

# Schritt für Schritt: CPAP-Beatmung

Armin Hess

Bildnachweis: Romy Greiner / Thieme Verlagsgesellschaft

**Was bedeutet CPAP?** CPAP steht für Continuous Positive Airway Pressure (anhaltender positiver Atemwegsdruck). Dieses Beatmungsverfahren unterstützt die Spontanatmung, indem der Druck in Luftwegen und Lunge gegenüber dem Atmosphärendruck dauerhaft erhöht wird. Zum Verständnis hilft es, sich vor Augen zu führen, was bei der normalen Spontanatmung geschieht.

**Inspiration** In den Luftwegen und der Lunge ist der Luftdruck zunächst nicht anders als in der Umgebung. Wenn wir einatmen (Inspiration) vergrößern wir, v. a. durch Kontraktion des Zwerchfells, das Volumen des Brustkorbs und erzeugen dadurch einen geringen Unterdruck gegenüber der Außenluft. Dieser Druckunterschied beträgt bei ruhiger Spontanatmung  $< 5 \text{ cmH}_2\text{O}$ . Er bewirkt, dass Luft durch die „Luftwege“ (Nase, Mund, Rachen, Lufttröhre, Bronchien) in die Lunge strömt, bis dort wieder der Umgebungsdruck herrscht.

**Expiration** Zum Ausatmen müssen wir keine Atemarbeit leisten. Die Erschlaffung des Zwerchfells sowie die elastischen Kräfte der Lunge führen zur Verkleinerung des Brustkorbs. Dies baut wieder

eine geringe Druckdifferenz gegenüber der Umgebung auf, allerdings in umgekehrter Richtung. Dadurch strömt das Atemgas aus der Lunge nach außen, wir atmen aus (Expiration). Die Atemfrequenz (Zahl der Atemvorgänge pro Minute) beträgt beim Erwachsenen in Ruhe 12–16 und ist beim Kleinkind ungefähr doppelt so hoch. Eine Abfolge von Einatmung und Ausatmung nennt man Atemzyklus (♣ Abb. 1).

**CPAP-Beatmung** Bei einer CPAP-Beatmung wird der Druck innerhalb der Luftwege und Lunge anhaltend gegenüber dem Atmosphärendruck erhöht. Wir können dann weiter spontan atmen, nur dass die Atemdruckkurve auf ein Niveau oberhalb des Luftdrucks angehoben ist (♣ Abb. 2). Eine CPAP-Beatmung wendet man aus 2 Gründen an:

1. Vorbeugung und Therapie von Atelektasen
2. Verminderung der Atemarbeit

**Atelektasen** Atelektasen sind kollabierte, d. h. nicht belüftete, Lungenbläschen (Alveolen) oder größere Lungenabschnitte. Bei der CPAP-Beatmung befindet sich aufgrund des höheren Durch-

Abb. 1 Atemzyklen bei Spontanatmung.

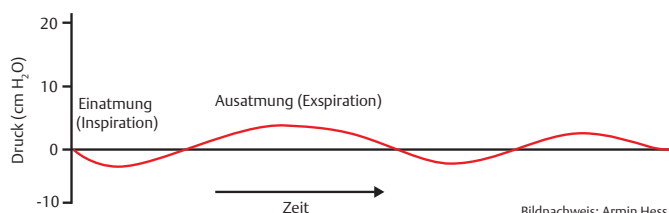


Abb. 2 Atemzyklen bei CPAP-Beatmung.



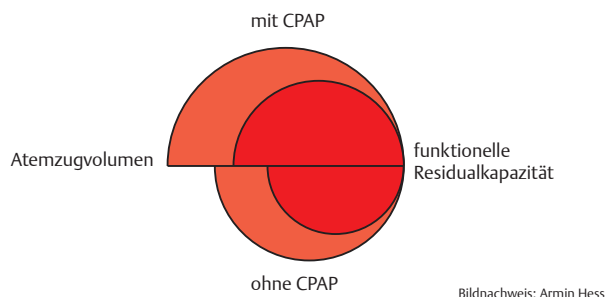


Abb. 3 Lungenvolumina mit und ohne CPAP.

schnittsdrucks immer etwas mehr Gas in der Lunge als bei normaler Spontanatmung (Abb. 3). Deshalb ist auch die funktionelle Residualkapazität (FRC) erhöht, d.h. die Gasmenge, die nach einer normalen Ausatmung noch in der Lunge verbleibt. Mit CPAP sind die Lungen – und damit die Alveolen – also immer etwas stärker gebläht als bei normaler Spontanatmung. Dadurch wird das „Zusammenfallen“ von Alveolen am Ende der Ausatmung verhindert (Infobox). Weniger kollabierte Alveolen bedeuten eine geringere venöse Beimischung (einen geringeren Shunt) und damit eine bessere Sauerstoffaufnahme.

**Atemarbeit** Stellen Sie sich die Lunge wie einen Luftballon vor. Je mehr er aufgeblasen wird, desto höher steigt der Druck im Inneren. Dieser Druckanstieg ist aber nicht gleichmäßig („linear“), sondern hat einen s-förmigen Verlauf (Abb. 4). Für die Entfaltung (fast) kollabierter Alveolen braucht man einen relativ hohen Druck (links vom Punkt A), die weitere Entfaltung geht dann „leichter“ (zwischen den Punkten A und B), bis – kurz vor dem „Platzen“ – der Druck wieder stärker ansteigt (rechts von Punkt B). Die Dehnbarkeit der Lunge nennt man statische Compliance. Hohe Compliance heißt, dass mit relativ wenig Druck ein relativ großes Volumen in die Lunge gebracht werden kann. Oder anders ausgedrückt: Die Kräfte, die versuchen, die Luft aus der Lunge zu drücken, sind relativ gering. Durch CPAP wird die Lunge in den Bereich niedriger Compliance vorgebläht (etwa bis zum Punkt A). In diesem Bereich kann der für die Einatmung erforderliche Unterdruck mit geringerer Anstrengung erzeugt werden als bei Spontanatmung ohne CPAP: Die muskuläre Atemarbeit ist geringer.

#### Infobox: Lungen-Surfactant

Die Alveolen sind ständig von einem Feuchtfilm ausgekleidet. Aufgrund der Oberflächenspannung würden die Alveolen am Ende jeder Ausatmung zusammenfallen, der Gasaustausch wäre praktisch unmöglich. Um dies zu verhindern, bildet die Lunge das sog. Surfactant, eine grenzflächenaktive Substanz. Es verringert die Oberflächenspannung – die Alveolen bleiben offen. Bei einer Atelektase kollabieren die Alveolen tatsächlich, d.h. ihre Wände berühren sich.

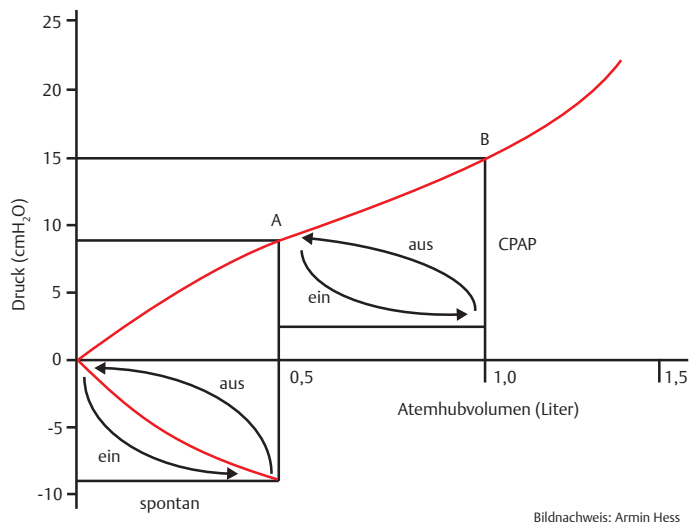


Abb. 4 Compliancekurve, Spontanatmung und CPAP-Atmung: Die Kurve vom Nullpunkt nach rechts oben zeigt das Verhältnis von Druck und Volumen, wenn kein Atemgas fließt (Kurve der statischen Compliance). Um bei Spontanatmung 500 ml einzuatmen, muss hier ein Druckunterschied von 9 cmH<sub>2</sub>O überwunden werden (vom Nullpunkt bis zum Punkt A). Während der Einatmung wird dieser Druck als negativer Druck erzeugt (vom Nullpunkt bis -9 cmH<sub>2</sub>O). Infolge der Strömungswiderstände und der Trägheit von Lunge und Brustkorb ergibt sich eine „Schleifenform“. Beginnt bei CPAP-Atmung der Atemzyklus am Punkt A (CPAP-Druck = 9 cmH<sub>2</sub>O), so muss der Druckunterschied bis zum Punkt B überwunden werden. Dieser beträgt hier 15 cmH<sub>2</sub>O – 9 cmH<sub>2</sub>O = 6 cmH<sub>2</sub>O. Die Atemschleife liegt flacher, die Atemarbeit ist geringer.

**„Fremdes Gefühl“, aber leichter** Manchmal wird im Umgang mit wachen Patienten so verfahren, als ob eine Spontanatmung mit CPAP (z. B. als Atemtherapie über ein Mundstück) anstrengender sei als ohne. Aus dem hier Dargestellten folgt, dass dies – zumindest objektiv betrachtet – falsch ist. Wenn CPAP-Atmung den Patienten anstrengt, dann lediglich durch „Nebeneffekte“ wie Festhalten des Schlauchsystems oder willkürliches Geschlossenhalten des Mundes. Die eigentliche Atemarbeit ist in jedem Fall geringer. Weil der wache Patient sich im Allgemeinen aber erst an das „fremde Gefühl“ gewöhnen muss, sollte sein subjektives Empfinden grundsätzlich im Mittelpunkt stehen.

**Wie hoch soll der CPAP-Druck sein?** Ideal wäre die Erstellung einer individuellen Compliance-Kurve für jeden Patienten. Da das im Allgemeinen nicht realisierbar ist, muss man sich auf grobe Abschätzungen und Erfahrungswerte aus wissenschaftlichen Untersuchungen verlassen. Im Regelfall wird man im erwünschten Bereich der Compliancekurve liegen, wenn man folgende Überdruckwerte berücksichtigt:

- ▶ ca. 5 cmH<sub>2</sub>O bei weitgehend lungengesunden Patienten (prophylaktische CPAP-Beatmung)
- ▶ ca. 10 cmH<sub>2</sub>O bei Intensivpatienten mit bereits erhöhtem Shunt (therapeutische CPAP-Beatmung)



**Vorbereitung** Legen Sie den Haltegurt für die Maske an und erklären Sie dem Patienten Schritt für Schritt, was Sie tun.



Eine gute Betreuung des Patienten ist sehr wichtig, insb. wenn er das erste Mal mit CPAP beatmet wird. Vergessen Sie nicht: Die Patienten haben Angst zu ersticken und sollen eine Maske akzeptieren!



**Fertige Begurtung der Maske** In diesem Moment verfallen manche Patienten in Panik und wollen die Maske entfernen, weil sie das Gefühl haben, weniger Luft zu bekommen. Hier ist eine sehr gute Betreuung essenziell. Setzen Sie den Beatmungsschlauch zügig auf!



**Maske befestigen** Bringen Sie die Maske über das Gesicht und gurten Sie sie mit den vorher in Position gebrachten Bändern fest.



**Gerät vorbereiten** Stellen Sie das CPAP-Gerät dem Patienten entsprechend ein, bevor Sie die Maske aufsetzen. So lässt sich ein Zeitverzug nach aufgesetzter Maske vermeiden. Wählen Sie zunächst die richtige Patientengruppe aus (hier: „Erwachsener“).



Hier kommt das Beatmungsgerät „MEDUMAT Transport“ (Weinmann Emergency) zum Einsatz. Alternative Geräte bieten i. d. R. eine vergleichbare Menüführung – machen Sie sich aber in jedem Fall vor dem Einsatz damit vertraut!





**Beatmungsmodus wählen** Stellen Sie für den Beatmungsmodus nun „nicht invasive Ventilation (NIV)“ ein. Als Unterpunkt wählen Sie „CPAP + ASB“ (ASB = assisted spontaneous breathing).



**Beatmungsparameter anpassen und Beatmung starten** Passen Sie die Parameter der Beatmung auf den Patienten an. Hier wird z. B. ein PEEP (positiver endexpiratorischer Druck) von 5 mbar und ein pMax (Maximaldruck) von 30 mbar gewählt. Kontrollieren Sie die Einstellungen und starten Sie die Beatmung.



**Laufende Kontrolle** Kontrollieren Sie den Verlauf der Beatmung anhand der auf dem Monitor dargestellten Werte.



**Patienten unterstützen** Unterstützen Sie den Patienten bei der Beatmung, indem Sie das schwere Patientenventil halten. So lässt sich verhindern, dass es von der Maske diskonnektiert. In manchen Fällen können Sie das Ventil auch dem Patienten in die Hand geben.



Armin Hess ist stellvertretender Schulleiter der DRK-Landesschule Baden-Württemberg in Pfalzgrafenweiler. Er ist seit vielen Jahren in der Fort- und Weiterbildung im Rettungsdienst tätig. Außerdem ist er ITLS- und ERC-Instruktor.  
E-Mail: a.hess@drk-ls.de



Ein Video zu diesem Beitrag finden Sie im Internet: Rufen Sie unter [www.thieme-connect.de/products](http://www.thieme-connect.de/products) die Seite von retten! mit diesem Beitrag auf. Dort finden Sie den Film zum Text. Zum Video gelangen Sie auch über den nebenstehenden QR-Code.

