

Anaesthesist 2022 · 71:110–116

<https://doi.org/10.1007/s00101-021-00992-x>

Eingegangen: 14. Januar 2021

Überarbeitet: 18. März 2021

Angenommen: 23. April 2021

Online publiziert: 22. Juni 2021

© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2021

M. Otto¹ · Y. Kropp¹ · T. Viergutz¹ · M. Thiel¹ · C. Tsagogiorgas^{1,2}¹Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Universitätsmedizin Mannheim, Medizinische Fakultät Mannheim, Universität Heidelberg, Mannheim, Deutschland²Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin, St. Elisabethenkrankenhaus Frankfurt, Frankfurt am Main, Deutschland

Vernebelung von Notfallmedikamenten im süddeutschen Rettungsdienst

Zusatzmaterial online

Die Online-Version dieses Beitrags (<https://doi.org/10.1007/s00101-021-00992-x>) enthält den der Studie zugrunde liegenden Fragebogen.

Beitrag und Zusatzmaterial stehen Ihnen auf www.springermedizin.de zur Verfügung. Bitte geben Sie dort den Beitragstitel in die Suche ein, das Zusatzmaterial finden Sie beim Beitrag unter „Ergänzende Inhalte“.



Hinführung zum Thema

Im Rettungsdienst ist die Durchführung der inhalativen Therapie auch durch Rettungsfachpersonal vorgesehen. SOP und Handlungsempfehlungen sind nicht bundeseinheitlich oder verpflichtend. Es existieren keine Empfehlungen, welcher Verneblertyp genutzt werden soll. Die Medikamentendepositionsraten von Jet- und Mesh-Verneblern unterscheiden sich erheblich; die Verwendung von Mesh-Systemen ist mit einem besseren Patienten-Outcome assoziiert. Abhängig vom regionalen Standard sind daher große Unterschiede bei der inhalativen

Therapie von Notfallpatient*innen zu erwarten.

Hintergrund und Fragestellung

Die inhalative Therapie ist fester Bestandteil der prähospitalen Notfallmedizin und deren Anwendung durch Rettungsfachpersonal unter bestimmten Voraussetzungen empfohlen [11, 30].

Die häufigsten Indikationen zum Einsatz von vernebelten Medikamenten stellen Erkrankungen des Respirationstraktes dar [9]. Für Notfallsanitäter*innen wird im Rahmen des Pyramidenprozesses die Verwendung u. a. bei Bronchoobstruktion, Bronchospastik, Anaphylaxie und Pseudokrupp empfohlen, allerdings sind diese Vorgaben nicht verbindlich [11, 23].

Die Vorteile der pulmonalen Medikamentenapplikation sind neben der schnellen Erlernbarkeit und einfachen Durchführbarkeit ein bereits vorhandener Zugangsweg. Im Falle von Pathologien des Respirationstraktes ist es zudem möglich, bei gleichzeitiger Sauerstoffgabe eine direkte Medikamentenwirkung vor Ort zu erzielen [22]. Dies macht den Einsatz der Medikamentenvernebelung besonders für Rettungsfachpersonal attraktiv.

Zur Medikamentenvernebelung stehen unterschiedliche Verneblertypen zur Verfügung. Der auf europäischen Intensivstationen am häufigsten eingesetzte Jet-Vernebler nutzt eine externe Frischgasquelle, um die flüssige Medikamentenlösung mittels Bernoulli-

Effekt zu vernebeln (Abb. 1a,b; [6, 16]). Am seltensten verwendet wird der „Vibrating-mesh“ (Mesh-)Vernebler, bei dem eine kleine Metallplatte mit winzigen Poren zum Schwingen gebracht wird, die dann ein Aerosol generiert (Abb. 2a,b; [13, 16]).

Zwar existieren Leitlinien für den prähospitalen Einsatz der Vernebelung, allerdings gibt es keine Empfehlungen, welcher Verneblertyp genutzt werden soll [30]. Dies ist aber von Bedeutung, da sich die unterschiedlichen Verneblertypen auch in ihrer Effektivität deutlich voneinander unterscheiden [2]. Je nach verwendetem Jet-Vernebler liegt der Anteil des Medikamentenaerosols, das tatsächlich die Lunge erreicht, nur bei 11,6–15% [24]. Diese Rate kann sogar innerhalb einer Modellreihe um 57–129% variieren [1]. Mesh-Vernebler hingegen liefern ein konstantes Aerosol und erreichen so Lungendepositionsraten von 35,5–44% [8, 24]. Klinische Studien aus Notaufnahmen zeigen, dass Mesh-Vernebler bei Patient*innen mit akutem Asthma oder chronisch obstruktiver Lungenerkrankung (COPD) die Behandlungsdauer verkürzen, die Hospitalisierungsrate verringern und die Beschwerden signifikant stärker reduzieren können als Jet-Vernebler [10, 14, 26].

Aufgrund fehlender Leitlinien und Empfehlungen sind in der prähospitalen Versorgung von Notfallpatient*innen je nach verwendetem Verneblertyp substanzuelle Unterschiede bei der verabreichten Medikamentendosis und somit

Die Autoren M. Otto und Y. Kropp teilen sich die Erstautorenschaft.



Abb. 1 ▲ a Jet-Vernebler, hier exemplarisch der Intersurgical Cirrus™2 (Intersurgical, Sankt Augustin, Deutschland). Maßgeblich für diesen Verneblertyp ist der Verbindungsschlauch, über den die Kammer des Verneblers an eine Frischgasquelle konnektiert wird, b Einsatzbereiter Jet-Vernebler

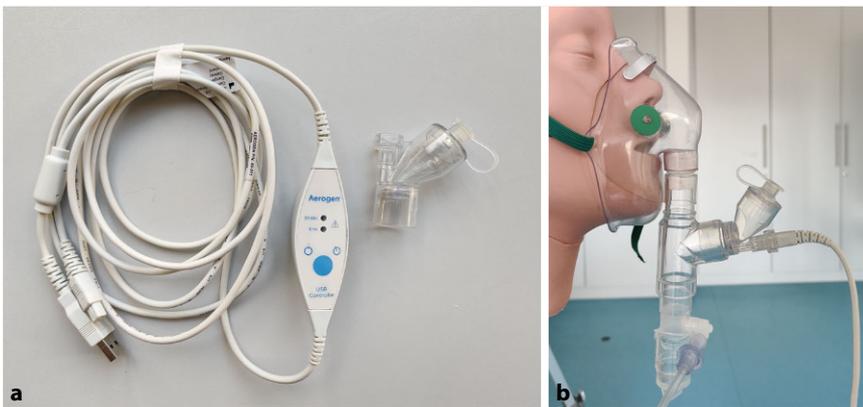


Abb. 2 ▲ a Mesh-Vernebler, hier exemplarisch der Aerogen Solo mit USB-Controller. Maßgeblich für diesen Verneblertyp ist das Steuergerät, mit dem die Verneblerkammer betrieben wird, b Einsatzbereiter Mesh-Vernebler

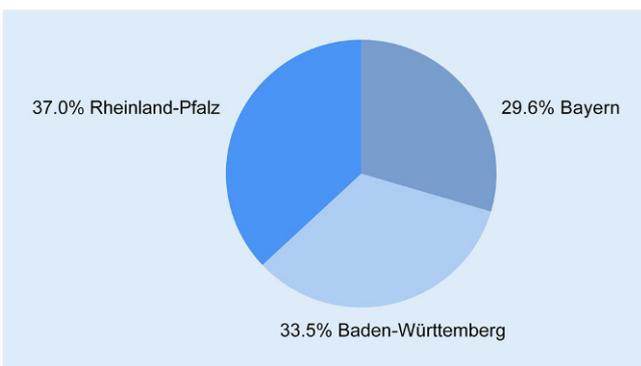


Abb. 3 ◀ Verteilung der Befragten auf die Bundesländer

auch des daraus resultierenden Therapieerfolgs zu erwarten. Wegen fehlender, bundesweit einheitlicher und verbindlicher Vorgaben zur Anwendung der Vernebelung ist ebenfalls unklar, inwieweit diese v. a. vom Rettungsfachpersonal im Notfall eigenständig angewendet wird.

Auch hier ist eine ungleiche Versorgung von Notfallpatient*innen denkbar.

Mit der vorliegenden Umfrage sollte daher die gängige Praxis des prähospitalen Vernebelns von Notfallmedikamenten im süddeutschen Rettungsdienst evaluiert werden. Die Befragung richtete sich an Rettungsassistent*innen

(RettAss) und Notfallsanitäter*innen (NotSan), da diese eine inhalative Therapie oft zuerst oder abhängig vom Notfall auch alleinig anwenden und damit das Patienten-Outcome entscheidend beeinflussen.

Studiendesign und Untersuchungsmethode

Die teilnehmenden NotSan und RettAss wurden erhielten insgesamt 17 Fragen zu Indikation und Durchführung der Medikamentenvernebelung in ihrer alltäglichen Praxis (Zusatzmaterial online: Fragebogen).

Einschlusskriterien

Teilnahmeberechtigt waren alle in Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz tätigen NotSan und RettAss, die im bodengebundenen Regelrettungsdienst tätig sind und dabei eigenverantwortlich auf dem Rettungswagen eingesetzt werden können.

Datenerhebung

Der Erhebungszeitraum erstreckte sich vom 15.09.2019 bis zum 31.03.2020.

Die Umfrage wurde anonym online-basiert mit der Plattform Google Forms durchgeführt. Die Teilnahme war freiwillig. Es wurden keine personenbezogenen Daten erhoben.

Unter Voraussetzung der Einschlusskriterien wurden die regionalen Rettungsdienstleiter*innen der jeweiligen Hilfsorganisationen sowie in Baden-Württemberg und Bayern zusätzlich die der privaten Leistungserbringer kontaktiert. Über die Erfassung der Gesamtzahl beschäftigter NotSan und RettAss, an die der Fragebogen verteilt wurde, erfolgte die Bestimmung der Rücklaufquote.

Statistische Auswertung

Ordinalskalierte Daten wurden mit Median berichtet. Ein Zusammenhang zwischen nominalskalierten Daten wurde mittels Kreuztabelle und Chi-Quadrat-Test geprüft. Wenn eine oder mehrere Zellen eine erwartete Zelhäufigkeit unter 5 aufwies/aufwiesen, wurde ein

M. Otto · Y. Kropp · T. Viergutz · M. Thiel · C. Tsagogiorgas

Vernebelung von Notfallmedikamenten im süddeutschen Rettungsdienst

Zusammenfassung

Hintergrund. In der Notfallmedizin ist die Durchführung der inhalativen Therapie auch durch Rettungsfachpersonal vorgesehen. Standard Operating Procedures (SOP) und Handlungsempfehlungen zum Einsatz sind nicht bundeseinheitlich und liegen im Falle der Vernebelung von Notfallmedikamenten nicht in allen Bundesländern und Rettungsdienstbereichen vor. Es existieren auch keine Empfehlungen, welcher Verneblertyp genutzt werden soll. Die Medikamentendepositionsraten von Jet- und Mesh-Verneblern unterscheiden sich aber erheblich; klinisch ist die Verwendung von Mesh-Systemen mit einem besseren Patienten-Outcome assoziiert. **Ziel der Arbeit.** Die vorliegende Umfrage sollte die Praxis des Vernebelns von Notfallmedikamenten im süddeutschen Rettungsdienst evaluieren. Ein besonderes

Augenmerk wurde auf den eingesetzten Verneblertyp sowie den Einfluss von SOP und Handlungsempfehlungen auf die Anwendung gelegt.

Material und Methoden. Insgesamt 4800 in Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz tätige Notfallsanitäter*innen und Rettungsassistent*innen erhielten insgesamt 17 Fragen zur Durchführung der Medikamentenvernebelung in ihrer alltäglichen Praxis.

Ergebnisse. Der Jet-Vernebler ist mit Abstand der am häufigsten eingesetzte Verneblertyp. Die Depositionsraten sowohl des Jet- als auch des Mesh-Verneblers werden deutlich überschätzt. Nur 67,3 % aller Befragten vernebelten im Rahmen von SOP oder Handlungsempfehlungen. Das Vorhandensein dieser war allerdings maßgeblich für den

Einsatz der Vernebelung ohne Beisein eines*er Notarzt*ärztin und die gefühlte Sicherheit beim Vernebeln.

Diskussion. Der flächendeckende Einsatz von Mesh-Verneblern könnte die Therapie von Notfallpatient*innen homogenisieren und möglicherweise das Outcome verbessern. SOP und Handlungsempfehlungen zur Anwendung von Vernebelung in der Notfallsituation könnten die inhalative Therapie verbessern und homogenisieren.

Schlüsselwörter

Notfallmedikamente · Prähospitaler Notfallmedizin · Medikamentenvernebelung · Verneblertyp · „Standard operating procedures“

Nebulization of emergency medications in the south German rescue service

Abstract

Background. In German emergency rescue services, inhalation treatment is routinely carried out by qualified health personnel. Standard operating procedures (SOP) for nebulization are neither uniform throughout Germany nor available in all federal states. Standardized recommendations with respect to which nebulizer type should be used are missing. The aerosol output as well as the drug deposition rates of jet and mesh nebulizers, however, differ considerably. Mesh devices can achieve a threefold higher lung deposition. Their use in emergency departments has also been shown to be associated with a better patient outcome when compared to jet nebulizers.

Objective. This survey was designed to evaluate the type of nebulizer used in the south German rescue services. Special attention was paid to the influence of existing SOP on the decision to perform nebulization during emergency treatment.

Material and methods. A total of 4800 emergency paramedics working in Baden-

Württemberg, Bavaria and Rhineland-Palatinate received a questionnaire with a total of 17 questions on the implementation of drug nebulization in the daily practice.

Results. Despite the existence of more efficient nebulizer types, the jet nebulizer was by far the most frequently used nebulizer in the south German rescue services. The deposition rates of both the jet and mesh nebulizers were considerably overestimated by most respondents; however, 77.5% of all respondents could not give any information about the deposition rates of the mesh nebulizer. Only two thirds of all respondents carried out nebulization treatment on the basis of SOP. The implementation of SOP, however, was pivotal to the application of nebulization during emergencies. If SOP were in place, 76.9% of the responders used aerosol treatment compared to 23.1% when there were none. The perceived safety when using nebulization during emergencies was also significantly higher ($p = 0.013$) when SOP were implemented.

Conclusion. The exclusive use of mesh nebulizers could standardize the treatment of emergency patients in the south German rescue services. The use of mesh devices might possibly improve patient outcomes, even if clinical studies are still lacking. Nebulizer treatment differs between the federal states. A comprehensive implementation of SOP for nebulization treatment might support this process and could increase the application frequency and the perceived safety of nebulization during emergencies. A better training of paramedic personnel could improve the knowledge of aerosols as a treatment option for emergency patients and help to classify the advantages and disadvantages of the different aerosol generators available.

Keywords

Emergency drugs · Prehospital emergency care · Drug nebulization · Nebulizer type · Standard operating procedures

exakter Test durchgeführt und der exakte p -Wert berichtet. Zur Untersuchung von Unterschieden zwischen ordinalskalierten Daten wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Ein $p < 0,05$ wurde als statistisch signifikant erachtet. Die

statistische Auswertung erfolgte mittels IBM SPSS Statistics 25.

Ergebnisse

Zusammensetzung der Stichprobe

Es kamen $n = 846$ Fragebogen zur Auswertung, was einer Rücklaufquote von

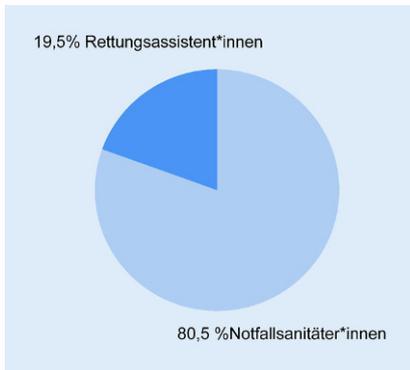


Abb. 4 ▲ Verteilung der Teilnehmer auf die Berufsgruppen

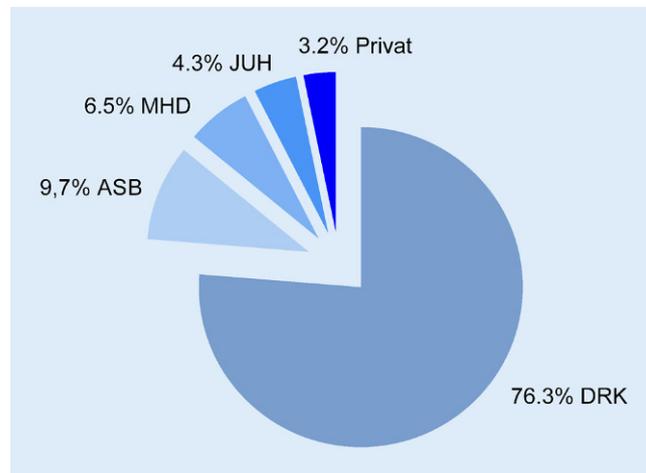


Abb. 5 ◀ Verteilung der Teilnehmer auf die verschiedenen Rettungsdienstleister

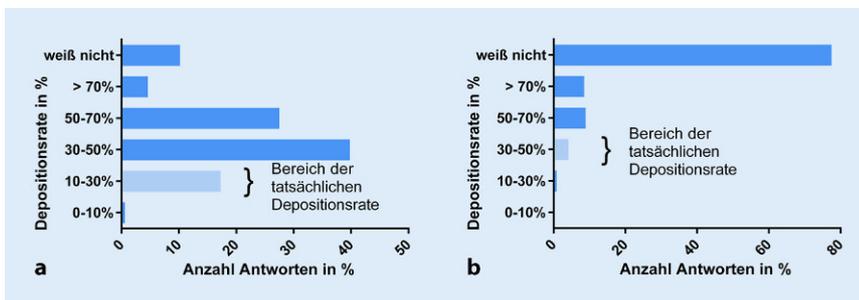


Abb. 6 ▲ Geschätzte und tatsächliche Depositionsrates des Jet- (a) und des Mesh-Verneblers (b)

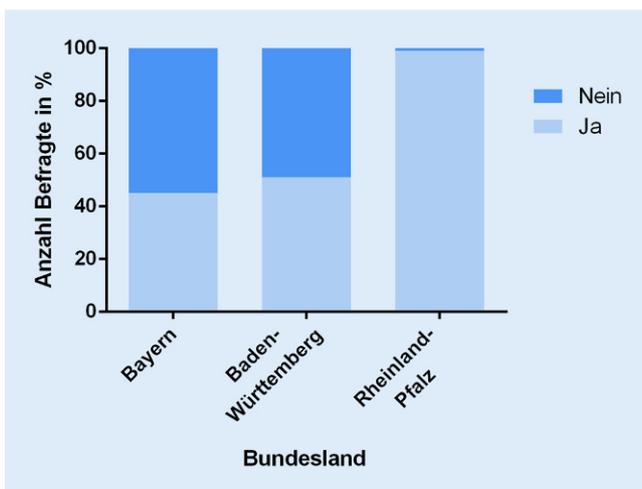


Abb. 7 ◀ Vorhandensein von SOP und Handlungsempfehlungen in den jeweiligen Bundesländern

17,6% entspricht. Die Verteilungen auf die Bundesländer, Berufsgruppen und Rettungsdienstleister sind in den **Abb. 3, 4 und 5** dargestellt.

Verneblertypen und geschätzte Depositionsrates

Der am häufigsten verwendete Vernebler war mit 98,7% der Jet-Vernebler,

0,9% verwendeten einen Mesh-Vernebler, 0,4% machten keine Angaben.

Die in **Abb. 6** gezeigte, geschätzte Depositionsrates des Jet-Verneblers lag im Median bei 30–50%, 10,2% der Befragten gaben „weiß nicht“ an, die des Mesh-Verneblers wurde signifikant höher geschätzt ($p < 0,001$) und lag im Median bei 50–70%, hier machten 77,5% keine Angaben.

SOP, eigenständiges Vernebeln und Anwendungssicherheit

67,3% der Befragten gaben an, dass für sie die Vernebelung von Notfallmedikamenten mittels „standard operating procedure“ (SOP) oder Handlungsempfehlung vorgesehen ist. Hier zeigte sich eine ungleiche Verteilung auf die unterschiedlichen Bundesländer ($p < 0,001$), in **Abb. 7** dargestellt.

Ein großer Teil der Befragten setzte die Vernebelung auch ohne (not)ärztliche Unterstützung ein; Notfallsanitäter*innen vernebelten dabei häufiger ohne Beisein eines*er Notarzt*ärztin als Rettungsassistent*innen ($p < 0,001$), wie **Tab. 1** zeigt. Waren SOP oder Handlungsempfehlungen vorhanden, wurde ebenfalls häufiger ohne Beisein eines*er Notarzt*ärztin vernebelt ($p < 0,001$), in **Tab. 2** zusammengefasst. Die Sicherheit beim Vernebeln erhöhte sich mit Vorhandensein von SOP und Handlungsempfehlungen ($p = 0,013$). Je sicherer sich die Befragten im Umgang mit der Vernebelung fühlten, desto häufiger setzten sie diese ohne Beisein eines*er Notarzt*ärztin ein ($p < 0,001$). Unabhängig von der Ausbildung fühlte sich ein Großteil der Befragten beim Umgang mit der Vernebelung „sehr sicher“ oder „sicher“.

Notfälle und verwendete Notfallmedikamente

Wie **Tab. 3** zeigt, wird die Vernebelung am häufigsten bei Erkrankungen des Re-

Tab. 1 Zusammenhang zwischen Ausbildung und Vernebeln

Ausbildung	Vernebeln in der Notfallsituation		
	Ja, ggf. auch ohne NEF-Alarmierung in %	Ja, nur mit NEF-Alarmierung in %	Nein, Vernebelung wird nicht durchgeführt in %
NotSan (n = 681)	58,6	39,5	1,6
RetAss (n = 165)	50,9	40,0	9,1
Gesamt (n = 846)	57,3	39,6	3,1

Tab. 2 Zusammenhang zwischen Vernebeln und SOP

SOP vorhanden	Vernebeln in der Notfallsituation		
	Ja, ggf. auch ohne NEF-Alarmierung in %	Ja, nur mit NEF-Alarmierung in %	Nein, Vernebelung wird nicht durchgeführt in %
Ja (n = 569)	65,6	33,6	0,9
Nein (n = 277)	40,4	52,0	7,6

spirationstrakts eingesetzt, aber auch bei einer Anaphylaxie. Dementsprechend werden Salbutamol, Ipratropiumbromid und Adrenalin am häufigsten vernebelt,

■ **Tab. 4.**

Diskussion

Verwendeter Verneblertyp und Wissen über die Depositionsrates

Trotz vorhandener, effizienterer Alternativen wird der Jet-Vernebler im süddeutschen Rettungsdienst mit Abstand am häufigsten eingesetzt. Ein Grund hierfür könnte sein, dass Jet-Systeme mit Abstand am günstigsten sind [2]. Allerdings ist schon lange bekannt, dass die Medikamentendepositionsrates von Mesh-Verneblern deutlich höher ist als die von Jet-Verneblern und dies auch klinische Relevanz bei der Behandlung von Patient*innen in Notfallambulanzen hat [8, 10, 14, 24, 26]. So ist es durchaus vorstellbar, dass Mesh-Vernebler auch im Rettungsdienst die Hospitalisierungsrates verringern, die Beschwerden stärker reduzieren oder sogar die Intubationsrates senken könnten [10, 14, 26]. Studien hierzu fehlen allerdings.

Zwar scheint bei den Befragten das Wissen um die höhere Depositionsrates des Mesh-Verneblers zu bestehen ($p < 0,001$), allerdings wurde die Depositionsrates beider Vernebler deutlich

überschätzt. Dies konnten Ehrmann et al. auch bei Intensivärzt*innen dokumentieren [16]. Es ist möglich, dass mit der überschätzten Depositionsrates auch der therapeutische Effekt der inhalativen Therapie überschätzt wird, da ein Großteil des vernebelten Medikaments unbemerkt auf dem Weg zum Wirkort verloren geht. Interessanterweise gaben 89,8% der Befragten beim Jet-Vernebler eine Schätzung zur Depositionsrates ab, beim Mesh-Vernebler hingegen nur 22,5%. Vermutlich ist einem Großteil der Befragten die Existenz unterschiedlicher Verneblertypen und deren Einfluss auf die Medikamentendeposition gar nicht bekannt. Neben unzureichender Schulung der Anwender sind die Ursachen hierfür in fehlenden Vorgaben zu suchen. Weder in der S1-Leitlinie zum präklinischen Atemwegsmanagement, dem DBRD-Muster-Algorithmus noch in den SOP und Handlungsempfehlung der befragten Bundesländer ist die Art des zu verwendenden Verneblers spezifiziert [11, 30]. Es muss davon ausgegangen werden, dass bei der Versorgung von Notfallpatient*innen im Rettungsdienst je nach verwendetem Vernebler substantielle Unterschiede bei der verabreichten Medikamentendosis und dem daraus resultierenden Therapieerfolg bestehen. Eine Definition des Verneblertyps in den Empfehlungen und Leitlinien könnte eine standardisierte Behandlung ge-

währleisten und die Notfallversorgung verbessern. Auch regelmäßige Anwenderschulungen erscheinen sinnvoll, da diese Art der Medikamentenapplikation später auch zur Durchführung ohne ärztliche Begleitung vorgesehen ist.

SOP, eigenständiges Vernebeln und Anwendungssicherheit

Wie bei Mann et al. gaben auch in der vorliegenden Umfrage nur knapp zwei Drittel der Befragten an, über SOP oder Handlungsempfehlungen zur Anwendung von Medikamentenvernebelung zu verfügen, obwohl neben den im Rahmen des Pyramidenprozesses entstandenen und fortlaufend angepassten Empfehlungen auch auf Länderebene eigene Handlungsempfehlungen zur Verfügung stehen [11, 23, 25]. Die Medikamentengabe stellt eine Ausübung der Heilkunde dar, die grundsätzlich Ärzt*innen vorbehalten ist. Notfallsanitäter*innen führten diese bislang entweder eigenverantwortlich im Rahmen des rechtfertigenden Notstandes (§ 34 StGB) oder eigenständig im Rahmen der Delegation (§ 4 Abs. 2 Nr. 2c NotSanG) aus. Nach dem im Januar 2021 im Bundestag verabschiedeten und neu eingefügten § 2a dürfen Notfallsanitäter*innen künftig unter bestimmten Voraussetzungen heilkundliche Maßnahmen eigenverantwortlich durchführen [12].

Dass es allerdings bedeutende regionale Unterschiede gibt, zeigt die Tatsache, dass fast alle der Befragten aus Rheinland-Pfalz Notfallmedikamente im Rahmen von SOP und Handlungsempfehlungen vernebeln, während es in Baden-Württemberg nur 51,2% und in Bayern sogar nur 45,6% sind.

Der Nutzen von SOP in der prähospitalen Notfallmedizin konnte bereits durch Studien belegt werden [5, 17]. Auch die vorliegende Umfrage unterstreicht, dass diese Vorgaben eine zentrale Bedeutung für den Einsatz der prähospitalen Vernebelung haben. Sind sie vorhanden, wird signifikant häufiger ohne ärztliche Unterstützung vernebelt. Ohne SOP könnte also eine indizierte Therapie nicht oder erst später angewendet werden, was wiederum Einfluss auf das Patienten-Outcome haben könnte. Auch

Tab. 3 Die häufigsten Notfälle, bei denen vernebelte Medikamente zum Einsatz kommen

Notfälle	%	n
Asthma	94,6	800
COPD	93,9	794
Anaphylaxie	90,1	762
Pseudokrapp	69,7	590
Pneumonie	12,2	103
Lungenödem	6,9	58
Inhalationstrauma	1,3	11
Bronchospasmus/-konstriktion	0,5	4
Krampfanfall	0,4	3
Bronchitis	0,2	2
Sonstige	0,5	4

Tab. 4 Am häufigsten verwendete, vernebelbare Notfallmedikamente

Medikament	%	n
Salbutamol	98,7	832
Ipratropiumbromid	87,8	740
Adrenalin	91,5	771
NaCl oder Aqua	4,5	38
Tranexamsäure	0,2	2
Midazolam	0,8	7
Magnesium	0,2	2

Tab. 5 Zusammenhang zwischen Ausbildung und Sicherheit der Anwendung

Ausbildung	Sicherheit bei der Anwendung von Verneblung in der Notfallsituation				
	Sehr sicher in %	Eher sicher in %	Neutral in %	Eher unsicher in %	Unsicher in %
NotSan (n= 681)	48,9	44,3	5,9	0,7	0,1
RettAss (n= 165)	39,4	49,7	9,7	1,2	0,0
Gesamt (n= 846)	47,0	45,4	6,6	0,8	0,1

vernebelten NotSan signifikant häufiger ohne Notarztalarmierung. Für RettAss könnte durch das 2014 in Kraft getretene NotSanG möglicherweise eine subjektive Rechtsunsicherheit bestehen. Eine weitere Erklärung wären Unterschiede im jeweiligen Ausbildungscurriculum. Dem steht allerdings gegenüber, dass sich beide Berufsgruppen bei der Anwendung der Vernebelung gleichermaßen „sehr sicher“ oder „sicher“ fühlen (Tab. 5). Lehrinhalte mit Chancen und Limitationen der inhalativen Therapie sowie Unterschiede verschiedener aerosolproduzierender Geräte sollten in Aus- und Weiterbildung gestärkt werden. Somit könnte nicht nur die Anwendungssicherheit weiter erhöht, sondern auch das Wissen um verschiedene Inhalationsmaßnahmen mit ihren Vor- und Nachteilen vermittelt werden.

Unabhängig von der Berufsgruppe sinkt mit abnehmendem Sicherheitsgefühl auch die Rate an Vernebeln ohne Beisein eines*er Notarzt*ärztin. Das Sicherheitsgefühl wiederum ist signifikant an das Vorhandensein von SOP und Handlungsempfehlungen gebun-

den: Existierten diese, fühlten sich mehr der Befragten „sehr sicher“ im Umgang mit der Vernebelung.

Um eine inhomogene Behandlung von Notfallpatient*innen zu vermeiden, wären daher bundesweit einheitliche SOP und Handlungsanweisungen wünschenswert.

Vernebelbare Notfallmedikamente und Indikationen

Die in den Musteralgorithmen des DBRD sowie in den SOP der Bundesländer aufgeführten Medikamente (Adrenalin, Salbutamol und Ipratropiumbromid) und Notfallbilder (Asthma, COPD und Anaphylaxie), deren Evidenz in notfallmedizinischer Literatur unstrittig ist, wurden auch am häufigsten von den Befragten genannt [4, 11, 18, 21, 27]. Dies unterstreicht die Praxisnähe der Vorgaben. Salbutamol und Ipratropiumbromid werden beide bei Bronchoobstruktion empfohlen; Ipratropiumbromid wurde im Vergleich zu Salbutamol allerdings seltener genannt. Diese Diskrepanz erklärt sich bei Aufschlüsselung

der Ergebnisse auf die Länder: Lediglich 66,4% der Studienteilnehmer*innen aus Bayern gaben an, Ipratropiumbromid anzuwenden, während ebendieses von den Teilnehmer*innen aus Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz annähernd gleich häufig wie Salbutamol genannt wurde (Baden-Württemberg 94,3%, Rheinland-Pfalz 99,0%). Ursächlich hierfür könnten Unterschiede in der Ausstattung auf Rettungsmitteln sein; die ÄLRD Bayern sprechen keine Empfehlung für die Vorhaltung von Ipratropiumbromid aus [3].

Umso überraschender ist es, dass nur 69,6% der Befragten angaben, bei Pseudokrapp zu vernebeln. Möglicherweise bestehen bei der Behandlung von Kindern, die den überwiegenden Teil dieses Patientenkollektivs stellen, aufgrund fehlender Routine Hemmungen.

Eine Aufnahme von 0,9%iger NaCl-Lösung in die Empfehlungen scheint sinnvoll. Kochsalz kann neben seinem supportiven Einsatz bei fast allen Pathologien der oberen Atemwege auch die Emission von Bioaerosolen aus der Lunge reduzieren [15, 19]. Inwiefern ein mögliches SARS-CoV-2-Infektionsrisiko von medizinischem Fachpersonal beeinflusst wird, ist aufgrund der momentanen Studienlage unklar [31]. Eine indizierte inhalative Therapie kann und soll bei Patient*innen mit einer SARS-CoV-2-Infektion zum Schutz des Fachpersonals mit adäquater persönlicher Schutzausrüstung durchgeführt werden [7, 28].

Im Freiantwortteil gaben 7 Teilnehmer*innen an, Midazolam zu vernebeln. Dabei ist am ehesten von der intranasalen Gabe mittels „mucosal atomization device“ (MAD) auszugehen, welche keine Vernebelung im klassischen Sinn darstellt.

Interessanterweise gaben 2 Teilnehmer*innen an, Tranexamsäure zu vernebeln. Der Einsatz als Aerosol wird in der Literatur v.a. bei der Behandlung von Hämoptysen bei klinisch stabilen Patienten beschrieben, Studien oder Fallberichte über die Therapie von prähospitalen Notfallpatienten existieren hingegen nicht [32].

Nur 2 Teilnehmer*innen gaben an, Magnesium zu vernebeln. Reviews zum

Einsatz bei Asthma als auch bei COPD konnten bestenfalls eine schwache Evidenz feststellen [20, 29].

Fazit für die Praxis

- Die Ergebnisse der Umfrage öffnen ein weites Feld für die Verbesserung der Versorgung von prähospitalen Notfallpatient*innen, die mit Medikamentenverneblern behandelt werden. Zwar stehen klinische Studien noch aus, allerdings könnte der flächendeckende Einsatz von Mesh-Verneblern die Therapie homogenisieren und möglicherweise das Patienten-Outcome verbessern. Eine bessere Schulung der Anwender*innen wäre sinnvoll, um die unterschiedlichen Verneblersysteme und den zu erwartenden Behandlungserfolg besser einschätzen zu können.
- Der Verbesserungsprozess mit dem Ziel einheitlicher und standardisierter Therapiemaßnahmen in der rettungsdienstlichen Versorgung kann durch eine stärkere Fokussierung auf die im Rahmen des Pyramidenprozesses fortlaufend erarbeiteten Empfehlungen maßgeblich gestärkt werden. Die neu eingeführte, eigenverantwortliche Übernahme heilkundlicher Maßnahmen durch Notfallsanitäter*innen im Rahmen des § 2a NotSanG könnte diesen Prozess durch eine verbesserte Rechtssicherheit unterstützen.

Korrespondenzadresse



PD Dr. med. C. Tsagogiorgas
Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Universitätsmedizin Mannheim, Medizinische Fakultät Mannheim, Universität Heidelberg
Theodor-Kutzer-Ufer 1–3, 68167 Mannheim, Deutschland
charalambos.tsagogiorgas@medma.uni-heidelberg.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. M. Otto, Y. Kropp, T. Viergutz, M. Thiel und C. Tsagogiorgas geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Alle beschriebenen Untersuchungen am Menschen oder an menschlichem Gewebe wurden mit Zustimmung der zuständigen Ethikkommission, im Einklang mit nationalem Recht sowie gemäß der Deklaration von Helsinki von 1975 (in der aktuellen, überarbeiteten Fassung) durchgeführt. Von allen Studienteilnehmenden liegt eine Einverständniserklärung vor.

Literatur

1. Alvine GF, Rodgers P, Fitzsimmons KM et al (1992) Disposable jet nebulizers. How reliable are they? *Chest* 101:316–319
2. Ari A (2014) Jet, ultrasonic, and mesh nebulizers: an evaluation of nebulizers for better clinical outcomes. *Eurasian J Pulmonol* 16:1–7
3. Ausschuss Ärztlicher Leiter Rettungsdienst Bayern (2018n) AG Empfehlungen zur Medikamentenvorhaltung auf Rettungsmitteln in Bayern. https://www.aelrd-bayern.de/images/Medikamente_NotSan_20-04-2018n.pdf. Zugegriffen: 21. März 2020
4. Bjornson C, Russell K, Vandermeer B et al (2013) Nebulized epinephrine for croup in children. *Cochrane Database Syst Rev*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006619.pub3>
5. Burgess MR, Crewdson K, Lockey DJ et al (2018) Prehospital emergency anaesthesia: an updated survey of UK practice with emphasis on the role of standardisation and checklists. *Emerg Med J* 35:532–537
6. Carvalho TC, Mcconville JT (2016) The function and performance of aqueous aerosol devices for inhalation therapy. *J Pharm Pharmacol* 68:556–578
7. Cazzola M, Ora J, Bianco A et al (2021) Guidance on nebulization during the current COVID-19 pandemic. *Respir Med* 176:106236
8. Chang KH, Moon S-H, Oh JY et al (2019) Comparison of Salbutamol delivery efficiency for jet versus mesh nebulizer using mice. *Pharmaceutics* 11:192
9. Chinese College of Emergency P, Emergency Committee Of PLA, Beijing Society for Emergency M et al (2019) Expert consensus on nebulization therapy in pre-hospital and in-hospital emergency care. *Ann Transl Med* 7:487–487
10. Cushen B, Alsaid A, Abdulkareem A et al (2016) P292 Pilot study to assess bronchodilator response during an acute exacerbation of copd using a vibrating mesh nebuliser versus jet nebuliser for bronchodilator delivery. *Thorax* 71:A251–A251
11. Deutscher Berufsverband Rettungsdienst (2020) Muster-Algorithmen 2020 zur Umsetzung des Pyramidenprozesses im Rahmen des NotSanG. In: Deutscher Berufsverband Rettungsdienst e. V. <https://www.dbrd.de/aktuell/aktuelles/492-dbrd-muster-algorithmen-2020-online>. Zugegriffen: 21. März 2020
12. Deutscher Bundestag (2020) Entwurf eines Gesetzes zur Reform der technischen Assistenzberufe in der Medizin und zur Änderung weiterer Gesetze (MTA-Reform-Gesetz). BT/DS 19/24447
13. Dhand R (2002) Nebulizers that use a vibrating mesh or plate with multiple apertures to generate aerosol. *Respir Care* 47:1406–1416 (discussion 1416–1408)
14. Dunne RB, Shortt S (2018) Comparison of bronchodilator administration with vibrating mesh nebulizer and standard jet nebulizer in the emergency department. *Am J Emerg Med* 36:641–646
15. Edwards DA, Man JC, Brand P et al (2004) Inhaling to mitigate exhaled bioaerosols. *Proc Natl Acad Sci USA* 101:17383–17388
16. Ehrmann S, Roche-Campo F, Sferrazza Papa GF et al (2013) Aerosol therapy during mechanical ventilation: an international survey. *Intensive Care Med* 39:1048–1056
17. Francis RC, Bubser F, Schmidbauer W et al (2014) Effects of a standard operating procedure on prehospital emergency care of patients presenting with symptoms of the acute coronary syndrome. *Eur J Emerg Med* 21:236–239
18. Hansen M, Hachenberg T (2016) Asthma bronchiale – Notfallmedizinische Versorgung. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 51:412–420
19. Kallstrom TJ (2003) AARC clinical practice guideline. Bland aerosol administration—2003 revision & update. *Respir Care* 48:529–533
20. Knightly R, Milan SJ, Hughes R et al (2017) Inhaled magnesium sulfate in the treatment of acute asthma. *Cochrane Database Syst Rev*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003898.pub6>
21. Kruska P, Kerner T (2011) Akute respiratorische Insuffizienz – Präklinische Therapie obstruktiver Ventilationsstörungen. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 46:726–734
22. Kuhn RJ (2002) Pharmaceutical considerations in aerosol drug delivery. *Pharmacotherapy* 22:80s–85s
23. Lechleuthner A (2014) Der Pyramidenprozess – die fachliche Abstimmung der invasiven Maßnahmen im Rahmen der Umsetzung des Notfallsanitättergesetzes. *Notarzt* 30:112–117
24. Lin H-L, Fang T-P, Cho H-S et al (2018) Aerosol delivery during spontaneous breathing with different types of nebulizers- in vitro/ex vivo models evaluation. *Pulm Pharmacol Ther* 48:225–231
25. Mann V, Mann S, Müller M et al (2020) Standardisierte Handlungsanweisungen für (invasive) heilkundliche Maßnahmen durch Notfallsanitäter: Aktueller Stand der Umsetzung. *Notfall Rettungsmed* 23:16–22
26. Moody G (2019) Comparison of vibrating mesh nebulizer versus jet nebulizer in the pediatric asthma patient: a randomized controlled trial. *Respir Care* 64:3217971
27. Muraro A, Roberts G, Worm M et al (2014) Anaphylaxis: guidelines from the European academy of allergy and clinical immunology. *Allergy* 69:1026–1045
28. Pfeifer M, Ewig S, Voshaar T et al (2020) Position paper for the state of the art application of respiratory support in patients with COVID-19—German respiratory society. *Pneumologie* 74:337–357
29. Shivanthan MC, Rajapakse S (2014) Magnesium for acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review of randomised trials. *Ann Thorac Med* 9:77–80
30. Timmermann A, Böttiger BW, Byhahn C et al (2019) S1-Leitlinie: Prähospitaler Atemwegsmanagement (Kurzfassung). *Anasth Intensivmed* 60:316–336
31. Trentzsch H, Flake F, Haske D et al (2020) Therapieempfehlungen in Pandemiezeiten: Richtig (be)handeln unter Handlungsdruck. *Notf Rett Med*. <https://doi.org/10.1007/s10049-020-00739-y>
32. Wand O, Guber E, Guber A et al (2018) Inhaled tranexamic acid for hemoptysis treatment: a randomized controlled trial. *Chest* 154:1379–1384