

ÜBERSICHTEN / REVIEW ARTICLES

"24-hour dual-use"-Prinzip in der Luftrettung

- Ein Konzept für die Zukunft und die primäre Luftrettung in der Nacht -
(Ausführungen am Beispiel des Luftrettungszentrums Regensburg)

Helicopter emergency medical services and interhospital transfer: the "24-hour dual-use" principle in air rescue - a two-purpose concept for the future and for air rescue at night

J. Koppenberg^{1,2}, C. Keyl^{1,2}, K. Graf², Ch. Metz^{2,3} und K. Taeger¹

¹ Klinik für Anästhesiologie, Universität Regensburg (Direktor: Prof. Dr. K. Taeger)

² TEAM DRF – HDM Flugservice GmbH, Luftrettung

³ Klinikum Freising (Chefarzt: PD Dr. Ch. Metz)

Zusammenfassung: Der nachfolgende Bericht beschreibt das seit 1999 am Luftrettungszentrum Regensburg praktizierte "24-hour dual-use"-Konzept, das die luftgestützte Primärrettung mit dem sekundären Interhospitaltransport von Patienten verbindet. Dieses Prinzip könnte auch als Modell für andere Luftrettungseinrichtungen dienen und es bei umsichtiger Einführung ermöglichen, ohne deutlichen finanziellen und organisatorischen Mehraufwand vorhandene Ressourcen optimal in einem 24-stündigen Betriebsmodus einzusetzen und auf diese Weise auch eine weit reichende luftgestützte Primärrettung bei Nacht zu erzielen.

Um die gewünschte Effektivität und Effizienz dieses Konzeptes zu gewährleisten, ist jedoch eine länderübergreifende Einführung und Koordination unabdingbar.

Letztlich ist auch die Durchführung systematischer, aussagekräftiger Studien zum Einsatz dieser kosten- und personalintensiven Rettungsmittel zu fordern, da sich die bisherige Datenlage als äußerst insuffizient darstellt.

Summary: The present article describes the "24-hour dual-use" principle in air rescue, a two-purpose con-

cept that combines primary air-based emergency medical services and secondary interhospital transfer of patients. This principle has been put into practice by the air rescue centre of Regensburg (Germany) since 1999, but it may also serve as a model for other air rescue institutions. If sensibly introduced, it could enable a 24-hour operational service using existing resources without major additional financial expenses and organizational efforts - and thereby help to establish an extended primary air rescue service at night.

However, a large-scale introduction and coordination is needed in order to achieve the desired effectiveness and efficiency of the concept.

Finally, systematic studies have to be performed on the use of these cost-intensive and labour-intensive rescue services, since there are only limited and insufficient data available yet.

Schlüsselwörter: Rettungsdienst – Rettungshubschrauber – Transport von Patienten

Keywords: Emergency Medical Services – Emergency Helicopters – Transportation of Patients.

Einleitung

Die Notfallmedizin und deren Rahmenbedingungen werden in den nächsten Jahren drastische Veränderungen erfahren. Aufgrund der zu erwartenden Reduzierung der Krankenhausdichte im Rahmen der DRG-Einführung und einer zunehmenden Spezialisierung der verbleibenden Krankenhäuser ist mit einer enormen Verschärfung der Aufnahmesituation von Notfallpatienten und einer deutlichen Zunahme von sekundären Interhospitaltransporten zu rechnen. Die Einführung von DRG-Systemen in anderen Ländern hat diese Entwicklung antizipiert (1). Der sich manifestierende Ärzte- und Pflegekraftemangel im klinischen Bereich verschärft die Aufnahmesituation weiter (z.B. abgemeldete Intensivbetten, nicht nutzbare

OP-Kapazitäten) und wird sich unweigerlich auch im Notarztwesen bemerkbar machen (2). Diesen Negativentwicklungen muss zur Erhaltung erreichter Qualität in der Notfallmedizin mit neuen Konzepten begegnet werden.

Durch strukturelle und organisatorische Bedingungen ist insbesondere in der Nacht mit Engpässen in der Notfallversorgung zu rechnen, deren Behebung unverzügliche Maßnahmen in der rettungsdienstlichen Infrastruktur erfordern.

Um die Anbindung peripherer Krankenhäuser an eine intensivmedizinische Maximalversorgung zu gewährleisten, bedarf es leistungsfähiger und kurzfristig zur Verfügung stehender Rettungsmittel. Diese müssen

Übersichten / Review articles

zunächst sowohl technisch als auch personell geeignet sein, intensivmedizinisches Know-how sowie maximaltherapeutische Verfahren rund um die Uhr in die Peripherie zu transportieren und dort notfalls zu initiieren. Anschließend muss dieses Rettungsmittel den notwendigen Patiententransfer in eine Klinik der Maximal- oder Spezialversorgung zügig und sicher durchführen können.

Die derzeit zunehmend geforderte Ausweitung von Dienstzeiten der Luftrettung in die Nachtstunden wird nicht nur aus Gründen der Kosten- und Personalintensität derzeit äußerst kontrovers diskutiert (3, 4, 5, 6, 7, 8).

In den letzten Jahren hat sich der luftgestützte Interhospitaltransfer in Deutschland fest etabliert und wurde inzwischen weitgehend in öffentlich-rechtliche Strukturen eingegliedert (9). Parallel zur boden- und luftgestützten Primärrettung existierende Intensivtransporthubschrauber (ITH) sind apparativ und personell hochwertig ausgestattet, sind großteils 24 Stunden einsatzbereit und somit auch sehr kostenintensiv. Konzeptionell sollten diese reinen ITH nur subsidiär im äußersten Notfall auch für die Primärrettung herangezogen werden, um sie für die originäre Aufgabe des Interhospitaltransfers freizuhalten (10, 11). Bedauerlicherweise stehen zur Effizienz und Effektivität der Luftrettung allgemein und der luftgestützten Intensivtransporte insbesondere systematische Untersuchungen nur in sehr geringem Umfang zur Verfügung und sind somit wissenschaftlich kaum validiert (12, 13, 14). Koppenberg und Taeger fassten in einem Übersichtsartikel 2002 daher die momentane Literatursituation wie folgt zusammen: "Surprisingly, the available data on these cost-intensive and highly developed systems are quite insufficient" (15).

Dieser Artikel möchte am Beispiel des Luftrettungszentrums Regensburg als dem ersten offiziellen bayerischen "Dual-use"-Standort (ITH/RTH) im 24-Stunden-Betrieb aufzeigen, wie bereits bestehende Ressourcen durch eine sinnvolle Aufgabenverknüpfung von Primär-/Notfallrettung und Interhospitaltransfer optimiert werden können und gleichzeitig ein großer Schritt in Richtung flächendeckende 24-Stunden-Verfügbarkeit der Luftrettung getan werden kann.

Beide Maßnahmen sind dazu geeignet, den finanziellen Mehraufwand in Grenzen zu halten und eingangs genannten Negativtrends entgegenzuwirken, ohne einen Qualitätsverlust in Kauf nehmen zu müssen.

Luftrettungszentrum Regensburg: "Christoph Regensburg"

Entwicklung

Das Luftrettungszentrum Regensburg operiert auf Veranlassung des Bayerischen Innenministeriums seit 1999 als erster Standort in Bayern nach dem "Dual-use-Prinzip ITH/RTH" im 24-Stunden-Betrieb. Der

Standort (Betreiber: Team DRF/HDM Flugservice GmbH) besteht seit 1994 und wurde zunächst mit einer Bell 412 HP (Abb. 1) als reiner "Rund um die Uhr"-Intensivtransporthubschrauber betrieben. Dieses Hubschraubermuster gilt aus fliegerischer wie auch aus medizinischer Sicht als "Goldstandard" für den reinen Intensivtransport (10). Durch steigende Alarmierungszahlen des ITH zu Primäreinsätzen (Abb. 2) offenbarten sich die Vorteile dieses Hubschraubermusters beim Intensivtransport zunehmend als Nachteil bei der Abwicklung von Primäreinsätzen (v.a. Abmessung und Gewicht der Bell 412 HP). Mit Anpassung an den Bedarf (Verkürzung der Vorlaufzeit unter Tag auf Standby-Betrieb mit 2 Minuten Vorlaufzeit) 1997 erfolgte die Alarmierung zunehmend zu Primäreinsätzen (Abb. 2). Im Juli 1999 wurde konsequenterweise, basierend auf einem Gutachten des Münchener TQM-Centrums für Rettungsdienst und Notfallmedizin, durch das bayerische Staatsministerium des Innern in Regensburg der erste und einzige offizielle "dual-use" ITH/RTH im 24-Stunden-Betrieb in Bayern eingerichtet. Parallel wurde am Standort Murnau (Betreiber: ADAC Luftrettung GmbH) ein RTH/ITH nach dem gleichen Prinzip im reinen Tagbetrieb eingerichtet. Um den fliegerischen Anforderungen in der Primärrettung adäquat begegnen zu können, erfolgte die Umstellung auf ein in diesem Bereich besser geeignetes Hubschraubermuster (Eurocopter BK 117 B2) (Abb. 3). Durch die noch ausreichende Zuladungskapazität dieses Hubschraubertyps können die Anforderungen gemäß DIN RTH (DIN 13230 Teil 1, 2 und 4) und DIN ITH (DIN 13230 Teil 1, 2 und 4) eingehalten werden. Die in Regensburg stationierte BK 117 B2 ist nachflugtauglich, für den Instrumentenflug ausgestattet und wird rund um die Uhr von zwei Berufspiloten mit IFR-Zulassung (instrument flight rules) operiert. Dagegen sind reine Rettungshubschrauber im Allgemeinen nur für den Sichtflug (VFR = visual flight rules) zugelassen und werden von einem Piloten plus einem HEMS (helicopter emergency medical service) – Crew-Member (HCM) (i.d.R. der Rettungsassistent) operiert. Obwohl der quantitative Schwerpunkt des Einsatzspektrums im Bereich der Notfallrettung liegt, hat man sich betreiberseitig dazu entschlossen, den ITH größtenteils mit Fachpflegekräften für Anästhesie und Intensivmedizin zu besetzen. Um den gesetzlichen Vorgaben (Rettungsassistent) entsprechen zu können, wurden die dienstuenden Fachpflegekräfte zusätzlich als Rettungsassistenten qualifiziert. Um den speziellen medizinischen Anforderungen im Interhospitaltransfer von Hochrisikopatienten adäquat begegnen zu können, wird diese Maßnahme als unabdingbar erachtet. Ebenfalls dienstuendes Assistenzpersonal mit der Grundqualifikation Rettungsassistent wurde und wird in aufwändigen intensivmedizinischen Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen aus- und fortgebildet. Die ärztliche Besetzung erfolgt größtenteils aus der Klinik für Anästhesiologie des Universitätsklinikums Regensburg (Facharzt bzw. Facharztstatus mit mehrjähriger bodengebundener Notarzterfahrung sowie mindestens einjähriger intensivmedizinischer Ausbil-

dung). Somit werden die allgemein geforderten Qualifikationen für das ärztliche und nicht-ärztliche Personal erfüllt bzw. sogar deutlich überschritten (16, 17). Die Alarmierung erfolgt primär wie auch sekundär über die zentrale Koordinierungsstelle für Intensivtransporthubschrauber (KITH) in München. Tagsüber sind maximal 2 Minuten und nachts maximal 20 Minuten Vorlaufzeit vorgegeben (nachts v.a. für die vorgeschriebene Wetterüberprüfung durch die Piloten). Diese Zeiten werden bei stabilen Wettersituationen und permanenter Online-Übersicht über die aktuellen Wetterdaten im Einsatzgebiet in der Nacht in der Regel auch unterschritten.

Die Einsatzstatistik 2001

Im Folgenden soll beispielhaft für weitere Ausführungen das Einsatzaufkommen aus dem Jahr 2001 erläutert werden.

2001 wurde "Christoph Regensburg" zu 1.136 Einsätzen alarmiert. Davon konnten 41 Einsätze (3,6%) initial nicht angetreten werden (25 zur Nacht- und 16 zur Tagzeit). Die Gründe hierfür waren schlechte Wetterbedingungen oder sonstige fliegerische oder medizinische Gründe (z.B. Patient zu schwer, benötigtes Equipment aus Kapazitätsgründen in die BK 117 nicht zuladbar, technischer Defekt). Nur in 6,8% ($n = 74$) der durchgeführten Einsätze kam es zu echten Fehleinsätzen, wobei überwiegend eine Abbestellung durch die Rettungsleitstelle oder den bodengebundenen Notarzt bereits während des Anflugs erfolgte ($n = 48$, 64,9%). In 17 Fällen war kein Eingreifen der Hubschraubercrew vor Ort nötig oder kein Patient anzutreffen, in 3 Fällen konnte ein böswilliger Alarm als Ursache des Fehlalarms eruiert werden. Für die restlichen 6 Fehleinsätze fanden sich sonstige Gründe. Die meisten Fehleinsätze ergaben sich naturgemäß bei den Primäreinsätzen (insgesamt 6%; $n = 66$ und somit 10,6% aller Primäreinsätze). Fehleinsätze bei Intensivtransporten stellten erwartungsgemäß eher die Ausnahme dar (insgesamt 0,7%; $n = 8$ und somit 2% aller Intensivtransporte). In 14 Fällen konnte vor Ort nur noch der Tod des Patienten festgestellt werden.

Die Anzahl der Primäreinsätze überbot mit 57% ($n = 624$) die der Interhospitaltransporte (36,2%, $n = 397$) (Abb. 4). Anders stellte sich hingegen die Verteilung der tatsächlich geleisteten Flugstunden dar: 56,6% entfielen auf den Interhospitaltransfer und 43,4% auf Primäreinsätze. Ca. jeder zehnte Einsatz (11,1%, $n = 121$) galt einem Kind im Alter zwischen 0 - 6 Jahren.

Primär

Von den durchgeführten Primäreinsätzen waren weit über die Hälfte (65,9%, $n = 411$) traumatischer Art. Es folgten internistische Einsätze mit 31,4% ($n = 195$) und sonstige Notfälle mit 2,8% ($n = 18$) (Abb. 5). In 13% ($n = 81$) aller Einsätze mussten Kinder (0 - 6 Jahre) als Patienten behandelt werden. Die Verteilung des NACA-Index (Tab. 1) stellte sich bei den Primäreinsätzen wie folgt dar: NACA III in 7,2% ($n = 45$), NACA IV in 20,5% ($n = 128$), NACA V in 59,5% ($n = 371$), NACA VI in 10,6% ($n = 66$) und NACA VII in



Abbildung 1: Bell 412 HP.

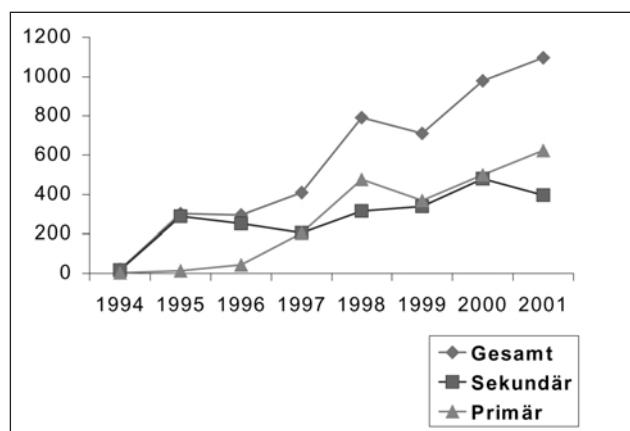


Abbildung 2: Entwicklung der Einsatzzahlen des Luftrettungszentrums Regensburg von 1994 bis 2001.



Abbildung 3: BK 117 beim Primäreinsatz.

2,2% ($n = 14$) (Abb. 6). Somit kann festgestellt werden, dass sich in 92,8% aller Einsätze zumindest eine akute Lebensgefahr nicht ausschließen ließ bzw. tatsächlich bestand.

Im Jahr 2001 betrug die mittlere Gesamteinsatzdauer für Primäreinsätze 1 Stunde 12 Minuten, wovon im Mittel 18 Minuten für die Versorgungszeit vor Ort ("on-scene-time") benötigt wurden.

Übersichten / Review articles

Sekundär

Von den 397 Interhospitalpatienten waren 74,9% Patienten ($n = 297$) vital bedroht und somit eine sofortige Transportindikation (Zeitfenster < 30 Minuten) gegeben. Von diesen wurden wiederum 69,2% ($n = 206$) als "Hochrisikopatienten" (Definition gemäß Leitfaden Interhospitaltransport des Bayerischen Staatsministerium des Inneren vom 03.02.1998, Tab. 2) klassifiziert. In 65 Fällen (16,8%) bestand die Indikation für den luftgestützten Interhospitaltransport in der zeitkritischen Verlegung ohne vitale Bedrohung (z.B. Amputationsverletzung, Organtransport). Verbleibende 35 Einsätze (8,9%) stellen sich bei kritischer Betrachtung als arztbegleitete Transporte und ohne zwingende Hubschrauberindikation dar, wobei eine Evaluierung dazu führender Begründungen retrospektiv nicht möglich war.

Bei 18 angeforderten Intensivtransporten (4,5%) wurde eine intensivmedizinische Maximaltherapie (PECLA, seitengekennzeichnete Beatmung mittels Doppel-lumentubus, etc.) in der abgebenden Klinik durch die medizinische Besatzung des "Christoph Regensburg" eingeleitet – führte aber in Anbetracht des Transportrisikos und der alternativen Möglichkeiten nicht zum unmittelbaren Transport, da die vor Ort eingeleiteten Therapien zunächst eine Optimierung der Transportfähigkeit erwarteten ließen. In solchen Fällen blieb man seitens der medizinischen Hubschrauberbesatzung bzw. der aufnehmenden Intensivstation am Zentrum mit den Behandelnden in der abgebenden Klinik beratend und telemedizinisch in Verbindung. Die Verlegung zum Zentrum der Maximalversorgung erfolgte zu einem späteren Zeitpunkt, in der Regel am Folgetag. In nur einem Fall musste aufgrund der apparativen Zwänge und des damit verbundenen Raumbedarfs ein größeres Hubschraubermuster angefordert werden.

Nachteinsätze 2001

Die derzeit gültige Definition für fliegerische Nachteinsätze berücksichtigt Einsätze, die im Zeitraum nach Sonnenuntergang plus 30 Minuten bis 7 Uhr morgens angetreten werden. Gemäß dieser Definition wurden immerhin 14% ($n = 153$) aller Einsätze zur fliegerischen Nachtzeit durchgeführt. Hier überwogen mit 64,1% ($n = 98$) die Sekundäreinsätze gegenüber den Primäralarmierungen (35,9%, $n = 55$).

Die interne Statistik definiert aus weiter unten zu nennenden Gründen Einsätze als Nachteinsätze bzw. nachtrelevante Einsätze, die bis nach dem tatsächlichen Sonnenuntergang reichen oder vor dem tatsächlichen Sonnenaufgang angetreten werden. Gemäß dieser Definition von Nachteinsätzen konnten im Jahr 2001 insgesamt 373 nachtrelevante Einsätze (34,1% aller angetretenen Flüge) identifiziert werden (Abb. 7). Dabei wurde "Christoph Regensburg" bei Nacht häufiger zu Sekundäreinsätzen (68,9%, $n = 257$) als zu Primäreinsätzen (31,1%, $n = 116$) alarmiert (Abb. 8).

Qualitative Analyse der Nachteinsätze von 1998

Bei einer retrospektiv qualitativen Beurteilung der Einsatzzahlen des Jahres 1998 mit Hilfe der "Peer-

Tabelle 1: NACA-Index (National Advisory Committee for Aeronautics).

NACA-Index	Notarztprotokoll
I	Geringfügige Störung
II	Ambulante Abklärung
III	Stationäre Behandlung
IV	Akute Lebensgefahr nicht auszuschließen
V	Akute Lebensgefahr
VI	Reanimation
VII	Tod.

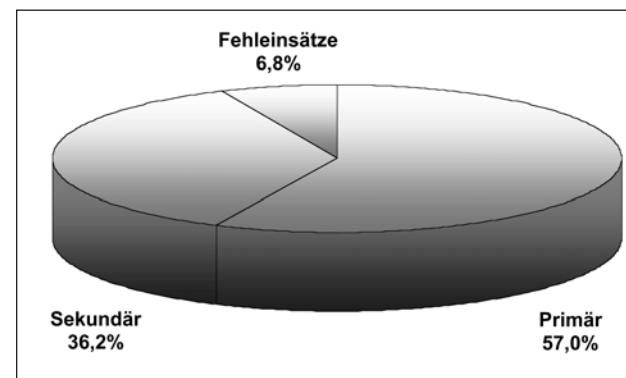


Abbildung 4: Verteilung der durchgeführten Einsätze 2001 (n = 1095).

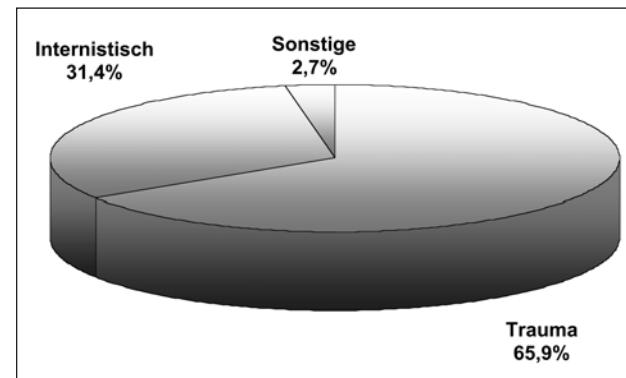


Abbildung 5: Alarmierungsgründe für durchgeführte Primäreinsätze 2001 (n = 624).

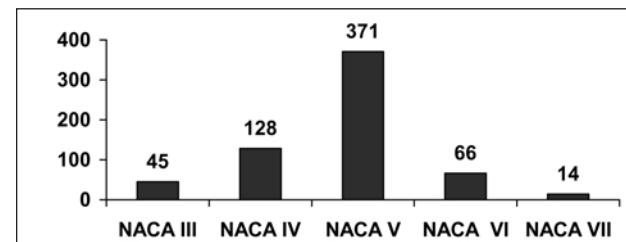


Abbildung 6: Verteilung des NACA-Index der Primäreinsätze 2001 (n = 624).

review-group"- bzw. "Expert-panel"-Methode (Fachexperten der Universitätsklinik Regensburg und des TQM-Centrum des Klinikums der Universität München) wurden immerhin 17,9% (n = 142) aller abgewickelten Einsätze (n = 794) zur derzeit allgemein definierten Nachtzeit (Definition: Sunset + 30 Minuten bis 7 Uhr, offizielle Sunset-Zeiten für Regensburg der Deutschen Flugsicherung GmbH) durchgeführt. Die "Peer-review"-Gruppe sollte sich mit Hilfe des "Leitfaden Interhospitaltransfer" (Stand 03.02.1998, Bayerisches Staatsministerium des Inneren, Abb. 9) einstimmig für oder gegen die Indikation zum nächtlichen Hubschraubertransport aussprechen.

Im Beobachtungszeitraum Januar bis Dezember 1998 überwogen mit 68,3% (n = 97) die Sekundär- über die Primäreinsätze (31,7%, n = 45) bei Nacht. Insgesamt konnten von den durchgeföhrten 142 Einsätzen 138 (97,2%) in der Untersuchung ausgewertet werden (43 Primär- und 95 Sekundäreinsätze). Zur qualitativen Bewertung wurde jeder Einzelfall mit Hilfe von DIVI-Notarztprotokoll, Intensivtransportprotokoll, Krankenhausverlegungsberichten und -aufnahmefunden, Patientenakten sowie der weitere Krankenhausverlauf in den ersten 24 Stunden nach Aufnahme analysiert und aufgearbeitet (Diagnostik, Intervention, OP etc.).

Neben dieser medizinischen Analyse erfolgte auch eine taktisch-organisatorische Betrachtung des durchgeföhrten Hubschraubertransports. Hierfür wurde u.a. für den Einzelfall der tatsächliche Zeitvorteil gegenüber einem (theoretisch durchgeföhrten) bodengebundenen Transport errechnet.

Bei allen nächtlichen Primäreinsätzen (n = 43) lag als einziger weiter bekanntes Einsatzkriterium die Aussage der alarmierenden Rettungsleitstelle vor, dass der Hubschrauber in allen Fällen vom bereits vor Ort befindlichen bodengebundenen Rettungsmittel nachgefordert wurde. In keinem Fall musste der angetretene Anflug abgebrochen werden. Aufgrund der Nachforderungssituation kam es erwartungsgemäß zu keinem Fehleinsatz. Zwei Patienten waren bei Landung reanimationspflichtig (NACA VI), bei zwei Patienten konnte nur noch der Tod festgestellt werden (NACA VII). In 41,8% (n = 18) versorgte die Hubschrauberbesatzung Patienten der Notfallkategorie NACA V sowie 15 Patienten der Kategorie IV (34,8%). Insgesamt 6 Patienten (13%) mussten retrospektiv der NACA-Kategorie III zugeordnet werden. Fasst man alle potentiell lebensbedrohlichen Kategorien (NACA IV-VI + VII, da beide verstorbenen Patienten bei Alarmierung noch lebten) zusammen, so lässt sich feststellen, dass die notärztliche Indikation in 86,4% aller Einsätze gegeben war. Die Ergebnisse lassen jedoch keine Rückschlüsse auf die Indikation zum nächtlichen Hubschrauberprimäreinsatz zu, da weder die aktuelle Infrastruktur zum Einsatzzeitpunkt noch die medizinische Expertise der vor Ort anwesenden bodengebundenen Kräfte beurteilt werden konnte. Bei den 95 analysierten nächtlichen Interhospitaltransporten hingegen konnte die Infrastruktur des abgebenden sowie des aufnehmenden Krankenhauses berücksichtigt werden (Versorgungsstufe, vorhandene

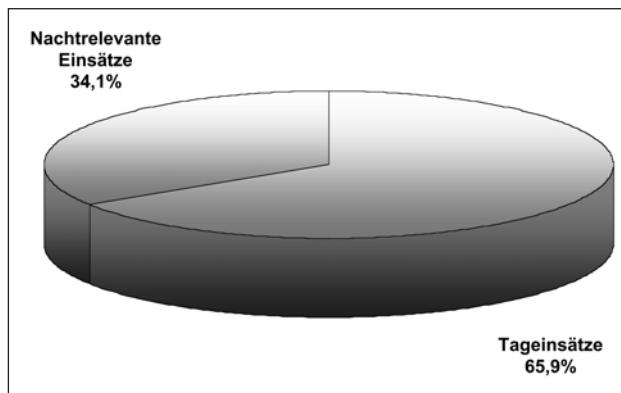


Abbildung 7: Tag-Nacht-Verteilung aller durchgeföhrten Einsätze 2001 (n = 1095).

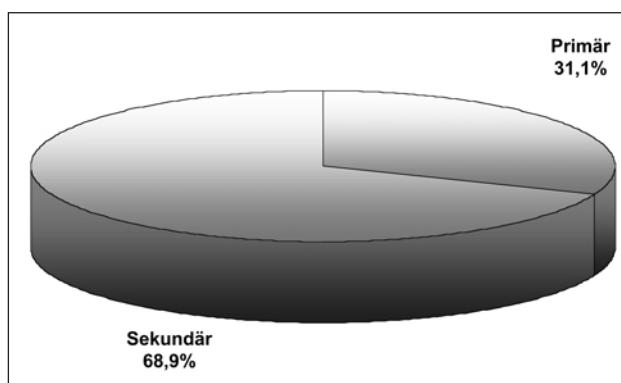


Abbildung 8: Einsatzverteilung nachtrelevanter Einsätze 2001 (n = 373).

Fachabteilungen, diagnostische Möglichkeiten wie CT, Angiografieplatz etc., Bereitschaftssituation u.a.). 86,3% (n = 82) aller nächtlichen luftgestützten Interhospitaltransporte wurden durch das Expertengremium einstimmig als medizinisch indiziert eingestuft (Tab. 2). 35,8% (n = 34) der Transporte wurden als "nicht disponibel und schnellstmöglich" durchzuführen (Zeitfenster < 30 Minuten) identifiziert, während 64,2% der Transporte (n = 61) mit einer medizinisch vertretbaren Latenzzeit von 30 - 40 Minuten durchführbar waren.

Diskussion

"Dual-use"

Der erste "Doppelnutzen"- oder "Dual-use"-Standort in Deutschland im 24-Stunden-Betrieb wurde 1997 in Mainz ("Christoph 77") etabliert. Allerdings wurde der nächtliche Primäreinsatz erst vor kurzem durch 40 definierte behelfsmäßige Nachtlandeplätze und Übergabepunkte im Rettungsleitstellenbereich ("mapping") eingeführt (5). Zur Lösung der anstehenden Probleme (notärztliche Minderversorgung v.a. in Flächenstaaten wie Bayern) kommt in Zukunft aber gerade dem luftgestützten nächtlichen Primäreinsatz eine besondere Bedeutung zu, die später eingehend besprochen werden soll.

Übersichten / Review articles

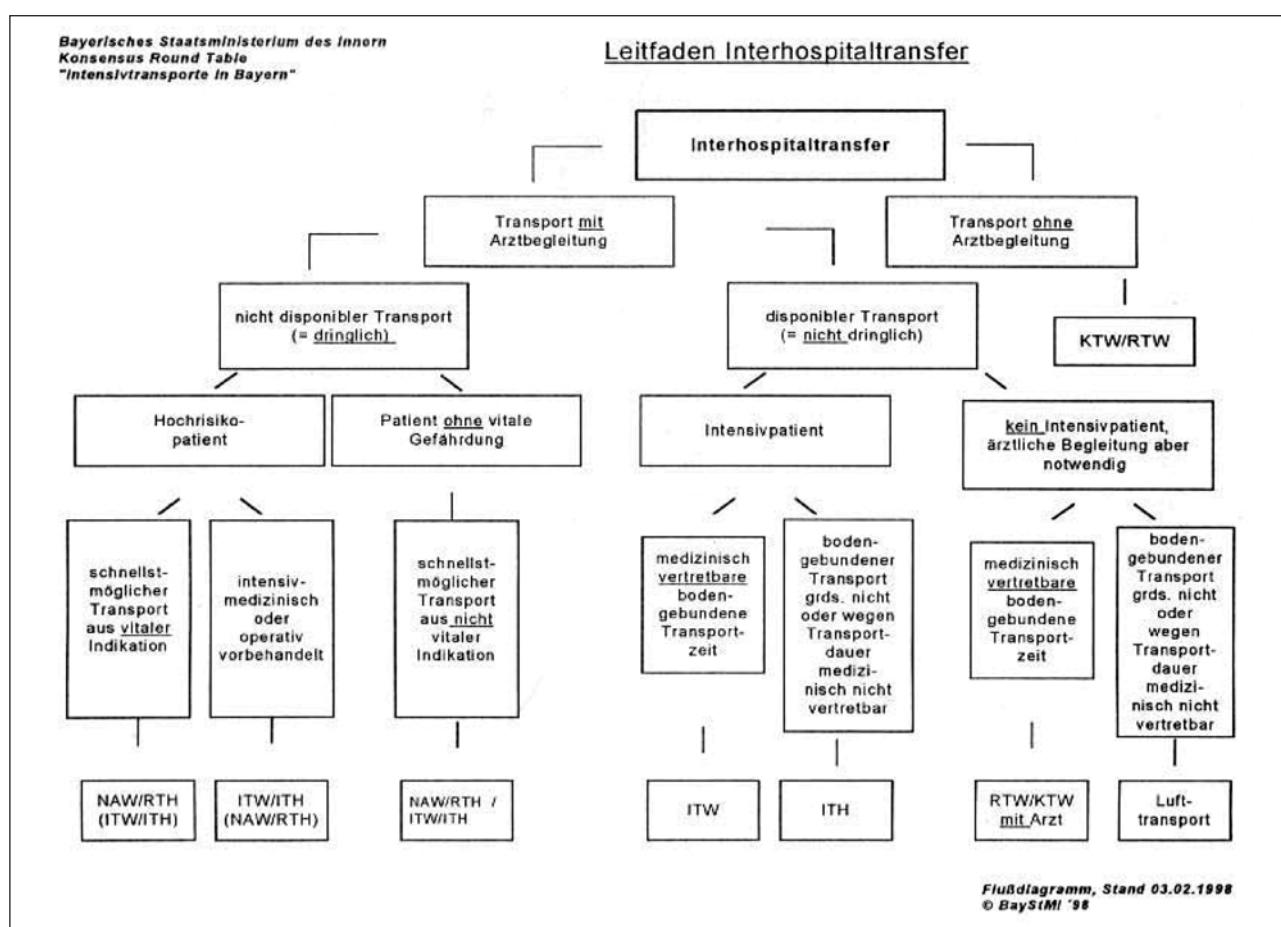


Abbildung 9: Algorithmus "Interhospitaltransfer" des Bayerischen Staatsministeriums des Inneren (Stand 03.02.1998).

Während Weinlich et al. (18) für die drei ausschließlich bei Tag fliegenden ITH in Baden-Württemberg nach wie vor überwiegend originäre Sekundärtransporte (65,2%) registrierten, haben Primäreinsätze 2001 mit 57% - sicher auch wegen der besonderen geographischen und infrastrukturellen Gegebenheiten der Region - am Luftrettungszentrum Regensburg dominiert. Hier zeigt sich, dass der Wechsel von der reinen ITH-Konzeption hin zum "Dual-use"-Konzept gerechtfertigt ist und der jahrelangen Entwicklung am Luftrettungszentrum Regensburg Rechnung trägt (Abb. 2).

Die Regensburger Einsatzstatistik zeigt (Abb. 5 und 6), dass ein "Dual-use"-System verantwortungsvoll und gezielt eingesetzt werden kann. So liegt der Anteil traumatologischer Einsätze mit 65,9% und der Anteil kindlicher Notfälle (Definition: 0 - 6 Jahre) mit 11,1% (bei Primäreinsätzen sogar 13%) deutlich über den in der Literatur für Deutschland publizierten Angaben (19, 20, 21, 22). Noch deutlicher wird dies bei der Be trachtung der Fehleinsätze. In der Literatur wird eine Fehleinsatzquote von 10% - 20% als zulässig angesehen (23, 24, 25). Allerdings liegen von einzelnen, v.a. städtischen Notarztstandorten Fehleinsatzraten von 30% - 40% vor (26, 27, 28). Während die Fehleinsatzrate aller 8 Rettungshubschrauber 2001 in Bayern mit 13% (aller 51 Rettungshubschrauber in Deutschland mit 12,5% und dadurch verursachte Mehrkosten von

rund 9,7 Millionen Euro) angegeben wird (29), lag diese in Regensburg bei Primäreinsätzen bei 10,5%, inklusive Sekundäreinsätzen sogar bei nur 6,5%. Besondere Aufmerksamkeit sollte den "arztbegleitenden Interhospitaltransfers ohne zwingende Hubschrauberindikation" (8,9%) gelten. Diese retrospektiv als nicht sinnvoll gewerteten Einsätze können nur durch ein intensives Arzt-Arzt-Gespräch heraus gefiltert oder von einer zentralen Koordinierungsstelle abgefangen werden, die einen Gesamtüberblick über Kapazitäten und Infrastruktur hat (s.u.).

Die ehemals geforderte strikte Trennung zwischen ITH und RTH begründete sich in der Vorstellung, dass der ITH nach einer Alarmierung zu einem Primäreinsatz nicht mehr für seine originäre Aufgabe des Sekundärtransports zur Verfügung stünde (10). Die Einsatzzeiten des "Christoph Regensburg" zeigen jedoch, dass ein Primäreinsatz im Mittel nach 1 Stunde 12 Minuten komplett abgeschlossen ist (inklusive Rückflug vom aufnehmenden Krankenhaus zurück an den Standort). Die Einsatzbereitschaft ab dem aufnehmenden Krankenhaus für einen Folgeeinsatz ist somit deutlich früher zu erwarten. Kommt es zu einem "schnellstmöglichen Transport aus vitaler Indikation" (Abb. 9), muss sowieso zunächst das schnellstmögliche Transportmittel (NAW, RTH, ITW, ITH) alarmiert werden. Hierfür wurden für die RTH in Bayern folgende Regeln festgelegt (30):

Tabelle 2: Definition "Hochrisikopatient" gemäß Leitfaden Interhospitaltransfer des Bayerischen Staatsministeriums des Inneren vom 09.12.1998.

Das individuelle Transportrisiko bezieht sich auf den Schweregrad bestehender oder im Rahmen der diagnostischen Maßnahmen zu erwartenden Vitalfunktionsstörungen.

Ein Patient ist in die Hochrisikogruppe einzustufen, wenn zumindest eines der folgenden Einschlusskriterien erfüllt ist:

1) Patienten mit instabilen Vitalfunktionen

a) Intrakranielle Drucksteigerung

- Klinische Hirndruckzeichen
 - Anisocorie
 - Bewusstseinsstörung
 - Erbrechen
 - ICP > 20 mmHg

b) Respiratorische Insuffizienz

- Horowitz-Quotient: $\text{PaO}_2/\text{Fi O}_2 < 200 \text{ mmHg}$

c) Herz-Kreislauf-Insuffizienz

- Hämodynamisch wirksame Herzrhythmusstörung
- Instabile Angina pectoris
- Arterielle Hypotension
 - $\text{RR}_{\text{syst}} < 90 \text{ mmHg}$ (über längeren Zeitraum)
 - MAP < 60 mmHg

2) Patienten mit hoher Therapie-Intensität

a) Temporäre Herzschrittmacher-Therapie

b) Differenzierte Therapie mit vasoaktiven Substanzen

- Dopamin/Dobutamin > 5 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$
- Noradrenalin oder Adrenalin
- Katecholamin plus Vasodilatator

c) Invasives Beatmungsmuster

- PEEP > 8 cm H_2O
- Inspiratorische O_2 -Konzentration (Fi O_2) > 0,6

d) Kontinuierlich laufende extrakorporale Verfahren

- (z.B. "extracorporeal lung assist" = ECLA)

Darüber hinaus sind darunter auch alle anderen Patienten zu verstehen, die sich in einer vital hochgradig instabilen Situation befinden oder kurzfristig in eine solche Situation gelangen können.

- die Ausgangsklinik liegt im Einsatzradius des RTH (50 bzw. 60 km nach Hubschraubermodell)
- die Entfernung zwischen Ausgangs- und Zielklinik beträgt nicht mehr als 100 km bzw. 120 km
- die Abwesenheit aus dem Einsatzbereich beträgt nicht länger als 2 Stunden.

Handelt es sich dagegen um Hochrisikopatienten, die intensivmedizinisch oder operativ vorbehandelt sind, wird definitionsgemäß dem ITH bzw. ITW der Vorzug gegeben. Erfolgt theoretisch kurz nach einer Primäralarmierung parallel eine Anforderung für einen solchen Sekundärtransport, muss von einer mittleren Eintreffzeit des ITH am abgebenden Krankenhaus von 1 bis 2 Stunden ausgegangen werden. Durch sinnvolle Dispositionskonzepte einer entsprechenden Koordinierungszentrale, die den überregionalen Gesamtüberblick über das Einsatzgeschehen hat, könnten Fehlkapazitäten und Duplizitätsfälle effektiv und sicher abgearbeitet werden. Somit kann durch sinnvolle Verzahnung der Konzepte eine kurzfristig

auftretende Lücke im Interhospitaltransfer trotz oder gerade wegen der "dual-use"-Verwendung versorgt werden.

Nachtflug

Vor der Frage nach dem medizinischen Nutzen der nächtlichen Luftrettung sei vergegenwärtigt, dass selbst der Nutzen der Luftrettung zu Tagzeiten weltweit bisher nicht allgemein gültig bewiesen werden konnte (15). Hierzu mangelt es derzeit an aussagekräftigen Studien. Andererseits existieren vereinzelte Untersuchungen, welche durch den zügigen und direkten Transport von der Unfallstelle in ein Zentrum der Maximalversorgung deutliche medizinische Vorteile nachweisen konnten (31, 32, 33, 34). Ausschlaggebend dabei ist das Transportmittel einzusetzen, das den Patienten am schnellsten seiner effektiven Versorgung zuführen kann. Neben diesen traditionell traumatologisch ausgerichteten Arbeiten zeigen andere Studien auch Vorteile für Patienten mit Schlaganfall (35), Herzinfarkt (36) und intrakraniellem Hämatom (37).

Übersichten / Review articles

Tabelle 3: Diagnosen und Indikation zum nächtlichen Hubschraubereinsatz 1998.

Krankenhaus-Verlegungsdiagnosen	Insgesamt:	INDIKATION gegeben	
		JA	NEIN
Polytrauma (ISS > 15)	2	2	
Polytrauma inklusive SHT (ISS > 15)	7	7	
Isoliertes SHT (GCS < 8)	15	14	1
WS-Verletzung/Spinalkanalstenose	4	2	2
Offene Unterschenkel- + Scapulafraktur	1		1
Gesichtsschädelfraktur	1	1	
Thorakales Aortenaneurysma (TAA)	4	4	
Bauchaortenaneurysma (BAA)	5	5	
Amputationsverletzung	3	2	1
Verbrennung	5	5	
Akutes Abdomen	1		1
Subduralhämatom (SDH)	1	1	
Intrakranielle Blutung (ICB)	6	6	
Subarachnoidalblutung (SAB)	14	12	2
Apoplex, cerebraler Insult	2		2
Meningitis	2	2	
Akuter Myocardinfarkt	1	1	
Akutes Koronarsyndrom	2	1	1
Z.n. ACVB-OP	1		1
GI-Blutung bei Leberversagen	1	1	
Ösophagusvarizenblutung (Schock)	1	1	
Sepsis (MOV, ARDS)	2	2	
Akutes Nierenversagen (Rhabdomyolyse)	1	1	
Status asthmaticus	1		1
V.a. Lungenembolie	1	1	
Katheterthrombose	1	1	
Transposition der großen Arterien (TGA)	1	1	
p.o. Rückverlegung (Patient beatmet)	1	1	
Transplantationsverlegung (Patient)	4	4	
Organtransport	4	3	1
Serumtransport bei Schlangenbiß	1	1	
SUMME:	95	82	13

Bis vor wenigen Jahren galt die nächtliche Luftrettung als nicht durchführbar und wird auch heute noch aus Sicherheitsgründen häufig abgelehnt bzw. äußerst kritisch diskutiert (38, 39, 40). Erst die Einführung von 24-Stunden-tauglichen Intensivtransporthubschraubern für Interhospitaltransfers eröffnete die Option auf Luftrettung in der Nacht (10). Während der nächtliche Sekundäreinsatz inzwischen zum rettungsdienstlichen Alltag gehört, hat sich die Diskussion auf den nächtlichen luftgestützten Primäreinsatz ausgedehnt (3, 4, 5, 6, 7, 8). Gerade die zu erwartende Notarztknappheit in einem Flächenstaat wie Bayern lässt den Ruf nach nächtlicher Luftrettung lauter werden. Unabhängig von der Diskussion um knapper werdende Personalressourcen erscheint es nicht sinnvoll, ein tagsüber hochgelobtes Rettungsmittel nach Sonnenuntergang abzumelden und als nicht notwendig zu betrachten. Schließlich profitiert ein polytraumatisierter

Patient bei Nacht prinzipiell in gleicher Weise von einer schnellstmöglichen Maximalversorgung wie am Tag.

Weiterhin kann nur schwerlich akzeptiert werden, dass die starre Definition von derzeit gültigen fliegerischen Nachtzeiten (Sunset + 30 Minuten bis 7 Uhr) dafür sorgt, dass die Verfügbarkeit jahreszeitlich variabel ist und beispielsweise ein um 18 Uhr Verunglückter im Sommer problemlos geflogen werden kann, im Winter (da bereits dunkel) aber keine Möglichkeit auf einen schnellen Luftransport in ein Zentrum der Maximalversorgung hat. Ebenso unsinnig erscheint es, im Hochsommer (Tagflugbedingungen häufig ab 5.00 Uhr) bei idealen Flugbedingungen die Dienstzeit der Rettungshubschrauber auf 7.00 Uhr festzulegen.

Schon eine Ausdehnung der Flugzeiten auf die tatsächlich fliegerisch mögliche jahreszeitenabhängige "Tagzeit" wäre ein echter Fortschritt.

Die Zahlen zum Nachtflug aus Regensburg machen deutlich, dass der sekundäre und auch primäre Nachtflug unter definierten Bedingungen verantwortungsvoll durchgeführt werden kann. Dass im Jahr 1998 17,9% (n = 142) und im Jahr 2001 14% (n = 153) aller Einsätze zur derzeit gültig definierten Nachtzeit durchgeführt wurden, weist auf einen tatsächlich bestehenden Bedarf hin. Von Bedeutung ist die Tatsache, dass es sich bei nächtlichen Primäreinsätzen überwiegend um Außenlandungen an gesichteten Landeplätzen oder im Einzelfall auch am Unfallort handelt. Dieses Vorgehen erfordert besondere fliegerische Verfahren sowie ein eingespieltes und geschultes Zusammenspiel mit allen am Unfallort vorhandenen Einsatzkräften. Einsätze nach Meldebild, wie dies zu Tagzeiten in der Luftrettung üblich ist, werden durch den Betreiber grundsätzlich abgelehnt. Es werden ausschließlich Einsätze bei Nachforderung eines Notarztes und vorhandener Bodeninfrastruktur (z.B. Feuerwehr zur Ausleuchtung vor Ort) geflogen. Der Betreiber führt dazu umfangreiche Schulungen bei den örtlichen Feuerwehren nach speziell ausgearbeiteten Plänen durch.

Entsprechend der derzeit gängigen Definition von Nachteinsätzen (Sunset + 30 Minuten bis 7 Uhr) wurden im Jahr 2001 an den drei bayerischen Standorten bereits insgesamt 733 Nachteinsätze mit einem Primäranteil von 37,4% (n = 274) abgewickelt. Noch deutlicher wird dies unter Berücksichtigung nachtrelevanten Einsätze (Definition s.o.). Dass die Interhospitaltransfers (68,9%) deutlich überwiegen, verwundert nicht, da schwer traumatisierte Patienten nachts zunächst bodengebunden in das nächstgelegene periphere Krankenhaus transportiert und nach durchgeföhrter Diagnostik und Erstversorgung in ein Zentrum der Maximalversorgung weiterverlegt werden. Mehrere Untersuchungen konnten nachweisen, dass ein direkter Transport mittels Hubschrauber in ein Zentrum der Maximalversorgung (wie tagsüber praktiziert) sich in einer deutlichen Verbesserung der Prognose sowie einer verkürzten Krankenhausaufenthaltsdauer manifestiert (31, 32, 33). Eine prospektive Kohortenstudie aus dem Jahr 2000 konnte sogar aufzeigen, dass sich die Gesamtkosten für einen unmittelbaren Transport mittels Hubschrauber vom Unfallort versus einer verzögerten Verlegung nach primär bodengebundener Aufnahme in einem peripheren Krankenhaus nicht signifikant unterschieden (34). Die Autoren kamen zu dem Schluss: "The decision on mode of transport should be in the best interest of patient care." Dass in der retrospektiven qualitativen Analyse der Nachteinsätze von 1998 eine für den Rettungsdienst außerordentliche Spezifität von 86,3% (eindeutig nächtliche Hubschrauberindikation) erreicht werden konnte, spricht für das hohe Verantwortungsbewusstsein aller beteiligten Entscheidungsträger (abgebender Krankenhausarzt, Rettungsleitstelle, KITH, durchführende "Flight-" und "Med-crew").

Gleiches bestätigt sich auch für nächtliche Primäreinsätze, welche grundsätzlich nur auf Nachforderung durchgeführt wurden. Dadurch erklärt sich auch die

Fehleinsatzrate von 0%. In 86,4% konnte retrospektiv eine dringend bestehende notärztliche Indikation ermittelt werden. Vergleicht man dies mit üblichen Einsatzzahlen im deutschen Rettungs- und Luftrettungsdienst (19, 20, 21, 22), bestätigt sich, dass der nächtliche Hubschraubereinsatz präzise gesteuert werden kann. Der bundesweite Durchschnitt der TEAM DRF/HDM Flugservice GmbH – Luftrettungszentren (Berlin, Bad Berka, München, Nürnberg, Regensburg) lag für nachtrelevante Einsätze 2001 immerhin bei 36,1% (n = 1403, 35,8% der gesamten Flugstunden), wobei 37,2% (n = 395) aller Primär- und 35,7% (n = 1008) aller Sekundäreinsätze während der Nachtzeit durchgeführt wurden (Abb. 10). Seit Beginn bis 2001 kann daher auf einen Erfahrungsschatz von weit über 12.000 nachtrelevanten Einsätzen alleine beim Operator HDM zurückgegriffen werden.

Nachtflugunfälle und -sicherheit

Natürlich darf in dieser Darstellung nicht verschwiegen werden, dass der Nachtflug prinzipiell mit größeren Gefahren verbunden ist als der reine Tagflug. Eine Anfrage bei der Bundesstelle für Flugunfälle in Braunschweig bezüglich relevanter Flugunfälle mit Rettungs- und Intensivtransporthubschraubern in dem Zeitraum 1990 - 2000 ergab folgendes Bild (Tab. 4): Schwer Hubschrauberunfälle und im Speziellen schwere EMS (emergency medical services) - Hubschrauberunfälle sind seltene Ereignisse. Weil solche Unglücke selten sind, dann aber meist tödlich verlaufen, könnte dies das große öffentliche Interesse erklären. Ganz besonders gilt dies natürlich für Unglücke mit den sog. "Rettungsfliegern". In den genannten zehn Jahren mussten insgesamt 18 schwere Hubschrauberunglücke bei medizinischen Einsätzen verzeichnet werden, davon drei bei Nacht. Dass diese Unglücke allerdings zwangsläufig dramatische Folgen haben, bezeugen 9 Tote, 5 Schwerverletzte und ein Leichtverletzter (Tab. 5). Aus der Tabelle 4 könnte man eine Häufung von EMS-Unfällen zwischen 1992-1995 mit einer Verringerung der Unfälle ab 1996 vermuten. Leider kann dieser Trend aufgrund zweier Unglücke 2002 und 2003 mit insgesamt zwei Toten, drei Schwerverletzten und zwei Leichtverletzten nicht bestätigt werden. Der Absturz eines ITH vom Typ Bell 412 mit tödlichem Ausgang am 24.11.2002 in Brandenburg ereignete sich bei Nacht.

Das allgemeine Risiko für Unfälle mit Rettungshubschraubern wurde 1990 in Deutschland mit 10,9/100.000 Flugstunden und für tödlich verlaufende Unfälle mit 4,1/100.000 Flugstunden angegeben und unterschied sich damit nicht signifikant von den gemeldeten Ereignissen bei Rettungsflügen in den USA (11,7 bzw. 4,7/100.000) (41). Allerdings fand sich beim Vergleich mit geplanten Helikoptertaxiflügen die allgemeine Unfallrate fast verdoppelt, die tödlich verlaufende sogar um den Faktor 3,5 erhöht (42). Für Norwegen wurde sogar eine Rate von 15,5 tödlich verlaufender Unfälle pro 100.000 Flugstunden zwischen den Jahren 1986 - 1991 ermittelt (43).

1994 berichtete Schöneberg über drei Flugunfälle im Jahr 1992 mit "Ambulanzhubschraubern", bei denen

Übersichten / Review articles

vier Personen tödlich verletzt wurden (38). 1996 veröffentlichte Schöneberg, dass sich seit 1977 in Deutschland 8 Flugunfälle mit 17 Toten ereignet hatten (44). Während der Anteil der tödlichen Unfälle am Gesamtgeschehen der Unfälle in diesem Zeitraum bei etwa 13% lag, betrug er bei Nachtflügen rund 88%. Daraus folgte er, dass sich der luftgestützte Rettungseinsatz bei Nacht verbietet.

Diese Zahlen entstanden allerdings in einer Zeit, als sich die "Ambulanzhubschrauber" auf dem hart umkämpften "freien Markt" etablierten und ein hoher wirtschaftlicher Druck vorhanden war, zu jeder Wetterlage und Uhrzeit zu fliegen. Diverse Anbieter operierten ihre Hubschrauber in diversen Aufgabenfeldern – z.B. tagsüber zwei Stunden VIP-Geschäftsflug, anschließend Kontrolle einer Stromleitung und nachts noch einen Patienten verlegt. Diese ungute Wettbewerbssituation hat sich durch die Integration der ITH-Stationen in das öffentlich-rechtliche Notfallwesen beheben lassen. Weiterhin wurden damals übliche Unsitten (z.B. standardmäßiges Ein- und Ausladen bei laufendem Rotor, während der Pilot außerhalb des Cockpits den Ladevorgang absicherte) und technische (z.B. Hubschrauber mit einer Turbine, keine IFR-Tauglichkeit, kein BOS-Funk) und personelle Mängel (z.B. nur ein Pilot, ohne ausreichende Kenntnisse und Erfahrung für Nachteinsätze) bei den heute eingesetzten ITH abgestellt. Es ist zu erwarten, dass durch die getroffenen Maßnahmen und technischen Neuerungen die Gefahren des Nachtflugs deutlich reduziert wurden. Festzuhalten bleibt, dass von den vielen Betreibern, die in früheren Jahren Ambulanzflüge in der Nacht durchführten, sich nur zwei Unternehmen (Hubschrauber Sonderdienst – HSD in Göttingen und HDM Flugservice GmbH in Nürnberg) langfristig und bis heute am Markt etablieren konnten. Zudem darf durch die Einführung neuer Techniken wie z.B. Restlichtverstärkerbrillen (BIV-Brillen) eine weitere Zunahme der Sicherheit erwartet werden. Insbesondere hierzu seien weiterführende Ausführungen erlaubt.

Technische Möglichkeiten zur Erhöhung der Nachtflugsicherheit

Die "neue" Technologie der Restlichtverstärkerbrillen (BIV: Bildverstärkerbrillen oder NVG: "night vision goggles") wird in Deutschland von Bundeswehr, Bundesgrenzschutz und Polizei schon seit Mitte der 80er Jahre für den Nachtflug routinemäßig eingesetzt. So werden bei der Heeresfliegertruppe mit BIV-Brillen der dritten Generation sogar Nachtfliegen (Mindestflughöhe 100 ft über Grund für alle Hubschrauber mit Radarhöhenmesser und 250 ft über Grund ohne Radarhöhenmesser) standardmäßig durchgeführt, ebenso wie Außenlandungen und -starts ohne Befeuерung. Durch die Nutzung der BIV-Brillen der dritten Generation ist es laut Budde möglich, die Einsatzzeiten der Heeresfliegertruppe bei Nacht auf etwa 80 - 85% der Nachtstunden auszuweiten (45). Auch der Bundesgrenzschutz fliegt seit dem Erprobungsstart 1983 derzeit ca. 2.000 Stunden/Jahr Nacht-einsätze mit BIV-Unterstützung (46). Einschlägige

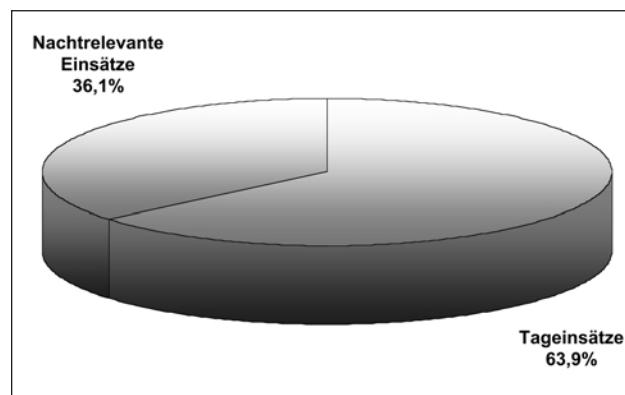


Abbildung 10: TEAM HDM/DRF Tag - Nachtverteilung aller durchgeföhrten Einsätze 2001 (n = 3888).

Experten kommen übereinstimmend zu dem Ergebnis, dass der konventionelle Nachtflug in Zukunft die Ausnahme bzw. das Notverfahren darstellen und der Einsatz von Restlichtverstärker-technologie, evtl. in Kombination mit sog. FLIR-Geräten ("forward looking infrared": infrarot basierte Wärmebildsensoren, welche die Wärmeabstrahlung in der Natur anzeigen) bei Nachteinsätzen zum Regelfall wird.

Der Umstand, dass die Restlichtverstärker-technologie dem Kriegswaffenkontrollgesetz unterliegt, machte es bis vor kurzem zivilen Luftrettungsbetreibern unmöglich, diese Technik zur Abwehr von Gefahren für Gesundheit und Leben von Notfallpatienten bei Nacht nutzen zu können, während oben genannte hoheitliche Institutionen diese Technologie für Grenz- und Bahnüberwachung, Einsätze mit Spezialtruppen, polizeiliche Großlagen sowie Katastrophen- und Umweltschutz seit Jahren bei Nacht zum Einsatz bringen können.

Heute gestaltet sich neben den Beschaffungsproblemen die unklare Gesetzes- und Vorschriftenlage derart schwierig, dass ein Einsatz dieser Technologie in der Luftrettung derzeit technisch zwar unproblematisch und dringend notwendig, faktisch aber unmöglich ist. Hier sollte schnell eine Änderung/Klärung der Sachlage erwirkt werden, um die bereits langjährigen positiven Erfahrungen von Bundeswehr, Bundesgrenzschutz und Polizei auch in der Luftrettung umsetzen zu können.

Beachtenswert dabei ist die Tatsache, dass der Großteil der Luftrettungspiloten in den in Frage kommenden Unternehmen aus einer der drei genannten hoheitlichen Organisationen stammt und daher über geforderte Ausbildungsstufen verfügt oder sogar eine entsprechende Lehrberechtigung für diesen Einsatz vorweisen kann. Zudem gibt es bereits Nachtflugerfahrung mit dieser Technik bei Rettungseinsätzen. Die Schweizerische Rettungsflugwacht REGA führte bereits 1987 als erste zivile Organisation der Welt die Nachtsichttechnologie (Nachtsichtgerät ANVIS) an allen REGA-Helikopterbasen ein. Seitdem werden nächtliche Operationen (Primär- und Sekundäreinsätze) in fliegerisch äußerst anspruchsvollem Gelände (Berge) mit einem Piloten ("single-pilot") durchgeführt (47). So fanden im Jahr 2001 21,4% (n =

Tabelle 4: Schwer zivile Hubschrauberunfälle in Deutschland zwischen 1990 - 2000
(gemäß Auskunft der Bundesstelle für Flugunfälle/Braunschweig).

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Gesamt
Gesamt	19	22	21	29	18	21	21	13	26	29	20	239
Tag	19	21	21	28	17	19	21	13	25	26	19	229
Nacht	0	1	0	1	1	2	0	0	1	3	1	10
EMS*-Tag	1	1	4	2	5	1	1	0	0	2	1	18
EMS-Nacht	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	3

* EMS = Emergency Medical Services

1.756) aller 8.194 geflogenen Einsätze bei Nacht statt. In ca. 45% der Nachteinsätze handelte es sich dabei um Primäreinsätze (48). Seit Einführung bis 2001 gab es keine Berichte über tödlich verlaufene Unfälle bei Nacht (47).

Insgesamt kann also zusammengefasst werden, dass Hubschrauberunglücke auch bei Nacht prinzipiell selten sind. Dennoch besteht allgemein ein höheres Risiko für Rettungseinsätze gegenüber geplanten zivilen Hubschrauberflügen. Daher müssen alle erdenklichen Mittel ausgeschöpft werden, um den nächtlichen Rettungsflug so sicher wie möglich zu gestalten. Dies beginnt bei der technischen Ausstattung des Hubschraubers (z.B. in Entwicklung befindliche Hinderniswarnsysteme), der Ausbildung der Piloten, der Nutzung bewährter Technologien wie BIV-Brillen, ergänzt durch die Unterstützung von nächtlichen Rettungseinsätzen durch die Deutsche Flugsicherung GmbH (DFS) (49). Der Weg bis zum unabhängigen Allwetter-Rettungshubschrauber (AWRH) jedoch ist noch weit (50).

Konzept für die Zukunft

Die 24-Stunden-Verfügbarkeit von Intensivtransporthubschraubern gilt heute nicht mehr als Luxus, sondern als konsequente und logische Antwort auf die zunehmende Zentralisierung und Spezialisierung von medizinischen Leistungen. Allerdings muss sich auch das derzeit in Deutschland parallel entwickelte System von reinen Sekundärtransporthubschraubern mit dem Wirtschaftlichkeitsgebot in § 12 Abs. 1 SGB V ("Die Leistungen müssen ausreichend, zweckmäßig und

wirtschaftlich sein; sie dürfen das Maß des Notwendigen nicht überschreiten") in Einklang bringen lassen. Daher wäre es schon aus Kostengründen sicher falsch, für jede RTH-Station eine Nachtflugbereitschaft zu fordern. So werden die Kosten für eine Ausdehnung der Flugbereitschaft einer RTH-Station bis Mitternacht mit zusätzlich ca. 0,7 Millionen Euro und eine 24-stündige Bereitschaft mit zusätzlich ca. 1,0 Millionen Euro veranschlagt (3).

Dagegen könnte man bereits bestehende, enorm kosten- und vorhalteintensive 24 Stunden verfügbare Intensivtransporthubschrauber nicht nur für Sekundäreinsätze, sondern auch konsequent, v.a. nachts, für notwendige Primärrettungseinsätze nutzen. Die mehrjährigen positiven Erfahrungen am Luftrettungszentrum Regensburg mit dem "24-hour dual-use"-Konzept unterstützen diese Forderung und zeigen, dass dies auch auf qualitativ hohem Niveau ohne Fehleinsätze möglich ist.

Die optimierte Nutzung bereits vorhandener Ressourcen besticht durch einen weiteren Vorteil. Ein Blick auf die bereits bestehenden "24-Stunden-ITH-Standorte" in Deutschland (Abb. 11) macht deutlich, dass sich ungeachtet der z.Z. geführten "Primär-Nachtflug"-Diskussion bereits ein teilweise flächendeckendes Netz von 24-Stunden-Standorten entwickelt hat. Würden diese Standorte im Sinne eines "24-hour dual-use"-Konzepts eingesetzt und zudem, wie im Bund-Länderausschuss Rettungswesen und der Konsensusgruppe Luftrettung gefordert (51), unter länderübergreifenden, bedarfsoorientierten Gesichtspunkten geordnet und zentral koordiniert, stünde schlagartig ein nahezu kostenneutrales (da Standorte, Logistik und Personal bereits vorhanden und finanziert), primäres nächtliches Luftrettungssystem zur Verfügung. Vor-

Tabelle 5: Verletzungsfolgen schwerer EMS*-Hubschrauberunfälle in Deutschland zwischen 1990 - 2000
(gemäß Auskunft der Bundesstelle für Flugunfälle/Braunschweig).

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Gesamt
Tote	0	0	4	2	2	1	0	0	0	0	0	9
Schwer	0	0	0	3	0	2	0	0	0	0	0	5
Leicht	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1

* EMS = Emergency Medical Services

Übersichten / Review articles

handene Lücken könnten durch vereinzelte Umwandlung von bestehenden RTH-Stationen (derzeit 51 Stationen in Deutschland) zu "24-hour dual-use"-Hubschraubern geschlossen werden. Beispielhaft hierfür dürfte das bestehende Luftrettungssystem im Flächenstaat Bayern sein. Hier existiert ein nahezu flächendeckendes Netz von 8 reinen RTH-Stationen und 4 ITH-Stationen. Während die 8 RTH und der ITH in Murnau nur tagsüber in Betrieb sind, leisten die drei ITH-Stationen München, Nürnberg und Regensburg eine 24-Stunden-Bereitschaft und stehen neben reinen Sekundärtransporten auch für Primäreinsätze bei Nacht zur Verfügung. Dadurch kann rein rechnerisch in großen Teilen Bayerns in ca. 50 Minuten (inklusive 20 Minuten Vorlaufzeit) auf Nachforderung von bodengebundenen Einsatzmitteln auch nachts ein Hubschrauber vor Ort sein (Einsatzstelle oder definierter Übergabe-Punkt) (Abb. 12). Wird z.B. ein eingeklemmter Patient während dieser Anflugzeit vom bodengebundenen Personal zunächst gerettet und primär versorgt, kann der Transport nach einer kurzen Übergabe an den Hubschrauber zügig an ein Zentrum der Maximalversorgung erfolgen. Dass entsprechend der derzeit gültigen Definition von Nachteinsätzen (Sunset + 30 Minuten bis 7 Uhr) im Jahr 2001 an den drei bayerischen Standorten bereits insgesamt 733 Nachteinsätze mit einem Primäranteil von 37,4% ($n = 274$) abgewickelt wurden, unterstreicht die Notwendigkeit der nächtlichen Primärrettung. Noch deutlicher wäre dies bei Anwendung der Definition nachtrelevanten Einsatzes (s.o.).

Für die Abwicklung primärer Nachteinsätze müssen Leitlinien erstellt werden, um einen standardisierten Ablauf zu gewährleisten. Bewährt haben sich dabei in Regensburg beispielsweise Alarmierung ausschließlich durch qualifiziertes Personal an der Unfallstelle, Vereinbarung definierter Verfahren mit den Feuerwehren, definierte Lande- bzw. Treffpunkte wie beleuchtete Sportplätze ("mapping") sowie umfangreiche Aus- und Fortbildungsmaßnahmen der bodengebundenen Rettungskräfte zum Thema "Nachtladung".

Die Luftrettung kann und will also nachts keine bodengebundene Primärrettung ersetzen, sie jedoch sinnvoll ergänzen. Hier sei nochmals betont, dass auch ein "24-hour dual-use"-System aufgrund der eingeschränkten Verfügbarkeit und der Wetterabhängigkeit nur als Ergänzungssystem verstanden werden kann (im Jahr 2001 konnte "Christoph Regensburg" immerhin 3,6% der angeforderten Einsätze nicht durchführen). Durch Ausschöpfung aller technischen Möglichkeit könnte die Luftrettung mittelfristig in bis zu 85% der Nachtzeit zur Verfügung stehen (45).

Somit scheint es möglich, dass bereits bestehende Ressourcen durch eine sinnvolle Verzahnung von Primär- und Sekundärrettung ("dual-use") optimiert werden können und gleichzeitig ein großer Schritt in Richtung flächendeckende nächtliche 24-Stunden-Verfügbarkeit der Luftrettung erreicht wird. Beide Maßnahmen sind dazu geeignet, ohne größeren finanziellen Mehraufwand eingangs genannten Negativtrends entgegenwirken und die rettungsdienstliche

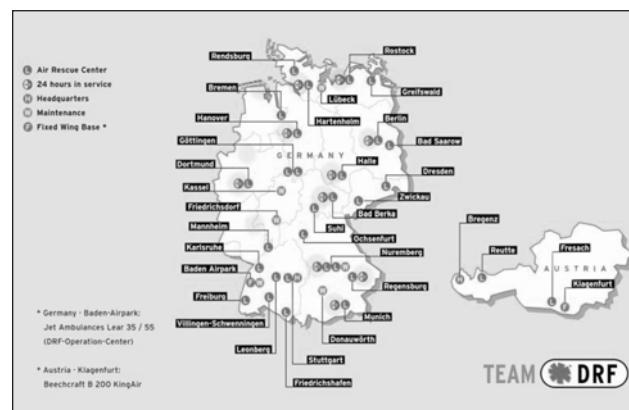


Abbildung 11: 24-Stunden-Luftrettungs-Stationen in Deutschland.

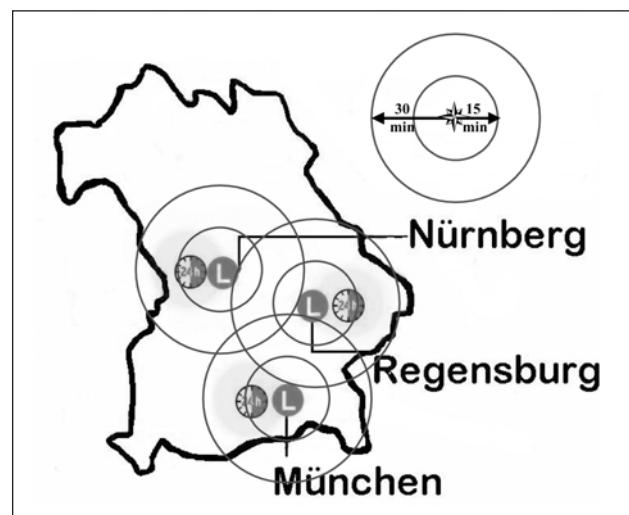


Abbildung 12: 24-Stunden-Standorte in Bayern mit 15 und 30 Minuten Radius (bei Nacht zusätzlich maximal 20 Minuten Vorlaufzeit).

Qualität sogar steigern zu können. Selbstverständlich müssen dazu alle Möglichkeiten zur sicheren Durchführung von nächtlichen Primäreinsätzen eingesetzt und optimiert werden. Die endgültige Entscheidung über die Durchführung des nächtlichen Einsatzes bleibt aber unangetastet im Verantwortungsbereich des verantwortlichen Piloten (52).

Äußerst hilfreich sind zudem gezielte Untersuchungen zu diesem Thema, wie die bis 2004 laufende Studie LUNA ("Luftrettung in der Nacht") des Bayerischen Innenministeriums und des Rettungszweckverbands Regensburg am Luftrettungszentrum Regensburg oder die Einführung und Testung der Restlichtverstärkertechnik (Realisierung derzeit in Regensburg). Bei objektiver Betrachtung hat sich die Indikation zur nächtlichen Luftrettung eher nach fliegerischen als nach medizinischen Kriterien zu richten. Die medizinischen Kriterien bei Nacht entsprechen unserer Meinung nach der kritischen Indikationsstellung bei Tag. Becker fasste die Situation beim 2. Baden-Badener Fachsymposium der DRF "Luftrettung in der Nacht" 2002 folgendermaßen zusammen: "Daraus lei-

tet sich logischerweise ab, dass die Luftrettung auch zur Nachtzeit erfolgen muss, wenn die technischen Voraussetzungen entwickelt sind und die Kostensituation dieses toleriert, also ein Aspekt der Rationierung von medizinischen Leistungen" (53).

Auch bei der REGA, die bereits seit mehreren Jahren primäre und sekundäre Luftrettung bei Nacht durchführt, gelten für die Beurteilung der Notwendigkeit des Einsatzes bei Nacht die gleichen medizinischen Kriterien wie am Tag. Das operative Limit wird hier eindeutig durch die fliegerischen Möglichkeiten gesetzt (48).

Anforderungen an ein "24-hour dual-use"-Konzept

Zur sicheren und effizienten Durchführung eines "24-hour dual-use"-Konzepts sind besondere Ansprüche an die fliegerische und medizinische Ausrüstung, an das fliegerische und medizinische Personal sowie an die Stationierungsorte sowie die Koordination zu stellen. Die geforderten Anforderungen sind derzeit nur teilweise umsetzbar und sind somit als anzustrebender Standard zu verstehen.

Ausrüstung

Hubschrauber

Die Erfüllung der europaweit gültigen Betriebsvorschriften JAR-OPS 3 (Joint-Aviation-Regulations/Operations) (54) ist Grundvoraussetzung. Einerseits sollte der eingesetzte Hubschrauber groß genug sein, um bei Sekundärverlegungen von Intensivpatienten das notwendige intensivmedizinische Gerät (z.B. Intensivrespirator, IABP, ECMO, PECLA) inklusive eventuell benötigtem zusätzlichem Personal (z.B. Neonatologe, Kardiotechniker) über eine weite Distanz ohne häufige Tankzwischenlandungen zu transportieren (z.B. Bell 412). Andererseits muss der Hubschrauber für Außenlandungen im Rahmen von Primäreinsätzen schnell und wendig sein (z.B. EC 135). Des Weiteren ist für den 24-Stunden-Betrieb eine Instrumentenflug-Ausrüstung sowie ein Betreiben mit zwei Piloten ("dual pilot") unabdingbar. Eigene Erfahrungen zeigen, dass oben genannte Anforderungen im Sinne einer Kompromisslösung durch eine Maschine der Baugröße BK 117 B2 (vergleichbar MD 902 Explorer) erfüllt werden können. Hier müssen v.a. in den Bereichen Zuladung und Reichweite (sog. "endurance") Kompromisse eingegangen werden (bei maximalem Abfluggewicht von 3,35 t eine Reichweite von ca. 500 km; Einsatzgeschwindigkeit ca. 240 km/h). Zukünftige Generationen von Hubschraubern (z.B. EC 145) versprechen bessere Lösungsmöglichkeiten für o.g. Anforderungen. Eine Durchführung von differenzierten Intensivtransporten mit Hilfe von kleineren Baumustern (z.B. BO 105 oder EC 135) erscheint uns nicht adäquat möglich.

Medizinische Ausrüstung

Per Definition muss ein ITH/RTH die jeweils gelten DIN-Normen (DIN 13230 Teil 1 bis 4) erfüllen. Besonderes Augenmerk ist hier neben den gängigen Notfallrespiratoren der differenzierten Beatmungsmöglichkeit (z.B. Servo 300® Fa. Siemens, Raphael, Fa. Hamilton) zu schenken. Weiterhin müssen erweiterte Monitoring- (invasiver Blutdruck, etCO₂, ZVD, PAP, ICP, u.a.) sowie Behandlungsmöglichkeiten (mehrere Spritzenpumpen, Inkubator, optional IABP, ECMO, PECLA u.a.) gegeben sein. Ein kritisches Problem bei sog. "Long-distance"-Transporten stellt bei der BK 117 die begrenzte Gasversorgung dar. Hier wird vom medizinischen Personal ein hohes Maß an Disziplin sowie vorausschauender Arbeitsweise gefordert. Technische Lösungsmöglichkeiten liegen in der Umrüstung auf 300bar Druckflaschentechnik (in Regensburg) oder auf Systeme mit flüssigem Sauerstoff. Eine weitere Reduzierung der mitgeführten Gasreserven kann durch die Nutzung sog. "Air-pumps" erreicht werden, welche während des Fluges die Druckluft in unbegrenztem Maße zur Verfügung stellen. Aufgrund der mitgeführten Geräte muss eine Stromversorgung mit 220 V während des Fluges möglich sein. Für die Unterbringung der Notfallausrüstung haben sich seit Jahren Rucksacksysteme bewährt.

Personal

"Flight crew"

Um die 24-Stunden-Bereitschaft im Einklang mit den flugbetrieblichen Bestimmungen zu Flugdienst- und Ruhezeiten im "Dual pilot"-Betrieb zu gewährleisten, muss ein Wechsel-/Schichtdienstplan für die diensthabenden Piloten erstellt werden. Neben einer geforderten IFR-Ausbildung und der reinen Nachtflugausbildung soll zukünftig am Luftrettungszentrum Regensburg erstmals in der deutschen Luftrettung der Einsatz von Restlichtverstärkerbrillen (BIV= Bildverstärkerbrille) getestet werden.

"Med crew"

Das ärztliche Personal muss neben einer laufenden und ausreichenden bodengebundenen notärztlichen Erfahrung eine umfassende intensivmedizinische Ausbildung aufweisen. Als Goldstandard sind die Anforderungen Facharzt + Notarzt + Zusatzbezeichnung "Intensivmedizin" anzustreben.

Es kommen nur Fachärzte (mit intensivmedizinischen Inhalten wie Anästhesie, Innere Medizin oder Chirurgie) oder Ärzte mit Facharztreife und mindestens einjähriger intensivmedizinischer Erfahrung in Frage. Die Zusatzqualifikation "Intensivtransporte" nach den Empfehlungen der DIVI sollte selbstverständlich sein.

Beim Assistenzpersonal muss als Grund- oder rechtlich geforderte Ausgangsqualifikation eine Ausbildung als Rettungsassistent vorliegen. Darüber hinaus müssen umfangreiche Qualifikationsmaßnahmen im intensivmedizinischen Bereich absolviert und ständig aktualisiert werden. Rettungsassistenten kommen nur nach einer mindestens vierjährigen hauptberuflichen

Übersichten / Review articles

Tätigkeit im bodengebundenen Rettungsdienst in Frage. Wegen der besonderen Anforderungen beim Transport von Hochrisiko-Patienten ist im "Dual-use"-Konzept eine Doppelqualifikation Fachpflegekraft "Anästhesie und Intensivmedizin" + Rettungsassistent zu fordern.

Da ITH im 24-Stunden-Betrieb grundsätzlich von zwei Berufspiloten geflogen werden, entfällt dafür die sonst notwendige HEMS-Crew-Member-Ausbildung (HEMS = "helicopter emergency medical system") für das nichtärztliche Personal.

Klinikanbindung

Insbesondere aus Gründen der notwendigen intensiv- und notfallmedizinischen Erfahrungswerte der medizinischen Crew ist die enge Anbindung an ein Zentrum der Maximalversorgung unbedingt zu fordern. Das dort rekrutierte ärztliche und nichtärztliche Personal garantiert durch die routinemäßige Behandlung der vorherrschenden Krankheitsbilder innerhalb der Klinik eine kontinuierliche und hochqualifizierte Versorgung intensivmedizinischer Problempatienten. Weiterhin können selten eingesetzte Maximaltherapieformen (ECMO, PECLA u.a.) optimal genutzt werden. Auch die problemlose Wartung der Medizintechnik und der schnelle Zugriff auf entsprechende Tauschgeräte ist ein nicht zu unterschätzender Vorteil.

Koordination

Aus wirtschaftlichen, aber auch einsatztaktischen Überlegungen ist eine bereichsübergreifende Disposition aller luftgebundenen Interhospitaltransfers (ITH und RTH) durch eine zentrale Leitstelle zu fordern. Hier sollten auch alle bodengebundenen Interhospitaltransporte koordiniert sowie ein zentraler Bettennachweis geführt werden. Ziel wäre es, dem verlegenden Stationsarzt die Frage des "ob, wann und wie" des Interhospitaltransfers kompetent und zeitnah zu beantworten und die Durchführung zu organisieren. Dadurch könnte sich der verlegende Arzt primär um seinen Patienten kümmern, während das für die Versorgung des Patienten am besten geeignete und verfügbare Zentrum sowie das optimale Transportmittel ermittelt werden. Durch Einbindung ärztlicher intensivmedizinischer Kompetenz in diesen Prozess könnten Fehlentscheidungen vermieden und somit die Effektivität und Effizienz erhöht werden. Der optimale Datenfluss wäre zukünftig durch telemedizinische Anbindung der Krankenhäuser an diese Zentrale zu gewährleisten.

Telemedizinische und teleradiologische Kommunikation kann erwiesenermaßen dazu beitragen, nicht notwendige Transporte zu verhindern und Patienten zu identifizieren, die den größtmöglichen Nutzen aus dem schnellen Interhospitaltransfer ziehen können (55).

Literatur

1. Mackenzie PA, Smith EA, Wallace PG. Transfer of adults between intensive care units in the United Kingdom: postal survey. BMJ 1997;314:1455-1456.
2. Sefrin P. Interhospitaltransfer als Mittel gegen den "Aufnahmenotstand". Notarzt 1993;9:1.
3. Schlechtriemen T, Stratmann D, Altemeyer KH. Qualitätsmanagement im Rettungsdienst – Luftrettung: Konzepte für die Zukunft. Notfall Rettungsmed 2002;5:47-53.
4. Poguntke P. Luftrettung in der Nacht: RTH müssen weiter im "Notverfahren" fliegen. Rettungsdienst 2002;6:78-79.
5. Scholl H, Fries J: Fünf Jahre Christoph 77 Mainz. Maßnahmen für den Nachteinsatz. Rotorblatt 2002;3:32-33.
6. Wolfsfellner W. Luftrettung im Brennpunkt neuer Herausforderungen. Notfall Rettungsmed 2001;4:439-446.
7. Pfeifer N, Stazzonelli A. Projekt Nachtflug: "Pelikan 1" fliegt bis 21 Uhr. Rettungsdienst 2000;12:69-71.
8. Anding K. Gedanken zur Luftrettung. Notfall Rettungsmed 2001;4:67-68.
9. Mitteilung des Bayerischen Staatsministerium des Inneren. In Bayern einheitlicher Luftrettungsdienst realisiert. Notarzt 2001;17:A 58.
10. Huf R, Madler Ch, Maiwald G. Intensiv-Transporthubschrauber – Konzept und Realisierung. Notarzt 1993;9:2-6.
11. Huf R, Weninger E. Neue organisatorische Versorgungskonzepte: Der Intensivtransporthubschrauber. Notarzt 2000;16:130-132.
12. Brazier J, Nicholl J, Snooks H. The cost effectiveness of the London helicopter emergency medical service. J Health Serv Res Policy 1996;4:232-237.
13. Gearhart PA, Wuerz R, Localio AR. Cost-effectiveness analysis of helicopter EMS for trauma patients. Ann Emerg Med 1997;30:500-506.
14. Brampton WJ. Using helicopters for secondary transfers – does the patient benefit? Anaesthetist Reanim 2001;26:102-104.
15. Koppenberg J, Taeger K. Interhospital transport: transport of critically ill patients. Current Opin Anaesthesiol 2002;15:211-215.
16. Huf R. Die notwendige Qualifikation des ärztlichen Personals bei Begleitung von Intensivtransporten mit Intensivhubschraubern. Notarzt 1996;12:150-151.
17. Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin. Empfehlungen zur ärztlichen Qualifikation bei Intensivtransporten. Notarzt 1997;13:A28.
18. Weinlich M, Mühlmeyer M, Reichert A. Intensivtransport in der Luft. Notfall Rettungsmed 2001;4:93-101.
19. Albrecht M, Berner J, Altemeyer KH. Kindernotfälle im Luftrettungsdienst. Notfall Rettungsmed 2000;3:156-169
20. Arntz HR: Ein Jahr Rettungshubschrauber in Berlin (West.). Notarzt 1990; 1:1-4.
21. Luxem J: Rettungszentrum Hamburg. Rettungsdienst 1993;16:85-89.
22. Geldner GF, v. Fournier C, Hetz W, Leonhardt P. Computergestützte Auswertung von Notarztprotokollen. Notfallmed 1993;4:24-28.
23. Bertschat FL. Notärztliche Versorgung Verletzter unter besonderer Berücksichtigung der Rettung. Notarzt 1998;4:151-155.
24. Stratman D. Einsatzkriterien für den Notarztwagen. Feuerwehrmann 1986;36:8-10.
25. Tryba M, Brüggemann H, Echtermeyer V. Klassifizierung von Erkrankungen und Verletzungen in Notarztrettungssystemen. Notfallmed 1980;6:725-727.
26. Brauer C, Lehmann, Lehnert J, Hochrein H. 12 Jahre Notarztwagen am Berliner Rudolf-Virchow-Krankenhaus. Notarzt 1987;3:148-1553.
27. Schmülling F, Schuppan H. Der Notarzt in der Großstadt: Einsatzanalyse nach Einsatzzahlen, Schweregraden und Krankheitsbildern. Notfallmed 1983;9:1071-1084.
28. Sefrin P, Koppenberg J. Treffgenauigkeit des Notrufes.

- Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 1998;33:653-660.
29. Mitteilung der Techniker Krankenkasse. Luftrettung in Bayern: Millionen-Kosten durch Fehleinsätze. Notarzt 2000;16:A5.
 30. Anding K. Die Neuordnung des Intensivtransports in Bayern. Notfall Rettungsmed 2000;3:396-406.
 31. Schwartz RJ, Jacobs LM, Yaezel D. Impact of pre-trauma center care on length of stay and hospital charges. J Trauma 1989;29:1611-1615.
 32. Falcone RE, Herron H, Werman H. Air medical transport of the injured patient: scene versus referring hospital. Air Med J 1998;17:161-165.
 33. Young JS, Bassam D, Cephas GA. Interhospital versus direct scene transfer of major trauma patients in a rural trauma system. Am Surg 1998;64:88-91.
 34. Cummings G, O'Keefe G. Scene disposition and mode of transport following rural trauma: a prospective cohort study comparing patient costs. J Emerg Med 2000;18:349-354.
 35. Conroy MB, Rodriguez SU, Kimmel SE, Kasner SE. Helicopter transfer offers a potential benefit to patients with acute stroke. Stroke 1999;30:2580-2584.
 36. Straumann E, Yoon S, Naegeli B, Frielingdorf J, Gerber A, Schuiki E, Bertel O. Hospital transfer for primary coronary angioplasty in high risk patients with acute myocardial infarction. Heart 1999;82: 415-419.
 37. Wright KD, Knowles CH, Coats TJ, Sutcliffe JC. Efficient timely evacuation of intracranial haematoma – the effect of transport direct to a specialist centre. Injury 1996;27:719-721.
 38. Schöneberg J. Flugsicherheit bei Ambulanzflügen mit Hubschraubern. Notarzt 1994;10:7-10.
 39. Lampl L, Helm M, Hauke J. Stellenwert der differenten Formen der Luftrettung im Konzept des Rettungsdienstes. Notarzt 1996;12:145-149.
 40. Reinhart K. Grundsätze für die Weiterentwicklung der Luftrettung in Deutschland – Teil 2. Notfall Rettungsmed 2001;4:112-119.
 41. Rhee KJ, Holmes EM, Moecke HP, Thomas FO. A comparison of emergency medical helicopter accident rates in the United States and the Federal Republic of Germany. Aviat Space Environ Med 1990;61:750-752.
 42. National Transportation Safety Board. Safety study - commercial emergency medical service helicopter operations. Washington DC NTSB/SS-88/01. 1988.
 43. Hotvedt R, Kristiansen IS, Forde OH, Thoner J, Almdahl SM, Bjorsvik G, Berge L, Magnus AC, Mamen K, Sparr T, Ytre-Arne K. Which groups of patients benefit from helicopter evacuation? Lancet 1996;347:1362-1366.
 44. Schöneberg J. Nachtflüge mit Hubschraubern – Notwendigkeit und Risiken. Notarzt 1996;12:173-175.
 45. Budde D. Erfahrungen beim Einsatzflug in der Nacht. Referateband "Luftrettung bei Nacht" zum 2. Baden-Badener Fachsymposium der DRF am 28. Feb. 2002:8-18.
 46. Schäfer G. Nachtflugbetrieb im BGS. Referateband "Luftrettung bei Nacht" zum 2. Baden-Badener Fachsymposium der DRF am 28. Feb. 2002:19-22.
 47. REGA. Geschichte der REGA. 1414 - Gönnermagazin der Schweizerischen Rettungsflugwacht 2001;57:11.
 48. Löttscher T. Nachteinsätze mit Hubschraubern in der Schweiz. Journal für Anästhesie und Intensivmedizin 1996;4:1-2.
 49. Dieroff M. Potenziale für eine Unterstützung zur Durchführung von Nachtsichtflugeinsätzen. Referateband "Luftrettung bei Nacht" zum 2. Baden-Badener Fachsymposium der DRF am 28. Feb. 2002:39-48.
 50. Kreitmair-Steck W. Luftrettung bei Nacht – Technologische Entwicklungen. Referateband "Luftrettung bei Nacht" zum 2. Baden-Badener Fachsymposium der DRF am 28. Feb. 2002:49.
 51. Reinhart K. Grundsätze für die Weiterentwicklung der Luftrettung in Deutschland – Teil 1. Notfall Rettungsmed 2001;4:102-111.
 52. Webster D. Go/No go – a rescue pilot's dilemma. Heli Ops 2002;4:36-39.
 53. Becker HD. Notwendigkeit von Luftrettungseinsätzen bei Nacht aus notfall- und intensivmedizinischer Sicht. Referateband "Luftrettung bei Nacht" zum 2. Baden-Badener Fachsymposium der DRF am 28. Feb. 2002:4-7.
 54. Joint Aviation Authorities Committee. JAR OPS 3. Westward Digital Limited, UK. 1999;1-308.
 55. Kirkpatrick AW, Brenneman FD, McCallum A: Prospective evaluation of the potential role of teleradiology in acute interhospital trauma referrals. J Trauma 1999;46:1017-1023.

Korrespondenzadresse:

Dr. med. Joachim Koppenberg
Klinik für Anästhesiologie
Klinikum der Universität Regensburg
Franz-Josef-Strauß-Allee 11
D-93042 Regensburg.

Verwendete Abkürzungen:

- **ITH** (Intensivtransporthubschrauber)
- **RTH** (Rettungstransporthubschrauber)
- **IFR** (instrument flight rules)
- **VFR** (visual flight rules)
- **HEMS** (helicopter emergency medical service)
- **HCM** (HEMS crew member)
- **KITH** (Koordinierungsstelle für Intensivtransport-hubschrauber)
- **NACA** (National Advisory Committee for Aeronautics)
- **PECLA** (pumpless extracorporeal lung assist)
- **NVG** (night vision goggles)
- **BIV** (Bildverstärker)
- **FLIR** (forward looking infrared)
- **ECMO** (extracorporeal membrane oxygenation).