

Notfall Rettungsmed 2020 · 23:106–112

<https://doi.org/10.1007/s10049-019-0579-z>

Online publiziert: 18. März 2019

© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2019

**P. Hilbert-Carius^{1,8} · M. F. Struck^{2,8} · V. Hofer³ · J. Hinkelbein^{4,8} · T. Wurmb^{5,8} · B. Hossfeld^{6,8} · M. Bernhard^{7,8}**¹ Klinik für Anästhesiologie, Intensiv-, Notfallmedizin und Schmerztherapie, BG-Klinikum Bergmannstrost Halle gGmbH, Halle (Saale), Deutschland² Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie, Universitätsklinikum Leipzig AöR, Leipzig, Deutschland³ Klinik für Anästhesiologie, Universitätsklinikum Regensburg, Regensburg, Deutschland⁴ Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Universitätsklinikum Köln (AöR), Köln, Deutschland⁵ Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie, Sektion Notfallmedizin, Universitätsklinikum Würzburg, Würzburg, Deutschland⁶ Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin u. Schmerztherapie, Bundeswehrkrankenhaus Ulm, Ulm, Deutschland⁷ Zentrale Notaufnahme, Universitätsklinikum Düsseldorf, Düsseldorf, Deutschland⁸ Arbeitskreis Notfallmedizin, Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e. V., Nürnberg, Deutschland

Nutzung des Hubschrauber-Respirators vom Landeplatz zum Zielort im Krankenhaus

Sekundäranalyse der HOVER-Umfrage zu beatmeten Notfallpatienten in der Luftrettung

Hintergrund

Im deutschsprachigen Luftrettungsdienst werden täglich kritisch kranke und schwerverletzte beatmete Patienten versorgt und transportiert. Beim Hubschraubertransport von beatmeten Patienten stellt das Be- und Entladen der Patienten ein potenzielles Sicherheitsrisiko dar (z. B. Tubusdislokation, Diskonnektion von der Beatmung, Verlust des positiven endexpiratorischen Drucks [Positive End-Expiratory Pressure, PEEP]). Die Nutzung des eigenen Hubschrauber-Respirators oder eines am Landeplatz durch die Klinik vorgehaltenen Respirators für den Transport vom Landeplatz in die Notaufnahme bzw. den Zielort (Schockraum, Intensivstation usw.) im Krankenhaus ist dabei ein häufig diskutierter Punkt in der täglichen Praxis [1, 4, 6, 12, 21].

Die Ergebnisse einer kürzlich veröffentlichten Online-Umfrage (HOVER,

Handover of ventilated HEMS patients in the emergency room) zeigen, dass die Verwendung des Hubschrauber-Respirators vom Krankenhauslandeplatz zum Zielort in der Klinik sehr heterogen gehandhabt wird [11]. Demnach verwenden nur die Hälfte (53 %) der Helicopter Emergency Medical Service (HEMS)-Teams regelhaft den Hubschrauber-Respirator für den Transport vom Landeplatz zum Zielort in der Klinik [11, 19].

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, anhand der Daten der HOVER-Umfrage im Rahmen einer Sekundäranalyse zu untersuchen, welche Faktoren die Verwendung des Hubschrauber-Respirators für den Patiententransport vom Krankenhauslandeplatz zum Zielort beeinflussen.

Methode

Bei HOVER I handelte es sich um eine anonyme, webbasierte (Online-)Umfrage an deutschsprachigen Luftrettungsstützpunkten mittels eines strukturierter elektronischer Fragebogen auf der Website www.unipark.de (Questback, Köln; [11]). Die Umfrage richtete sich an Notärzte und HEMS-TC (HEMS-technical crew member) von 145 Luftrettungsstationen in Deutschland ($n = 94$), Österreich ($n = 28$), der Schweiz ($n = 18$), Italien ($n = 3$) und Luxemburg ($n = 2$). Es erfolgte ein case-sensitiver Zugang, der über eine Emailzusendung (Link) realisiert wurde und für den Evaluationszeitraum 01.02.2018 bis 01.03.2018 zur Verfügung stand. Eine Teilnahme an der Befragung war nur einmalig pro Endgerät möglich.

Die grundlegenden Daten der Umfrage wurden bereits publiziert [11, 19]. Bei der vorliegenden Arbeit handelt es

Tab. 1 Eingesetzte Hubschraubermuster nach Aufgabenbereich der Luftrettungsmittel

	Gesamt (%) ^a	RTH (%)	ITH (%)	Dual-use (%)
Eurocopter/Airbus Helicopters EC/H 135	60,5	83,9	35,7	41,1
Eurocopter/Airbus Helicopters EC/H 145	33	11,9	78,6	50,5
BK 117	13	11,1	14,3	15,3
Augusta A 109	6,5	2,3	0,0	10,8
Sud Aviation SA 365N Dauphin	2,3	0,4	14,3	3,5
Bell-Helicopter UH 1D	1,6	0,8	0,0	0,7
McDonnell Douglas MD Explorer	1,2	0,4	0,0	2,1
Sonstige	2,3	0,8	0,0	3,8

RTH Rettungshubschrauber, ITH Intensivtransporthubschrauber, dual-use RTH/ITH-Kombinationssysteme

^aDie Gesamtzahl liegt über 100%, da an manchen Stationen verschiedene Hubschraubermuster zum Einsatz kommen

Tab. 2 Verwendetes Beatmungsequipment auf den Luftrettungsmitteln

	Gesamt (%)	RTH (%)	ITH (%)	Dual-use (%)
Dräger Oxylog® (2000plus, 3000, 3000plus)	55,2	76,6	14,3	37,6
Dräger Oxylog® 1000, Oxylog® 2000	8,3	6,5	0,0	9,4
Weinmann Medumat Standard bzw. Standard ²	4,9	2,7	0,0	6,6
Weinmann Medumat Transport	13,2	6,1	0,0	20,6
Hamilton T1	23,9	10,0	71,4	34,8
Sonstige	1,9	1,1	14,3	2,1

RTH Rettungshubschrauber, ITH Intensivtransporthubschrauber, dual-use RTH/ITH-Kombinationssysteme

Tab. 3 Abhängigkeit der Benutzung des eigenen Beatmungsequipments vom Hubschraubermuster

	Gesamt (%)	EC/H135 (%)	EC/H145 (%)	BK11 (%)	A109 (%)
Grundsätzlich JA	53,1	37,5 ^a	73,8 ^a	72,0 ^a	78,4 ^a
Grundsätzlich NEIN	7,0	11,3	0,5	1,3	0,0
Je nachdem	38,7	49,4	25,7	26,7	21,6
Nutzung nur eines Handbeatmungsbeutels	1,2	1,7	0,0	0,0	0,0

^aEC/H 135 vs. EC/H145 bzw. BK 117 bzw. A 109; $p < 0,001$

Tab. 4 Abhängigkeit der Benutzung des eigenen Beatmungsequipments vom Aufgabenspektrum der Luftrettungsstation

	Gesamt (%)	RTH (%)	ITH (%)	Dual-use (%)
Grundsätzlich JA	53,1	36,0 ^{ab}	85,7 ^a	66,9 ^b
Grundsätzlich NEIN	7,0	11,1	14,3	3,8
Je nachdem	38,7	51,0	0,0	28,6
Nutzung nur eines Handbeatmungsbeutels	1,2	1,9	0,0	0,7

RTH Rettungshubschrauber, ITH Intensivtransporthubschrauber, dual-use RTH/ITH-Kombinationssysteme

^aRTH vs. ITH; $p < 0,001$

^bRTH vs. dual-use; $p < 0,001$

sich um eine Sekundäranalyse der Umfrage, die insbesondere die Faktoren für eine Verwendung des hubschraubereigenen Beatmungsequipments beleuchten sollte.

Die Statistik erfolgt hauptsächlich deskriptiv, für den Vergleich von Häufigkeiten wurde der χ^2 -Test bzw. der Fischer's Exact Test verwendet. Alle Berechnungen wurden mit SPSS (Version 17, IBM Inc., Armonk, NY, USA) durchgeführt. Ein $p < 0,05$ wurde als statistisch signifikant betrachtet. Vor Versendung des Fragebogens an die Teilnehmer wurde das Studienprotokoll der Ethikkommission der Universität Würzburg zur Begutachtung vorgelegt, die ein Votum für die geplante Studie als nicht notwendig bewertete. Die HOVER I-Studie wurde auf Research Registry (www.researchregistry.com) unter folgender Nummer registriert: research-registry2925.

Im Rahmen der hier vorgestellten Sekundäranalyse wurden folgende Punkte von HOVER I nach Inkludierung der anonymisierten Angaben der Teilnehmer in eine elektronische Datenbank berücksichtigt:

1. Charakteristika der Teilnehmer:
 - Geschlecht
 - Notarzt/HEMS-TC
 - Teilnahme an einem Intensivtransportkurs nach DIVI (oder vergleichbar)
 - Typ des eingesetzten Luftfahrzeugs bzw. Luftfahrzeugmuster
 - Aufgabe der Station (Primärrettung, Interhospitaltransfer/Intensivtransport, Dual-use-Nutzung)
2. Ausstattung:
 - Verwendeter Respirator
 - Verwendete Respiratorhalterung
 - Verwendetes Schlauchsystem (Einweg/Mehrweg)
 - Tragensystem des Hubschraubers
3. Patiententransport mit welchem Beatmungsequipment:
 - Hubschrauber-Respirator
 - Eventuell am Kliniklandeplatz vorgehaltener Respirator
 - Handbeatmungsbeutel

Notfall Rettungsmed 2020 · 23:106–112 <https://doi.org/10.1007/s10049-019-0579-z>
 © Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2019

P. Hilbert-Carius · M. F. Struck · V. Hofer · J. Hinkelbein · T. Wurmb · B. Hossfeld · M. Bernhard

Nutzung des Hubschrauber-Respirators vom Landeplatz zum Zielort im Krankenhaus. Sekundäranalyse der HOVER-Umfrage zu beatmeten Notfallpatienten in der Luftrettung

Zusammenfassung

Hintergrund. In der Luftrettung werden täglich beatmete Patienten transportiert, wobei für den Transport vom Hubschrauberlandeplatz zum Zielort in der Klinik der Hubschrauber-Respirator, ggf. ein Respirator von der Klinik oder gar nur ein Handbeatmungsbeutel, verwendet werden. Jegliche Diskonnektion vom Respirator kann mit Komplikationen verbunden sein. Einer aktuellen Umfrage (HOVER, Handover of ventilated Helicopter Emergency Medical Service [HEMS] patients in the emergency room) zufolge wird nur in ca. der Hälfte dieser Transporte der Hubschrauber-Respirator verwendet. Im Rahmen einer Sekundäranalyse dieser Umfrage wurde untersucht, welche

Faktoren die Verwendung des Hubschrauber-Respirators beeinflussen.
Methode. Notärzte und HEMS-TC (HEMS-Technical Crew Member) an 145 Luftrettungsstationen wurden zur Teilnahme an einer anonymisierten Online-Umfrage HOVER I eingeladen (Zeitraum: 01.02.–01.03.2018). Es wurden Antworten zu Fragen hinsichtlich der Nutzung des Hubschrauber-Respirators aus dem HOVER-Datensatz sekundär ausgewertet.
Ergebnisse. Die Nutzung des Hubschrauber-Respirators war statistisch signifikant mit folgenden Punkten verknüpft: Intensivtransportkurs geschultes HEMS-Team ($p = 0,01$), eingesetzter Hubschraubertyp ($p < 0,001$), Aufgabenspektrum des Luftrettungsmittels ($p < 0,001$) und Ausstattung des Hubschrau-

bers mit einer „Roll-in-Trage“ ($p < 0,001$). Der verwendete Respiratortyp und die diesbezüglich verbauten Halterungen im Hubschrauber waren ohne Einfluss auf das Nutzungsverhalten ($p = 0,91$ bzw. $p = 0,08$).
Schlussfolgerung. Die Nutzung des Hubschrauber-Respirators scheint mit Weiterbildung und Zielstellung der Luftrettungsstation assoziiert zu sein. Weitere Arbeiten müssen zeigen, ob das Respirator-Management während des Transports vom Landeplatz zum Klinikzielort einen Einfluss auf das Behandlungsergebnis hat.

Schlüsselwörter

Luftrettung · Hubschraubertransport · Respirator · Intensivverlegung · Übergabe

Use of the helicopter ventilator for ground transport from the helipad to the destination in the hospital. Secondary analysis of the HOVER survey of ventilated HEMS patients

Abstract

Background. In helicopter emergency medical service (HEMS), ventilated patients are frequently transported. Any disconnection of the patient from the ventilator may be associated with complications. Recently, an online survey (HOVER, Handover of ventilated Helicopter Emergency Medical Service [HEMS] patients in the emergency room) was published suggesting that only half of the patients are transferred from the landing site to the destination in the hospital using the helicopter ventilator (rather than using another ventilator supplied by the hospital). The goal of this study was to discover factors of the ventilator management during this

transport using the data from this survey for secondary analysis.
Methods. Emergency medical physicians and HEMS-TCs (HEMS technical crew members) of 145 HEMS bases were invited to participate in an anonymous online survey HOVER.
Results. The probability to use of the helicopter ventilator was higher in special intensive care transport course trained HEMS teams ($p = 0.01$), HEMS bases with higher rates of interhospital transports (rather than primary missions) ($p < 0.001$), larger helicopter sizes ($p < 0.001$) and the existence of a “roll-in” stretcher in the helicopter ($p < 0.001$). The types of ventilators used ($p = 0.91$) and

the mountings of the ventilator inside the helicopter ($p = 0.08$) did not influence the use of the helicopter ventilator.
Conclusion. The use of helicopter ventilators seems to be associated with training and particular designation of participating HEMS bases. Further studies are required to explore if the ventilator management during transfer from the landing site to the emergency room may contribute to outcome.

Keywords

Helicopter emergency medical service · Transport · Ventilator · Emergency room · Handover

Ergebnisse

Der Link zur Teilnahme an der HOVER-I-Umfrage wurde an insgesamt 145 Luftrettungsstationen versendet. Der Onlinefragebogen wurde 750-mal bearbeitet und in 569 Fällen (76%) vollständig ausgefüllt und abgeschlossen, worauf sich die folgenden Angaben beziehen.

Teilnehmercharakteristika

Für die Datenauswertung standen die vollständigen Antworten von 569 Teilnehmern zur Verfügung, wobei drei Viertel (429) Notärzte und ein Viertel (140) HEMS-TC waren. 85% der Befragten waren männlich. Der größte Teil der Teilnehmer (75%) kam aus Deutschland, 13% aus der Schweiz, 11% aus Österreich, 1% aus Italien und Luxemburg. 64% der Teilnehmer hatten an einem Intensivverlegungskurs in Form des Kur-

ses „Intensivtransport“ nach Empfehlung der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) oder eine äquivalent aufgebautem Kurssystem teilgenommen [5].

Luftrettungsstandorte

Mit 50,5% waren die Hälfte der Teilnehmer auf sogenannten dual-use Stationen tätig, also auf Luftrettungsstationen, bei denen die Luftrettungsmittel sowohl zur Primärrettung (RTH, Ret-

Tab. 5 Abhängigkeit der Benutzung des Hubschrauber-Respirators vom Vorhandensein eines Intensivtransportkurses der HEMS-Teams

	Gesamt (%)	DIVI-Kurs oder vergleichbarer Qualifikationsnachweis (%)	Keinen DIVI-Kurs (%)
Grundsätzlich JA	53,1	54,7 ^a	50,2 ^a
Grundsätzlich NEIN	7,0	4,1	12,1
Je nachdem	38,7	40,6	35,3
Nutzung nur eines Handbeatmungsbeutels	1,2	0,6	2,4

^aDIVI-Kurs vs. kein DIVI-Kurs; $p = 0,01$

Tab. 6 Gründe für die Nichtnutzung der hubschraubereigenen Beatmung

	Gesamt (%)	RTH (%)	ITH (&)	Dual (%)
<input type="radio"/> Bisher nie notwendig	17,5	20,3	0,0	12,5
<input type="radio"/> Schonung des RTH/ITH Equipments	6,2	7,8	0,0	3,1
<input type="radio"/> Einsparen am Sauerstoffverbrauch bei limitierten Ressourcen auf dem RTH/ITH	8,2	1,6	0,0	21,9
<input type="radio"/> Zu hoher Zeitaufwand	34,0	43,8	0,0	15,6
<input type="radio"/> Sonstige (Freitext)	34,0	26,6	7,0	46,9

Antworten reiner RTH-Stationen:

- Übernahme am Landeplatz mit hauseigenem Respirator
- Beatmungsgerät fix installiert, zweites Gerät im Rucksack, an Spitälern im Umkreis existiert am Landeplatz ein Gerät
- Beatmungsgerät von der Klinik bereitgestellt, z. T. durch Abholdienste bedient
- Erhöhter Aufwand beim Ausbau des Beatmungssystems, Beatmungsgerät der übernehmenden Einrichtung i. d. R. sofort zugänglich
- Kein portables Sauerstoffsystem mit Oxylog 2000
- Keine Möglichkeiten einer sicheren und ordentlichen Fixierung vom Beatmungsgerät sowie der O₂-Flasche am Stretcher/Tragengestell. Gerätekonfiguration RTH nicht geeignet. (Oxylog3000+/extra Sauerstoffversorgung/lange Schläuche/Kabel)
- Müsste man ausbauen und O₂-Rucksack mit Connector verwenden, zu aufwändig und nicht praktikabel, Schockraum-Team hat immer Beatmungsgerät mit
- Meist Beatmungseinheit am Krankenhaus verfügbar, sonst mit Beatmungsbeutel bei unproblematischer Oxygenierung
- Abhängig vom Patientenzustand
- Sanis sagen, das wäre zu kompliziert
- Schnelle Einsatzbereitschaft
- Teilweise wird an den Zielkliniken in unserem Bereich ein identischer OXYLOG 3000plus auf dem Tragengestell vorgehalten. Wenn nicht, dann der RTH-Oxylog!
- Zum Teil gute Respiratoren am Landeplatz/Tragengestell vorhanden
- Zeitaufwand-Sauerstoffsparnis-Equipment-schonende Aufgabe des aufnehmenden Hauses

Antworten reiner ITH-Stationen:

- Reduktion von Komplexität (Fehlerquellen)

Antworten von Dual-use-Stationen:

- Am eigenen Landeplatz ist zusätzliches Beatmungsgerät vorhanden
- Beatmungsgerät an den Zielkliniken vorhanden^a
- Höherwertiges Beatmungsgerät des Krankenhauses vorhanden^a
- Effizienterer Ablauf beim Ausladen, welches ja meist unter dem laufenden Rotor stattfindet kurzfristiges diskonnektieren/umhängen des Beatmungsschlauchs minimiert Gefahr eines Tubusdisplacements
- Teilweise unhandlicher Ein- und Ausbau/Praktikabilität; wenn an Zielklinik Equipment vorhanden, ziehe ich dies vor^a

^aAntworten wurden mehrfach genannt, d. h. von mehreren Teilnehmern

tungshubschrauber), als auch für Intensivverlegungen (Sekundärtransporte, ITH, Intensivtransporthubschrauber) disponiert werden. 46 % der Teilnehmer kamen von reinen Primär- bzw. RTH-Stationen, 2,5 % von reinen Intensivverlegungs- bzw. ITH-Stationen und knapp 1 % von Search And Rescue (SAR)-Stationen. Die am häufigsten eingesetzten Luftrettungsmittel waren mit 60,5 % die EC (Eurocopter) 135 bzw. H (Airbus Helicopters) 135, mit 33 % die EC 145 bzw. H 145, mit 13 % die BK 117 (Messerschmitt-Bölkow-Blohm/Kawasaki Heavy Industries) und mit 6,5 % die A (Augusta) 109. **Tab. 1** gibt einen Überblick über die eingesetzten Luftrettungsmittel und den Haupteinsatzbereich.

Tragensystem

Auf den Luftrettungsmitteln wurden sowohl „roll-in“ Tragen (36 %) als auch Tragen ohne fahrbares Untergestell verwendet (64 %). Der größte Teil der reinen Intensivverleger (86 %) und die Hälfte der dual-use Stationen (53 %) verfügten über eine fahrbare „Roll-in-Trage“, bei den reinen RTH-Stationen waren es nur knapp 16 %.

Beatmungsequipment und Einflüsse auf dessen Verwendung

Über 90 % der Befragten verfügten auf ihren Luftrettungsmitteln über Respiratoren mit der Möglichkeit einer differenzierten Beatmung, wobei die in **Tab. 2** beschriebenen Respiratoren verfügbar waren. 83 % der Befragten verwendeten für die Respiratoren Einmalschlauchsysteme.

Der auf den Hubschraubern verwendete Respiratortyp hatte keinen Einfluss auf die Nutzung für den Transport zum Zielort in der Klinik. Es wurden zwar deutlich häufiger Geräte der Oxylog® Serie – 2000plus, 3000, 3000plus – (Drägerwerk AG & Co. KGaA, Lübeck, Deutschland) in Maschinen mit reiner Primärrettung eingesetzt, bei reinen ITH-Maschinen deutlich häufiger der Hamilton T1 (Hamilton Medical AG, Bonaduz, Schweiz), und bei Maschinen im Dual-use-System waren Oxylog® Serie



Abb. 1 ◀ Boden-transport mit einem beatmeten Patienten und hubschraubereigenem Equipment. „Roll-in-Trage“ mit entsprechender Halterungen für Beatmung, Spritzenpumpe und O₂-Flasche, wie sie in der H 145 Verwendung findet [11]

und Hamilton T1 nahezu gleich verteilt (▣ Tab. 2), jedoch ohne nachweisbaren Einfluss ($p=0,91$) auf die Verwendung oder Nichtverwendung für den Patiententransport zum Zielort im Krankenhaus. Auch die im Hubschrauber verbaute Halterung für den Respirator hatte keinen Einfluss ($p=0,08$) darauf, ob der Hubschrauber-Respirator für den Transport zum Zielort in der Klinik benutzt wurde, oder nicht.

Im Gegensatz dazu wurde bei Hubschraubern, die mit einer „Roll-in-Trage“ ausgestattet waren, signifikant häufiger der Hubschrauber-Respirator zum Transport des Patienten grundsätzlich (77,1%) oder zumindest situationsabhängig (21,0%) verwendet. Bei teilweiser Ausstattung mit einer „Roll-in-Trage“ wurde der Hubschrauber-Respirator in 62,9% grundsätzlich, darüber hinaus in 37,1% situationsabhängig verwendet. Bei Hubschraubern ohne „Roll-in-Trage“ nutzen nur 37,5% der Teilnehmer den Hubschrauber-Respirator grundsätzlich und 49,2% situationsabhängig ($p < 0,001$).

Das Hubschraubermuster hatte ebenfalls einen deutlichen Einfluss darauf, ob der Hubschrauber-Respirator verwendet wurde oder nicht (▣ Tab. 3). Im Vergleich zu den Hubschraubermustern wie z. B. EC 135 bzw. H 135 wurde der Hubschrauber-Respirator bei den Hubschraubertypen EC 145 bzw. H 145, BK 117 und A 109 signifikant häufiger ($p < 0,001$) verwendet.

In ▣ Tab. 4 wird die Abhängigkeit vom originären Aufgabenspektrum der

Luftrettungsstation gezeigt. So benutzen reine ITH-Stationen und Stationen, die im Dual-use-System betrieben werden, signifikant häufiger ($p < 0,001$) den Hubschrauber-Respirator als reine RTH-Stationen.

Wie bereits bei dem oben dargelegten Aufgabenspektrum zeigte sich auch bei der Qualifikation der HEMS-Besatzung, dass im „Intensivtransport“ geschultes Personal grundsätzlich häufiger den Hubschrauber-Respirator verwendete (▣ Tab. 5). So war die Teilnahme an einem speziellen Kurs für Intensivtransport nach DIVI oder vergleichbarer Qualifikationsnachweis signifikant häufiger ($p = 0,01$) mit der Verwendung des Hubschrauber-Respirators assoziiert, wenn man alle genannten Antwortmöglichkeiten berücksichtigt.

Nach den Gründen befragt, warum einige HEMS-Teams die hubschraubereigene Beatmung nicht nutzten, wurden die in ▣ Tab. 6 genannten Gründe angegeben.

Diskussion

Die in der hier vorgestellten Sekundäranalyse der HOVER-I-Datenbank identifizierten Umstände, die für die Nutzung bzw. Nichtnutzung des Hubschrauber-Respirators für den Patiententransport vom Hubschrauberlandeplatz zum Zielort in der Klinik sprechen sind:

- Einsatzspektrum des Luftrettungsmittels
- Hubschraubertyp

- Ausstattung des Luftrettungsmittels mit einer „Roll-in-Trage“
- HEMS-Teams mit Kurs Intensivtransporte nach DIVI (oder vergleichbar)

So ist die Kombination ITH (z. B. vom Typ H 145) der mit einem Roll-in-Tragensystem ausgestattet (▣ Abb. 1 und 2) und auf dem ein HEMS-Team mit absolviertem Intensivtransportkurs tätig ist, sehr häufig mit der grundsätzlichen Nutzung des Hubschrauber-Respirators vergesellschaftet. Hingegen ist die Kombination Primärrettungshubschrauber (z. B. vom Typ EC 135) ohne „Roll-in-Trage“ mit HEMS-Team ohne Intensivtransportkurs häufig mit der Nichtnutzung des Hubschrauber-Respirators assoziiert. Für HEMS-Teams, die auf reinen ITH tätig sind, ist es offensichtlich kein Problem, nahezu grundsätzlich den während des Lufttransports verwendeten Hubschrauber-Respirator auch für den Bodentransport zum Zielort im Krankenhaus auszubauen und zu nutzen. Hingegen verwenden nur etwas mehr als ein Drittel der HEMS-Teams von reinen Primärstationen den Hubschrauber-Respirator für den Bodentransport zum Zielort im Krankenhaus.

Im Rahmen des luftgebundenen Interhospitaltransfers kommen häufig Flüge mit beatmeten Intensivpatienten vor, sodass man hier von einer entsprechenden Expertise diesbezüglich ausgehen kann und die HEMS-Teams bereits den Transport von der Intensivstation der abgebenden Klinik zum Hubschrauber mit dem Hubschrauber-Respirator durchführen. So wurden z. B. im Rahmen von Intensivverlegungen, die 2017 durch die DRF-Luftrettung geflogen wurden, 22% der Patienten beatmet transportiert, bei Primäreinsätzen waren es nur knapp 7% (persönliche Mitteilung, DRF-Luftrettung). Das heißt, dass im Rahmen von Intensivverlegungen 3-mal häufiger beatmete Patienten transportiert werden, sodass bei den Kollegen eine entsprechende Expertise diesbezüglich besteht. Daher *wird* die Nutzung des Hubschrauber-Respirators für HEMS-Teams mit einem großen Aufkommen an Intensivverlegungen eher üblich sein. Weiterhin werden an diesen Luftrettungsstandorten

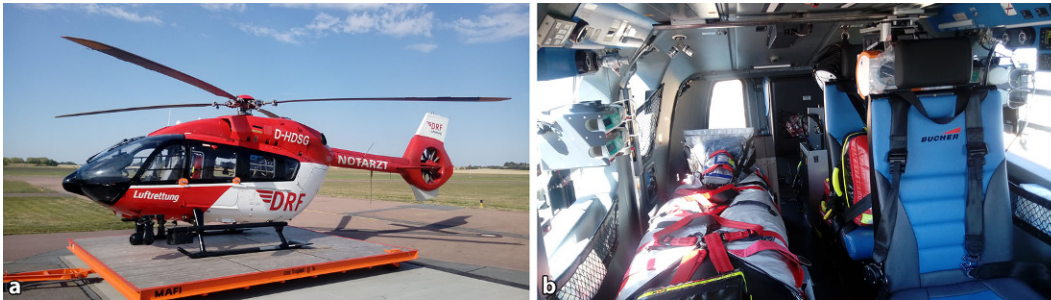


Abb. 2 ◀ Außen- (a, [11]) und Innenansicht (b) einer H 145 der DRF-Luftrettung, hier der ITH Christoph Sachsen-Anhalt, der im Dual-use-System sowohl für Intensivverlegungen als auch für die Primärrettung eingesetzt wird

meist auch größere Hubschraubertypen mit einem Roll-in-Tragensystem eingesetzt. Dies erleichtert oft die Logistik des Respirator-Ausbaus und der Verstauung des Respirators am Tragensystem. Moderne Roll-in-Tragensysteme sind mit entsprechenden Halterungen für Respirator, Spritzenpumpen, Sauerstoff usw. ausgerüstet (Abb. 1), was sicherlich die Entscheidung zur Mitnahme des eigenen Equipments erleichtert. Erstaunlich ist, dass die im Hubschrauber verbaute Respiratorhalterung keinen Einfluss auf die Mitnahme des Hubschrauber-Respirators hat, da die Praktikabilität des Ausbaus der Respiratoren bei den unterschiedlichen Halterungssystemen nach Erfahrungen der Autoren von leicht bis schwierig divergiert.

Unabhängig von der Praktikabilität des Ausbaus und der Verlastung des Respirators führt ein Wechsel des Respirators unweigerlich zu einem PEEP-Verlust, wenn dabei vorher nicht der Tubus abgeklemmt wird [20, 22]. Dies kann bei Patienten mit deutlich eingeschränktem pulmonalem Gasaustausch zu einer Verschlechterung der Beatmungssituation, der Oxygenierung und Ventilation führen. Muss beim Ausbau des Hubschrauber-Respirators dieser von der zentralen Gasversorgung des Hubschraubers auf eine transportable Sauerstoffquelle umgesteckt werden, kann dies den gleichen Effekt mit PEEP-Verlust haben, je nachdem, welcher Respiratortyp verwendet wird. So kommt es bei versorgungsdruckabhängigen, pneumatischen Respiratoren, wie z. B. Dräger Oxylog® Serie, Weinmann Medumat (WEINMANN Emergency Medical Technology GmbH + Co. KG, Hamburg, Deutschland) beim Abfall des Versorgungsdrucks auch zum PEEP-Verlust und kurzzeitigem Beatmungsausfall. Dieses Phänomen wird bei turbinen-

getriebenen Respiratoren (z. B. Hamilton T1) nicht beobachtet, da hier auch ohne Sauerstoffversorgung die eingestellten Beatmungsparameter (außer F_iO_2) durch die Turbine generiert werden [2, 15]. Dies ist, neben der Zulassung als transportabler Intensivrespirator des Hamilton T1, ein möglicher Grund für die überwiegende Nutzung (>70 %) von turbinengetriebenen Respiratoren auf reinen ITHs und immerhin einem Drittel bei Dual-use-Stationen. Reine RTH-Stationen nutzen hingegen zu fast 90 % pneumatische Respiratoren (z. B. Dräger Oxylog® Serie, Weinmann Medumat Serie).

Unabhängig hiervon ist es bemerkenswert, dass einige Luftrettungsmittel noch mit Oxylog® 1000 bzw. Weinmann Medumat Standard ausgerüstet sind. Diese beiden Respiratoren erfüllen die Vorgaben der DIN EN 13718-1:2014-12, die für Luftrettungsmittel das Vorhandensein eines transportablen Respirators mit kontrollierter und assistierter Beatmungsmöglichkeit vorschreibt, nicht [3]. Darüber hinaus verwendet ein Teil der Befragten grundsätzlich nur einen Handbeatmungsbeutel für den Bodentransport zum Zielort, obwohl Transportrespiratoren verfügbar sind und die Handbeatmung sowohl bei Kindern als auch bei Erwachsenen mit deutlichen Änderungen in der Blutgasanalyse assoziiert sind [7, 9, 17]. Veränderungen in der Blutgasanalyse sind bei transportierten und beatmeten Patienten häufig und das endexpiratorische Kohlendioxid (CO_2) spiegelt dabei nicht immer den arteriellen CO_2 -Partialdruck korrekt wider bzw. weicht oft beträchtlich davon ab [13]. Aus Sicht der Autoren sollte vor diesem Hintergrund die Beatmung mit dem Hubschrauber-Respirator weiter erfolgen, um nicht durch den Equipmentwechsel oder gar eine Handbeat-

mung eine mögliche Verschlechterung der Ventilation und Oxygenierung zu verursachen.

Das Be- und Entladen des beatmeten Patienten stellt ohnehin ein potenzielles Sicherheitsrisiko dar, bei dem es zu Tubusdislokationen kommen kann. Extubationen bzw. Tubusdislokationen im Rahmen beatmeter Patiententransporte sind in der Literatur beschrieben und stellen ein deutliches Risiko für den Patienten dar [10, 18].

Grundsätzlich ist beim Transport von beatmeten Patienten das Auftreten von Problemen hinsichtlich der Beatmung oder des Atemwegs möglich [8, 14, 16]. Diese müssen von den entsprechenden HEMS-Teams im Vorfeld antizipiert werden, um im Fall eines Problems adäquat reagieren zu können und eine Patientengefährdung zu vermeiden.

Die vorgestellte Arbeit hat einige Limitationen. Es wurden die Antworten eines freiwilligen Online-Fragebogens sekundär ausgewertet, sodass die Ergebnisse eventuell eher die subjektive Meinung der Befragten widerspiegeln. Die Teilnahme an Umfragen setzt generell eine entsprechende Motivation und Affinität zum Thema voraus, was zu einer Verzerrung der Ergebnisse führen kann. Darüber hinaus kam der größte Teil der Teilnehmer aus Deutschland, sodass die Ergebnisse nicht zwingend die Realität in der benachbarten deutschsprachigen Luftrettung widerspiegeln. Leider können wir aufgrund fehlender Daten keine Aussage darüber machen, ob die Fachrichtung der Teilnehmer einen Einfluss auf die untersuchte Fragestellung hat.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich die Weiternutzung des während des Lufttransports eingesetzten Hubschrauber-Respirators für den folgenden Bodentransport vom Landeplatz

zum Krankenhauszielort sehr heterogen gestaltet. Folgende Punkte zeigten diesbezüglich eine hohe Wahrscheinlichkeit der Weiternutzung des Hubschrauber-Respirators: Intensivverlegung, größeres Hubschraubermuster mit „Roll-in-Trage“ und DIVI-Kurs „Intensivtransport“ geschultes HEMS Team. Die Ergebnisse der hier vorgestellten Sekundäranalyse der HOVER-I-Daten zeigen einige Defizite beim Transport beatmeter Notfallpatienten im Rahmen der Luftrettung. Diese sollten zukünftig durch entsprechende Ausbildung, Steigerung des Problembewusstseins und durch Maßnahmen im Rahmen der Qualitätssicherung adressiert und beseitigt werden.

Fazit für die Praxis

- Die Sekundäranalyse der HOVER-I-Daten zeigen einen deutlichen Unterschied in der Verwendung des Hubschrauber-Respirators für den Bodentransport zum Zielort im Krankenhaus abhängig vom Aufgabenspektrum des Luftrettungsmittels.
- Intensivverlegungsstationen nutzen die eigene Beatmung häufiger als Dual-use-Stationen und diese häufiger als reine Primärstationen.
- HEMS-Teams von größeren Hubschraubermustern, wie sie oft für Intensivtransporte eingesetzt werden, und welche mit einer „Roll-in-Trage“ ausgestattet sind, nutzen den Hubschrauber-Respirator häufiger.
- HEMS-Teams mit der Qualifikation „Intensivtransport-Kurs“ nach DIVI oder vergleichbar nutzen den Hubschrauber-Respirator häufiger.
- Der Hubschrauber-Respiratortyp und die verwendete Halterung haben keinen Einfluss auf die Nutzung des Hubschrauber-Respirators für den Patiententransport vom Landeplatz zum Zielort.
- Intensivtransporthubschrauber sind in der Mehrzahl der Fälle mit turbinengetriebenen Respiratoren ausgestattet und sind damit in der Lage, Versorgungsdruck unabhängig zu beatmen.

Korrespondenzadresse

PD Dr. med. habil. P. Hilbert-Carius, DEAA
Klinik für Anästhesiologie, Intensiv-, Notfallmedizin und Schmerztherapie, BG-Klinikum Bergmannstrost Halle gGmbH
Merseburgerstraße 165, 06112 Halle (Saale), Deutschland
Peter.Hilbert@bergmannstrost.de

Danksagung. Wir danken den Verantwortlichen der Luftrettungsorganisationen (siehe unten) für die Unterstützung sowie allen Antwortenden der HOVER-Studie für die Teilnahme an der Online-Umfrage. Dr. R. Albrecht – REGA, Schweiz; Dr. J. Braun – DRF-Luftrettung, Deutschland; Dr. M. König – Martin Flugrettung, Österreich; Herr M. Royko – Zivilschutzhubschrauber des BMI, Deutschland; Dr. M. Ruppert – ADAC-Luftrettung, Deutschland; Frau K. Schmeel – Johanniter Luftrettung, Deutschland; Prof. Dr. R. Stocker – Alpine Air Ambulance, Schweiz; Prof. Dr. W. Völckel – ÖAMTC-Flugrettung, Österreich.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. P. Hilbert-Carius, M. F. Struck, V. Hofer, J. Hinkelbein, T. Wurmb, B. Hossfeld und M. Bernhard geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine von den Autoren durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren.

Literatur

1. Acute Respiratory Distress Syndrome Network, Brower RG, Matthay MA et al (2000) Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 342:1301–1308
2. Bousses S, Gainnier M, Michelet P (2013) Evaluation of ventilators used during transport of critically ill patients: a bench study. *Respir Care* 58:1911–1922
3. Deutsches Institut für Normung (2014) DIN EN 13718-1. Medizinische Fahrzeuge und ihre Ausrüstung – Luftfahrzeuge zum Patiententransport – Teil 1: Anforderungen an medizinische Geräte, die in Luftfahrzeugen zum Patiententransport verwendet werden. www.din.de/de/mitwirken/normenausschuesse/nark/normen/wdc-beuth:din21:202423804. Zugegriffen: 13. Jan. 2019 (Deutsche Fassung EN 13718-1:2014; Ausgabe 2014-12)
4. Deutsche interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin DIVI (2004) Empfehlung der DIVI zum innerklinischen Transport kritisch kranker, erwachsener Patienten. www.divi-org.de/pdfs/pdf/Empfehlung_DIVI.pdf. Zugegriffen: 13. Jan. 2019
5. Deutsche interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin DIVI (2006) Curriculum DIVI-Kurs Intensivtransport. www.divi.de/images/Dokumente/061117-weiterbildung-intensivtransport-curriculum-ausfuehrungsempfehlung.pdf. Zugegriffen: 13. Jan. 2019

6. Deutsche interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin DIVI (2004) Zur ärztlichen Qualifikation bei Intensivtransport. www.divi-org.de/pdfs/pdf/spez_intensivtransport_2004.pdf. Zugegriffen: 13. Jan. 2019
7. Dockery WK, Futterman C, Keller SR et al (1999) A comparison of manual and mechanical ventilation during pediatric transport. *Crit Care Med* 27:802–806
8. Droogh JM, Smit M, Hut J et al (2012) Inter-hospital transport of critically ill patients; expect surprises. *Crit Care* 16:R26
9. Gervais HW, Eberle B, Konietzke D et al (1987) Comparison of blood gases of ventilated patients during transport. *Crit Care Med* 15:761–763
10. Hajje Z, Gharsallah H, Boussaidi I et al (2015) Risk of mishaps during intrahospital transport of critically ill patients. *Tunis Med* 93:708–713
11. Hilbert-Carius P, Struck MF, Hofer V et al (2018) Transport beatmeter Notfallpatienten vom Hubschrauber zum Krankenhauszielort (HOVER-Studie). *Anaesthesist* 67:821–828
12. Hilbert-Carius P, Wurmb T, Lier H et al (2017) Care for severely injured persons: update of the 2016 S3 guideline for the treatment of polytrauma and the severely injured. *Anaesthesist* 66:195–206
13. Hinkelbein J, Floss F, Denz C et al (2008) Accuracy and precision of three different methods to determine Pco₂ (Paco₂ vs. Petco₂ vs. Ptcco₂) during interhospital ground transport of critically ill and ventilated adults. *J Trauma* 65:10–18
14. Knight PH, Maheshwari N, Hussain J et al (2015) Complications during intrahospital transport of critically ill patients: focus on risk identification and prevention. *Int J Crit Illn Inj Sci* 5:256–264
15. L'her E, Roy A, Marjanovic N (2014) Bench-test comparison of 26 emergency and transport ventilators. *Crit Care* 18:506
16. Ligtenberg JJ, Arnold LG, Stienstra Y et al (2005) Quality of interhospital transport of critically ill patients: a prospective audit. *Crit Care* 9:R446–R451
17. O'Brien EO, Newhouse BJ, Cronin B et al (2017) Hemodynamic consequence of hand ventilation versus machine ventilation during transport after cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 31:1246–1249
18. Parmentier-Decrucq E, Poissy J, Favory Retal (2013) Adverse events during intrahospital transport of critically ill patients: incidence and risk factors. *Ann Intensive Care* 3:10
19. Struck MF, Hilbert-Carius P, Hofer V et al (2018) HOVER—Handover of ventilated HEMS patients in the emergency room. Results of an online survey. AIRMED World Congress, Warsaw, June 12–18 2018 (Poster presentation)
20. Taylor JE, Hawley G, Flenady V et al (2011) Tracheal suctioning without disconnection in intubated ventilated neonates. *Cochrane Database Syst Rev*. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd003065.pub2>
21. Warren J, Fromm RE Jr., Orr RA et al (2004) Guidelines for the inter- and intrahospital transport of critically ill patients. *Crit Care Med* 32:256–262
22. Weitl J, Bettstetter H (1994) Indications for the use of closed endotracheal suction. Artificial respiration with high positive end-expiratory pressure. *Anaesthesist* 43:359–363