

Eine Querschnittsuntersuchung zur Qualität der Sauerstofftherapie in drei deutschen Krankenhäusern

A cross-sectional study in three German hospitals regarding oxygen therapy characteristics



Autoren

Oana Joean¹, Maria Petronella van't Klooster², Moritz Z. Kayser¹, Christina Valtin¹, Raphael Ewen¹, Heiko Golpon^{1,3}, Thomas Fühner^{2†}, Jens Gottlieb^{1,3†}

Institute

- 1 Klinik für Pneumologie, Medizinische Hochschule Hannover
- 2 Klinik für Pneumologie und Beatmungsmedizin, Krankenhaus Siloah, Klinikum Region Hannover
- 3 Deutsches Zentrum für Lungenforschung (DZL), Biomedical Research in End-Stage and Obstructive Lung Disease (BREATH), Hannover

Schlüsselwörter

Sauerstofftherapie, Hypoxämie, Atemfrequenz, Pulsoxymetrie, Hyperkapnie

Key words

oxygen therapy, hypoxia, respiratory rate, pulse oximetry, hypercapnia

Bibliografie

Dtsch Med Wochenschr 2022; 147: e62–e69

DOI 10.1055/a-1821-5994

ISSN 0012-0472

© 2022. The Author(s).

This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution-NonDerivative-NonCommercial License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit. Contents may not be used for commercial purposes, or adapted, remixed, transformed or built upon. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14, 70469 Stuttgart, Germany

Korrespondenzadresse

Dr. med. Oana Joean
Klinik für Pneumologie
Medizinische Hochschule Hannover, Carl-Neuberg Straße 1,
30625 Hannover, Deutschland
Joean.Oana@mh-hannover.de

ZUSAMMENFASSUNG

Einleitung Sauerstoff (O₂) ist eines der am häufigsten angewendeten Arzneimittel in deutschen Krankenhäusern und im Rettungswesen. Sowohl eine Hypoxämie als auch eine Hyperoxämie sind mit Komplikationen vergesellschaftet. In Deutschland fehlen bislang belastbare Daten zur Anwendung, Dokumentation und Überwachung der O₂-Therapie.

Methoden Eine Querschnittsstudie zur Sauerstoff-Anwendung wurde in 3 Krankenhäusern der maximalen bzw. supra-maximalen Versorgung in Hannover im Herbst 2020 durchgeführt.

Ergebnisse Von 343 erfassten Patienten erhielten 20 % eine O₂-Therapie. Bei 29 % der Patienten mit O₂-Therapie bestand ein Hyperkapnie-Risiko. Lediglich bei 68 % Patienten mit einer O₂-Therapie lag eine SOP zur O₂-Anwendung auf den jeweiligen Stationen vor und nur bei 22 % entsprach die gegebene O₂-Therapie dem tatsächlichen Bedarf des Patienten. Nur bei 30 % des Gesamtkollektivs und 41 % der Patienten mit O₂-Therapie erfolgte eine vollständige Dokumentation der Vitalparameter. Eine Überwachung der O₂-Therapie mittels arterieller oder kapillärer Blutgasanalyse (BGA) erfolgte bei 76 % der O₂-Patienten. Hier zeigte sich bei 64 % der Patienten eine Normoxämie, bei 17 % eine Hyperoxämie und bei 19 % eine Hypoxämie. Der einzige identifizierbare Prediktor für eine adäquate O₂-Therapie war eine vorangegangene Beatmungs-therapie.

Diskussion Insgesamt zeigt sich eine suboptimale Indikationsstellung, Anwendung und Kontrolle der Sauerstofftherapie. Schulungen des pflegerischen und ärztlichen Personals zur Verbesserung der Anwendung der O₂-Therapie und resultierend auch der Patientensicherheit sind dringend notwendig.

ABSTRACT

Background Oxygen (O₂) therapy is one of the most commonly applied medications in German hospitals and rescue services. Both hypoxemia and hyperoxemia can be associated with complications. There is currently a lack of reliable data on the use, documentation and surveillance of O₂-therapy in German hospitals.

† Geteilte Autorenschaft.

Methods We conducted a cross-sectional study on the use of O₂ in three hospitals in Hannover, Germany.

Results Of 343 patients included in this study, 20 % received O₂ therapy. Twenty-nine percent of patients receiving O₂ were at increased risk for hypercapnia. A standard operating procedure (SOP) for O₂ therapy was available in only 68 % of patients. In 22 % patients the applied O₂-therapy was appropriate in the context of the documented vital parameters. A complete documentation of vital parameters was conducted in only 30 % of all patients and 41 % of patients receiving O₂-therapy. A surveillance of O₂-therapy using capillary or arter-

ial blood gas analysis was performed in 76 % of patients. Here, 64 % of patients showed normoxemia, 17 % showed hyperoxemia and 19 % of patients showed hypoxemia. The only identifiable predictor for an adequate O₂-therapy was a previous invasive ventilation.

Discussion Our data point towards an inadequate prescription, application and documentation of O₂ therapy. The recently released German S3-guideline should be used to increase awareness among physicians and nursing staff regarding the use of O₂-therapy to improve O₂ therapy and consequently patient safety.

Einleitung

Sauerstoff (O₂) ist eines der am häufigsten angewendeten Arzneimittel im stationären Sektor in Industrieländern. Daten aus britischen Audit-Studien zeigten, dass 2015 bei ca. 14 % von 55 000 stationär behandelten Patienten O₂ verabreicht wurde, aber dass nur in 58 % der Fälle eine Verordnung dafür vorlag [1, 2]. Hypoxämie ist bei Krankenhauspatienten mit erhöhter Letalität und Morbidität assoziiert [3–5]. Es besteht häufig bei medizinischem Fachpersonal Unsicherheit in Bezug auf die angestrebten Zielbereiche der O₂-Therapie, auf die Relevanz einer Hypoxämie sowie Unkenntnis des Phänomens der Hyperoxämie [6].

Die Hypoxämie wird durch einen erniedrigten O₂-Gehalt im arteriellen Blut gekennzeichnet, während die Hypoxie die Unterversorgung der Organe mit O₂ bezeichnet. In der Regel wird bei Erwachsenen die Hypoxämie ab einem pulsoxymetrischen Sättigungswert (SpO₂) < 90 % oder ab einem pO₂-Wert < 60 mmHg definiert [7–9]. Die Gewebshypoxie kann hypoxämisch, anämisch, toxisch (im Rahmen einer Zyanidvergiftung) oder zirkulatorisch stagnierend entstehen [10]. Lediglich die hypoxämische Gewebshypoxie kann sinnvoll durch eine O₂-Therapie behandelt werden. Eine Hypoxämie ist ein Warnzeichen für einen möglichen komplizierten Verlauf des akut erkrankten Patienten und bedarf weiterer Abklärung. Eine Hyperoxämie (definiert als zusätzliche O₂-Gabe bei Normoxämie (= SpO₂ 92–96 %)) kann bei Menschen mit Hyperkapnie-Risiko (COPD, Obesitas-Hypoventilationssyndrom, neuromuskulären Erkrankungen) zu einem gefährlichen pCO₂-Anstieg im Sinne eines hyperkapnischen Atemversagens führen [11]. Hyperoxämie war in mehreren randomisiert-kontrollierten Studien und Metaanalysen mit einer erhöhten Sterblichkeit und Morbidität assoziiert [4, 12]. Es kann durch O₂ zu einer direkten Lungentoxizität kommen. Weiterhin wurden auch Resorptions-Atelektasen und koronare Vasokonstriktion nach einem Myokardinfarkt beschrieben [13, 14].

Um die Behandlungsbedürftigkeit einer Hypoxämie einschätzen zu können, müssen die vollständigen Vitalzeichen erhoben werden. Zudem muss geklärt werden, ob es sich um einen akuten oder chronischen Zustand handelt und welche Begleiterkrankungen vorliegen [8]. Die aktuelle Evidenzlage spricht für einen Zielbereich der akuten O₂-Therapie in der pulsoxymetrischen Messung von 92 %–96 % bei spontanatmenden Patienten ohne

Hyperkapnie-Risiko sowie bei beatmeten Patienten und für einen Zielbereich von 88 %–92 % für Patienten mit Hyperkapnierisiko [1, 8].

Über die Verordnung, Dokumentation und Überwachung der O₂-Therapie in der Akutmedizin fehlen veröffentlichte Daten. Die vorliegende erste deutsche Datenerhebung zu Häufigkeit, Indikationsstellung, Verlaufskontrollen, Dokumentation sowie zurschriftlichen Verordnung der O₂-Therapie soll diese Fragestellung untersuchen.

Material und Methoden

Eine Querschnittsstudie zur Sauerstoff-Anwendung wurde in 3 Krankenhäusern der Maximal- bzw. Supramaximal-Versorgung in Hannover (Medizinische Hochschule Hannover, KRH Klinikum Siloah Hannover, KRH Klinikum Nordstadt Hannover) im Herbst 2020 durchgeführt.

Es wurden anonymisierte Daten von erwachsenen stationären Patienten aus verschiedenen Krankenhausbereichen erhoben. Pro Krankenhaus wurden als Stichprobe eine operative Normalstation, eine nicht operative Normalstation, eine Intensivstation, die Notaufnahme und der Rettungsdienst untersucht. Die Untersuchung wurde durch die Ethikkommissionen genehmigt, datenschutzrechtlich geprüft (Ethikvotum K9367_BO_K_2020) und die Studie wurde im Deutschen Register für klinische Studien registriert (DRKS00023360).

Die Datenerhebung erfolgte pro Bereich jeweils an einem einzigen Tag. Hierfür wurden die Patientenkurven sowie die elektronische Dokumentation durch unabhängige ärztliche Mitarbeiter begutachtet und die jeweiligen Daten in ein standardisiertes Formular eingetragen.

Für jeden eingeschlossenen Patienten wurden folgende Parameter dokumentiert: Alter, Geschlecht, Hauptdiagnose, Begleitdiagnosen mit Hyperkapnie-Risiko (COPD, schweres Asthma, Mukoviszidose, BMI > 35 kg/m², neuromuskuläre Erkrankungen), O₂-Therapie bzw. invasive oder nichtinvasive Beatmung in den letzten 24 Stunden, die tagesaktuelle letzte gemessene SpO₂, die tagesaktuelle Atemfrequenz (AF), der aktuell applizierte O₂-Fluss, die arterielle oder kapilläre Blutgasanalyse (innerhalb der letzten 7 Tage), das verwendete O₂-Applikationssystem und ob eine schriftliche O₂-Verordnung für den jeweiligen Patienten

► **Tab. 1** Patientencharakteristika.

Patientencharakteristika	Gesamt n = 343	O ₂ -Therapie n = 68 (20 %)	Keine O ₂ -Therapie, n = 275 (80 %)
Geschlecht, weiblich – n (%)	156 (45)	24 (35)	132 (48)
Alter (Jahre) – median (25., 75. Perzentil)	66 (50, 77)	68 (55, 80)	66 (48, 76)
Stationsart – n (%)			
▪ Normalstation, operativ	56 (16)	6 (9)	50 (18)
▪ Normalstation, nicht operativ	111 (32)	15 (22)	96 (35)
▪ Intensiv- oder Intermediate Care Station	42 (12)	35 (52)	7 (3)
▪ Notaufnahme	78 (23)	5 (7)	73 (27)
▪ Rettungsdienst	56 (16)	7 (10)	49 (18)
Hauptdiagnose – n (%)			
▪ Gastrointestinal	63 (19)	14 (21)	49 (18)
▪ Pneumologisch	59 (17)	22 (32)	37 (14)
▪ Bewegungsapparat	56 (16)	4 (6)	52 (19)
▪ Kardio-vaskulär	37 (11)	9 (13)	28 (10)
▪ Nephrologisch	31 (9)	3 (4)	28 (10)
▪ Neurologisch	20 (6)	6 (9)	14 (5)
▪ Urologisch	19 (6)	1 (2)	18 (6)
▪ Hämatologisch	8 (2)	1 (2)	7 (3)
▪ Weichteilinfekt/Wundheilungsstörung	8 (2)	3 (4)	5 (2)
▪ Gynäkologisch	5 (2)	1 (2)	4 (2)
▪ Intoxikation	2 (1)	2 (3)	0
▪ Keine Zuordnung/andere	33 (10)	13 (19)	20 (7)
Hyperkapnie-Risiko – n (%)	57 (19)	18 (29)	39 (17)
Beatmung in den letzten 24 Stunden – n (%)			
▪ Keine	295 (88)	29 (44)	266 (99)
▪ Nicht invasive Beatmung	17 (5)	13 (20)	4 (2)
▪ Invasive Beatmung	24 (7)	24 (36)	–
O ₂ -Applikationssystem – n (%)			
▪ Nasenbrille	33 (10)	33 (49)	–
▪ Einfache Gesichtsmaske	6 (2)	6 (9)	–
▪ Beatmungsmaske	4 (1)	4 (6)	–
▪ Endotrachealtubus/Trachealkanüle	22 (6)	22 (32)	–
▪ Unbekannt	3 (1)	3 (4)	–

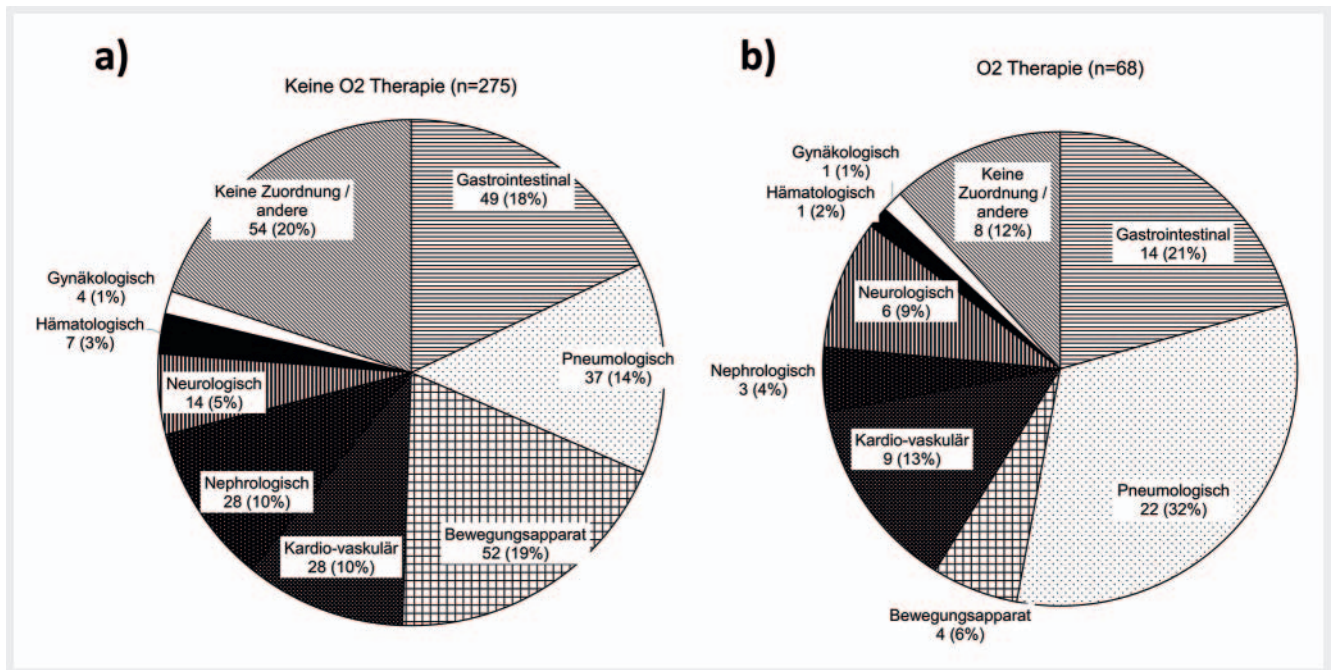
O₂: Sauerstoff

vorlag sowie, ob eine SOP zu O₂-Therapie auf Stationenebene vorhanden war.

Die verwendeten Kriterien für eine adäquate O₂-Therapie waren: das Vorliegen einer SOP zur O₂-Therapie im untersuchten Bereich, das Vorliegen einer schriftlichen ärztlichen Verordnung mit Zielbereichen für die SpO₂, die regelmäßige Dokumentation der kompletten Vitalwerte (Atemfrequenz, SpO₂), Angaben zum O₂-Fluss. Nur wenn alle Kriterien erfüllt waren, wurde die O₂-Therapie als vollständig adäquat bewertet.

Die Hypoxämie wurde definiert als SpO₂ < 90 % oder (falls vorhanden) pO₂ < 60 mmHg bei Patienten ohne Hyperkapnierisiko und als SpO₂ < 88 % bei Patienten mit Hyperkapnierisiko. Die Messung von SpO₂-Werten > 96 % unter O₂-Therapie wurde als Hyperoxämie definiert.

Die Datensätze wurden deskriptiv in IBM SPSS (Version 26.0, IBM Corp., Armonk, NY) ausgewertet. Für quantitative Parameter wurden Median, 25. und 75. Perzentil und für qualitative Daten wurden absolute und relative Häufigkeiten verwendet. Darüber



► **Abb. 1** Die Altersverteilung der Patienten mit einer O2-Therapie und der Patienten mit Hyperkapnie-Risiko.

hinaus wurden uni- sowie multivariate Analysen mittels einer binären logistischen Regression mit dem Endpunkt ‚adäquate O2-Therapie‘ durchgeführt. Dabei wurden die Odds Ratios und 95 % Konfidenzintervalle und p-Werte für die Bewertung der Ergebnisse verwendet. Die angewendeten Variablen waren: Krankenhaus mit einer pneumologischen Abteilung, Geschlecht, Alter, Hyperkapnie-Risiko, pneumologische Hauptdiagnose, invasive Beatmung in den letzten 24 h. Variablen mit einem p-Wert von <0,1 in der univariaten Analyse wurden für das multivariate Modell einbezogen. Ein p-Wert von <0,05 wurde dann in der multivariaten Analyse als statistisch signifikant gewertet. Nur die komplett vollständigen Fälle wurden für die uni- und multivariate Analyse verwendet.

Ergebnisse

Patientencharakteristika

Von den insgesamt 343 eingeschlossenen Patienten erhielten 68 (20%) eine O2-Therapie zum Zeitpunkt der Datenerhebung. Das Medianalter lag bei 66 Jahren für die gesamte Population und unterschied sich nicht wesentlich zwischen den Patienten mit und ohne O2-Therapie (► **Tab. 1**). Die Hälfte der Patienten mit O2-Therapie, die O2 appliziert bekamen, befanden sich auf einer Intensiv- oder Intermediate Care Station, ein Drittel der mit Sauerstoff behandelten Patienten befand sich auf Normalstation. (► **Tab. 1**). Der mediane O2-Fluss lag bei 2 l/min (25. und 75. Quartile 1,5 und 3 l/min). Ein Fünftel der Gesamtpatienten hatten ein Hyperkapnie-Risiko. Der Anteil der Studienteilnehmer mit Hyperkapnie-Risiko war in der Gruppe mit O2-Therapie höher und lag bei 29%. Der Anteil der Patienten mit O2- bzw. mit Hyperkapnie-Risiko stieg mit dem Alter an.

Sauerstoffverschreibung

Die am häufigsten angewendeten O2-Applikationssysteme waren die Nasenbrille (49%) für Patienten auf Normalstationen und der Endotrachealtubus oder die Trachealkanüle (32%) für den Intensivbereich (► **Tab. 1**). Venturi-Masken kamen zum Zeitpunkt der Erhebung nicht zum Einsatz (► **Tab. 1**).

Für 194/343 (57%) untersuchten Patienten beziehungsweise für 46/68 (68%) Patienten mit einer O2-Therapie lag eine SOP zur O2-Anwendung auf den jeweiligen Stationen vor (► **Tab. 2**). Diese Patienten lagen auf internistischen oder interdisziplinären Intensivstationen. Was die Patienten mit O2 betrifft, hatten 26/68 (41%) eine schriftliche Verordnung, aber nur 19/68 (28%) mit Angabe eines Zielbereiches. Lediglich bei 17/68 (25%) Patienten fand sich eine vollständig adäquate O2-Verordnung (= schriftliche Verordnung mit SpO2-Zielbereich sowie tagesaktuellen Vitalwerten) und bei 15/68 (22%) wurden die Zielbereiche für die SpO2 eingehalten (► **Abb. 2**). Patienten mit adäquaten Verordnungen lagen ausschließlich auf internistischen Stationen.

Es war lediglich bei 2% der Patienten ohne O2-Therapie eine Verordnung hinterlegt (z. B. für den Fall einer respiratorischen Verschlechterung außerhalb der Regeldienstzeiten) (► **Tab. 2**).

Die uni- und multivariate Regressionsanalyse hat lediglich eine Beatmung in den letzten 24 h als Prädiktor für eine adäquate O2-Therapie identifiziert (OR 12.61 (2.49, 63.92), p-Wert = 0,002). Weder das Vorhandensein einer pneumologischen Abteilung im Krankenhaus, noch eine pneumologische Hauptdiagnose oder ein Hyperkapnie-Risiko waren Prädiktoren für eine adäquate Therapie (► **Tab. 3**).

► **Tab. 2** Überwachung und Dokumentation der O₂-Therapie.

	Gesamt n = 343	O ₂ -Therapie n = 68 (20 %)	Keine O ₂ -Therapie, n = 275 (80 %)
Schriftliche O ₂ Verordnung vorhanden – n (%)	34 (10)	28 (41)	6 (2)
Schriftliche O ₂ Verordnung mit Ziel-SpO ₂ – n (%)	23/34 (68)	19/28 (68)	4/6 (67)
SOP zu O ₂ -Therapie vorhanden	194 (57)	46 (68)	148 (54)
SpO ₂ Messung durchgeführt – n (%)	229 (67)	62 (91)	167 (61)
Letzte SpO ₂ (%) – Median (25., 75. Perzentil)	97 (95, 98)	96 (94, 97)	97 (96, 98)
SpO ₂ über Ziel unter O ₂ – n (%)		32/62 (52)	
SpO ₂ unter Ziel unter O ₂ – n (%)		9/62 (15)	
SpO ₂ im Ziel unter O ₂ – n (%)		20/62 (32)	
AF- Messung durchgeführt – n (%)	104 (30)	28 (41)	76 (28)
Letzte AF – Median (25., 75. Perzentil)	17 (15, 18)	20 (16, 22)	16 (15, 18)
Tachypnoe (AF >20) – n (%)	12/104 (12)	9/28 (32)	3/76 (4)
Durchgeführte Messungen – n (%)			
▪ Weder AF noch SpO ₂ -Messung durchgeführt	113 (33)	6 (9)	107 (39)
▪ AF oder SpO ₂ durchgeführt	127 (37)	34 (50)	93 (34)
▪ AF und SpO ₂ durchgeführt	103 (30)	28 (41)	75 (27)
Arterielle oder kapilläre BGA durchgeführt – n (%)	117 (34)	52 (76)	65 (24)
pO ₂ – Werte			
▪ Normoxämie – n (%)	71/117 (61)	33/52 (64)	38/65 (59)
▪ Hyperoxämie – n (%)	15/117 (13)	9/52 (17)	
▪ Hypoxämie – n (%)	31/117 (26)	10/52 (19)	27/65 (41)
pCO ₂ – Werte			
▪ Normokapnie – n (%)	64/117 (54)	33/52 (62)	31/65 (47)
▪ Hyperkapnie – n (%)	29/117 (24)	12/52 (27)	17/65 (26)
▪ Hypokapnie – n (%)	26/117 (22)	8/52 (15)	18/65 (27)
Letzter pO ₂ (mmHg) – Median (25., 75. Perzentil)	72 (59, 86)	76 (62, 95)	72 (47, 83)
Letzter pCO ₂ (mmHg) – Median (25., 75. Perzentil)	39 (35, 44)	41 (36, 44)	38 (34, 46)

O₂: Sauerstoff; CO₂: Kohlenstoffdioxid; SOP: standard operating procedure; SpO₂: pulsoxymetrische Sauerstoffsättigung; AF: Atemfrequenz; BGA: Blutgasanalyse, pO₂: Sauerstoffpartialdruck, pCO₂: Kohlenstoffdioxidpartialdruck.

Überwachung und Dokumentation der O₂-Therapie

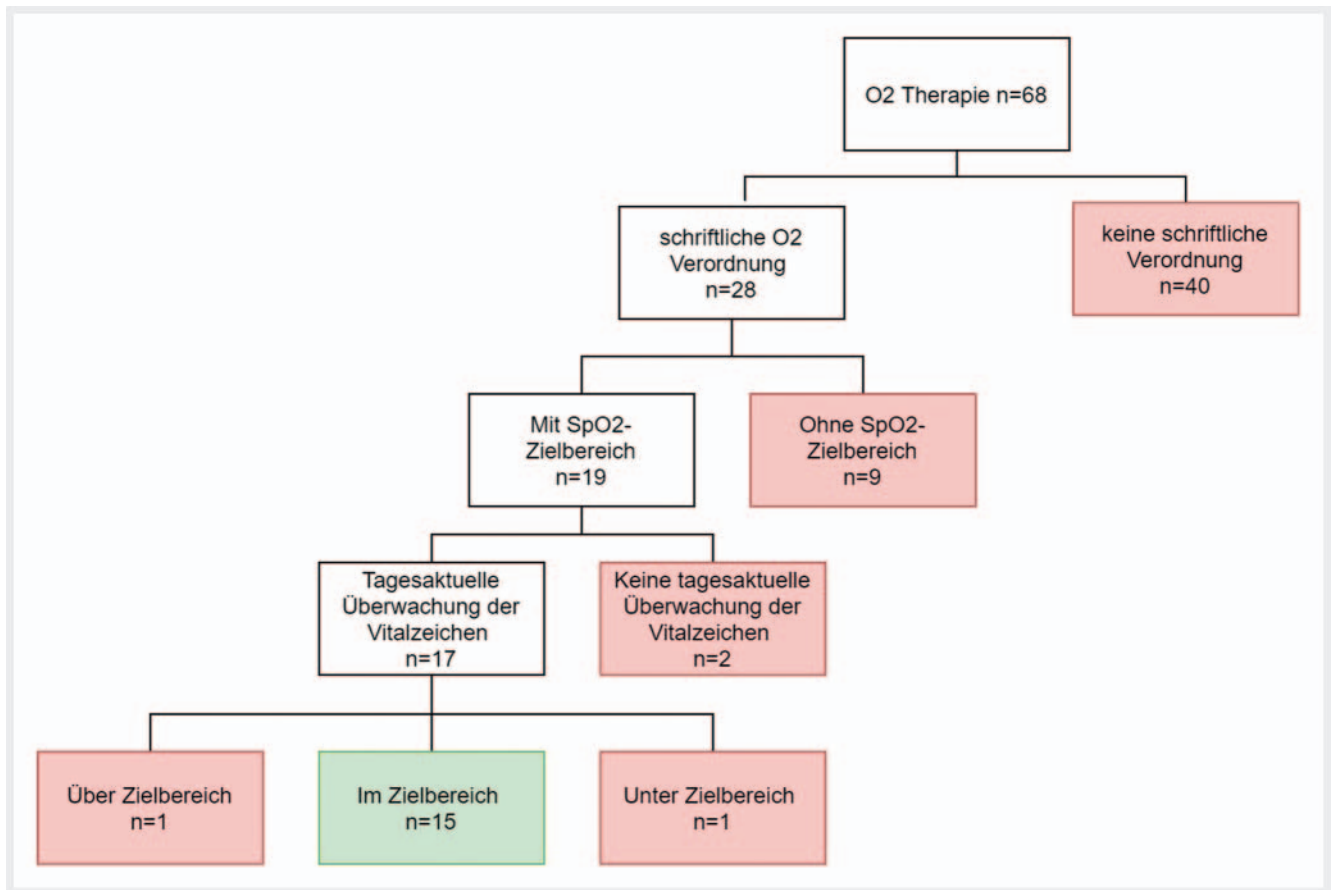
Bei einem Drittel der untersuchten Patienten war weder Sauerstoffsättigung (SpO₂) noch Atemfrequenz (AF) tagesaktuell dokumentiert. Eine vollständige Dokumentation aller Vitalparameter erfolgte lediglich bei 30 % der Studienpopulation. In der Gruppe der Patienten mit O₂-Therapie gab es bei 9 % der Patienten überhaupt keine Dokumentation der respiratorischen Vitalparameter (► **Tab. 2**). Bei 76 % der Patienten mit O₂-Therapie wurde diese mittels arterieller oder kapillärer Blutgasanalyse (BGA) in den letzten 7 Tagen überwacht. In den Blutgasanalysen wiesen 64 % eine Normoxämie, und 17 % bzw. 19 % eine Hyperoxämie oder Hypoxämie auf. Interessanterweise befanden sich 41 % der Patienten ohne O₂-Therapie, bei denen eine BGA durchgeführt wurde, in einem hypoxämischen Bereich (► **Tab. 2**).

Diskussion

Dies ist die erste deutsche Datenerhebung zur O₂-Anwendung bei akut erkrankten Patienten unterschiedlicher stationärer Bereiche und dient als Bestandsaufnahme vor der Implementierung der S3-Leitlinie „Sauerstoff in der Akuttherapie bei Erwachsenen“.

Ähnlich wie bei den britischen oder australischen Auditerhebungen zur O₂-Therapie war diese häufig angewendet, aber wenig standardisiert und unzureichend dokumentiert sowie überwacht [1, 15–17].

Die Qualitätsindikatoren für eine adäquate O₂-Therapie sind das Vorhandensein einer SOP zu dieser Therapie in dem Bereich, in dem der Patient behandelt wird, das Vorliegen einer schriftlichen ärztlichen Verordnung mit Ziel-SpO₂ und die konsequente Dokumentation der kompletten Vitalparameter. Der Anteil der von uns untersuchten Patienten mit O₂-Therapie, für die eine



► **Abb. 2** Flussdiagramm für Patienten mit einer adäquaten O-Therapie. Grün: adäquat, rot: inadäquat.

O2-SOP vorlag (68%) unterschied sich nicht von britischen Daten dazu (70%) [1, 2]. Im Gegensatz zu britischen Daten, die zeigten, dass bereits im Jahre 2015 ca. 58% der Patienten eine schriftliche O2-Verordnung mit Ziel-SpO2 hatten, lag lediglich bei 17/68 (25%) der deutschen Patienten mit O2-Therapie eine gültige Verordnung nach den gleichen Kriterien vor [1, 2]. Zudem wurde die SpO2 nur bei zwei Dritteln und die AF nur bei einem Drittel der von uns eingeschlossenen Patienten dokumentiert. Im Gegensatz dazu wurde bei 55/208 der in ein britisches nationales Audit eingeschlossenen Patienten die SpO2 zuverlässig dokumentiert [1, 2]. In unserer Studie wurde bei 3 Patienten ohne O2-Therapie eine Tachypnoe dokumentiert sowie bei 27 Patienten in diesem Kollektiv wurden pO2-Werte unterhalb 60 mmHg erfasst.

Darüber hinaus lag die SpO2 lediglich bei 15/68 (22%) der Patienten mit O2-Therapie im Zielbereich, wobei in Großbritannien dieser Anteil bei 69% lag [1, 2]. In den letzten Jahrzehnten wurden weltweit mehrere Auditverfahren zur O2-Therapie durchgeführt, deren Ergebnisse zum Anlass genommen wurden, gezielte Schulungen des Personals vorzunehmen, welche im Verlauf die Qualität der O2-Therapie angehoben haben [16, 18–22].

Studien, die in Notaufnahmen durchgeführt wurden, deuten darauf hin, dass die SpO2 zu den wichtigsten Prädiktoren der Krankenhaus-Sterblichkeit zählt [23]. In einer Analyse von ca. einer Million Vitalwerte in einem amerikanischen Zentrum der Maximalversorgung war das Vorhandensein dreier abnormer

Vitalparameter im Laufe eines stationären Aufenthaltes mit einer erheblich steigenden Mortalität assoziiert [24]. Insbesondere die AF scheint mit einer erhöhten Sensitivität eine klinische Verschlechterung anzuzeigen. Diese Erkenntnisse werden zur Entwicklung von Frühwarnsystemen angewendet, die relevante klinische Veränderungen anzeigen und vermeidbare Krankenhaus-Letalität minimieren können [25, 26]. Das Problem der inadäquaten oder inkompletten Dokumentation der Vitalparameter betrifft allerdings nicht nur das deutsche Gesundheitssystem. Im Rahmen anderer nationaler Auditverfahren fiel auf, dass die AF am häufigsten ausgelassen wird [27, 28]. Hierzu gibt es bisher in Deutschland allerdings noch keinerlei gesetzliche Vorgaben. Durch Erhebung der AF können die klinische Verschlechterung und eine ungünstige Prognose frühzeitig erkannt werden [25, 26]. Eine qualitative Studie, die in Form von semi-strukturierten Interviews mit Vertretern der Pflegeberufe der Frage nachgegangen ist, warum die AF oft nicht gemessen wird, identifizierte Zeitmangel, mangelnde Kenntnisse über die Wichtigkeit dieses Parameters und fehlende Möglichkeiten einer automatisierten Messung als Hauptgründe [29]. Eine Untersuchung der Ärzteschaft zeigte wiederum eine fehlerhafte Abschätzung der AF in bis zu 52% der Fälle [30].

Angesichts dieser Ergebnisse besteht dringender Bedarf an regelmäßigen bundesweiten Schulungen bezüglich Indikation, Verlaufskontrollen, Dokumentation und schriftlicher Verordnung

► **Tab. 3** Prädiktoren für eine adäquate Sauerstofftherapie.

Kovariate	Adäquate O ₂ Therapie n (%) – 15 (22)	Inadäquate O ₂ Therapie n (%) – 53 (78)	Univariate Regressionsanalyse		Multivariate Regressionsanalyse	
			Odds Ratio (95 % KI)	p	Odds Ratio (95 % KI)	p
Zentrum mit Pneumologie – n (%)						
▪ Nein (n = 1)	3 (27)	8 (73)	(Ref)	(Ref)		
▪ Ja (n = 2)	12 (21)	45 (79)	0.71 (0.16, 3.1)	0.65		
Geschlecht – n (%)						
▪ männlich	14 (32)	30 (68)	(Ref)	(Ref)	(Ref)	(Ref)
▪ weiblich	1 (4)	23 (96)	0.09 (0.01, 0.76)	0.02	0.1 (0.01, 1.05)	0.06
Alter (Jahre) – median (25., 75. Perzentil)	62 (49, 71)	70 (59, 81)	0.97 (0.93, 1)	0.07	1 (0.96, 1.05)	0.76
Hyperkapnie-Risiko – n (%)						
▪ Nein	12 (27)	33 (73)	(Ref)	(Ref)		
▪ Ja	3 (17)	15 (83)	0.55 (0.13, 2.24)	0.4		
Hauptdiagnose pneumologisch – n (%)						
▪ Nein	9 (20)	37 (80)	(Ref)	(Ref)		
▪ Ja	6 (27)	16 (73)	1.54 (0.47, 5.05)	0.47		
Invasive Beatmung letzte 24 h – n (%)						
▪ Nein	3 (7)	41 (93)	(Ref)	(Ref)	(Ref)	(Ref)
▪ Ja	12 (50)	12 (50)	13.67 (3.3, 56.5)	<0.001	12.62 (2.49, 63.92)	0.002

O₂: Sauerstoff; KI: Konfidenzintervall; Ref: Referenz.

der O₂-Therapie sowohl für ärztliches als auch für pflegerisches Personal. Internationale Erfahrungen zeigen, dass die Einführung einer nationalen Leitlinie zur Sauerstoffverordnung in Akutsituationen, regelmäßige nationale Auditverfahren und konsequente Schulungen des Personals die Qualität der O₂-Anwendung erhöhen können [1, 2, 17, 18, 31]. Aus einer kürzlich publizierten qualitativen Analyse zu den Ansichten des intensivmedizinischen und pflegerischen Personals zur O₂-Therapie geht hervor, dass die Hyperoxämie häufig nicht als gefährlich eingeschätzt wird, wohingegen die Hypoxämie Sorgen bereitet. Darüber hinaus scheinen die aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse zur Sicherheit der konservativen O₂-Therapie im Intensivsetting wenig bekannt zu sein und es wurden Fortbildungen dazu gewünscht [4, 6, 32].

Zu den Limitationen dieser Studie zählt die niedrige Zahl an eingeschlossenen Patienten und Zentren, was die Repräsentativität der erhobenen Daten einschränkt. Darüber hinaus handelt es um eine Querschnittstudie über einen kurzen Zeitraum, sodass womöglich Schwankungen der Patientenzahlen oder Diagnosen nicht erfasst werden konnten. Nicht zu vergessen ist auch die Tatsache, dass wir die Datenerhebung nur regional durchführen konnten, sodass die landes- und bundesweite Repräsentativität der Ergebnisse entsprechend eingeschränkt ist.

Zusammenfassend zeigt unsere Studie trotz dieser Einschränkungen, dass es erheblichen Verbesserungsbedarf im Sauerstoffmanagement in den untersuchten Kliniken in Hannover gibt. Wir befürchten, dass dies dem nationalen Stand entsprechen könnte und wir wünschen uns regelmäßige Auditverfahren zu dem

Thema. Die kürzlich erschienene S3 Leitlinie ‚Sauerstoff in der Akuttherapie beim Erwachsenen‘ sollte zum Anlass genommen werden, sowohl das ärztliche als auch das pflegerische Krankenhauspersonal zur Indikationsstellung, Anwendung und Dokumentation der Sauerstofftherapie zu schulen und so die Patientensicherheit zu verbessern.

KERNAUSSAGEN

- Von 343 Patienten erhielten 68 (20 %) eine Sauerstoff (O₂) Therapie
- Die Hälfte der O₂ Therapien erfolgte auf Intensiv- oder Intermediate Care Stationen. Ein Drittel auf Normalstationen.
- Sowohl die O₂-Indikationsstellung, O₂-Anwendung als auch die Dokumentation der Vitalwerte unter Therapie war suboptimal
- Die kürzlich veröffentlichte S3-Leitlinie zur Sauerstofftherapie sollte genutzt werden, um das ärztliche und pflegerische Krankenhauspersonal zur korrekten O₂-Therapie zu schulen

Interessenkonflikte

Jens Gottlieb und Thomas Fühner sind Autoren der S3-Leitlinie Sauerstoff in der Akuttherapie beim Erwachsenen; die anderen Autoren geben an, kein Interessenkonflikt zu haben.

Literatur

- [1] O'Driscoll BR, Howard LS, Earis J et al. BTS guideline for oxygen use in adults in healthcare and emergency settings. *Thorax* 2017; 72: ii1–ii90. doi:10.1136/thoraxjnl-2016-209729
- [2] O'Driscoll R. British Thoracic Society Emergency Oxygen Audit Report National Audit Period: 15 August – 1 November 2015. In; 2016
- [3] Beasley R, Mackle D. Increased risk of mortality with liberal oxygen therapy compared with conservative oxygen therapy in critically ill adults. *BMJ Evidence-Based Medicine* 2019; 24: 113–114. doi:10.1136/bmjebm-2018-111054
- [4] Chu DK, Kim LHY, Young PJ et al. Mortality and morbidity in acutely ill adults treated with liberal versus conservative oxygen therapy (IOTA): a systematic review and meta-analysis. *The Lancet* 2018; 391: 1693–1705. doi:10.1016/s0140-6736(18)30479-3
- [5] Turner CE, Barker-Collo SL, Connell CJ et al. Acute hypoxic gas breathing severely impairs cognition and task learning in humans. *Physiol Behav* 2015; 142: 104–110. doi:10.1016/j.physbeh.2015.02.006
- [6] Curtis BR, Rak KJ, Richardson A et al. Perceptions of Hyperoxemia and Conservative Oxygen Therapy in the Management of Acute Respiratory Failure. *Ann Am Thorac Soc* 2021; 18: 1369–1379. doi:10.1513/AnnalsATS.202007-802OC
- [7] Schjørring OL, Perner A, Wetterslev J et al. Handling Oxygenation Targets in the Intensive Care Unit (HOT-ICU) – Protocol for a randomised clinical trial comparing a lower vs a higher oxygenation target in adults with acute hypoxaemic respiratory failure. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica* 2019. doi:10.1111/aas.13356
- [8] Gottlieb J, Capetian P, Hamsen U et al. [German S3 Guideline – Oxygen Therapy in the Acute Care of Adult Patients]. *Pneumologie* 2021. doi:10.1055/a-1554-2625
- [9] Beasley R, Chien J, Douglas J et al. Thoracic Society of Australia and New Zealand oxygen guidelines for acute oxygen use in adults: “Swimming between the flags”. *Respirology* 2015; 20: 1182–1191. doi:10.1111/resp.12620
- [10] MacIntyre NR. Tissue hypoxia: implications for the respiratory clinician. *Respir Care* 2014; 59: 1590–1596. doi:10.4187/respcare.03357
- [11] Hanson CW 3rd, Marshall BE et al. Causes of hypercarbia with oxygen therapy in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Crit Care Med* 1996; 24: 23–28. doi:10.1097/00003246-199601000-00007
- [12] Barbateskovic M, Schjørring OLL, Jakobsen JC et al. Higher versus lower inspiratory oxygen fraction or targets of arterial oxygenation for adult intensive care patients. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2017. doi:10.1002/14651858.Cd012631
- [13] Edmark L, Kostova-Aherdan K, Enlund M et al. Optimal oxygen concentration during induction of general anesthesia. *Anesthesiology* 2003; 98: 28–33. doi:10.1097/0000542-200301000-00008
- [14] Farquhar H, Weatherall M, Wijesinghe M et al. Systematic review of studies of the effect of hyperoxia on coronary blood flow. *Am Heart J* 2009; 158: 371–377. doi:10.1016/j.ahj.2009.05.037
- [15] Cousins JL, Wark PA, McDonald VM. Acute oxygen therapy: a review of prescribing and delivery practices. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2016; 11: 1067–1075. doi:10.2147/COPD.S103607
- [16] Parke RL, Eastwood GM, McGuinness SP et al. Oxygen therapy in non-intubated adult intensive care patients: a point prevalence study. *Crit Care Resusc* 2013; 15: 287–293
- [17] Kamran A, Chia E, Tobin C. Acute oxygen therapy: an audit of prescribing and delivery practices in a tertiary hospital in Perth, Western Australia. *Intern Med J* 2018; 48: 151–157. doi:10.1111/imj.13612
- [18] Medford A, Bowen J, Harvey J. Improved oxygen prescribing using a nurse-facilitated reminder. *Br J Nurs* 2009; 18: 730–734. doi:10.12968/bjon.2009.18.12.42886
- [19] Heartshorne R, Cardell J, O'Driscoll R et al. Implementing target range oxygen in critical care: A quality improvement pilot study. *J Intensive Care Soc* 2021; 22: 17–26. doi:10.1177/1751143719892784
- [20] Helmerhorst HJ, Schultz MJ, van der Voort PH et al. Effectiveness and Clinical Outcomes of a Two-Step Implementation of Conservative Oxygenation Targets in Critically Ill Patients: A Before and After Trial. *Crit Care Med* 2016; 44: 554–563. doi:10.1097/CCM.0000000000001461
- [21] Gunathilake R, Lowe D, Wills J et al. Implementation of a multicomponent intervention to optimise patient safety through improved oxygen prescription in a rural hospital. *Aust J Rural Health* 2014; 22: 328–333. doi:10.1111/ajr.12115
- [22] Cousins JL, Wark PA, McDonald VM. Acute oxygen therapy: a review of prescribing and delivery practices. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2016; 11: 1067–1075. doi:10.2147/COPD.S103607
- [23] Goodacre S, Turner J, Nicholl J. Prediction of mortality among emergency medical admissions. *Emerg Med J* 2006; 23: 372–375. doi:10.1136/emj.2005.028522
- [24] Bleyer AJ, Vidya S, Russell GB et al. Longitudinal analysis of one million vital signs in patients in an academic medical center. *Resuscitation* 2011; 82: 1387–1392. doi:10.1016/j.resuscitation.2011.06.033
- [25] Masson H, Stephenson J. Investigation into the predictive capability for mortality and the trigger points of the National Early Warning Score 2 (NEWS2) in emergency department patients. *Emerg Med J* 2021. doi:10.1136/emermed-2020-210190
- [26] Prasad PA, Fang MC, Martinez SP et al. Identifying the Sickest During Triage: Using Point-of-Care Severity Scores to Predict Prognosis in Emergency Department Patients With Suspected Sepsis. *J Hosp Med* 2021; 16: 453–461. doi:10.12788/jhm.3642
- [27] Leuvan CH, Mitchell I. Missed opportunities? An observational study of vital sign measurements. *Crit Care Resusc* 2008; 10: 111–115
- [28] McGain F, Cretikos MA, Jones D et al. Documentation of clinical review and vital signs after major surgery. *Med J Aust* 2008; 189: 380–383. doi:10.5694/j.1326-5377.2008.tb02083.x
- [29] Hogan J. Why don't nurses monitor the respiratory rates of patients? *Br J Nurs* 2006; 15: 489–492. doi:10.12968/bjon.2006.15.9.21087
- [30] Philip KE, Pack E, Cambiano V et al. The accuracy of respiratory rate assessment by doctors in a London teaching hospital: a cross-sectional study. *J Clin Monit Comput* 2015; 29: 455–460. doi:10.1007/s10877-014-9621-3
- [31] Nguyen B, Gunaratne Y, Kemp T et al. The Oxygen project: a prospective study to assess the effectiveness of a targeted intervention to improve oxygen management in hospitalised patients. *Intern Med J* 2021; 51: 660–665. doi:10.1111/imj.15249
- [32] Schjørring OL, Klitgaard TL, Perner A et al. Lower or Higher Oxygenation Targets for Acute Hypoxemic Respiratory Failure. *N Engl J Med* 2021; 384: 1301–1311. doi:10.1056/NEJMoa2032510