

# Nein – Nicht jeder kann Lungenfunktion (Teil 1)

## Zusammenfassung

Das verbundene Manöver aus Bodyplethysmographie und Spirometrie dient der umfangreichen Diagnostik von obstruktiven, restriktiven und kombinierten Lungenerkrankungen. Die Durchführung der zwei Messungen wird in den jeweiligen Empfehlungen der Deutschen Atemwegsliga und in den Bedienungsanleitungen der Gerätefirmen explizit beschrieben. Jede Teilmessung – Atemschleifen, Verschlussdruckmessung, Spirometrie stellt hohe Anforderungen an die Mitarbeit des Patienten, aber auch an die Fachkompetenz des Untersuchers.

**Schlüsselwörter:** Bodyplethysmographie, Spirometrie, Atemschleife,  $FRC_{pleth}$ -Messung, Deutsche Atemwegsliga

## Abstract

Bodyplethysmography and spirometry are recommended for the diagnosis of obstructive, restrictive or combined respiratory disorders. Details of the measurement procedure are given in the recommendations of the German Respiratory Tract League and operating manual of the relevant measuring instrument. The test quality of every record session (measurement of the airway resistance, measurement of  $FRC_{pleth}$  spirometry makes high demands) depends on the cooperation on the part of the patient which, in turn, depends on the quality of the examiner's instructions.

**Keywords:** bodyplethysmography, spirometry, measurement of the airway resistance, measurement of  $FRC_{pleth}$  German Respiratory Tract League

Wenn man sich in der Klinik einmal umhört, stößt man des Öfteren bei Kollegen auf das Vorurteil „Lungenfunktion kann doch jeder... ein bisschen pusten!“

Doch wie in jedem anderen medizinischen Fachbereich auch, setzt die Lungenfunktionsuntersuchung eine Menge Know-how voraus. Neben der allgemeinen Durchführung der Messung Bodyplethysmographie/Spirometrie

muss der Untersucher seinen Patienten gut instruieren und motivieren, die Qualitätskriterien der Messung kennen und umsetzen, die Ergebnisse beurteilen und auf ihre Plausibilität prüfen und nicht zuletzt das Gerät fachgerecht bedienen.

## Aussagekraft der Bodyplethysmographie/Spirometrie

Sowohl die Spirometrie als auch die Bodyplethysmographie dienen der Diagnostik von Lungenerkrankungen, mit eingeschränkter Aussagefähigkeit. Erst wenn beide Messungen miteinander kombiniert werden, erhöht sich die Aussagekraft deutlich.

## Spirometrie

Die Spirometrie dient der Diagnostik obstruktiver Lungenerkrankungen. Mittels der Untersuchung können verschiedene Lungenvolumina (u.a.  $FEV_1$ , FVC,  $VC_{IN}$ ) und Atemstromstärken (u.a. MEF-Werte, PEF) schnell, nicht-invasiv und preisgünstig gemessen werden. Anhand der Werte lässt sich eine Aussage bezüglich des Schweregrads einer etwaigen obstruktiven Lungenerkrankung treffen und ob es sich um eine Obstruktion der zentralen oder peripheren Atemwege handelt.

Die Diagnose einer restriktiven Lungenerkrankung ist mittels Spirometrie nicht möglich. Der Parameter  $FEV_1\%VC_{max}$  ( $=/\uparrow$ ), in Verbindung mit der  $FEV_1$  ( $\downarrow$ ) und  $VC_{max}$  ( $\downarrow$ ), kann einen Hinweis darauf geben.

## Bodyplethysmographie

Die Bodyplethysmographie ist ein Messverfahren, welches weitestgehend von der Mitarbeit des Patienten unabhängig ist. So wird der spezifische Atemwegswiderstand ( $sR_{tot}$ ) während der Ruheatmung ermittelt und eine ggf. vorliegende Obstruktion kann einem Schweregrad zugeordnet werden.

Ein weiterer wichtiger Parameter der Bodyplethysmographie ist die Funktionelle Residualkapazität [bodyplethysmographisch gemessen] ( $FRC_{pleth}$ ), die während des Verschlusses erfasst wird. Die  $FRC_{pleth}$  lässt unter anderem Rückschlüsse auf das Vorliegen einer statischen Lungenüberblähung zu.

## Bodyplethysmographie/Spirometrie

Erst die Kombination aus Bodyplethysmographie und Spirometrie erlaubt eine umfangreiche Diagnostik der obstruktiven, restriktiven bzw. kombinierten Ventilationsstörung

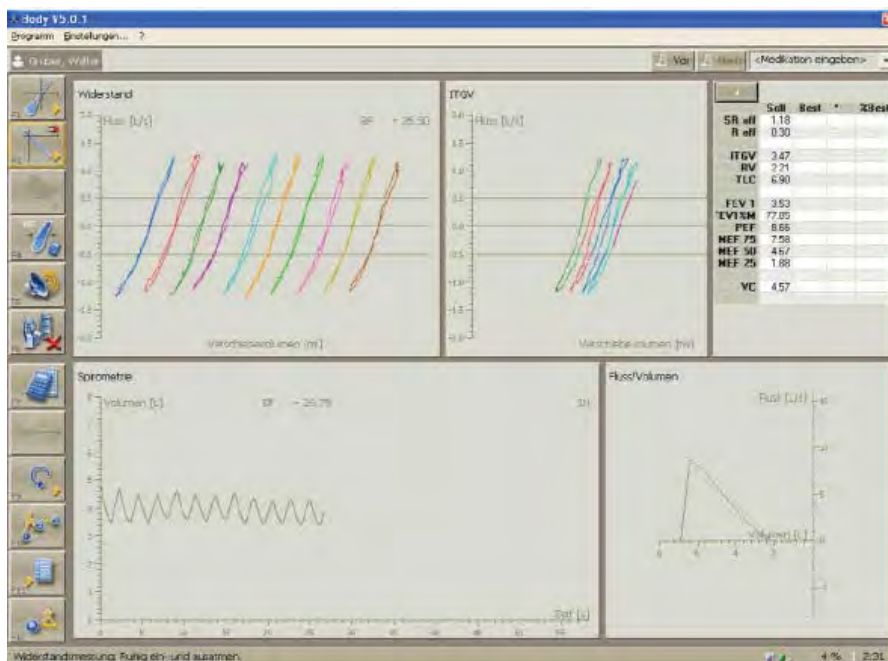


Abb. 1: Registrierung der Atemschleifen bei Ruheatmung

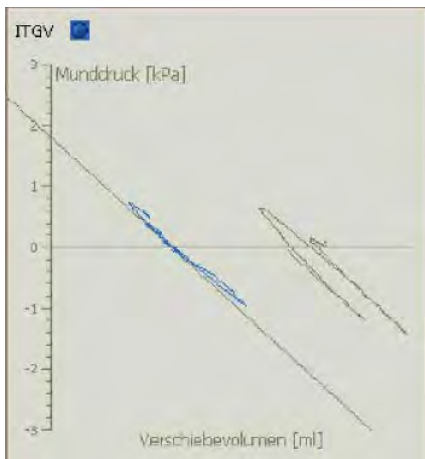


Abb. 2: Verschlussdruckkurve mit vier Atemexkursionen (rechts)

sowie die Graduierung der Lungenüberblähung.

### Messverfahren Bodyplethysmographie/Spirometrie

Der Messablauf der Bodyplethysmographie und Spirometrie wird in den jeweiligen Empfehlungen der Deutschen Atemwegsliga explizit beschrieben, sollte jedoch an den Allgemeinzustand eines jeden Patienten angepasst werden. Wichtig ist, dass eine Abteilung nach einheitlichen SOPs arbeitet und somit die Messungen untersucherunabhängig sind.

Bevor die eigentliche Messung beginnt, müssen die persönlichen Daten (Größe, Gewicht, Alter, Geschlecht) des Patienten erfragt und im PC aktualisiert werden. Aus diesen Angaben berechnen sich die Referenzwerte.

Nach der Datenaufnahme wird der Patient gebeten, im Bodyplethysmograph Platz zu nehmen. Es werden ein frisches Mundstück (inkl. Bakterienfilter) und ein neuer Krümmer an den Pneumotachographen (PT) angebracht. Dann wird die Höhe von Mundstück und Stuhl an die Größe des Patienten angepasst, so dass dieser aufrecht sitzt und die Beine im rechten Winkel sind. Während der gesamten Messung muss der Patient die Nase mittels Nasenklammer verschließen. Nun erfolgt die Einweisung in die Untersuchung. Dem Patienten sollte der grobe Ablauf geschildert werden, wobei die Notwendigkeit einer guten Mitarbeit explizit hervorgehoben werden muss.

Nachdem der Patient eingewiesen wurde, wird die Tür des Bodyplethysmographen geschlossen und das Programm gestartet.

### Messung der spezifischen Resistance

Der Patient erhält die Instruktion: „Ruhig und gleichmäßig ein- und ausatmen.“ Während

der Ruheatmung werden die Atemschleifen aufgezeichnet (siehe Abb. 1), die sich aus der Änderung des Kabinendruckes und dem Atemstrom am PT ergeben. Die spezifische Resistance ergibt sich nun aus dem Winkel  $\beta$  der Atemschleife.

### Messung des $FRC_{pleth}$

Nachdem fünf bis zehn reproduzierbare Atemschleifen aufgezeichnet sind und die Atemruhelage erreicht ist, wird der Verschluss gesetzt. Der Patient wird aufgefordert, während des Verschlusses eine frustrane Atembewegung durchzuführen. Das heißt, er soll während der Widerstand da ist, die „normale Atembewegung“ fortführen. Dabei werden die Druckänderungen am Verschluss ins Verhältnis zu den Änderungen des Kabinendruckes gesetzt und eine nach links geneigte Verschlussdruckkurve mit  $\tan \alpha$  entsteht (siehe Abb. 2).

### Das „verbundene Manöver“

Das „verbundene Manöver“ setzt sich aus der Messung des  $FRC_{pleth}$  in Verbindung mit der Spirometrie zusammen und dient der Berechnung der Totalen Lungenkapazität (TLC) und dem Residualvolumen (RV).

In der Praxis haben sich drei Varianten (siehe Abb. 3) der Durchführung des „verbundenen Manövers“ etabliert:

1. Nach jedem Verschluss wird eine forcierte Spirometrie (FV-Kurve) durchgeführt. Dies setzt eine hohe Kooperation und einen guten Allgemeinzustand des Patienten voraus.

2. Nach jedem Verschluss wird eine langsame Spirometrie eingeleitet und die Parameter TLC und RV bestimmt. Im Anschluss wird dann separat die forcierte Spirometrie bei offener Kabinentür zur Aufzeichnung der FV-Kurve durchgeführt. Dieser Ablauf führt zu einem höheren Zeitumfang, fordert vom Patienten allerdings etwas weniger Mitarbeit.

3. Entsprechend der Empfehlung der Deutschen Atemwegsliga werden mindestens drei Verschlussdruckmessungen hintereinander aufgezeichnet, bevor dem dritten (letzten) Verschluss das „verbundene Manöver“, mit einer langsamen Spirometrie folgt. Die forcierte Spirometrie wird anschließend bei offener Tür gemessen. Kritisch betrachtet, wird bei dieser Vorgehensweise nur einmal das „verbundene Manöver“ zur Bestimmung von TLC und RV durchgeführt und setzt somit eine hohe Fachkompetenz des Untersuchers und eine optimale Mitarbeit des Patienten voraus.

Die Vor- und Nachteile der jeweiligen Messabläufe werden ausführlich bei der Fortbildungsveranstaltung des DVTA: Bodyplethysmographie/Spirometrie, am 22. Nov. 2014, in Berlin erläutert.

Bei allen drei Verfahrensweisen ist darauf zu achten, dass vor dem Verschluss die Atemruhelage erreicht wird, dass die Verschlussdruckmessung technisch fehlerfrei ist und dass innerhalb von 20 Sekunden nach dem Verschluss das Spirometrie-Manöver zur Bestimmung von TLC und RV eingeleitet wird. Des Weiteren muss sichergestellt sein, dass während des gesamten Vorgangs kein Leck im System „Patient – Gerät“, z.B. durch un-

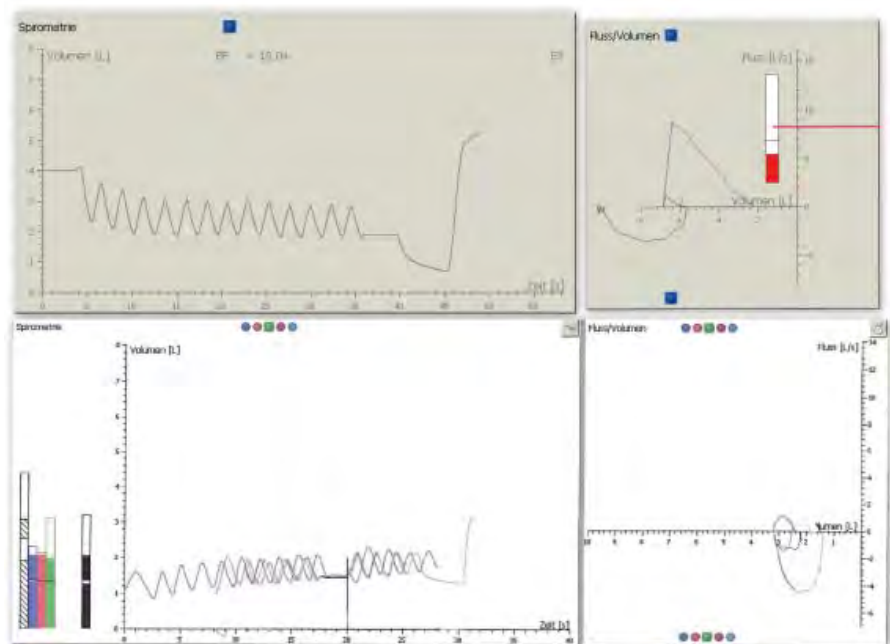


Abb. 3: (oben) Variante 1 bzw. 2: nach Erreichen der Atemruhelage wird nach jedem Shutter ein Spirometrie-Manöver eingeleitet. (unten) Variante 3: nach dem 3. Verschluss wird die langsame Spirometrie durchgeführt.

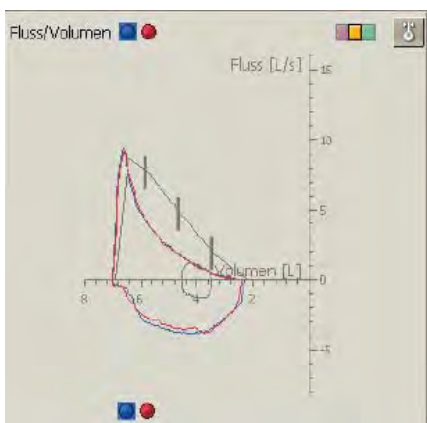


Abb. 4: Fluss-Volumen Diagramm der forcierten Spirometrie

absichtliches Öffnen des Mundes, entstanden ist. Sonst ist eine Wiederholung induziert.

### Langsame Spirometrie

Die langsame Spirometrie muss innerhalb von 20 Sekunden nach dem Verschluss eingeleitet werden.

1. Der Patient wird aufgefordert unmittelbar nach dem Öffnen des Verschlusses maximal auszuatmen.

2. Der Patient führt nach dem Verschluss zwei bis drei Ruheatemzüge durch und atmet dann maximal aus.

Während der maximalen Ausatmung wird das expiratorische Reservevolumen (ERV) gemessen. Anschließend erfolgt eine langsame maximale Einatmung zur Bestimmung der inspiratorischen Vitalkapazität ( $VC_{IN}$ ).

Die gemessenen Parameter dienen als Grundlage zur Berechnung von TLC und RV. So ergibt sich die TLC aus Median  $FRC_{pleth}$  minus Maximum ERV plus  $VC_{max}$ .

Ist der Patient nicht in der Lage, aus der Ruhe heraus maximal auszuatmen, kann er alternativ so instruiert werden, dass er nach dem Öffnen des Shutters erst maximal einatmet. Dabei wird die Inspirationskapazität (IC) gemessen. Anschließend soll der Patient, vom TLC-Niveau aus, langsam maximal ausatmen, um die expiratorische Vitalkapazität ( $VC_{EX}$ ) zu messen.

### Forcierte Spirometrie

Ist der Patient in guter Verfassung, empfiehlt es sich, gleich aus der maximalen Einatmung der langsamen Spirometrie heraus, das FV-Manöver (siehe Abb. 4) mit einem kräftigen Atemstoß einzuleiten. Dabei sind die Qualitätskriterien der Spirometrie, veröffentlicht

von der Deutschen Atemwegsliga bzw. der American Thoracic Society (ATS) und die European Respiratory Society (ERS), zu beachten. Zur Reproduzierbarkeit der Werte  $FEV_1$  und FVC sollten mindestens drei zufriedenstellende Durchgänge absolviert werden. ■

### Literatur

1. Criée, C.-P. et al.: Empfehlungen zur Ganzkörperplethysmographie (Bodyplethysmographie), 2009; Dustri-Verlag Dr. Karl Feistle
2. CareFusion: Messprogramm Bodyplethysmographie, Version 5.3x



Jana Apel,  
MTAF und Fachlehrerin für MTA-Schulen  
an der Akademie der Gesundheit  
Berlin/Brandenburg e.V.,  
E-Mail: j.apel0586@gmail.com

Online-Fragebogen – [www.mta-dialog.de/credits.htm](http://www.mta-dialog.de/credits.htm)

Achtung: Die Veranstaltungsnummer für das Freiwillige Fortbildungszertifikat lautet: 107566



## Nein – Nicht jeder kann Lungenfunktion (Teil 1)

### 1. Was muss bei der Lungenfunktionsuntersuchung nicht beachtet werden?

- a) Patienten gut instruieren und motivieren
- b) Qualitätskriterien können vernachlässigt werden
- c) Ergebnisse beurteilen und auf Plausibilität prüfen
- d) Gerät fachgerecht bedienen

### 2. Welche Lungenvolumina können bei der Spirometrie gemessen werden?

- a)  $FEV_1$
- b) FVC
- c)  $VC_{IN}$
- d) alle Antworten sind richtig

### 3. Was wird bei der Spirometrie gemessen?

- a) Sie dient der Diagnostik obstruktiver Lungenerkrankungen
- b) Sie dient der Diagnostik permissiver Lungenerkrankungen
- c) Sie dient der Diagnostik respektiver Lungenerkrankungen
- d) Sie dient der Diagnostik protektiver Lungenerkrankungen

### 4. Die Bodyplethysmographie ist ein Messverfahren, das ...

- a) unabhängig von der Mitarbeit des Patienten ist.
- b) abhängig von der Mitarbeit des Patienten ist.
- c) weitestgehend unabhängig von der Mitarbeit des Patienten ist.
- d) keinen Einfluss auf den Patienten hat.

### 5. Was erlaubt die Kombination von Bodyplethysmographie und Spirometrie?

- a) eine umfangreiche Diagnostik der obstruktiven
- b) eine umfangreiche Diagnostik der restriktiven
- c) eine umfangreiche Diagnostik der kombinierten Ventilationsstörung
- d) alle Antworten sind richtig

### 6. Welche Daten muss der Patient angeben?

- a) nur Größe, Gewicht
- b) nur Gewicht, Alter, Geschlecht
- c) nur Alter, Geschlecht, Größe
- d) Gewicht, Alter, Geschlecht, Größe

### 7. Was ist beim Verfahren zu beachten?

- a) Alle Antworten sind richtig
- b) Mundstück austauschen

- c) neuen Krümmer an den Pneumotachographen anbringen
- d) Stuhl an die Größe des Patienten anpassen

### 8. Woraus setzt sich das „verbundene Manöver“ zusammen?

- a) aus der Messung des FRC in Verbindung mit der Spirometrie
- b) aus der Messung des  $FRC_{pleth}$  in Verbindung mit der Spirometrie
- c) aus der Messung des  $FEV_1$  in Verbindung mit der Spirometrie
- d) aus der Messung des FVC in Verbindung mit der Spirometrie

### 9. Wie viele Varianten des „verbundenen Manövers“ haben sich durchgesetzt?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4

### 10. Welche Arten der Spirometrie gibt es?

- a) langsame und schnelle Spirometrie
- b) schnelle und forcierte Spirometrie
- c) forcierte und langsame Spirometrie
- d) Alle Antworten sind richtig

Hinweise zu den Credits finden Sie auf S. 676