

Beatmungstherapie:

Wenn eine Maschine die Atmung übernimmt

Wer kritisch an Covid-19 erkrankt ist, muss beatmet werden. Was passiert dabei? Und was bekommen die Patienten mit?

Von **Tom Kattwinkel** und **Annick Ehmann**

22. April 2020



Spanische Mediziner behandeln Corona-Patienten in einem Krankenhaus in Barcelona. © Ricardo Garcia Vilanova; Sascha Schuermann/AFP/Getty Images

Wenn man in diesen sonnigen Frühlingstagen einen Spaziergang an der frischen Luft unternimmt, so atmet man ein Gasgemisch aus hauptsächlich zwei Anteilen ein: 21 Prozent Sauerstoff und 78 Prozent Stickstoff. Muskeln wie das Zwerchfell erzeugen einen Unterdruck in der Lunge, Luft strömt ein und verteilt sich bis in die letzten kleinsten Verzweigungen, die Lungenbläschen. Hier findet der Gasaustausch zwischen Blut und eingeatmeter Luft statt.

Sauerstoffarmes Blut aus dem Körper wird mit überlebenswichtigem Sauerstoff angereichert, Kohlenstoffdioxid wird abgegeben und ausgeatmet. Genauer werden rote Blutkörperchen mit Sauerstoff "beladen". Sind alle belegt, so spricht man von

einer Sauerstoffsättigung des Bluts von 100 Prozent. Der Normwert bei gesunden Menschen liegt zwischen 97 und 100 Prozent.

Infektionen mit dem neuartigen Coronavirus können in schweren Fällen eine Lungenentzündung verursachen, diese wiederum kann den beschriebenen Gasaustausch stören, die Konsequenz: Luftnot. Eine Aufnahme ins Krankenhaus zur Überwachung des Krankheitsverlaufs wird notwendig.

Etwa 5 Prozent der Erkrankungen verlaufen kritisch. Diese Fälle müssen intensivmedizinisch betreut werden, viele am Beatmungsgerät.

Bilder davon haben die meisten schon einmal gesehen: Farbige Kurven, Zacken und Zahlen laufen über den Überwachungsmonitor, während mit Sauerstoff angereicherte Luft durch einen knapp einen Zentimeter dicken Schlauch in die Lunge des Patienten geleitet wird. Er liegt auf der Intensivstation und schläft, befindet sich im künstlichen Koma. Der Schlauch hält ihn am Leben.

Ob direkt die Aufnahme auf die Intensiv- oder zunächst Normalstation erfolgen muss, hängt dabei vom Zustand des Betroffenen ab. Für einen kritischen Zustand spricht folgende Symptomatik:

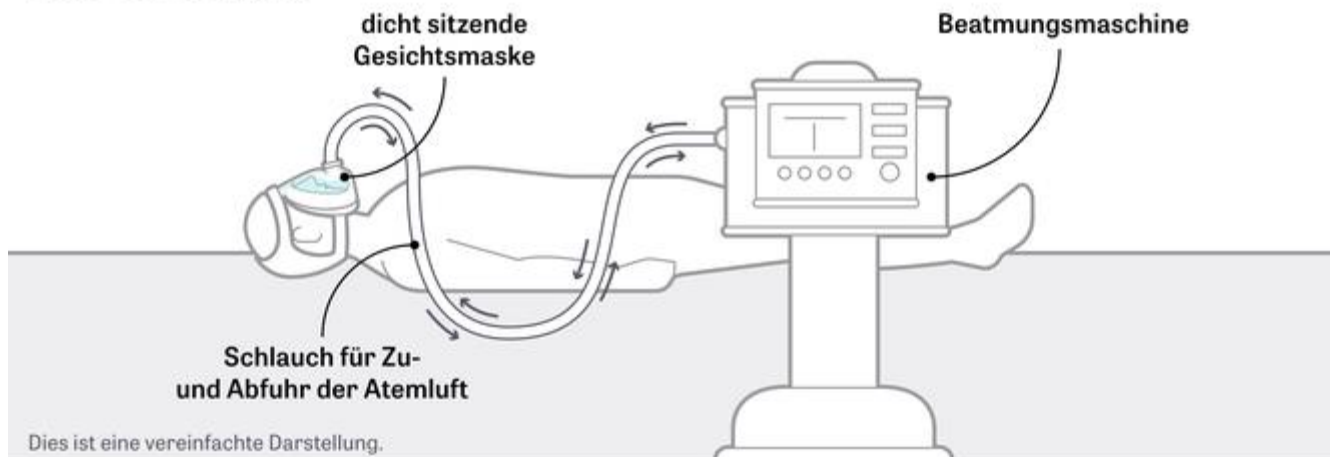
Betroffene leiden an Atemnot, die Sauerstoffsättigung fällt und die Atemfrequenz ist stark erhöht, etwa bei 30 Zügen pro Minute. Normal wäre ungefähr die Hälfte. Im Krankenhaus zeigt die Computertomografie (CT), ein bildgebendes Verfahren in der Medizin, oft schon Entzündungsherde in der Lunge.

Je nach Schwere der Symptome gibt es auf der Station verschiedene Möglichkeiten, den Patientinnen zu helfen. "Das Erste ist immer die Sauerstofftherapie", erklärt Stefan Kluge, Direktor der Klinik für Intensivmedizin am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE). Gemeinsam mit Kollegen hat er die aktuelle Leitlinie zur intensivmedizinischen Betreuung von Covid-19-Patienten verfasst.

Während der Sauerstofftherapie wird Patienten Sauerstoff aus Flaschen oder Leitungen durch eine Nasenbrille zugeführt. Bessert sich der Zustand nicht, sind weitere Schritte einzuleiten.

Eine Möglichkeit ist die sogenannte High-Flow-Sauerstofftherapie. "Dabei ist es möglich, hoch konzentriert angewärmten und angefeuchteten Sauerstoff über spezielle Nasenbrillen zu geben", so Kluge. 40 bis 60 Liter Sauerstoff können so pro Minute zugeführt werden.

ICU low-care



Monitoring und nicht-invasive Beatmung (NIV): Hierbei wird die Atmung des Patienten unterstützt, ohne dass eine Intubation oder ein Luftröhrenschnitt erforderlich sind. Die Beatmungsmaschine stellt den richtigen Druck bzw. das richtige Atemzugvolumen bereit. Eine **Narkose** des Patienten ist **nicht nötig**.

© ZEIT ONLINE

Eine weitere Option sei die sogenannte nicht-invasive Beatmung (NIV), erläutert der Intensivmediziner. Hier wird Patienten und Patientinnen eine Maske nur über Nase oder Mund oder ein sogenannter Beatmungshelm aufgesetzt, die jeweils über einen Schlauch mit einem Beatmungsgerät verbunden sind. Das Gerät reichert die Atemluft mit Sauerstoff an und unterstützt das Einatmen der Betroffenen, indem Überdruck aufgebaut wird.

Besteht ein Infektionsrisiko für Krankenhauspersonal?

Auch beim Ausatmen bleibt ein kleiner Gegendruck bestehen, der sogenannte *Post End Expiratory Pressure* (PEEP). "Das ist so, als ob man gegen einen erhöhten Widerstand ausatmet", erklärt Kluge. Dieser positive Druck soll kleine Lungenbläschen offen halten, die ansonsten durch Folgen der Erkrankung drohen, in sich zusammenfallen. Mehr offene Lungenbläschen bewirken einen effektiveren Sauerstoffaustausch.

Doch bergen sowohl die High-Flow-Sauerstofftherapie als auch die NIV mit Mund- oder Nasenmaske ein potenzielles Infektionsrisiko für behandelndes Krankenhauspersonal. Viren, so der Intensivmediziner, befänden sich nämlich, abhängig von der Krankheitsphase, meist im Rachenraum des Patienten. "Wenn ich da Luft reinpuste und die Maske zum Beispiel nicht ganz richtig sitzt, dann gibt es viele Untersuchungen, die zeigen, dass in 50 bis 60 Zentimeter Entfernung um den Kopf des Patienten bzw. Mund und Nase des Patienten Viren in der Luft nachweisbar sind."

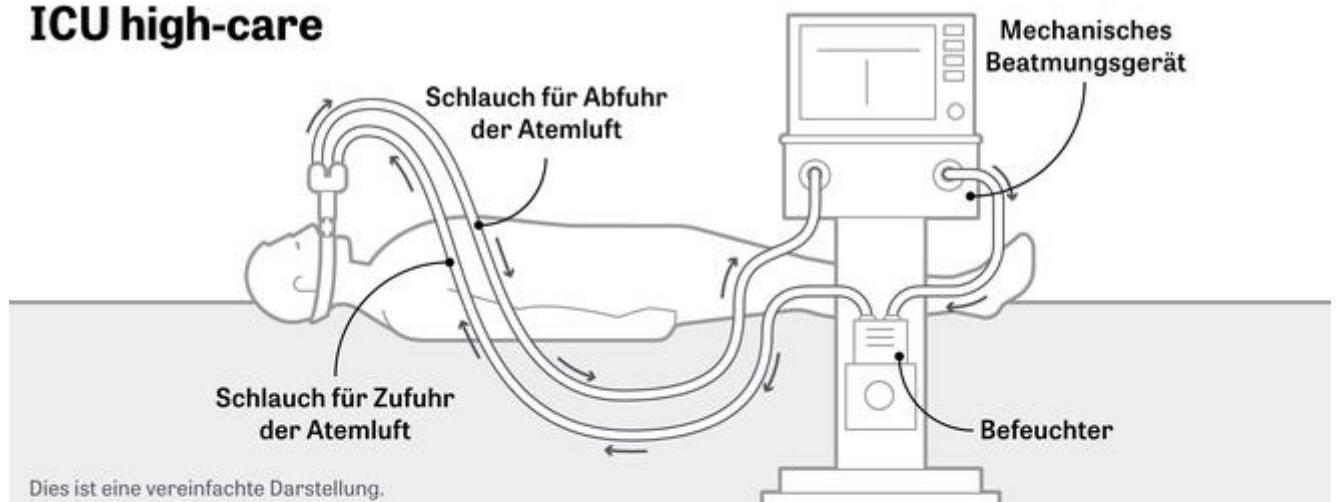
Zum einen ist also ausreichend Schutzkleidung für Personal, zum anderen ein fester Sitz der Maske extrem wichtig. Der Einsatz von Beatmungshelmen könnte durch eine niedrigere Infektionsgefahr Abhilfe schaffen. Doch eignen diese Helme sich nicht

für alle Patienten gleichermaßen und seien deutlich komplexer in der Anwendung, so Kluge. Im Gegensatz zu Italien spielten sie daher keine große Rolle in Deutschland.

Bei den genannten Formen der Atemunterstützung, also NIV und High-Flow-Therapie bestimmt der Patient die Atemfrequenz selbst, man spricht von assistierter Beatmung. Ziel der Therapie ist es unter anderem, eine Sauerstoffsättigung von mindestens 90 Prozent im Blut zu erreichen. Nicht immer gelingt dies mit den beschriebenen Methoden.

Kommt es weiterhin zu einer klinischen Verschlechterung des Patienten, kann eine noch effektivere, aber auch invasivere Technik angewandt werden: die Beatmung über einen Tubus. Invasiv bedeutet, dass der Tubus, ein Schlauch, in die Luftröhre eingeführt und der Patient in ein künstliches Koma versetzt wird. In speziellen Fällen kann der Zugang zur Luftröhre über die Nase oder einen Luftröhrenschnitt erfolgen.

ICU high-care



Monitoring, invasive Beatmung, Organersatztherapie und vollständige intensivmedizinische Therapie: Hierbei handelt es sich um ein kompliziertes Verfahren. Um die Atemarbeit für den Körper zu erleichtern, stellt das Beatmungsgerät je nach Fall den richtigen Druck und Sauerstoffgehalt bzw. das richtige Atemzugvolumen bereit. Eine Sedierung durch eine **Narkose ist notwendig**. Für den Anschluss an die Beatmungsmaschine gibt es zwei Möglichkeiten:

Kanüle durch
Luftröhrenschnitt



Intubation durch
Mund oder Nase



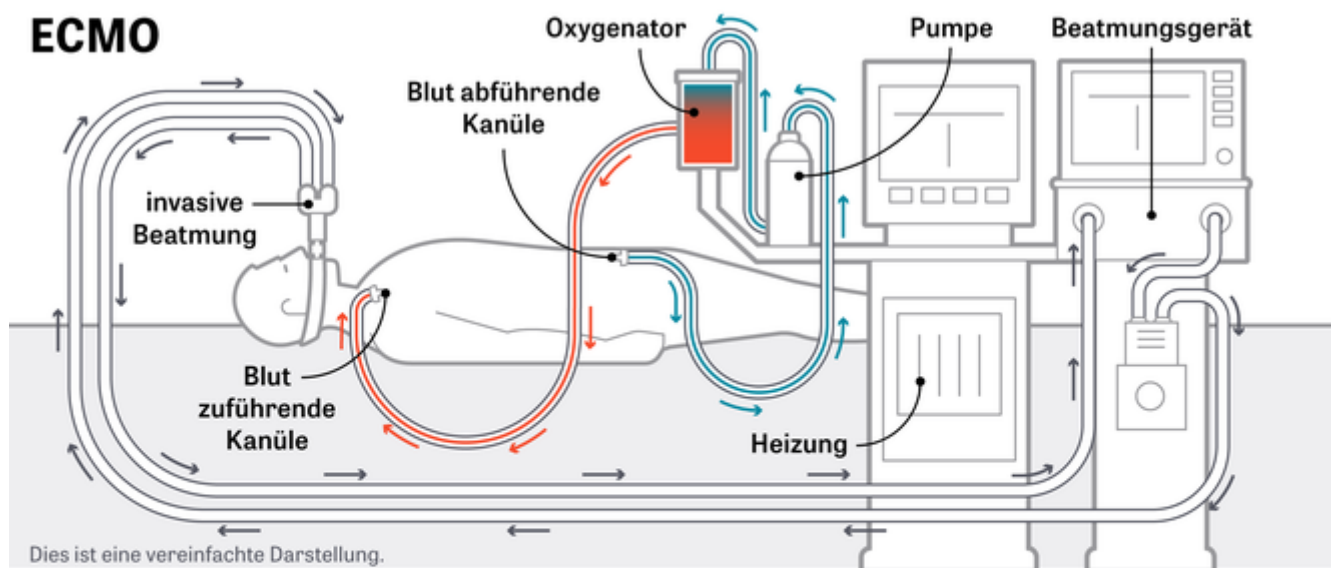
© ZEIT ONLINE

"Wir müssen dann zunächst ein Schlaf- bzw. Narkosemedikament und ein Schmerzmedikament geben, damit der Patient den dünnen Schlauch toleriert", erläutert Kluge. Der Schlauch ist mit einem Monitor und Beatmungsgerät verknüpft. Dieses übernimmt ab nun die Atemarbeit des Erkrankten, indem kleine Gasvolumina mit Überdruck in die Lunge geleitet werden. Hier übernimmt der Patient selbst keinen aktiven Part, die Atemfrequenz wird eingestellt. Man spricht von kontrollierter Beatmung.

Währenddessen werden Betroffene über eine Magensonde ernährt, für Ausscheidungen muss ein Blasenkatheter installiert werden. Flüssigkeit und Medikamente werden über Zugänge zu Gefäßen verabreicht.

In besonders schweren Fällen wird eine Bauchlagerung für ein Zeitintervall von 16 Stunden empfohlen. Kluge erklärt dies so: Stelle man sich die Lunge im Querschnitt vor, dann liegen große Anteile dem Rücken an. In diesen Anteilen würden sich in Rückenlage Flüssigkeit und Entzündungszellen sammeln und die Lungenbläschen würden häufiger kollabieren. Eine Drehung auf den Bauch bewirkt, dass diese Lungenabschnitte deutlich besser belüftet werden könnten. Der Körper nimmt mehr Sauerstoff auf.

Es gibt Patienten, bei denen die Lungenfunktion akut so eingeschränkt ist, dass auch auf diese Weise nicht genug Sauerstoff im Blut ankommt. In diesen seltenen Fällen kann zusätzlich eine Extrakorporale Membranoxygenierung (ECMO) vorgenommen werden.



Extrakorporale Membranoxygenierung: Das ECMO-Verfahren ist schonender als eine invasive Beatmung, wird aber oft im Verbund mit dieser eingesetzt. ECMO funktioniert **wie eine künstliche Lunge**. Über eine **Kanüle** gelangt venöses **sauerstoffarmes Blut** aus dem Blutkreislauf über eine Pumpe zu einem Oxygenator. Dieser **reichert das Blut mit Sauerstoff an** und leitet das **sauerstoffreiche Blut** ins arterielle Blutgefäßsystem zurück.

© ZEIT ONLINE

Bei dem Verfahren wird sauerstoffarmes Blut über einen Zugang aus dem Körper des Patienten in ein externes Gerät geleitet und dort oxygeniert, also mit Sauerstoff angereichert. Kohlenstoffdioxid wird gleichzeitig aus dem Blut eliminiert. Anschließend wird das oxygenierte Blut über einen zweiten Zugang zurück in den Körper geleitet. Zum Zeitpunkt des Interviews mit Kluge waren von 15 beatmungspflichtigen Erkrankten auf der Intensivstation am UKE drei zusätzlich auf eine ECMO angewiesen.

Durch Beatmung rettet man viele Leben

Und der Patient? Er bekommt von alledem zunächst nichts mit. Erst wenn sich der Zustand unter Beatmung stabilisiert, werden die Schlafmedikamente langsam reduziert, sodass der Betroffene kontaktierbar wird, beispielsweise per Händedruck. "Wir überwachen den Patienten dabei kontinuierlich, also die Pflegekräfte und Ärzte, und schauen natürlich genau, dass der Patient entspannt ist", sagt Kluge. Anzeichen für Stress könnten zum Beispiel Grimassen im Gesicht, Schweiß, erhöhter Blutdruck

oder Herzfrequenz sein. Auf Zeichen kann jederzeit reagiert und unnötige Schmerzen mit Medikamenten verhindert werden.

Unterdessen stimmen Ärzte die Beatmungstherapie ständig auf den Zustand des Patienten ab. "Wir wollen, dass der Patient selber nach einigen Tagen bei der Beatmung mitarbeitet", so der Intensivmediziner. Dafür kann der Modus des Beatmungsgeräts gewechselt werden. Anstelle der gänzlichen Atemarbeit übernimmt es nur noch einen Teil, der im Verlauf reduziert wird. Generell gilt: Je länger eine Beatmung dauert, desto mehr wird die Atemmuskulatur geschwächt und eine Rückkehr zur Spontanatmung schwieriger.

Neben dem Coronavirus können andere Viren wie Influenza oder Bakterien wie Pneumokokken eine schwere Lungenentzündung auslösen, sodass die beschriebene invasive Beatmung auf der Intensivstation erforderlich wird. Generell in ein künstliches Koma versetzt werden beispielsweise auch Patienten mit schweren Schädel-Hirn-Traumata oder nach großen operativen Eingriffen.

Im Falle der kritischen Verläufe von Covid-19 müsse der Tubus oft über mehrere Tage, im Regelfall fast eine Woche, in der Luftröhre verbleiben, erklärt Kluge. Aufenthalte auf der Intensivstation dauerten durchschnittlich zehn Tage. Und es gibt auch Stimmen, die dafür plädieren, Covid-19-Patienten länger nicht-invasiv mit Maske und Sauerstoff zu beatmen. Der Lungenfacharzt Thomas Voshaar von der Deutsche Gesellschaft für Pneumologie etwa warnt davor, zu früh zu intubieren, weil die Behandlung viele Komplikationen mit sich bringe.

Ob und wie sich Betroffene von einer invasiven Beatmungstherapie erholen, kann von mehreren Faktoren abhängen. Studien zeigen, dass neben Beatmungsdauer vorrangig Alter und Vorerkrankungen eine große Rolle spielen. Auch komme es natürlich darauf an, wie fit man vorher gewesen sei, ergänzt Kluge.

Generell rette man durch diese Intensivtherapie und Beatmung viele Leben. Aber auch Kluge sagt, dass das teilweise mit erheblichen gesundheitlich Folgen einhergehen könne. Deswegen versuche man, sofern möglich, auf nicht-invasive Methoden zurückzugreifen, so Kluge.

Gerade im direkten Anschluss kommt es häufig zu kognitiven Defiziten und Verwirrheitszuständen, dem sogenannten Delir. "Der Patient weiß seinen Namen nicht mehr, sieht graue Mäuse oder hat Halluzinationen", beschreibt der Arzt den Zustand. Auslöser sind dabei nicht eindeutig. Sauerstoffmangel kann wohl eine Ursache sein, ist aber nicht zwingend.

Bei manchen Patienten verbleibt zudem eine Einschränkung der Lungenfunktion. Diese kann sowohl durch Vernarbungen schwerer Lungenentzündungen zustande kommen als auch als Folgeschaden der Beatmung auftreten. Bei der mit dem Coronavirus assoziierten Lungenentzündung seien Folgeschäden der Lunge aber noch nicht ausreichend untersucht, erklärt Kluge.

Der Intensivmediziner gibt aber Entwarnung, so sei die Mehrzahl der Patienten nach abgeschlossener Behandlung gut belastbar. Selbst Sportarten wie Tauchen könne man im Regelfall wieder genießen, vorausgesetzt natürlich, man lässt sich vorab gründlich beim Lungenfacharzt untersuchen.