



Sauerstoff in der Akuttherapie beim Erwachsenen

Kurzversion der S3-Leitlinie

Jens Gottlieb^{1,2} · Philipp Capetian³ · Uwe Hamsen⁴ · Uwe Janssens⁵ ·
 Christian Karagiannidis⁶ · Stefan Kluge⁷ · Marco König⁸ · Andreas Markewitz⁹ ·
 Monika Nothacker¹⁰ · Sabrina Roiter¹¹ · Susanne Unverzagt¹² · Wolfgang Veit¹³ ·
 Thomas Volk¹⁴ · Christian Witt¹⁵ · René Wildenauer¹⁶ · Heinrich Worth¹⁷ ·
 Thomas Fühner^{2,18}

¹ Klinik für Pneumologie OE 6870, Medizinische Hochschule Hannover, Hannover, Deutschland; ² Biomedical Research in End-stage and Obstructive Lung Disease Hannover (BREATH), Deutsches Zentrum für Lungenforschung (DZL), Hannover, Deutschland; ³ Klinik für Neurologie, Neurologische Intensivstation, Universitätsklinikum Würzburg, Würzburg, Deutschland; ⁴ Fachbereich für Unfallchirurgie und Orthopädie, Berufsgenossenschaftliches Universitätsklinikum Bergmannsheil, Bochum, Deutschland; ⁵ Innere Medizin und internistische Intensivmedizin, Sankt Antonius Hospital GmbH, Eschweiler, Deutschland; ⁶ Abteilung für Pneumologie und Beatmungsmedizin, ARDS/ECMO Zentrum, Lungenklinik Köln-Merheim, Köln, Deutschland; ⁷ Klinik für Intensivmedizin, Universitätsklinikum Eppendorf, Hamburg, Deutschland; ⁸ Deutscher Berufsverband Rettungsdienst e. V., Lübeck, Deutschland; ⁹ ehem. Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie, Bundeswehrzentral Krankenhaus Koblenz, Koblenz, Deutschland; ¹⁰ Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V., Marburg, Deutschland; ¹¹ Intensivstation, Israelitisches Krankenhaus Hamburg, Hamburg, Deutschland; ¹² Abteilung für Allgemeinmedizin, Universität Leipzig, Leipzig, Deutschland; ¹³ Bundesverband der Organtransplantierten e. V., Marne, Deutschland; ¹⁴ Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie, Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg/Saar, Deutschland; ¹⁵ Seniorprofessor Innere Medizin und Pneumologie, Charité Berlin, Berlin, Deutschland; ¹⁶ Hausarztzentrum Wiesentheid, Wiesentheid, Deutschland; ¹⁷ Facharztzentrum Fürth, Fürth, Deutschland; ¹⁸ Krankenhaus Siloah, Klinik für Pneumologie und Beatmungsmedizin, Klinikum Region Hannover, Hannover, Deutschland

Einleitung

Sauerstoff (O₂) wird in den Körperzellen benötigt, um aus den Nährstoffen Energie zu gewinnen. Im Blut wird O₂ überwiegend an Hämoglobin (Hb) des Erythrozyten gebunden. Die Menge von O₂ im Blut kann als Messung der Sauerstoffsättigung des Hämoglobins oder durch Messung des O₂-Partialdrucks (p_aO₂) ausgedrückt werden.

Die Sauerstoffsättigung als zentraler Zielparameter hat den Vorteil eines gemeinsamen Zielparameters in Pulsoxymetrie (S_pO₂) und Blutgasanalysen (S_aO₂). In einer großen britischen Studie an 37.000 Patienten lag die pulsoxymetrisch gemessene O₂-Sättigung (S_pO₂) im Median bei 98 % für Erwachsene im Alter von 18 bis 64 Jahre, für Ältere bei 96 % [1].

Die Pulsoxymetrie hat eine hohe Sensitivität, aber nur eine geringe Spezifität zur Erfassung von Hypoxämien. Bei kritisch kranken Patienten liegt das 95 %-Konfi-

denzintervall der Abweichung von pulsoxymetrischer zu arterieller Sättigung bei ±4 % [2].

Bei einer Hypoxämie ist der Sauerstoffpartialdruck oder der Sauerstoffgehalt im arteriellen Blut erniedrigt. Eine Hypoxie bezeichnet dagegen die Unterversorgung von Organen und Gewebe mit Sauerstoff.

Eine hypoxämische Hypoxie liegt vor, wenn der Sauerstoffpartialdruck im Blut vermindert ist.

Es gibt derzeit keine genaue wissenschaftliche Evidenz, wann und wie viel Sauerstoff in der Behandlung der Hypoxämie notwendig ist. An großen Kollektiven von Krankenhauspatienten und Patienten im Rettungseinsatz wurde die Assoziation einer Hypoxämie mit erhöhter Sterblichkeit beschrieben [3, 4].

Permissive Hypoxämie setzt ausreichende Hämoglobinwerte (üblicherweise >10 g/dl) und einen supranormalen Herzindex (größer 4,5 l/min/m²) voraus, um



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

Hier steht eine Anzeige.



eine adäquate Sauerstoffversorgung (DO_2) aufrechtzuerhalten. Permissive Hypoxämie wurde bisher nicht in randomisierten Studien bei Erwachsenen gegenüber Normoxämie untersucht.

Es gibt Patienten mit chronischer Hypoxämie (z. B. der Fetus, Patienten mit Mischzyanose, Bevölkerungsgruppen, die in großer Höhe leben, oder solche mit chronischer Hypoventilation), die trotz Hypoxämie nicht akut gefährdet sind. Aus historischen Veröffentlichungen der Höhenmedizin und Flugmedizin [5] ist bekannt, dass Sättigungswerte von unter 70 % innerhalb kurzer Zeit zu Bewusstseinsverlust führen. Selbst gesunde Probanden haben bei Hypoxämien unter 80 % kognitive Einschränkungen [6].

Es ist unklar, welchen Einfluss die Sauerstofftherapie auf das Überleben und andere patientenrelevante Endpunkte hat.

Es gibt zahlreiche Argumente gegen Hyperoxie und Hyperoxämie als Therapieziel: Bei Hyperoxämie unter O_2 sind eine Reihe von Nebenwirkungen beschrieben [7]. Eine Metaanalyse von 25 randomisierten, kontrollierten Studien an 16.037 Patienten mit verschiedenen akuten Erkrankungen wie Sepsis, Schlaganfall, Trauma, Herzinfarkt und Herzstillstand zeigte mit hoher Evidenz ein erhöhtes relatives Risiko der Sterblichkeit im Krankenhaus unter Hyperoxämie [8]. Hohe O_2 -Konzentrationen verursachen bei Gesunden direkte Lungentoxizität und Resorptionsatelektasen [9, 10]. Hyperoxämie kann zu fälschlich beruhigenden S_pO_2 -Werten führen und die Erkennung der Verschlechterung von Patienten mit Hypoxämie verzögern [11, 12]. Bei COPD-Patienten war eine prästationäre Hyperoxämie mit erhöhter Krankenhaussterblichkeit verbunden [13]. In 21 Studien an 7597 Patienten verbesserte Hyperoxie intra- und postoperativ die Wundheilung nicht [14].

Methoden

Federführende Fachgesellschaft ist die Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin (DGP). Die Leitlinie wurde von der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin (DGP) im Rahmen des Leitlinienprogramms gefördert.

Hintergrund: Sauerstoff (O_2) ist ein Arzneimittel mit spezifischen Eigenschaften, einem definierten Dosis-Wirkungs-Bereich und O_2 hat unerwünschte Wirkungen. Im Jahr 2015 wurden 14 % einer Stichprobe von britischen Krankenhauspatienten mit Sauerstoff behandelt, davon hatten nur 42 % eine Verordnung. Gesundheitspersonal ist häufig unsicher über die Relevanz einer Hypoxämie und es besteht ein eingeschränktes Bewusstsein für die Risiken einer Hyperoxämie. In den letzten Jahren wurden zahlreiche randomisierte, kontrollierte Studien zur Sauerstofftherapie veröffentlicht.

Methoden: Im Rahmen des Leitlinienprogramms der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V. (AWMF) wurde unter Beteiligung von 10 Fachgesellschaften diese S3-Leitlinie auf Basis einer Literaturrecherche bis zum 01.02.2021 entwickelt. Zur Literaturbewertung wurde das System des Oxford Centre for Evidence-Based Medicine (CEBM; „The Oxford 2011 Levels of Evidence“) verwendet. Die Bewertung der Evidenzqualität erfolgte anhand des Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE) und die Leitlinienempfehlungen wurden formal konsentiert.

Ergebnisse: Die Leitlinie enthält 34 evidenzbasierte Empfehlungen zu Indikation, Verordnung, Überwachung und Abbruch der Sauerstofftherapie in der Akutversorgung. Die Indikation für Sauerstoff ist hauptsächlich die Hypoxämie. Hypoxämie und Hyperoxämie sollten aufgrund der Assoziation mit einer erhöhten Sterblichkeit vermieden werden. Die Leitlinie empfiehlt Zielbereiche der Sauerstoffsättigung für die Sauerstoff-Akuttherapie ohne Differenzierung zwischen verschiedenen Diagnosen. Zielbereiche sind abhängig vom Hyperkapnierisiko und Beatmungsstatus. Die Leitlinie bietet einen Überblick über verfügbare Sauerstoffzufuhrsysteme und enthält Empfehlungen für deren Auswahl basierend auf Patientensicherheit und -komfort.

Fazit: Dies ist die erste nationale Leitlinie zum Einsatz von Sauerstoff in der Akutmedizin. Sie richtet sich an medizinisches Fachpersonal, das Sauerstoff außerklinisch und stationär anwendet, und ist bis zum 30.06.2024 gültig.

Schlüsselwörter

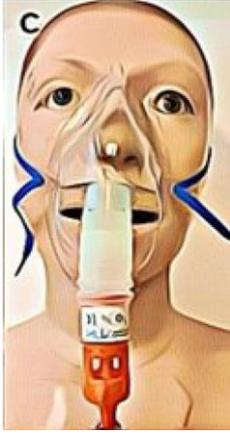
Sauerstofftherapie · High-flow-Sauerstoff · Pulsoxymetrie · Hypoxämie · Hyperoxämie

Bei der Anmeldung der Leitlinie war die Beteiligung folgender Fachgesellschaften vorgesehen: Deutsche Gesellschaft für Innere Medizin (DGIM), Deutsche Gesellschaft für Chirurgie (DGCH), Deutsche Gesellschaft für Internistische Intensivmedizin und Notfallmedizin (DGIIN), Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGA), Deutsche Gesellschaft für Neurointensiv- und Notfallmedizin (DGN), Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI), Deutsche Gesellschaft für Kardiologie (DGK), Deutsche Gesellschaft für Pflegewissenschaften (DGP), Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin (DEGAM). Aufgrund mangelnder Ressourcen hat die DEGAM keinen Mandatsträger entsandt, alle anderen Fachgesellschaften waren durch Mandatsträger vertreten. Beratend war der Deutsche Berufsverband Rettungsdienst (DBRD) e. V. eingebunden und als Patientenvertreter Wolfgang Veit vom Bundesverband der Organtransplantier-

ten (BDO e. V.) beteiligt. Patientenvertreter und ein Vertreter des DBRD nahmen an den Konsensuskonferenzen teil.

Die Leitlinienentwicklung wurde methodisch begleitet von Monika Nothacker, MPH (AWMF), Berlin, die Evidenzaufarbeitung erfolgte durch Susanne Unverzagt, Abteilung Allgemeinmedizin, Universitätsklinikum Leipzig.

Die Leitlinie soll für die Behandlung von Sauerstoff akut kranker Erwachsener im stationären und präklinischen Bereich gelten. Diese Leitlinie soll auch Empfehlungen für kritisch kranke Patienten (z. B. solche auf Intensivstationen inklusive Patienten an invasiver Beatmung und extrakorporalen Verfahren) einschließen. Ebenso sollen Empfehlungen zur Sauerstoffbehandlung bei Eingriffen mit dem Ziel der erhaltenen Spontanatmung z. B. in der Endoskopie enthalten sein. Ausgeschlossen im Geltungsbereich dieser Leitlinie sind die Anwendung von Sauerstoff in der Tauch- und Höhenmedizin, die Langzeit-Sauerstofftherapie im häuslichen Bereich und

Tab. 1 Vor- und Nachteile verschiedener Sauerstoffapplikationssysteme			
	Abbildung	Vorteile	Nachteile
Nasenbrillen (F _i O ₂ 0,26–0,54)		Hoher Patientenkomfort Geringe Kosten Keine Beeinträchtigung Essen & Trinken	F _i O ₂ begrenzt F _i O ₂ abhängig von Mundöffnung und Atemfrequenz
Nasensonden (F _i O ₂ 0,2–0,4)		Belegen nur ein Nasenostium Geringe Kosten	Schleimhautreizitation
Einfache Gesichtsmasken (F _i O ₂ 0,35–0,60)	Ohne Abbildung	F _i O ₂ unabhängig von Mundöffnung geringe Kosten	Niedriger Patientenkomfort Hyperkapnierisiko bei Fluss <5 l/min Beeinträchtigung Essen & Trinken
Venturi-Masken (F _i O ₂ 0,24–0,60)		Geringeres Risiko von Hyperoxie und Hyperkapnie Geringe Aerosolbildung	Niedriger Patientenkomfort Erfahrung beim Personal notwendig Beeinträchtigung Essen & Trinken

die Gabe von Sauerstoff im Rahmen der Allgemeinanästhesie und in der Veterinärmedizin.

Die Leitliniengruppe legte bei ihrer konstitutionellen Sitzung 10 Schlüsselfragen für die Literaturrecherche fest.

Im vorliegenden Dokument handelt es sich um die Kurzversion der Leitlinie mit den wichtigsten 28 Empfehlungen. Eine ausführliche Langversion ist veröffentlicht [15, 51]. Unter <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/020-021.html> sind Interessenkonflikte, Evidenzberichte und Leitlinienberichte abrufbar.

Das methodische Vorgehen richtete sich nach dem AWMF-Regelwerk (<http://www.awmf-leitlinien.de>). Das Schema der Evidenzgraduierung erfolgte nach dem System des Oxford Centre for Evidence-Based Medicine (CEBM) in der Version von 2011. Die Formulierung von Empfehlungen erfolgte in 3 Graden: Empfehlung Grad A (starke Empfehlung) soll/soll nicht, Empfehlung Grad B (Empfehlung) sollte/sollte nicht, Empfehlung Grad 0 (offene Empfehlung) kann/kann verzichtet werden.

Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE) wurde verwendet, um die Qualität der Evidenz in Leitlinien einzuschätzen. Sterblichkeit und Lebensqualität wurden a priori als kritische Endpunkte von der Leitliniengruppe konsentiert.

Empfehlungen wurden im Expertenkonsens formuliert, wenn die systematische Recherche keine geeigneten Studien erbrachte. Bei der Bewertung der Interessenkonflikte wurden bei keinem Leitliniengruppenmitglied geringe, bei dreien moderate und kein hoher Interessenkonflikt festgestellt. Moderate Interessenkonflikte hatten eine Enthaltung bei der Abstimmung themenbezogener Empfehlungen zur Folge.

Empfehlungen

Diagnostik

Empfehlung 1.1

Die zugrunde liegenden Ursachen einer Hypoxämie sollen festgestellt und behandelt werden. Sauerstoff soll verabreicht werden,

Tab. 1 (Fortsetzung)			
	Abbildung	Vorteile	Nachteile
Reservoirmasken (F _i O ₂ 0,6–0,9)		Hohe F _i O ₂ Geeignet für Notfallsituation	Niedriger Patientenkomfort Hyperkapnierisiko bei Fluss <5 l/min Beeinträchtigung Essen & Trinken
High-flow-Kanülen (F _i O ₂ 0,3–1,0)		Hohe F _i O ₂ Gute F _i O ₂ -Kontrolle Hoher Patientenkomfort und akzeptable Aerosolbildung bei guter Anpassung Befeuchtung Akzeptable Aerosolbildung Moderater PEEP CO ₂ -Auswaschung im Totraum	Höherer Personalaufwand und Kosten Erfahrung beim Personal notwendig
Beatmungsmasken (F _i O ₂ 0,25–1,0)		Hohe F _i O ₂ Geringe Aerosolbildung (bei Einsatz von Zwei-Schlauchsystemen und Filtern)	Niedriger Patientenkomfort (u. a. Druckstellen, Klaustrophobie) Höherer Personalaufwand und Kosten

Abbildungen aus: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/020-021.html> [51]
 CPAP kontinuierlich positiver Atemwegsdruck, NIV nichtinvasive Beatmung, F_iO₂ inspiratorische Sauerstoffkonzentration, PEEP positiver endexpiratorischer Druck

um eine Hypoxämie und nicht um Atemnot zu behandeln.

Zustimmung: 100 %

Empfehlungsgrad: A

Evidenzqualität: Lebensqualität: hoch ⊕⊕⊕⊕

Literatur: Uronis 2007 [16], Uronis 2011 [17],

Cranston 2008 [18]

Empfehlung 2.2

Bei der Einschätzung von Patienten mit Atemnot sollen neben der Sauerstoffsättigung auch Atemfrequenz, Pulsfrequenz, Blutdruck, Temperatur und Bewusstseinslage bestimmt werden.

Zustimmung: 100 %

Empfehlungsgrad: A
Expertenmeinung

Empfehlung 2.1

Die Pulsoxymetrie soll in allen klinischen Situationen verfügbar sein, in denen Sauerstoff medizinisch verwendet wird, und zur Überwachung der Sauerstofftherapie regelmäßig eingesetzt werden.

Zustimmung: 100 %

Empfehlungsgrad: A

Evidenzqualität: Sterblichkeit: niedrig ⊕⊕⊕⊕,

Hypoxämien: moderat ⊕⊕⊕⊕, kardiovaskuläre Ereignisse: moderat ⊕⊕⊕⊕

Literatur: Pedersen 2014 [19]

Empfehlung 6.2

Blutgasanalysen zur Überwachung einer Sauerstofftherapie sollten unter stationären Bedingungen bei den folgenden Patientengruppen durchgeführt werden:

- Kritisch kranke Patienten, z. B. im Schock oder mit metabolischen Störungen
- Beatmete Patienten
- Patienten mit schwerer Hypoxämie (über 6 l O₂/min, bzw. F_iO₂ über 0,4)
- Patienten mit Hyperkapnierisiko (z. B. COPD, schweres Asthma, Adipositas mit BMI >40 kg/m²)
- Patienten ohne zuverlässiges Pulsoxymetriesignal

Für stabile Patienten außerhalb der genannten Indikationen sollte keine routinemäßige Bestimmung der Blutgase erfolgen.

Zustimmung: 92 %

Empfehlungsgrad: B

Expertenmeinung

Empfehlung 2.3

Blutgasanalysen aus arterialisiertem Kapillarblut am Ohrläppchen können im stationären Bereich zur Patienteneinschätzung außerhalb der Intensivstationen eingesetzt werden.

Zustimmung: 100 %

Empfehlungsgrad: 0

Evidenzqualität: Hypoxämie: niedrig ⊕⊕⊕⊕,

Lebensqualität: sehr niedrig ⊕⊕⊕⊕

Literatur: Zavorsky 2007 [20], Magnet 2017

[21], Ekkernkamp 2015 [22]

Empfehlung 2.4

Venöse Blutgasanalysen sollen für die Überwachung der Sauerstofftherapie nicht verwendet werden. Venöse Blutgasanalysen können lediglich bei einem pvCO₂ <45 mm Hg eine Hyperkapnie ausschließen.

Zustimmung: 100 %

Empfehlungsgrad: A

Evidenzqualität: Hypoxämie: moderat ⊕⊕⊕⊕

Hier steht eine Anzeige.



Sauerstoff (O ₂) – Verordnung		
Zielsättigungsbereich (SpO₂) <input type="checkbox"/> 88-92 % <input type="checkbox"/> 92-96 % <input type="checkbox"/> _____	Sauerstoffanwendung <input type="checkbox"/> Nasensonde (NS) <input type="checkbox"/> Nasenbrille (N) <input type="checkbox"/> Maske (M, ab 5 L/min) <input type="checkbox"/> Venturi-Maske (VM, Mindestfluss beachten) <input type="checkbox"/> blau / 24 % <input type="checkbox"/> weiß / 28 % <input type="checkbox"/> orange / 31 % <input type="checkbox"/> gelb / 35 % <input type="checkbox"/> rot / 40 % <input type="checkbox"/> rosa / 50 % <input type="checkbox"/> grün / 60 % <input type="checkbox"/> Reservoirmaske (RM, ab 5 L/min) <input type="checkbox"/> High-Flow (HFNC, FiO ₂ % und L/min angeben) <input type="checkbox"/> _____	Sauerstoffdosis Startdosis _____ L/min maximal _____ L/min* Startdosis _____ % maximal _____ %* * Reevaluation bei persistierendem SpO ₂ unterhalb des Zielsättigungsbereichs bei Anwendung der maximal verordneten Sauerstoffdosis
Datum: _____		
		Unterschrift _____

Abb. 1 ◀ Musterverordnung für Sauerstoff

Literatur: Lim 2010 [23], Byrne 2014 [24], Bingheng 2019 [25], Bloom 2014 [26]

Sauerstoffsysteme und Verordnung

Sauerstoffzufuhrsysteme bestehen aus zwei Komponenten, zum einen die O₂-Quelle zur Bereitstellung von Sauerstoff (z.B. Flaschen) und zum zweiten das Hilfsmittel zur Abgabe an den Patienten (z.B. Brille oder Maske, s. **Tab. 1**). Die Auswahl beider Komponenten richtet sich nach den klinischen Gegebenheiten und den Bedürfnissen des Patienten.

Empfehlung 3.2

Sauerstoff soll nicht oder nur kurzzeitig (Richtwert unter 10 min, wenn keine Druckluft vorhanden ist) für eine Vernebelung z.B. von Medikamenten bei Patienten mit Hyperkapnierisiko verwendet werden.

Zustimmung: 100 %
 Empfehlungsgrad: A
 Expertenmeinung

Empfehlung 3.3

Sauerstoff soll von geschultem Personal auf dem Gebiet der Sauerstofftherapie angewendet, überwacht und gesteuert werden. Pati-

enten sollen über die Sauerstofftherapie informiert werden.

Zustimmung: 100 %
 Empfehlungsgrad: A
 Expertenmeinung

Empfehlung 3.1

Nasenbrillen sollten bei niedrigen O₂-Flussraten (d. h. <6 l/min) primär verwendet werden, alternativ Venturi-Masken mit niedriger Sauerstoffabgabe.

Zustimmung: 100 %
 Empfehlungsgrad: B
 Evidenzqualität: Lebensqualität/unerwünschte Arzneimittelwirkungen: moderat ⊕⊕⊕⊖
 Literatur: Costello RW 1995 [27]; Nolan KM 1993 [28], Eastwood GM 2008 [29], Stausholm 1995 [30], Ayhan 2009 [31]

Empfehlung 3.4

Sauerstoff soll für jeden stationären Patienten unter Angabe eines Zielbereichs der Sauerstoffsättigung ärztlich verordnet werden.

Zustimmung: 100 %
 Empfehlungsgrad: A
 Expertenmeinung

Ein Vorschlag der Leitliniengruppe zur Verordnung findet sich in **Abb. 1**.

Anwendung von Sauerstoff und Zielbereiche der O₂-Sättigung

Zur Festlegung von Zielbereichen ist von Bedeutung, wann Hypoxämie und Hyperoxämie für akut Erkrankte wahrscheinlich gefährdend sind und in welchem Bereich die Sauerstofftherapie nicht schädlich und damit sicher ist. Dabei spielt eine Rolle, ob der Patient beatmet ist und ob er ein Hyperkapnierisiko hat oder nicht. Für diese 3 Patientengruppen sollen die in **Abb. 2** genannten Zielbereiche der Sauerstofftherapie gelten. Ausnahmen einer Sauerstofftherapie ohne Zielbereich der Sauerstoffsättigung sind Clusterkopfschmerz, Kohlenmonoxidintoxikation sowie kritisch kranke Patienten, bei denen keine Pulsoxymetrie abgeleitet werden kann.

Empfehlung 4.1

Der Zielbereich der akuten Sauerstofftherapie für nicht beatmete Patienten ohne Hyperkapnierisiko soll bei einer pulsoxymetrischen Sättigung zwischen 92 und 96 % liegen.

Zustimmung: 100 %
 Empfehlungsgrad: A

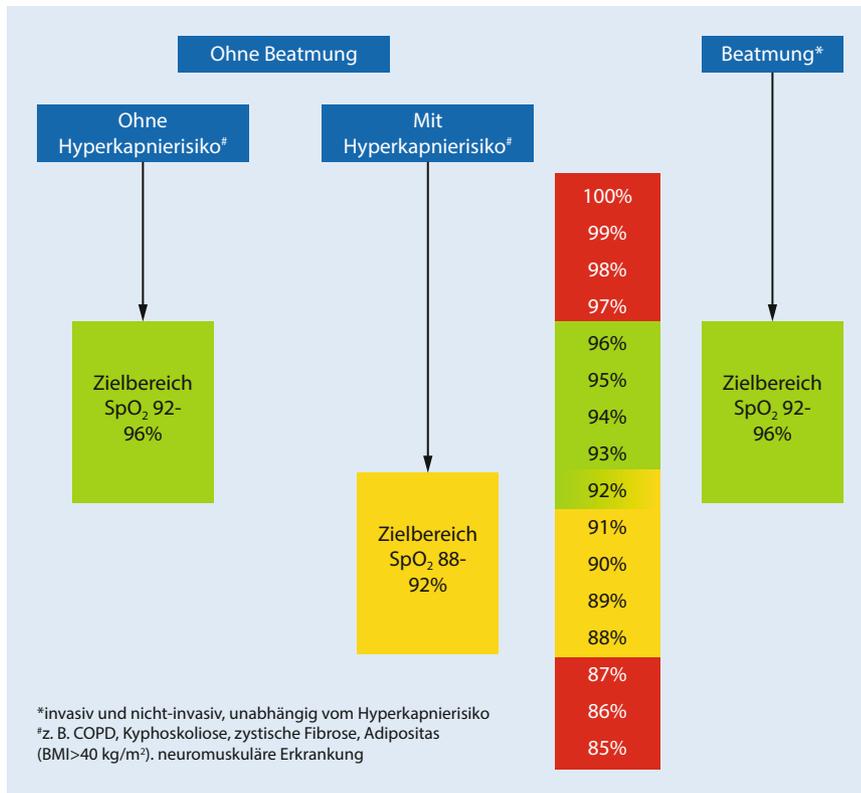


Abb. 2 ▲ Zielbereiche der Sauerstofftherapie der verschiedenen Patientengruppen. (Aus: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/020-021.html> [51]. BMI Body-Mass-Index, SpO₂ pulsoxymetrische Sauerstoffsättigung, SaO₂ arterielle Sauerstoffsättigung)

Evidenzqualität: Sterblichkeit: moderat ⊕⊕⊕⊖, funktionelles Ergebnis: moderat ⊕⊕⊕⊖
 Literatur: Siemieniuk 2018 [32], Chu 2018 [8, 14], Wetterslev 2015 [14]

Empfehlung 4.3

Eine Sauerstofftherapie für akut kranke, nicht beatmete Patienten mit Hyperkapnierisiko (z. B. COPD) soll mit einer pulsoxymetrischen Zielsättigung von 88 bis 92% erfolgen. Eine Sauerstofftherapie soll in dieser Situation bei einer Sättigung von über 92% nicht durchgeführt bzw. reduziert werden und erst bei unter 88% begonnen werden.
 Zustimmung: 100%
 Empfehlungsgrad: A
 Evidenzqualität: Sterblichkeit: moderat ⊕⊕⊕⊖, Intubation: niedrig ⊕⊕⊕⊖
 Literatur: Austin 2010 [13], Kopsaftis 2020 [33]

Empfehlung 4.2

Bei beatmeten Patienten soll eine arterielle Sauerstoffsättigung von 92 bis 96% angestrebt werden. Neben arteriellen Blutgasmessungen soll bei akzeptabler Übereinstimmung

(Abweichung bis 2%) und im präklinischen Bereich die pulsoxymetrische Messung der Sauerstoffsättigung zur Steuerung der Sauerstoffzufuhr verwendet werden.
 Zustimmung: 100%
 Empfehlungsgrad: A
 Evidenzqualität: Sterblichkeit: moderat ⊕⊕⊕⊖, unerwünschte Ereignisse: niedrig ⊕⊕⊕⊖
 Literatur: Girardis 2016 [34]; Panwar 2016 [35], Asfar 2016 [36], Barrot 2020 [37], Barbatkovic 2019, ICU-ROX [38]

In den 6 randomisierten Studien (s. Tab. 2) wurde für überwiegend invasiv beatmete Patienten auf Intensivstationen die liberale gegen eine konservative Sauerstofftherapie verglichen. Die Zielbereiche der Sauerstoffsättigung waren in den Studien nicht einheitlich und die eingeschlossenen Patientengruppen waren heterogen.

Empfehlung 4.7

Patienten, die trotz Flussraten von mehr als 6 Litern Sauerstoff/min eine SpO₂ von 92% nicht erreichen, sollen unverzüglich durch einen erfahrenen Arzt in der Diagnostik und Behandlung von Patienten mit akutem Atem-

versagen oder kritisch kranker Patienten eingeschätzt werden.
 Zustimmung: 100%
 Empfehlungsgrad: A
 Expertenmeinung

Empfehlung 4.9

Eine nichtinvasive Beatmung soll primär bei Patienten mit hyperkapnischem Atemversagen mit konsekutiver Hypoxämie, besonders bei COPD mit Exazerbation und kardialem Lungenödem eingesetzt werden, bei denen der pH-Wert < 7,35 beträgt. Bei hypoxämischen und moderat hyperkapnischen Patienten kann HFNC alternativ eingesetzt werden.
 Zustimmung: 93%
 Empfehlungsgrad: A
 Evidenzqualität: Sterblichkeit: moderat ⊕⊕⊕⊖, Intubation: moderat ⊕⊕⊕⊖
 Literatur: Berbenetz 2019 [40], Osadnik 2017 [41]

Sauerstofftherapie bei besonderen Patientengruppen

Nach Expertenmeinung ergeben sich keine anderen Zielbereiche der Sauerstofftherapie für Patienten mit akutem Koronarsyndrom. In zwei Cochrane-Metaanalysen ergab sich keine Evidenz für die routinemäßige Sauerstoffgabe beim akuten Myokardinfarkt, unerwünschte Effekte waren nicht ausgeschlossen [42, 43].

Auch bei Patienten mit neurologischen Erkrankungen ergeben sich keine anderen Zielbereiche der Sauerstofftherapie. Insbesondere eine Hyperoxämie sollte bei diesen Patienten vermieden werden.

Die Behandlung von Schwangeren inkl. solchen mit Asthma sollte deshalb nach Ansicht der Autoren auf den Sauerstoffzielen basieren, von denen angenommen wird, dass sie bei anderen erwachsenen Patientengruppen angemessen sind.

Empfehlung 5.3

Bei einer Kohlenmonoxidvergiftung soll unabhängig von der Sauerstoffsättigung (SpO₂) eine 100% Sauerstoffgabe oder Beatmung mit 100% O₂ unverzüglich und für die Dauer von bis zu 6 h erfolgen. Bei schwerer Kohlenmonoxidvergiftung (z. B. mit anhaltender Bewusstseinsstörung) kann eine hyperbare Sauerstofftherapie durchgeführt werden.
 Zustimmung: 100%
 Empfehlungsgrad: A
 Expertenmeinung

Tab. 2 Randomisiert kontrollierte Studien verschiedener Sauerstoffzielbereiche bei Intensivpatienten

Studie, Jahr	n	Medianes Alter, Jahre	Anteil invasive Beatmung (%)	Maximale Interventionsdauer	pO ₂ /F _i O ₂ , mm Hg	Ziel liberal	Ziel konservativ	Sterblichkeit liberal vs. konservativ
CLOSE, 2016 [35]	103	62	100	7 Tage	248	S _p O ₂ ≥96 %	S _p O ₂ 88–92 %	90 Tage: 37 vs. 40 % ^a
OXYGEN-ICU, 2016 [34]	434	64	67	n. a.	n. a.	Minimale F _i O ₂ 0,4, pO ₂ ≤150 mm Hg	pO ₂ 71–99 mm Hg	ICU: 11,6 vs. 20,2 %
HYPER2S, 2017 [36]	442	68	100	24 h	224	F _i O ₂ 1,0	S _a O ₂ 88–100 %	28 Tage: 42,8 vs. 35,5 %
ICU-ROX, 2020 [38]	965	58	100	28 Tage	252	S _p O ₂ ≥91 %	S _p O ₂ 91–96 %	90 Tage 32,5 vs. 34,7 % ^a
LOCO ₂ , 2020 [37]	205	63	100	7 Tage (am Beatmungsgerät)	118	pO ₂ 90–105 mm Hg	pO ₂ 55–70 mm Hg	28 Tage: 26,5 vs. 34,3 %
HOT-ICU, 2021 [39]	2928	70	58	90 Tage	125	pO ₂ 82,5–97,5 mm Hg	pO ₂ 52,5–67,5 mm Hg	90 Tage: 42,9 vs. 42,4 %

S_pO₂ pulsoxymetrische Sauerstoffsättigung, S_aO₂ arterielle Sauerstoffsättigung, pO₂ Sauerstoffpartialdruck, F_iO₂ inspiratorische Sauerstoffkonzentrationen, ICU Intensivstation, n. v. nicht verfügbar
^aSterblichkeit nicht primär Endpunkt

Empfehlung 5.1
 Während der kardiopulmonalen Wiederbelebung soll der höchstmögliche Sauerstofffluss verwendet werden. Bei Wiedereintritt der spontanen Zirkulation und wenn die Sauerstoffsättigung zuverlässig überwacht werden kann, sollte ein Zielsättigungsbereich von 92 bis 96 % angestrebt werden.
 Zustimmung: 100 %
 Empfehlungsgrad: B
 Evidenzqualität: Sterblichkeit: niedrig ⊕⊕⊕⊕, funktionelles Ergebnis: niedrig ⊕⊕⊕⊕
 Literatur: Holmberg 2020 [44], Wang 2014 [45]

Empfehlung 5.5
 Die Sauerstoffbehandlung von erwachsenen Patienten mit infektiösen Erkrankungen, die durch Aerosole übertragbar sind (z. B. SARS-CoV-2), soll nach den gleichen Prinzipien und Zielbereichen wie bei anderen Patienten mit Hypoxämie erfolgen.
 Zustimmung: 100 %
 Empfehlungsgrad: A
 Evidenzqualität: Sterblichkeit: moderat ⊕⊕⊕⊕
 Literatur: Alhazzani 2020 [46]

Empfehlung 5.4
 Bei Patienten mit Clusterkopfschmerz soll Sauerstoff mit einer Flussrate von mindestens 12 l/min über mindestens 15 min über eine Reservoirmaske verabreicht werden.
 Zustimmung: 100 %
 Empfehlungsgrad: A
 Evidenzqualität: funktionelles Ergebnis: hoch ⊕⊕⊕⊕
 Literatur: Cohen 2009 [47], Bennett 2015 [48]

Empfehlung 4.12
 Bei allen Verfahren mit Sedierung mit dem Ziel der erhaltenen Spontanatmung soll vor und während des Eingriffs und in der Aufwachphase die Sauerstoffsättigung kontinuierlich pulsoxymetrisch überwacht werden.
 Zustimmung: 93 %
 Empfehlungsgrad: A
 Expertenmeinung

Empfehlung 4.13
 Bei allen Verfahren mit Sedierung und dem Ziel der erhaltenen Spontanatmung sollte bei Auftreten einer Hypoxämie (S_pO₂ <92 % bzw. 88 % bei Risiko eines hyperkapnischen Atemversagens) das Vorliegen einer Hypoventilation geprüft werden und Sauerstoff als Bestandteil eines multimodalen Konzepts verabreicht werden.
 Zustimmung: 100 %
 Empfehlungsgrad: B
 Expertenmeinung

High-flow-Sauerstoff

Empfehlung 5.6
 Bei stationären Patienten mit einem akuten hypoxischen Lungenversagen ohne Hyperkapnie sollte bei 6 l O₂/min über Nasenbrille/Maske und einer Sauerstoffsättigung von <92 % eine Sauerstofftherapie über High-flow-Sauerstoff eingeleitet werden.
 Zustimmung: 100 %
 Empfehlungsgrad: B
 Expertenmeinung

Empfehlung 5.7
 Patienten unter High-flow-Sauerstoff-Therapie sollten engmaschig reevaluiert werden und Abbruchkriterien der HFNC festgelegt werden.
 Zustimmung: 100 %
 Empfehlungsgrad: B
 Expertenmeinung

Befeuchtung von Sauerstoff

Empfehlung 6.6
 Bei der Verabreichung von Sauerstoff mit geringem Durchfluss (Maske oder Nasenkanülen) oder kurzfristiger Verabreichung von Sauerstoff mit hohem Durchfluss soll keine Befeuchtung verwendet werden.
 Zustimmung: 100 %
 Empfehlungsgrad: A
 Evidenzqualität: Lebensqualität: moderat ⊕⊕⊕⊕
 Literatur: Wen 2017 [49], Poiroux 2018 [50]

Überwachung und Dokumentation der Sauerstofftherapie

Empfehlung 6.4
 Patienten sollten nach Beginn, Veränderung oder Beendigung der Sauerstofftherapie klinisch und pulsoxymetrisch für mindestens 5 min kontinuierlich überwacht werden.
 Zustimmung: 100 %
 Empfehlungsgrad: B
 Expertenmeinung

Tab. 3 Musterdokumentation einer Sauerstofftherapie				
Datum	07.01.2020	07.01.2020	07.01.2020	07.01.2020
Uhrzeit	8:05	11:45	16:32	23:15
O ₂ , l/min/FiO ₂	1	–	28 %	6
O ₂ -Art	N	–	VM	RM
S _p O ₂ , %	92	88	91	92
Atemfrequenz, /min	22	28	30	28
Bewusstsein	A	A	A	C

Aus: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/020-021.html> [51]
 N Nasenbrille, VM Venturi-Maske, RM Reservoirmaske, A („alert“) Aufmerksam, C („confusion“)

Eine schriftliche Dokumentation der Sauerstofftherapie soll Standard sein (Muster **Tab. 3**). Unter Sauerstofftherapie ist regelmäßig (z. B. 6-stündlich) die vollständige Erhebung und Dokumentation der Vitalzeichen erforderlich.

Beendigung der Sauerstofftherapie

Empfehlung 7.1

Die Sauerstoffzufuhr sollte verringert werden, wenn ein Patient klinisch stabil ist und die Sauerstoffsättigung über dem Zielbereich liegt oder wenn er sich über mehrere Stunden im Zielbereich befindet.

Zustimmung: 100 %
 Empfehlungsgrad: B
 Expertenmeinung

Empfehlung 7.2

Bei Patienten ohne Hyperkapnierisiko, die klinisch stabil sind und unter 2 l O₂/min mit der Sauerstoffsättigung über mehrere Stunden im Zielbereich liegen, sollte die Sauerstofftherapie beendet werden. Bei Patienten, bei denen das Risiko eines hyperkapnischen Atemversagens besteht, sollte als niedrigste Menge vor Beendigung 1 l/min (ggf. auch 0,5 l/min) gewählt werden.

Zustimmung: 100 %
 Empfehlungsgrad: B
 Expertenmeinung

Empfehlung 7.5

Wenn eine Sauerstofftherapie nicht beendet werden kann, sollte die Sauerstofftherapie auch nach Entlassung aus dem Krankenhaus fortgesetzt werden. Eine Reevaluation dieser Patienten sollte wenige Wochen nach Beginn der Sauerstofftherapie erfolgen, um zu prüfen, ob die Indikation für eine Langzeit-Sauerstofftherapie besteht.

Zustimmung: 100 %
 Empfehlungsgrad: B
 Expertenmeinung

Korrespondenzadresse



Prof. Dr. med. Jens Gottlieb
 Klinik für Pneumologie OE 6870, Medizinische Hochschule Hannover
 30625 Hannover, Deutschland
gottlieb.jens@mh-hannover.de

Danksagung. Bernd Schönhofer, Hannover; Terence Krauß, Hannover; Björn Jüttner, Hannover; Michael Westhoff, Hemer; Peter Haidl, Schmallenberg; Carsten Hermes, Bonn; Guido Michels, Eschweiler; Jan-Christopher Kamp, Hannover; Susanne Hoyer, Hannover; Christina Valtin, Hannover.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. Angaben zum Interessenkonflikt sind bei der AWMF unter <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/020-021.html> abrufbar.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Literatur

- Smith GB, Prytherch DR, Watson D, Forde V, Windsor A, Schmidt PE et al (2012) S(p)O₂ values in acute medical admissions breathing air—implications for the British Thoracic Society guideline for emergency oxygen use in adult patients? *Resuscitation* 83(10):1201–1205
- Ebmeier SJ, Barker M, Bacon M, Beasley RC, Bellomo R, Knee Chong C et al (2018) A two centre observational study of simultaneous pulse oximetry and arterial oxygen saturation recordings

- in intensive care unit patients. *Anaesth Intensive Care* 46(3):297–303
- Bleyer AJ, Vidya S, Russell GB, Jones CM, Sujata L, Daeihagh P et al (2011) Longitudinal analysis of one million vital signs in patients in an academic medical center. *Resuscitation* 82(11):1387–1392
- Goodacre S, Turner J, Nicholl J (2006) Prediction of mortality among emergency medical admissions. *Emerg Med J* 23(5):372–375
- Wyss-Dunant E (1955) Acclimatization shock; studies in the Himalaya mountains. *Minerva Med* 46(21):675–685
- van der Post J, Noordzij LA, de Kam ML, Blauw GJ, Cohen AF, van Gervlen JM (2002) Evaluation of tests of central nervous system performance after hypoxemia for a model for cognitive impairment. *J Psychopharmacol* 16(4):337–343
- Hafner S, Beloncle F, Koch A, Radermacher P, Asfar P (2015) Hyperoxia in intensive care, emergency, and peri-operative medicine: Dr. Jekyll or Mr. Hyde? A 2015 update. *Ann Intensive Care* 5(1):42
- Chu DK, Kim LHY, Young PJ, Zamiri N, Almenawer SA, Jaeschke R et al (2018) Mortality and morbidity in acutely ill adults treated with liberal versus conservative oxygen therapy (IOTA): a systematic review and meta-analysis. *Lancet* 391(10131):1693–1705
- Edmark L, Kostova-Aherdan K, Enlund M, Hedens-tierna G (2003) Optimal oxygen concentration during induction of general anesthesia. *Anesthesiology* 98(1):28–33
- Sackner MA, Landa J, Hirsch J, Zapata A (1975) Pulmonary effects of oxygen breathing. A 6-hour study in normal men. *Ann Intern Med* 82(1):40–43
- Downs JB, Smith RA (1999) Increased inspired oxygen concentration may delay diagnosis and treatment of significant deterioration in pulmonary function. *Crit Care Med* 27(12):2844–2846
- Beasley R, Aldington S, Robinson G (2007) Is it time to change the approach to oxygen therapy in the breathless patient? *Thorax* 62(10):840–841
- Austin MA, Wills KE, Blizzard L, Walters EH, Wood-Baker R (2010) Effect of high flow oxygen on mortality in chronic obstructive pulmonary disease patients in prehospital setting: randomised controlled trial. *BMJ* 341:c5462
- Wetterslev J, Meyhoff CS, Jorgensen LN, Gluud C, Lindschou J, Rasmussen LS (2015) The effects of high perioperative inspiratory oxygen fraction for adult surgical patients. *Cochrane Database Syst Rev*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012631.pub2>
- Gottlieb J, Capetian P, Hamsen U, Janssens U, Karagiannidis C, Kluge S, König M, Nothacker M, Roiter S, Veit W, Volk T, Worth H, Fühner T (2021) German S3 guideline—oxygen therapy in the acute care of adult patients. *Pneumologie* 75:1–59
- Uronis HE, Currow DC, McCrory DC, Samsa GP, Abernethy AP (2008) Oxygen for relief of dyspnoea in mildly- or non-hypoxaemic patients with cancer: a systematic review and meta-analysis. *Br J Cancer* 98(2):294–299
- Uronis H, McCrory DC, Samsa G, Currow D, Abernethy A (2011) Symptomatic oxygen for non-hypoxaemic chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* 6:CD6429
- Cranston JM, Crockett A, Currow D (2008) Oxygen therapy for dyspnoea in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004769.pub2>
- Pedersen T, Nicholson A, Hovhannisyanyan K, Moller AM, Smith AF, Lewis SR (2014) Pulse oximetry for perioperative monitoring. *Cochrane Database Syst Rev* 3:CD2013

20. Zavorsky GS, Cao J, Mayo NE, Gabbay R, Murias JM (2007) Arterial versus capillary blood gases: a meta-analysis. *Respir Physiol Neurobiol* 155(3):268–279
21. Magnet FS, Majorski DS, Callegari J, Schwarz SB, Schmoor C, Windisch W et al (2017) Capillary PO₂ does not adequately reflect arterial PO₂ in hypoxemic COPD patients. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 12:2647–2653
22. Ekkernkamp E, Welte L, Schmoor C, Huttmann SE, Dreher M, Windisch W et al (2015) Spot check analysis of gas exchange: invasive versus noninvasive methods. *Respiration* 89(4):294–303
23. Lim BL, Kelly AM (2010) A meta-analysis on the utility of peripheral venous blood gas analyses in exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease in the emergency department. *Eur J Emerg Med* 17(5):246–248
24. Byrne AL, Bennett M, Chatterji R, Symons R, Pace NL, Thomas PS (2014) Peripheral venous and arterial blood gas analysis in adults: are they comparable? A systematic review and meta-analysis. *Respirology* 19(2):168–175
25. Bingheng LJC, Yu C, Yijuan Y (2019) Comparison of peripheral venous and arterial blood gas in patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease (AECOPD): a meta-analysis. *Notfall Rettungsmed* 22:620–627
26. Bloom BM, Grundlingh J, Bestwick JP, Harris T (2014) The role of venous blood gas in the emergency department: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Emerg Med* 21(2):81–88
27. Costello RW, Liston R, McNicholas WT (1995) Compliance at night with low flow oxygen therapy: a comparison of nasal cannulae and Venturi face masks. *Thorax* 50(4):405–406
28. Nolan KM, Winyard JA, Goldhill DR (1993) Comparison of nasal cannulae with face mask for oxygen administration to postoperative patients. *Br J Anaesth* 70(4):440–442
29. Eastwood GM, O'Connell B, Gardner A, Considine J (2008) Evaluation of nasopharyngeal oxygen, nasal prongs and facemask oxygen therapy devices in adult patients: a randomised crossover trial. *Anaesth Intensive Care* 36(5):691–694
30. Stausholm K, Rosenberg-Adamsen S, Skriver M, Kehlet H, Rosenberg J (1995) Comparison of three devices for oxygen administration in the late postoperative period. *Br J Anaesth* 74(5):607–609
31. Ayhan H, Iyigun E, Tastan S, Orhan ME, Ozturk E (2009) Comparison of two different oxygen delivery methods in the early postoperative period: randomized trial. *J Adv Nurs* 65(6):1237–1247
32. Siemieniuk RAC, Chu DK, Kim LH, Guell-Rous MR, Alhazzani W, Soccia PM et al (2018) Oxygen therapy for acutely ill medical patients: a clinical practice guideline. *BMJ* 363:k4169
33. Kopsaftis Z, Carson-Chahhoud KV, Austin MA, Wood-Baker R (2020) Oxygen therapy in the pre-hospital setting for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* 1:CD5534
34. Girardis M, Busani S, Damiani E, Donati A, Rinaldi L, Marudi A et al (2016) Effect of conservative vs conventional oxygen therapy on mortality among patients in an intensive care unit: the oxygen-ICU randomized clinical trial. *JAMA* 316(15):1583–1589
35. Panwar R, Hardie M, Bellomo R, Barrot L, Eastwood GM, Young PJ et al (2016) Conservative versus liberal oxygenation targets for mechanically ventilated patients. A pilot multicenter randomized controlled trial. *Am J Respir Crit Care Med* 193(1):43–51
36. Asfar P, Schortgen F, Boisrame-Helms J, Charpentier J, Guerot E, Megarbane B et al (2017) Hyperoxia

Oxygen in the acute care of adults. Short version of the German S3 guideline

Background: Oxygen is a drug with specific properties, a defined dose–effect range and side effects. In 2015, in a sample of UK hospital patients, 14% were treated with oxygen, of which only 42% had a prescription. Health care workers are often uncertain about the relevance of hypoxemia, and there is limited awareness of the risks of hyperoxemia. Numerous randomized controlled trials on oxygen therapy have recently been published.

Methods: As part of the guideline program of the Working Group of Scientific Medical Societies e. V. (AWMF), this S3 guideline was developed with the participation of 10 medical societies on the basis of a literature search up to 02/01/2021. The system of the Oxford Centre for Evidence-Based Medicine (CEBM) (The Oxford 2011 Levels of Evidence) was used to evaluate the literature. The quality of evidence was assessed using the Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE), and a formal consensus process of recommendations was performed.

Results: The guideline contains 34 evidence-based recommendations on the indication, prescription, monitoring, and discontinuation of oxygen therapy in acute care. The indication for oxygen is mainly hypoxemia. Hypoxemia and hyperoxemia should be avoided, since both increase mortality. The guideline recommends target ranges of oxygen saturation for acute oxygen therapy without differentiating between different diagnoses. Target areas depend on the risk for hypercapnia and ventilation status. The guideline provides an overview of available oxygen delivery systems and contains recommendations for their selection based on patient safety and comfort.

Conclusion: This is the first German guideline on the use of oxygen in acute care. It is aimed at medical professionals who use oxygen in and outside hospitals and is valid until June 30th, 2024.

Keywords

Oxygen therapy · High-flow oxygen · Pulse oximetry · Hypoxemia · Hyperoxemia

- and hypertonic saline in patients with septic shock (HYPER525): a two-by-two factorial, multicentre, randomised, clinical trial. *Lancet Respir Med* 5(3):180–190
37. Barrot L, Asfar P, Mauny F, Winiszewski H, Montini F, Badie J et al (2020) Liberal or conservative oxygen therapy for acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 382(11):999–1008
38. ICU-ROX Investigators and the Australian and New Zealand Intensive Care Society Clinical Trials Group, Mackle D, Bellomo R, Bailey M et al (2020) Conservative oxygen therapy during mechanical ventilation in the ICU. *N Engl J Med* 382(11):989–998
39. Schjorring OL, Klitgaard TL, Perner A, Wetterslev J, Lange T, Siegemund M et al (2021) Lower or higher oxygenation targets for acute hypoxemic respiratory failure. *N Engl J Med* 384(14):1301–1311
40. Berbenetz N, Wang Y, Brown J, Godfrey C, Ahmad M, Vital FM et al (2019) Non-invasive positive pressure ventilation (CPAP or bilevel NPPV) for cardiogenic pulmonary oedema. *Cochrane Database Syst Rev* 4:CD5351
41. Osadnik CR, Tee VS, Carson-Chahhoud KV, Picot J, Wedzicha JA, Smith BJ (2017) Non-invasive ventilation for the management of acute hypercapnic respiratory failure due to exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* 7:CD4104
42. Cabello JB, Burls A, Emparanza JI, Bayliss SE, Quinn T (2016) Oxygen therapy for acute myocardial infarction. *Cochrane Database Syst Rev* 12:CD7160
43. Burls A, Emparanza JI, Quinn T, Cabello JB (2010) Oxygen use in acute myocardial infarction: an online survey of health professionals' practice and beliefs. *Emerg Med J* 27(4):283–286
44. Holmberg MJ, Nicholson T, Nolan JP, Schexnayder S, Reynolds J, Nation K et al (2020) Oxygenation and ventilation targets after cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 152:107–115
45. Wang CH, Chang WT, Huang CH, Tsai MS, Yu PH, Wang AY et al (2014) The effect of hyperoxia on survival following adult cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Resuscitation* 85(9):1142–1148
46. Alhazzani W, Moller MH, Arabi YM, Loeb M, Gong MN, Fan E et al (2020) Surviving sepsis campaign: guidelines on the management of critically ill adults with coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Intensive Care Med* 46(5):854–887
47. Cohen AS, Burns B, Goadsby PJ (2009) High-flow oxygen for treatment of cluster headache: a randomized trial. *JAMA* 302(22):2451–2457
48. Bennett MH, French C, Schnabel A, Wasiak J, Kranke P, Weibel S (2015) Normobaric and hyperbaric oxygen therapy for the treatment and prevention of migraine and cluster headache. *Cochrane Database Syst Rev* 12:CD5219
49. Wen Z, Wang W, Zhang H, Wu C, Ding J, Shen M (2017) Is humidified better than non-humidified low-flow oxygen therapy? A systematic review and meta-analysis. *J Adv Nurs* 73(11):2522–2533
50. Poiroux L, Piquilloud L, Seegers V, Le Roy C, Colonval K, Agasse C et al (2018) Effect on comfort

of administering bubble-humidified or dry oxygen: the Oxyrea non-inferiority randomized study. *Ann Intensive Care* 8(1):126

51. Gottlieb J et al (2021) S3-Leitlinie: Sauerstoff in der Akuttherapie beim Erwachsenen. <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/020-021.html>. Zugegriffen: 05.10.

Klimawandel und Plastikverschmutzung Herausforderungen für den Gesundheitssektor

Im Laufe der letzten Jahre ist die Temperatur auf der Erde in einer nie gekannten Geschwindigkeit global angestiegen. Die Folgen dieser Erwärmung zeigen sich deutlich in Hitze- und Dürreperioden und Extremwetterereignissen. Auch wirkt sich der Klimawandel bereits nachteilig auf die menschliche Gesundheit sowie die Gesundheitssysteme aus [1,2]. Ohne weitere Maßnahmen ist in den nächsten Jahrzehnten ein erheblicher Anstieg der Morbidität und Mortalität z.B. durch Hitze, schlechte Luftqualität und Unterernährung zu erwarten [3].

Auf der internationalen Klimakonferenz in Glasgow im November 2021 haben Regierungen verschiedener Industrie-, Schwellen- und Entwicklungsländer eindringlich auf die Notwendigkeit des weltweiten Klimaschutzes hingewiesen. Der IPCC-Report 2021 des Weltklimarates stellt klar, dass das 1,5-Grad-Ziel der Erderwärmung ohne weitere Maßnahmen vermutlich bereits 2030 überschritten werden wird. Um den globale Anstieg der Treibhausgase und Umweltverschmutzung durch Plastik zu reduzieren, muss der gesamte Gesundheitssektor auf den Prüfstand gestellt werden. Dieser war schon 2017 für ca. 5 % des weltweiten Ausstoßes klimaschädlicher Treibhausgase verantwortlich [4, 5], die größtenteils durch die Herstellung von Kunststoffmaterialien für den medizinischen Bereich verursacht werden. Kunststoffe erfüllen Hygienestandards, die im medizinischen Sektor unerlässlich sind. Aufgrund ihrer hohen Variabilität und Kosteneffizienz finden sie Einsatz bei zahlreichen Therapien, verursachen aber zugleich viele Umweltprobleme.

In den letzten Monaten schließen sich international Ärzte aller Fachrichtungen zusammen. National geschieht dies z.B. über Initiativen des Gesundheitssektors wie die *Deutsche Allianz Klimawandel und Gesundheit* (KLUg e.V.), die Ärzte und Öffentlichkeit über die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels informiert und Präventivmaßnahmen für Kliniken sowie Niedergelassene erarbeitet.

Aktuell sind in Deutschland 409.121 Ärzt*innen (Stand 2020) berufstätig [7]. Durch Aufklärung und Angebote sind in die-

sem Berufszweig hohe Einsparpotentiale von Plastik und Treibhausgasemissionen möglich.

Erst drei von 34 medizinischen Fachbereichen haben bisher Initiativen und Arbeitskreise zum Klimawandel und Planetary Health gegründet, die Internisten (DGIM), Allgemeinmediziner (DEGAM) und Anästhesisten (BDI/DGAI). Auch wenn diese Fachbereiche den größten Anteil der berufstätigen Ärzte repräsentieren, können einige nachhaltige Maßnahmen nur durch Ärzte in ihrem jeweiligen spezifizierten Fachbereich identifiziert werden. Die 4. Initiative, der Arbeitskreis *Plastik und Nachhaltigkeit in der Dermatologie* (DDG), befasst sich bisher als einzige medizinische Fachgesellschaft zusätzlich mit den gesundheitlichen Auswirkungen von Mikroplastik und frei verkäuflichen umweltschädlichen Arzneien.

Langfristig kann die Schaffung eines nachhaltigen Gesundheitssektors nicht durch vereinzelte Initiativen der Fachgesellschaften und einige wenige Kollegen gelingen, die ehrenamtliche Arbeit leisten - es bedarf unbedingt der Unterstützung durch die gesamte Ärzteschaft.

Es wäre daher wünschenswert, wenn die Bundesärztekammer wie auf dem Deutschen Ärztetag angekündigt ein übergeordnetes Gremium aller medizinischen Fachdisziplinen schafft, damit ab sofort gemeinsam Konzepte zur Reduktion von Treibhausgasen und Plastik für den Gesundheitssektor entwickelt und umgesetzt werden.

Arbeitskreis Plastik und Nachhaltigkeit in der Dermatologie (DDG)

Dr. med. Dipl. Biol. Susanne Saha

Fachärztin für Dermatologie, Hautärzte am Marktplatz

Kaiserstr. 72, 76133 Karlsruhe

www.akdermaplastik.de

Literatur beim Verfasser