

Vorhersage der geräteabhängigen Patientencompliance bei der APAP-Therapie

Netzel, T., Hein, H., Hein, Y., Schnell, M.

Fragestellung

APAP-Geräte werden zur Therapie der obstruktiven Schlafapnoe und anderer schlafbedingter Atemstörungen eingesetzt. Sie passen den Atemtherapiedruck automatisch an und werden dann angewandt, wenn die hohen Beatmungsdrücke konventioneller CPAP-Geräte nachweislich nicht toleriert werden und die Versorgung mit Bi-Level-Geräten (noch) nicht indiziert ist.

Obwohl APAP-Geräte damit eine erweiterte Funktionalität als CPAP-Geräte besitzen, existieren derzeit keine Mindestanforderung an die automatische Druckanpassung. Das führt zu den Fragen, welche Unterschiede marktgängige APAP-Geräte mit Blick auf diese Schlüsselkenngröße besitzen und ob die Patientencompliance bei einer Umversorgung beibehalten wird.

Technische Prüfung und Vergleich von APAP-Geräten

Um die erste Frage zu beantworten, sind reproduzierbare technische Prüfungen notwendig. Hierzu werden 9 marktgängige APAP-Geräte, wie in Bild 1 dargestellt, an den Aktiven Lungen- und ObstruktionsSimulator ALOSI angeschlossen und untersucht. Die untere Druckgrenze der zu untersuchenden APAP-Geräte ist dabei auf 5 hPa und die obere Druckgrenze auf den Maximalwert (meist 20 hPa) eingestellt, so dass die Geräte den Atemtherapiedruck innerhalb dieser Grenzen automatisch anpassen können.

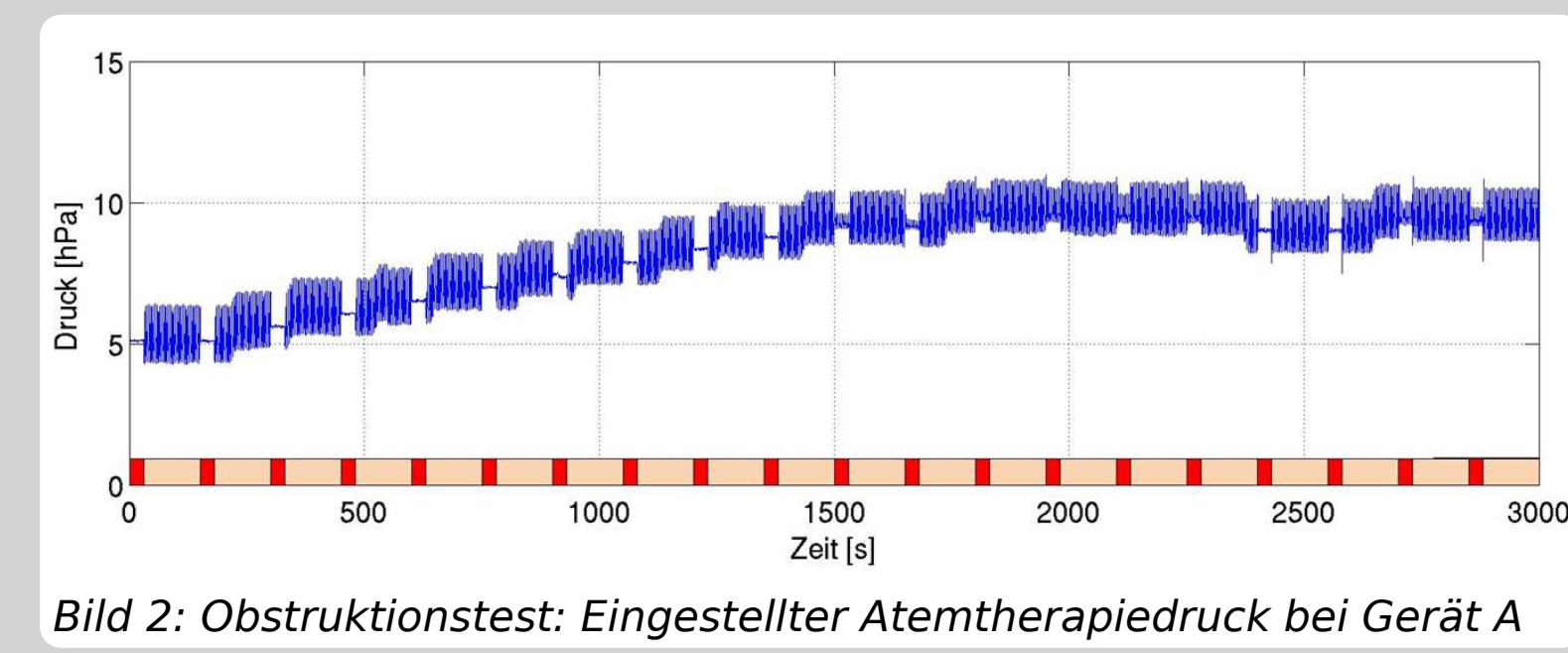


Bild 2: Obstruktionsstest: Eingestellter Atemtherapiedruck bei Gerät A

Mit dem ALOSI werden ausgehend von der Simulation einer ereignisfreien Atmung mit einem Atemzugvolumen von 500 ml, einem Verhältnis Expiration zu Inspiration $E/I = 1,5$ bei einer Atemfrequenz $f_A = 14$ Atemzügen pro Minute obstruktive und zentrale Ereignisse sowie Veränderungen der Atem-anregung simuliert.

das bei einem Atemtherapiedruck ab 10 hPa simulierten Atemanregung mit 70 Prozent

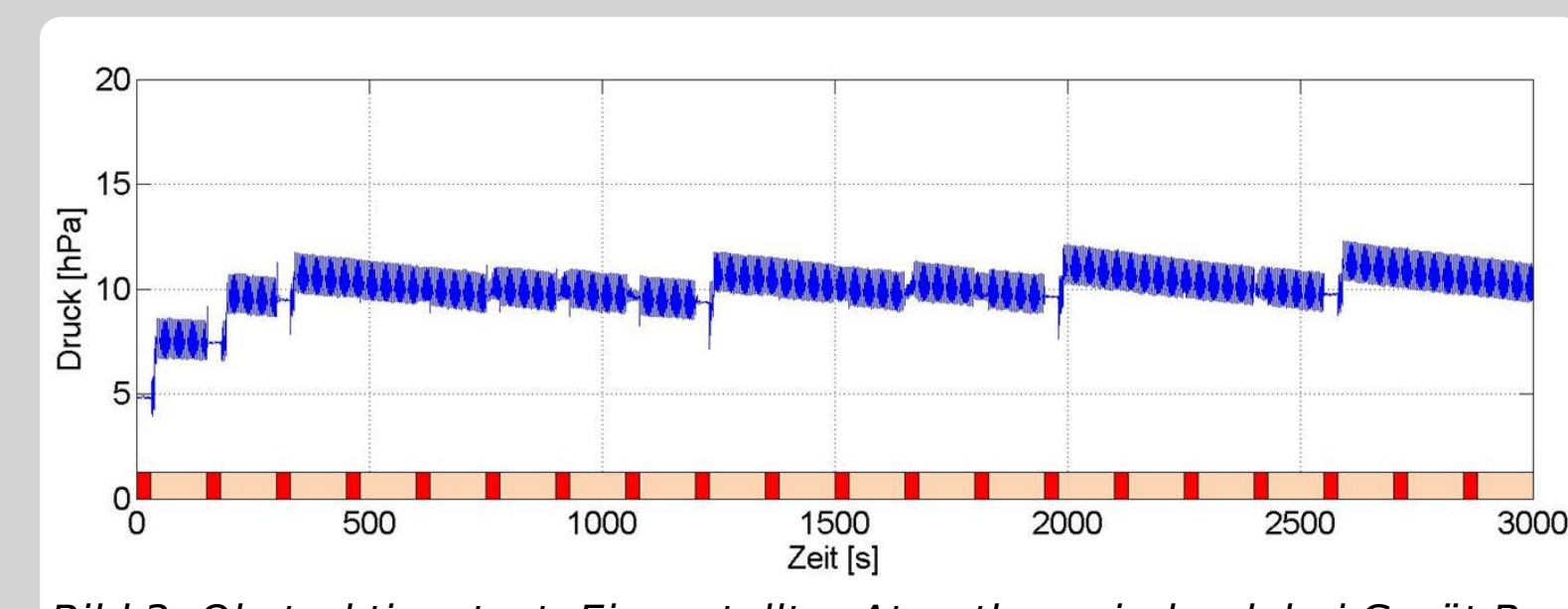


Bild 3: Obstruktionsstest: Eingestellter Atemtherapiedruck bei Gerät B

Obstruktionen werden durch einen vollständigen Verschluss eines obstruktiven Elements (OE), vollständig geöffnet wird, generiert. Zentrale Hypopnoen werden durch eine Verringerung der Flussreduzierung und zentrale Ereignisse werden durch das Aussetzen der Atem-anregung simuliert. Durch Aneinanderreihen von respiratorischen Einzelereignissen wurden Tests entwickelt, mit denen das Regelverhalten von APAP-Geräten bei auftretenden Obstruktionen und bei veränderten Atemanregungen untersucht wird. Die Ergebnisse sind geräteindividuell sehr unterschiedlich. Diese sind nachfolgend für die Prüfung des Regelverhaltens bei auftretenden Obstruktionen beispielhaft für 3 Geräte in Bild 2 bis 4 dargestellt. Bei der Prüfung wurden 20 Obstruktionen mit je 30 Sekunden Dauer (rote Legende), gefolgt von obstruktionsfreier Atmung mit einer Dauer von 120 Sekunden (gelbe Legende), simuliert.

Gerät A erhöht den Atemtherapiedruck ab der 2. Obstruktion nach jeder simulierten Obstruktion und erreicht den für das vollständige Öffnen der Obstruktion notwendigen Druck nach der 10. Obstruktion und damit nach einer Zeit von mehr als 23 Minuten. Druckabsenkungen nach Obstruktionen erfolgen bei diesem Gerät schrittweise nach einer Zeit von mehr als 10 Minuten. Gerät B erhöht den Druck schrittweise nach auftretenden Obstruktionen so, dass nach 3 Obstruktionsphasen und 3,5 Minuten die Obstruktion vollständig geöffnet ist. Druckabsenkungen erfolgen kontinuierlich mit ca. 1 hPa in 5 Minuten, solange keine weiteren Obstruktionen auftreten. Gerät C erhöht bei jeder auftretenden Obstruktion den Atemtherapiedruck so, dass ein Öffnen der Obstruktion erfolgt und senkt ihn nach der Obstruktion wieder bis auf das Ausgangsniveau ab. Bei der Untersuchung von zentralen Ereignissen (Aussetzen der Atemanregung ohne Obstruktion) zeigt sich, dass 2 der insgesamt 9 untersuchten APAP-Geräte den Atemtherapiedruck erhöhen, während 7 Geräte den Druck nicht verändern. Zusammengefasst zeigen die Ergebnisse, dass deutliche technische Unterschiede bei der Druckregelung marktgängiger APAP-Geräte existieren. Zur weiteren

Betrachtung der technischen Prüfergebnisse wurde ein Parameter entwickelt, der diese Ergebnisse pro Gerät umfassend beschreibt.

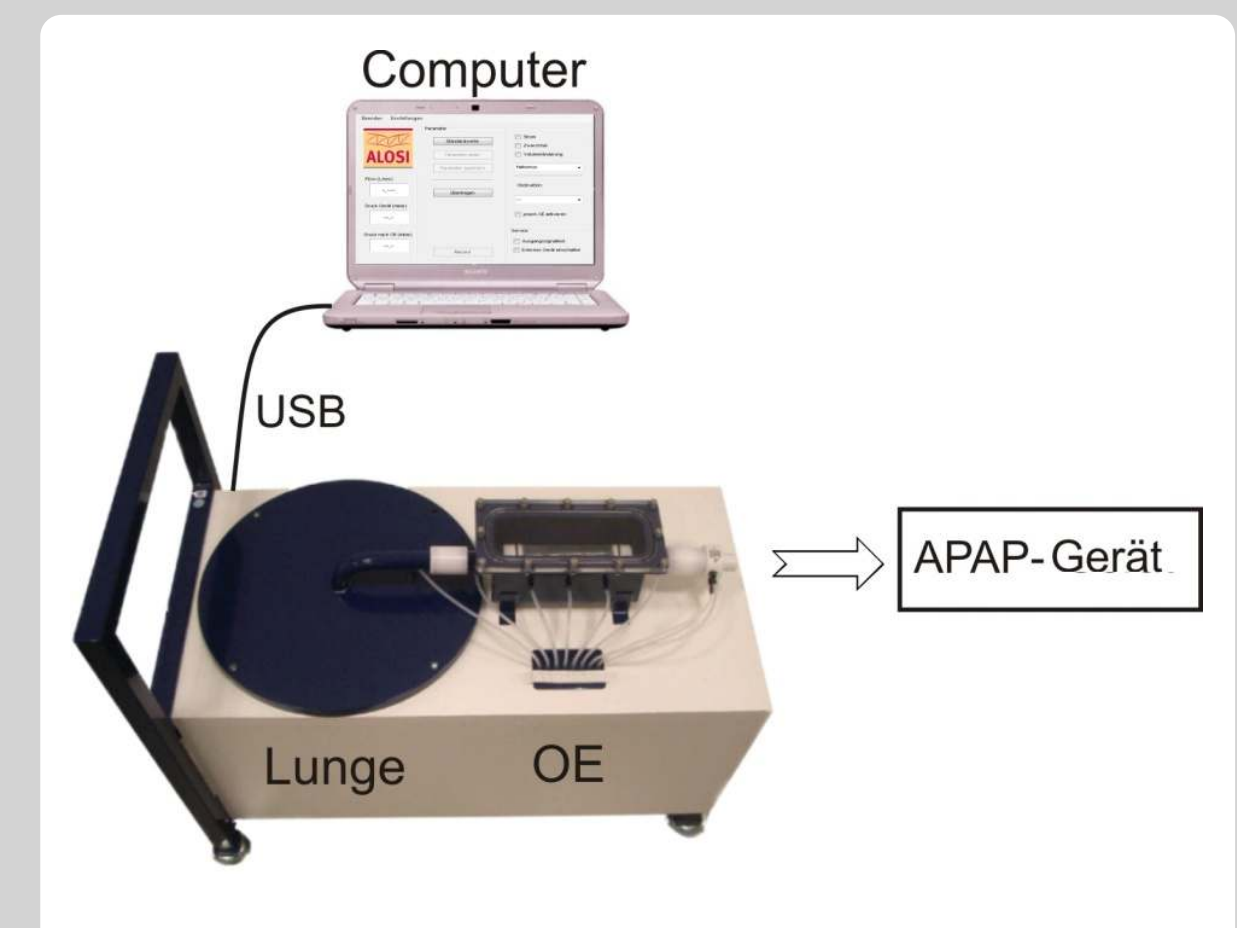


Bild 1: Funktionsdarstellung des ALOSI

Vorhersage der Patientencompliance

Um zu untersuchen, ob die technischen Prüfergebnisse eine Relevanz für die Compliance der APAP-Therapie haben, wurden von der DAK-Gesundheit anonymisierte Compliancedaten von deutschlandweit mehr als 7000 Patienten, die mit einem der technisch geprüften APAP-Geräte von 01.01.2010 bis 31.12.2011 versorgt wurden, zur Verfügung gestellt. Für jedes APAP-Gerät wurde ermittelt, welcher Prozentsatz der Patienten die Therapie mit dem jeweiligen APAP-Gerät nicht abbricht. Dies wird als Patienten-Nutzungsrate definiert. Zur Reduzierung statistischer Fehler wurden 3 APAP-Gerätetypen, die nur selten verordnet wurden, aus der weiteren Betrachtung ausgeschlossen.

In Bild 5 ist die Beziehung zwischen den technisch ermittelten, normierten Parametern und den Nutzungsraten der Patienten für die sechs betrachteten APAP-Geräte dargestellt. Die Durchmesser der dargestellten Kreise und die daneben stehenden Zahlen korrespondieren mit der Anzahl der pro APAP-Gerät versorgten Patienten. Der Zusammenhang zwischen der technischen Bewertung und der Patienten-Nutzungsrate ist deutlich zu erkennen.

In der Tabelle 1 sind die in den Messungen ermittelten Testwerte für alle Geräte zusammenfassend dargestellt.

Gerät	Obstruktionsdauer 15s		Obstruktionsdauer 30s		Obstruktionsdauer 120s		Druckänderung bei zentralen Hypopnoen	Druckänderung bei zentralen Ereignissen	Druckänderung bei Variation der Anregung
	Anzahl der geöffneten Obstruktionen	durchschnittliche Druckabsenkung nach Obstruktion	Anzahl der geöffneten Obstruktionen	durchschnittliche Druckabsenkung nach Obstruktion	Anzahl der geöffneten Obstruktionen	durchschnittliche Druckabsenkung nach Obstruktion			
1	20	0,00 hPa	20	0,00 hPa	20	0,00 hPa	Ja	Ja	Ja
2	11	0,13 hPa	1	0,00 hPa	0	0,00 hPa	Ja	Nein	Ja
3	8	0,10 hPa	14	0,15 hPa	0	0,00 hPa	Ja	Nein	Ja
4	6	0,05 hPa	5	0,05 hPa	5	0,10 hPa	Nein	Ja	Ja
5	4	0,10 hPa	12	0,25 hPa	0	0,40 hPa	Nein	Ja	Ja
6	10	0,15 hPa	14	0,18 hPa	14	0,24 hPa	Ja	Nein	Ja

Tabelle 1: Ermittelte Testwerte Gerät 1 - 6

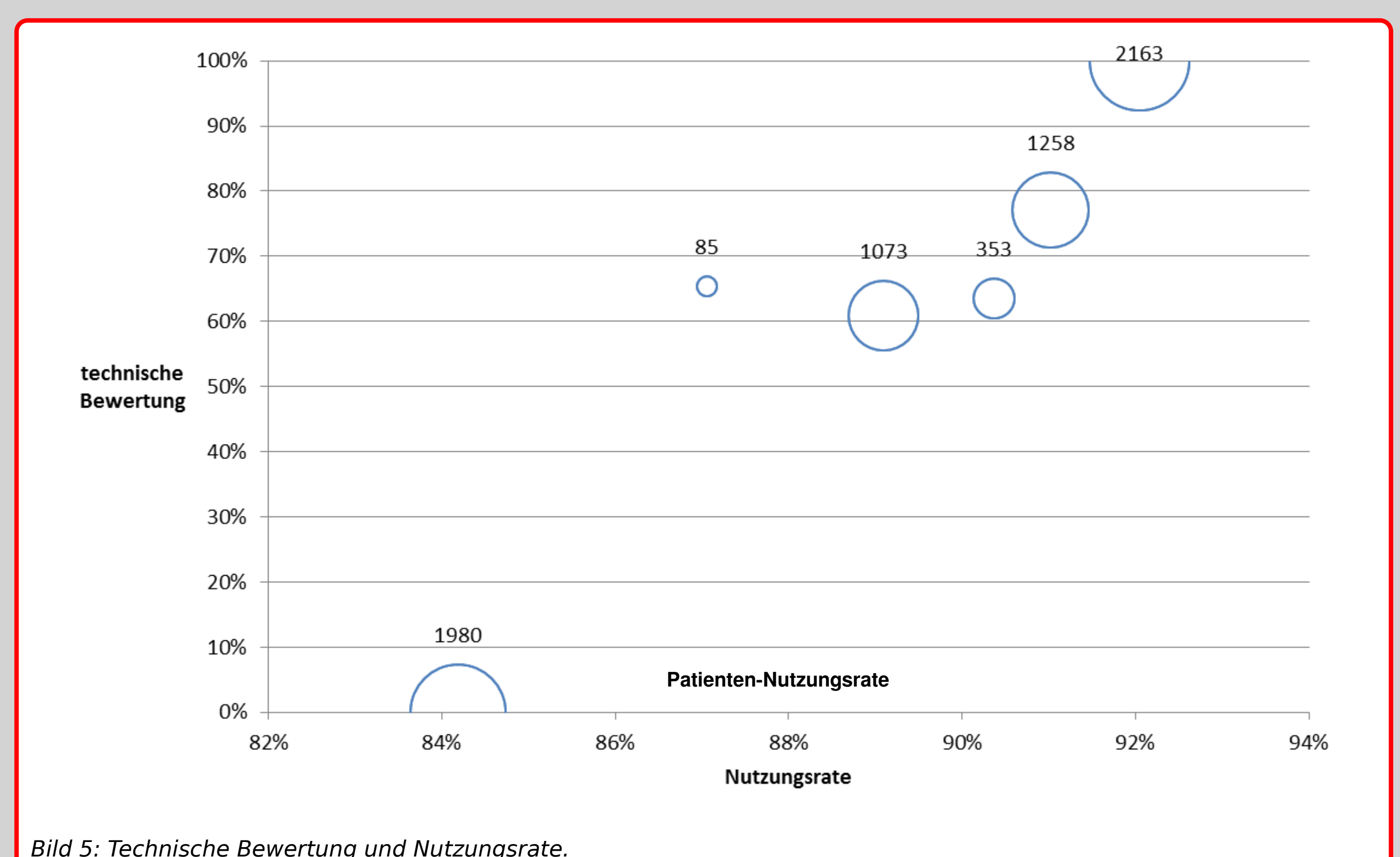
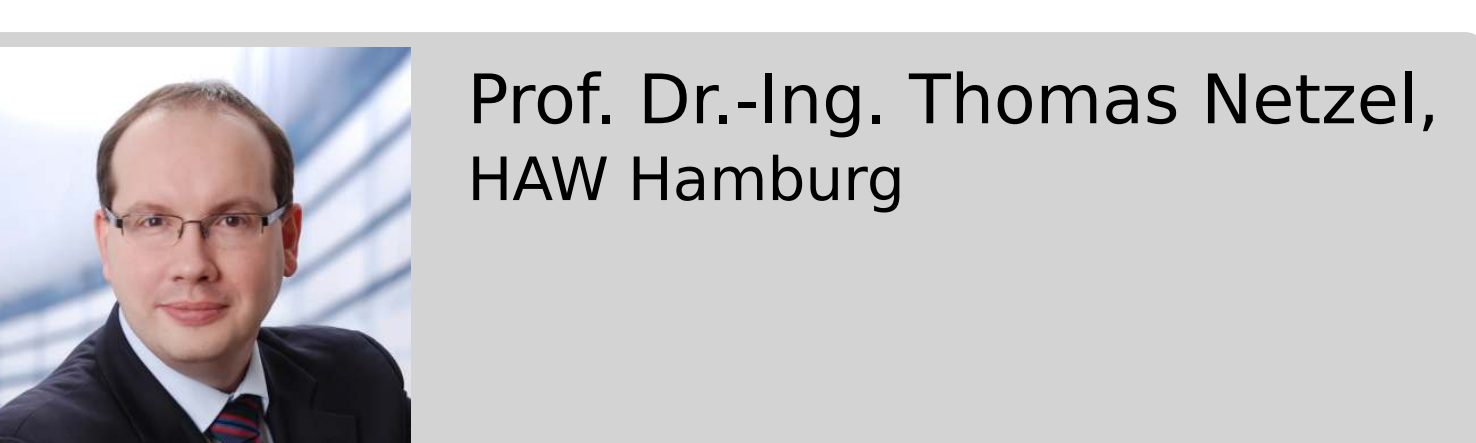


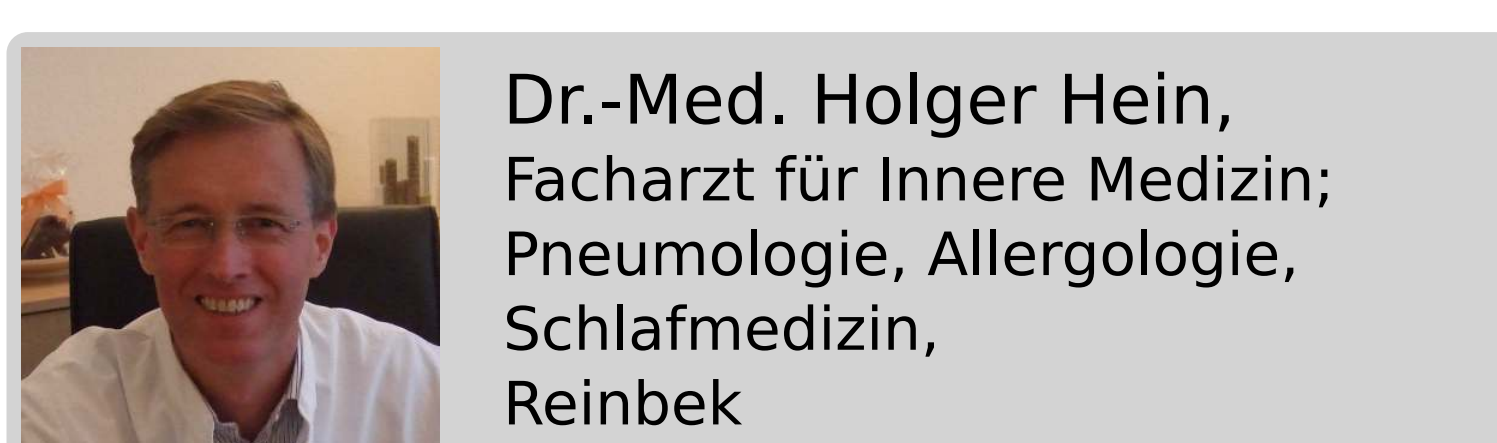
Bild 5: Technische Bewertung und Nutzungsrate.

Schlussfolgerungen

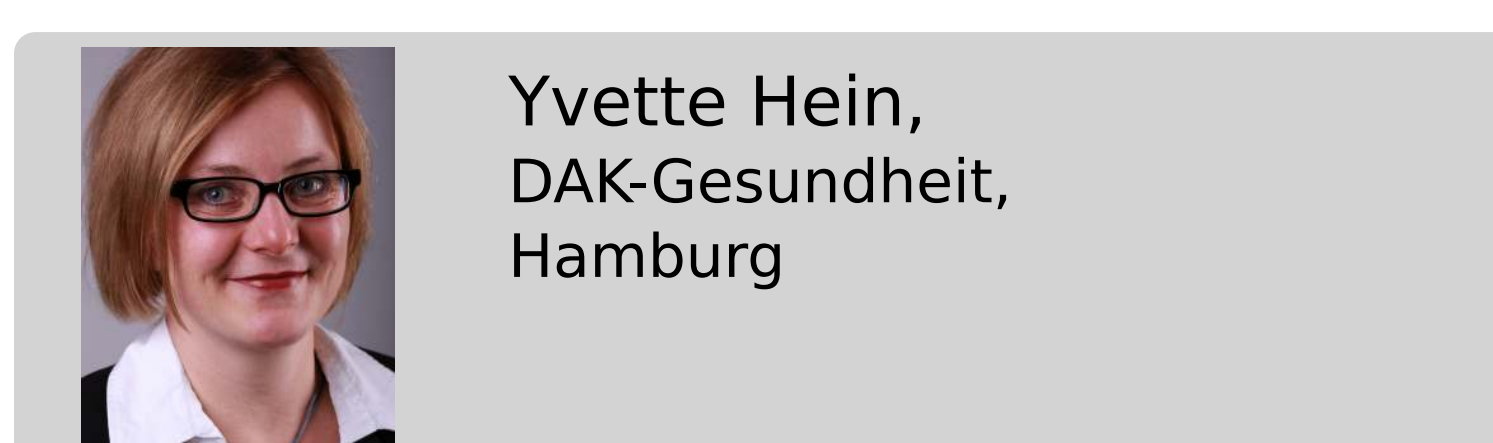
Mit der vorgestellten Prüfmethode ist es möglich, die technischen Eigenschaften der automatischen Druckregelung von APAP-Geräten übersichtlich darzustellen. Da offensichtlich ein direkter Zusammenhang zwischen der technischen Bewertung und der Patienten-Nutzungsrate besteht, kann außerdem eine geräteabhängige Vorhersage der Patienten-Compliance für APAP-Geräte durchgeführt werden, bevor die Geräte beim Patienten eingesetzt werden.



Prof. Dr.-Ing. Thomas Netzel,
HAW Hamburg



Dr.-Med. Holger Hein,
Facharzt für Innere Medizin;
Pneumologie, Allergologie,
Schlafmedizin,
Reinbek



Yvette Hein,
DAK-Gesundheit,
Hamburg



Martin Schnell B.Eng.,
wissenschaftl. Mitarbeiter
HAW Hamburg