>Übergabesstatus</i> “ der Jahre 2000 bis 2009 im Vergleich zu den Daten aus 2011 in %	72
Abbildung 43: Darstellung der Dokumentationsqualität des Abschnitts „ <i>Ergebnis</i> “ der Jahre 2000 bis 2009 im Vergleich zu den Daten aus 2011 in %	72
Abbildung 44: Qualität der einzelnen Protokollbereiche aller beatmeten PTC-Patienten im Jahr 2011 (n=22)	74
Abbildung 45: DIVI Intensivtransportprotokoll Version 1.0 (Seite 1) [49]; (Quelle: MEDLINQ, Hamburg)	109
Abbildung 46: DIVI Intensivtransportprotokoll Version 1.0 (Seite 2) [49]; (Quelle: MEDLINQ, Hamburg)	110

11. Anhang

11.1 Abbildungen



Supplementary Conditions of Carriage for Patient Transportation in PTC

§ 1 Carriage service

The Client is contractually obliged to bring back seriously ill persons.

Deutsche Lufthansa AG (hereafter DLH) has Patient Transport Compartments (PTCs) for the transportation of these patients. DLH shall such a PTC available to the Client in accordance with the following conditions.

§ 2 Obligations of DLH

DLH is committed, on request, to making a PTC available to the Client and to having this installed in the aircraft of the relevant flight, subject to technical and operational feasibility. The provision of medical equipment, its installation, maintenance as and function tests as required under the law for medical products and standard materials shall be undertaken/provided by DLH.

DLH shall provide, at its own cost, an accompanying member of staff who is medically trained (PTC Escort). This person shall be available as a medical assistant to the doctor, whose instructions s/he shall follow exclusively and whose consent s/he will always seek.

DLH shall issue flight tickets for the relevant route for the persons to be transported as named under § 5.

In cases where technical or operational factors make it impossible to undertake a PTC flight, DLH is released from this obligation, even if the transportation has already been confirmed. In such cases DLH shall inform the booking party immediately. Reimbursement of any costs which have arisen up to this point in time is expressly excluded. In this case, the Client has the right to expect DLH to provide this service at the next possible opportunity.

§ 3 Obligations of Client

The Client shall provide an accompanying doctor at his/her own expense. The Client should ensure that the doctor is adequately qualified and experienced for treating intensive-care patients during such transportation. The doctor carries the exclusive responsibility for the medical care of the patient.

The Client undertakes to convey the patient and the accompanying doctor to the airport, not later than 2 hours before departure unless otherwise agreed. If the patient arrives late, DLH will make every effort to ensure that the patient is transported as per contract while observing the scheduled flight time. If it is no longer possible to transport the patient as scheduled, the Client remains obliged to pay the full fee.

The Client shall do all within his/her power ensure that the transportation of the patient and the accompanying doctor does not impair the quality of the flight for other passengers.

The use of any other electrical medical devices other than those provided requires prior written authorisation and, if necessary, proof of approval for use on board the aircraft in question.

Return of the offer confirmation signed by the Client in conjunction with payment (receipt of payment by DLH is decisive) counts as an official order.

§ 4 Payment

The Client shall pay the price given in the offer confirmation by credit card or by immediate bank transfer to the stipulated account before the start of the PTC operation, assuming no other written agreements have been made.

§ 5 Rebooking / cancellation

The following charges are payable in the event of rebooking or cancellation.

Status	Proceeding	Fees
Med. crew taken off	Cancellation	15% of net fare
PTC installed	Cancellation	100% of net fare

The PTC price covers the following services:

- PTC with medical equipment, medication and medical supplies
- Flight of doctor to/from patient in business class and during transport flight in PTC
- Provision of a medical assistant (PTC escort)
- Flight of one relative on the PTC flight (economy class)

§ 6 Implementation

One patient and two accompanying medical staff members can be transported in the PTC per flight. One of the accompanying persons (PTC Escort) must be provided by DLH. In all cases, transportation of a patient in the PTC expressly requires the prior consent of a DLH medical service doctor. Requests for such consent must be submitted in writing in conjunction with the appropriate declaration form.

§ 7 Liability and insurance

DLH is liable for carriage only as stipulated under the air traffic provisions in the Montreal Convention, the Hague Protocol and EU Regulation 2027/97 in conjunction with the German Air Traffic Law and the Conditions of Carriage. All further liability on the part of DLH is excluded.

The Client is exclusively liable for the medical care provided by the accompanying doctor. The Client is also liable for any medical care provided by the medical assistant working under the instruction of the doctor, unless s/he is proven to have acted independently or gross negligently. The Client releases DLH from all claims from third parties regarding the aforementioned provisions.

§ 8 Court of jurisdiction

The exclusive court of jurisdiction for any legal conflicts arising from this contract, and the place of performance shall be Cologne. The contract is subject to German law.

Abbildung 13: Allgemeine Geschäftsbedingungen für PTC Transporte;
(Quelle: Deutsche Lufthansa, Frankfurt/Main)

INTENSIVTRANSPORT-PROTOKOLL Empfehlung der DIVI 2000

Version 1.0

<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:10%;">AOK</td> <td style="width:10%;">LKK</td> <td style="width:10%;">BKK</td> <td style="width:10%;">IKK</td> <td style="width:10%;">VdAK</td> <td style="width:10%;">AEV</td> <td style="width:10%;">Knappschaft</td> <td style="width:10%;">UV</td> </tr> <tr> <td colspan="8">Name, Vorname des Versicherten</td> </tr> <tr> <td colspan="8" style="text-align: right;">geb. am</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Kassen-Nr.</td> <td colspan="2">Versicherungs-Nr.</td> <td colspan="4">Status</td> </tr> <tr> <td colspan="8">Geschlecht <input type="radio"/> m <input type="radio"/> w</td> </tr> <tr> <td colspan="8"> <input type="radio"/> Intensivtransport <input type="radio"/> Teamtrsp. <input type="radio"/> Gerätetrsp. <input type="radio"/> Organtrsp. </td> </tr> </table>	AOK	LKK	BKK	IKK	VdAK	AEV	Knappschaft	UV	Name, Vorname des Versicherten								geb. am								Kassen-Nr.		Versicherungs-Nr.		Status				Geschlecht <input type="radio"/> m <input type="radio"/> w								<input type="radio"/> Intensivtransport <input type="radio"/> Teamtrsp. <input type="radio"/> Gerätetrsp. <input type="radio"/> Organtrsp.								<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Standort</td> <td>Einsatznummer</td> </tr> <tr> <td>Transportmittel</td> <td>Typ: <input type="radio"/> ITH <input type="radio"/> RTW (ik 01-Art) <input type="radio"/> RTH <input type="radio"/> LFZg. <input type="radio"/> ITW <input type="radio"/> KTW (ik 01-Art) <input type="radio"/> NAW <input type="radio"/> AFZg.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">1. Einsatztaktische Daten</td> </tr> <tr> <td>Arztteam</td> <td>Einsatzdatum</td> </tr> <tr> <td>Fachrichtung <input type="radio"/> Anästhesie <input type="radio"/> Chirurgie <input type="radio"/> Innere</td> <td>Auftragsvergabe</td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Pädiatrie <input type="radio"/> Andere Fachrichtung</td> <td>Abfahrt/Abflug Standort</td> </tr> <tr> <td>Qualifikation <input type="radio"/> Facharzt <input type="radio"/> Arzt in WB</td> <td>Ankunft beim Patienten</td> </tr> <tr> <td>Assistenzpersonal</td> <td>Transportbeginn</td> </tr> <tr> <td>Qualifikation <input type="radio"/> Rettass. <input type="radio"/> Pflegepersonal</td> <td>Übergabe Zielklinik</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Einsatzende</td> </tr> </table>	Standort	Einsatznummer	Transportmittel	Typ: <input type="radio"/> ITH <input type="radio"/> RTW (ik 01-Art) <input type="radio"/> RTH <input type="radio"/> LFZg. <input type="radio"/> ITW <input type="radio"/> KTW (ik 01-Art) <input type="radio"/> NAW <input type="radio"/> AFZg.	1. Einsatztaktische Daten		Arztteam	Einsatzdatum	Fachrichtung <input type="radio"/> Anästhesie <input type="radio"/> Chirurgie <input type="radio"/> Innere	Auftragsvergabe	<input type="radio"/> Pädiatrie <input type="radio"/> Andere Fachrichtung	Abfahrt/Abflug Standort	Qualifikation <input type="radio"/> Facharzt <input type="radio"/> Arzt in WB	Ankunft beim Patienten	Assistenzpersonal	Transportbeginn	Qualifikation <input type="radio"/> Rettass. <input type="radio"/> Pflegepersonal	Übergabe Zielklinik		Einsatzende
AOK	LKK	BKK	IKK	VdAK	AEV	Knappschaft	UV																																																														
Name, Vorname des Versicherten																																																																					
geb. am																																																																					
Kassen-Nr.		Versicherungs-Nr.		Status																																																																	
Geschlecht <input type="radio"/> m <input type="radio"/> w																																																																					
<input type="radio"/> Intensivtransport <input type="radio"/> Teamtrsp. <input type="radio"/> Gerätetrsp. <input type="radio"/> Organtrsp.																																																																					
Standort	Einsatznummer																																																																				
Transportmittel	Typ: <input type="radio"/> ITH <input type="radio"/> RTW (ik 01-Art) <input type="radio"/> RTH <input type="radio"/> LFZg. <input type="radio"/> ITW <input type="radio"/> KTW (ik 01-Art) <input type="radio"/> NAW <input type="radio"/> AFZg.																																																																				
1. Einsatztaktische Daten																																																																					
Arztteam	Einsatzdatum																																																																				
Fachrichtung <input type="radio"/> Anästhesie <input type="radio"/> Chirurgie <input type="radio"/> Innere	Auftragsvergabe																																																																				
<input type="radio"/> Pädiatrie <input type="radio"/> Andere Fachrichtung	Abfahrt/Abflug Standort																																																																				
Qualifikation <input type="radio"/> Facharzt <input type="radio"/> Arzt in WB	Ankunft beim Patienten																																																																				
Assistenzpersonal	Transportbeginn																																																																				
Qualifikation <input type="radio"/> Rettass. <input type="radio"/> Pflegepersonal	Übergabe Zielklinik																																																																				
	Einsatzende																																																																				
2. Arzt-Arzt-Gespräch																																																																					
Name des anfordernden Arztes		Telefon	Telefax	Quellklinik	Station																																																																
Name des annehmenden Arztes		Telefon	Telefax	Zielklinik	Station																																																																
Verlegungsgrund		Quellklinik	Zielklinik	Patienten-Kategorie <input type="radio"/> Hochrisikopatient <input type="radio"/> Intensivpatient <input type="radio"/> keine vitale Gefährdung																																																																	
von <input type="radio"/> Diagnostik <input type="radio"/> Intensivtherapie <input type="radio"/> Operation / Intervention <input type="radio"/> sonstiger Grund		zur <input type="radio"/> Notaufnahme <input type="radio"/> OP <input type="radio"/> Intensivstation <input type="radio"/> Allgemeinstation	<input type="radio"/> Grund-/Regelversorgung <input type="radio"/> Schwerpunktversorgung <input type="radio"/> Maximalversorgung <input type="radio"/> Reha-Klinik <input type="radio"/> Übernahme/Zwischentrsp. <input type="radio"/> sonstiges	Arzt/Arztgespräch vor Übernahme <input type="radio"/> nicht stattgefunden																																																																	
Dringlichkeit																																																																					
<input type="radio"/> Nicht disponibler Transport <input type="radio"/> Transport in < 30 min (sofort) <input type="radio"/> Transport in < 2 h (dringend)																																																																					
<input type="radio"/> Disponibler Transport <input type="radio"/> Transport in < 24 h (Tagesverlauf) <input type="radio"/> Transport in > 24 h (Folgetag/-e)																																																																					
3. Patientenstatus bei Ankunft																																																																					
Neurologie <input type="radio"/> unauffällig		Meningismus		Lähmungen		Atmung		Ventilation vor Transport																																																													
Pupillenfunktion <input type="radio"/> re <input type="radio"/> li		<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein		<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein		<input type="radio"/> Zyanose <input type="radio"/> Dyspnoe <input type="radio"/> Stridor / Spastik <input type="radio"/> Rasselgeräusche		<input type="radio"/> Spontanatmung <input type="radio"/> CMV <input type="radio"/> PCV <input type="radio"/> PRV <input type="radio"/> BIPAP <input type="radio"/> ASB <input type="radio"/> CPAP <input type="radio"/> Inversed <input type="radio"/> PEEP>8																																																													
<input type="radio"/> eng <input type="radio"/> mittel <input type="radio"/> weit <input type="radio"/> entrundet <input type="radio"/> positive LR		<input type="radio"/> orientiert <input type="radio"/> getrübt <input type="radio"/> bewusstlos <input type="radio"/> (analgo-) sediert		Glasgow-Coma-Scale Summe GCS: <input type="text"/>		O ₂ -Sonde: <input type="text"/> l/min <input type="text"/> /min SaO ₂ : <input type="text"/> %		AF: <input type="text"/> /min AMV: <input type="text"/> l/min FiO ₂ : <input type="text"/> I.E.: <input type="text"/> PEEP: <input type="text"/> cm H ₂ O PIP: <input type="text"/> cm H ₂ O Druckunterstützung: <input type="text"/> cm H ₂ O																																																													
Schmerz <input type="radio"/> kein <input type="radio"/> leicht <input type="radio"/> stark <input type="radio"/> nicht beurteilbar						etCO ₂ : <input type="text"/> mmHg Blutgasanalyse pO ₂ : <input type="text"/> mmHg pH: <input type="text"/> pCO ₂ : <input type="text"/> mmHg S-Bic: <input type="text"/> mmol/l		Temp.: <input type="text"/> °C																																																													
Kreislauf		RR: <input type="text"/> / <input type="text"/> mmHg		HF: <input type="text"/> /min		Bemerkungen / Besonderheiten / Labor <input type="radio"/> SR oder PM (intakt) <input type="radio"/> QRS-Tachyk. / VESpoly / VHF / AV-BI. III																																																															
<input type="radio"/> stabil <input type="radio"/> instabil <input type="radio"/> katecholaminpflichtig		<input type="radio"/> supraventr. ES / AV-BI. II / VESmono <input type="radio"/> VT / VF / EMD																																																																			
Scores		<input type="radio"/> erhoben <input type="radio"/> übernommen																																																																			
NACA ZNS <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Herz <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Gefäße <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Lunge <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Blut/Gerinnung <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Leber <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Niere/Urog. <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>		SAPS II <input type="text"/>		TISS 28 <input type="text"/>																																																																	
4. Diagnosen																																																																					
Hauptdiagnosen (ICD 10)																																																																					
Zusatzdiagnosen (ICD 10)																																																																					
Operation/Intervention (ICPM)																																																																					
Mitgegeben: CT-/Röntgenbilder, Befunde, Wertsachen:																																																																					

Abbildung 45: DIVI Intensivtransportprotokoll Version 1.0 (Seite 1) [49] (Quelle: MEDLINQ, Hamburg)

5. Verlauf		6. Maßnahmen/Geräte	
Monitoring	Ereignis	Maßnahmen Herz/Kreislauf vorh. neu <input type="checkbox"/> PVK <input type="checkbox"/> Anzahl Ort <input type="checkbox"/> ZVK <input type="checkbox"/> Anzahl Ort <input type="checkbox"/> AK <input type="checkbox"/> Ort <input type="checkbox"/> PAK <input type="checkbox"/> Ort <input type="checkbox"/> Notfallpacer <input type="checkbox"/> Position <input type="checkbox"/> REA/HDM <input type="checkbox"/> Harnableitung <input type="checkbox"/> 12-Kanal-EKG	
	Puls + RR Oeff Intub. + HDM Transport T-T	Atmung vorh. neu <input type="checkbox"/> O ₂ -Inhalation <input type="checkbox"/> Intubation <input type="checkbox"/> oral <input type="checkbox"/> nasal <input type="checkbox"/> tracheostom. Größe Tubuslatenz / Belüftung <input type="checkbox"/> Absaugung	
	HF / RR 200 160 120 80 40	Weitere Maßnahmen vorh. neu <input type="checkbox"/> Magensonde <input type="checkbox"/> Thoraxdrainage <input type="checkbox"/> ne <input type="checkbox"/> ja Größe	
	AF / AMV PIP / PEEP I:E O ₂ / FIO ₂ SaO ₂ / etCO ₂	Monitoring vorh. neu <input type="checkbox"/> EKG-Monitoring <input type="checkbox"/> non inv. RR-Messung <input type="checkbox"/> invasive RR-Messung <input type="checkbox"/> Pulsometrie <input type="checkbox"/> ZVD-Monitoring <input type="checkbox"/> PAP-Monitoring <input type="checkbox"/> Kapnometrie <input type="checkbox"/> ICP-Monitoring <input type="checkbox"/> Temperaturmessung <input type="checkbox"/> Blutgasanalyse	
Einfuhr	Geräteinsatz vorh. neu <input type="checkbox"/> Stiffneck <input type="checkbox"/> Vakuummatratze <input type="checkbox"/> Spritzenpumpe <input type="checkbox"/> IABP <input type="checkbox"/> Notfallrespirator <input type="checkbox"/> Intensivrespirator <input type="checkbox"/> ECLA / NO <input type="checkbox"/> Inkubator		
Ausfuhr	Urin Drainagen	Medikamente vorh. neu <input type="checkbox"/> Analgetika <input type="checkbox"/> Katecholamine <input type="checkbox"/> Antiarrhythmika <input type="checkbox"/> Kortikosteroide <input type="checkbox"/> Antiemetika <input type="checkbox"/> Muskelrelaxantien <input type="checkbox"/> Antiepileptika <input type="checkbox"/> Narkotika <input type="checkbox"/> Antihypertensiva <input type="checkbox"/> Pufferlösung <input type="checkbox"/> Antikoagulantien <input type="checkbox"/> Sedativa <input type="checkbox"/> Bronchodilantien <input type="checkbox"/> Vasodilantien <input type="checkbox"/> Diuretika <input type="checkbox"/> Thrombolytika <input type="checkbox"/> Glucose <input type="checkbox"/> Sonstige	
Bemerkungen	Infusionen vorh. neu <input type="checkbox"/> Blutprodukte <input type="checkbox"/> Kolloide <input type="checkbox"/> Kristalloide <input type="checkbox"/> Sonstige		

7. Übergabestatus	
Neurologie <input type="checkbox"/> unauffällig Pupillenfunktion <input type="checkbox"/> re <input type="checkbox"/> orientiert <input type="checkbox"/> eng <input type="checkbox"/> getrübt <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> bewußtlos <input type="checkbox"/> weit <input type="checkbox"/> (analgo-) sediert <input type="checkbox"/> entrundet <input type="checkbox"/> positive LR Schmerz <input type="checkbox"/> kein <input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> nicht beurteilbar Kreislauf RR <input type="checkbox"/> mmHg HF <input type="checkbox"/> /min Kreislauf <input type="checkbox"/> stabil <input type="checkbox"/> instabil <input type="checkbox"/> katecholaminpflichtig EKG <input type="checkbox"/> SR oder PM (intakt) <input type="checkbox"/> supraventr. ES / AV-BL II / VESmono <input type="checkbox"/> QRS-Tachyk. / VESpoly / VHF / AV-BL III <input type="checkbox"/> VT / VF / EMD	Atmung <input type="checkbox"/> Zyanose <input type="checkbox"/> Spontanatmung <input type="checkbox"/> Dyspnoe <input type="checkbox"/> CMV <input type="checkbox"/> PCV <input type="checkbox"/> Stridor / Spastik <input type="checkbox"/> PRV <input type="checkbox"/> BIPAP <input type="checkbox"/> Rasselgeräusche <input type="checkbox"/> ASB <input type="checkbox"/> CPAP <input type="checkbox"/> Inverted <input type="checkbox"/> PEEP>8 <input type="checkbox"/> sonst. Bestimmungsbform O ₂ -Sonde <input type="checkbox"/> l/min SaO ₂ <input type="checkbox"/> % etCO ₂ <input type="checkbox"/> mmHg Blutgasanalyse PO ₂ <input type="checkbox"/> mmHg pH <input type="checkbox"/> PCO ₂ <input type="checkbox"/> mmHg S-Bic <input type="checkbox"/> mmol/l Bemerkungen:
Ventilation nach Transport AF <input type="checkbox"/> /min AMV <input type="checkbox"/> l/min FIO ₂ <input type="checkbox"/> I:E <input type="checkbox"/> : <input type="checkbox"/> PEEP <input type="checkbox"/> cm H ₂ O PIP <input type="checkbox"/> cm H ₂ O Druckunterstützung <input type="checkbox"/> cm H ₂ O Temp. <input type="checkbox"/> °C	

8. Ergebnis		
Transportmittel medizinisch indiziert <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <small>Details auf Durchschlag</small>	Einsatzbeschreibung <input type="checkbox"/> Trsp. ins Krankenhaus <input type="checkbox"/> Überg./Übern. an anderes Rettungsmittel <input type="checkbox"/> Fehleinsatz <input type="checkbox"/> Patient nicht transportfähig <input type="checkbox"/> Tod auf dem Transport	AVB Art <input type="checkbox"/> Schweregrad <input type="checkbox"/> Zeitpunkt <input type="checkbox"/> übernehmende Station / Arzt Telefon / Telefax-Nr. Stempel / Unterschrift des Arztes

Abbildung 46: DIVI Intensivtransportprotokoll Version 1.0 (Seite 2) [49]
(Quelle: MEDLINQ, Hamburg)

11.2 Tabellen

Monitoring	Welch Allyn® Propaq® CS Zoll® M-Serie®
Beatmung	Carefusion LTV® 1000 with LTM™ Monitor Dräger Oxylog® 3000
Flüssigkeitsmanagement	3x Fresenius Injectomat® 2000 1x Fresenius Optima VS
Blutgasanalyse	Abbott i-STAT 1®
Absaugung	Weinmann ACCUVAC® Rescue Pumpe
Lagerung	Vacuummatratze Schaufeltrage
Medizinisches Verbrauchsmaterial	
13.000 l Sauerstoff	

Tabelle 15: Geräteausstattung des PTC;
(Quelle: Deutsche Lufthansa, Frankfurt/Main)

Medikamentenliste Patienten Transport Compartment

Artikel	Wirkstoff	Info.	In ml.	Form
Aqua	Aqua		50ml	2 Amp
Aqua	Aqua		5ml	10 Amp
Adalat	Nifedipin	10mg		9 Kapsel
Akineton	Biperiden		1ml	1 Amp
Akrinor	Theodrenalin, Cafedrin		2 ml	3 Amp
Alupent	Ociprenalin	0.5mg	1ml	2 Amp
Antra pro infusione	Omeprazol-Natrium	2 x	45,3mg	2+T-Subs.
Anexate	Flumazenil	1mg	10ml	1 Amp
Arterenol	L-Noradrenalin		25ml	1 Flasche
Arterenol	L-Noradrenalin	1mg	1ml	10 Amp
Aspirin	Acetylsalicylsäure	1g		2 Amp
ASS+C	Acetyl+Ascorb.säure	Dose		10Tabl.
Atropinsulfat	Atropin	0.5mg	1ml	5 Amp
Beloc i.v.	Metoprololtartrat	5 mg	5ml	5 Amp.
Bepanthen Augen	Dexpanthenol	5g		1Tube
Bepanthen Wund/Heil	Dexpanthenol	100g		1Tube
Berotec	Fenoterol	Inhalat.	10 ml	1 Aerosol
Betaisodona Lösung	Povidon-Iod		30ml	1 Flasche
Bricanyl	Terbutalin		1ml	2 Amp
Bronchoparat	Theophyllin		10ml	5 Amp
Bronchospasmin	Reproterol		1ml	4 Amp
Buscopan	Butylscopolamin	20mg	1ml	2 Amp
Calcium 10%	Calcium		10ml	2 Amp
Clexane	Enoxaparin-Natrium	40mg	0,4ml	2 Fertigspr.
Cordarex	Amiodoran	150mg	3ml	3 Amp
Dextromed 40%	Glucose solution		10ml	2 Amp
Doputamin Liquid	Dobutamin	250mg	50ml	2 Amp
Dopamin	Dopamin	250mg	50ml	2 Amp
Dormicum	Midazolam	15mg	3ml	15 Amp
Ebrantil 25	Urapidil	25mg	5ml	4 Amp
Etnomidat Lipuro	Etnomidat	20mg	10ml	2 Amp
Fenistil	Dimetindenmaleat	4mg	4ml	5 Amp
Fortecortin	Dexamethason	100mg	10ml	1 Amp
Furosemid	Furosemid	40mg	4ml	5 Amp
Gilurytmal	Ajmalin	50mg	10ml	2 Amp
Haldol	Haloperidol	5mg	1ml	3 Amp
Isoptin	Verapamil	5mg	2ml	2 Amp
Kaliumchlorid	Kaliumchlorid	7,45%	20ml	2 Amp
Ketanest S	S-Ketamin	50mg	2ml	10 Amp
Kochsalzlösung 0.9%	Saline solution		10ml	10 Amp
Kochsalzlösung 0.9%	Saline solution		50ml	2 Amp

Tabelle 16: Medikamentenausstattung des PTC (Teil 1);
(Quelle: Deutsche Lufthansa, Frankfurt/Main)

Artikel	Wirkstoff	Info.	In ml.	Form
Lanicor	Digoxin	0,25mg	1ml	5 Amp
Liquemin N 5.000	Heparin		0.5ml	3 Amp
Luminal	Phenobarbital	200mg	1ml	2 Amp
Lysthenon siccum	Suxamethonium	Pulver		1 Flasche
MCP	Metoclopramid	10mg	2ml	3 Amp
MCP Tropfen	Metoclopramid		30ml	1 Flasche
Mestinon 5	Pyridostigmin	25mg	5ml	1 Amp
Naloxon	Naloxon	0,4mg	1ml	5 Amp
Nitrolingual Spray	Glyceroltrinitrat			1 Flasche
Norcuron	Vecuronium	10mg		10 Amp
Novalgine	Metamizol	2.5mg	5ml	3 Amp
Paracetamol	Paracetamol	Tabl.		10 Tabl.
Perlinganit	Glyceroltrinitrat	50mg	50ml	1 Amp
Pulmicort	Budesonid		12.5ml	1 Aerosol
Solu- Decortin H	Prednisolon	250mg	5ml	3 T-Subs.
Suprarenin	Adrenalin	1.2mg	1ml	5 Amp
Suprarenin	Adrenalin	25mg	25ml	1 Amp
Tagamet	Cimetidin	200mg	2ml	2 Amp
Tavegil	Clemastin	2mg	5ml	2 Amp
Tramal	Tramadol	100mg	2ml	5 Amp
Valium	Diazepam	10mg	2ml	4 Amp
Valium	Diazepam	10mg	Tabl.	10 Tabl.
Verapamil ratio	Verapamil	5mg	2ml	5 Amp
Visken	Pindolol	0.4mg	2ml	5 Amp
Vomex A	Dimenhydrinat	62mg	10ml	3 Amp
Xylocain 2%	Lidocain			Gel / Tube
Xylocain 2%	Lidocain	100mg	5ml	4 Amp

BTM / narcotics

Fentanyl	Fentanyle	0.5mg	10ml	10 Amp
Morphin	Morphine	10 mg	2ml	10 Amp

Infusionslösungen/ infusion

Glucosteril 50%	Glucose solution		500ml	1 Fl.
Glucosteril 50%	Glucose solution		100ml	1 Fl.
Glucosteril 5%	Glucose solution		500ml	3 Fl.
Haes- Steril 5%	Plasma expender		500ml	3 Fl.
NaCl 0.9%	Saline solution		500ml	3 Fl.
Ringer Lactat	Ringer lactate solution		500ml	3 Fl.
Ringer	Ringer solution		500ml	3 Fl.
NaBic 8.4%	Sodium bicarbonate		250ml	1 Fl.

Tabelle 17: Medikamentenausstattung des PTC (Teil 2);
(Quelle: Deutsche Lufthansa, Frankfurt/Main)

12. Verzeichnis der akademischen Lehrer

Meine akademischen Lehrer waren die Professorinnen und Professoren des Fachbereichs Medizin der Justus-Liebig Universität Gießen:

Beckmann

Bödecker

Bohle

Bretzel

Darmstadt-Vollerthun

Dreyer

Eikmann

Friedrich

Füssle

Gallhofer

Gieler

Giese

Glanz

Haberberger

Hempelmann

Kaps

Karg

Katz

Kaufmann

Kemkes-Matthes

Kreuder

Kummer
Lange
Lindemann
Maiser
Müller
Novotny
Preißner
Rau
Reimer
Roelcke
Schlüter
Schmidt
Schneider
Schulz
Snipes
Spengler
Strödter
Stürz
Tinneberg
Voss
Weidner
Weiler
Westermann

13. Danksagungen

Prof. Dr. med. Jürgen Graf für die Überlassung des Themas, für die Möglichkeit zur wissenschaftlichen Mitarbeit und für seine Unterstützung in jeglicher Hinsicht.

Meiner Frau Kerstin für ihr Verständnis und die beständige und motivierende Unterstützung.

Der Deutschen Lufthansa AG für die Bereitstellung der Transportprotokolle.

Frau Marion Günther für ihre freundliche und kompetente Hilfsbereitschaft.

Dipl. Ing. (FH) Niels Reker für seinen unermüdlichen Einsatz bei der Lösung technischer Probleme.

Frau Yvonne Haage, Herr Bastian Lindert M.A. und Frau Sonja Reker M.A. für die geduldige Unterstützung bei literarischen Fragestellungen.