

Präsentiert von

Dr.-Ing. Thomas Netzel

Druckkonstanz der marktüblichen Druckatmungsgeräten

- **Fragestellung:**

 - Welche Druckkonstanz besitzen marktübliche CPAP/APAP-Geräte?**

- **Patienten und Methoden**

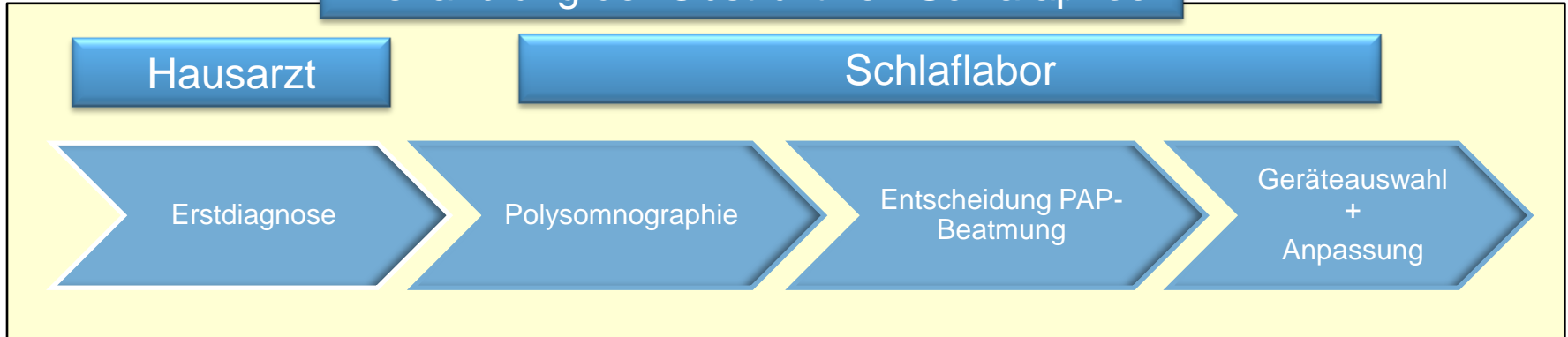
- **Ergebnisse**

- **Schlussfolgerungen**

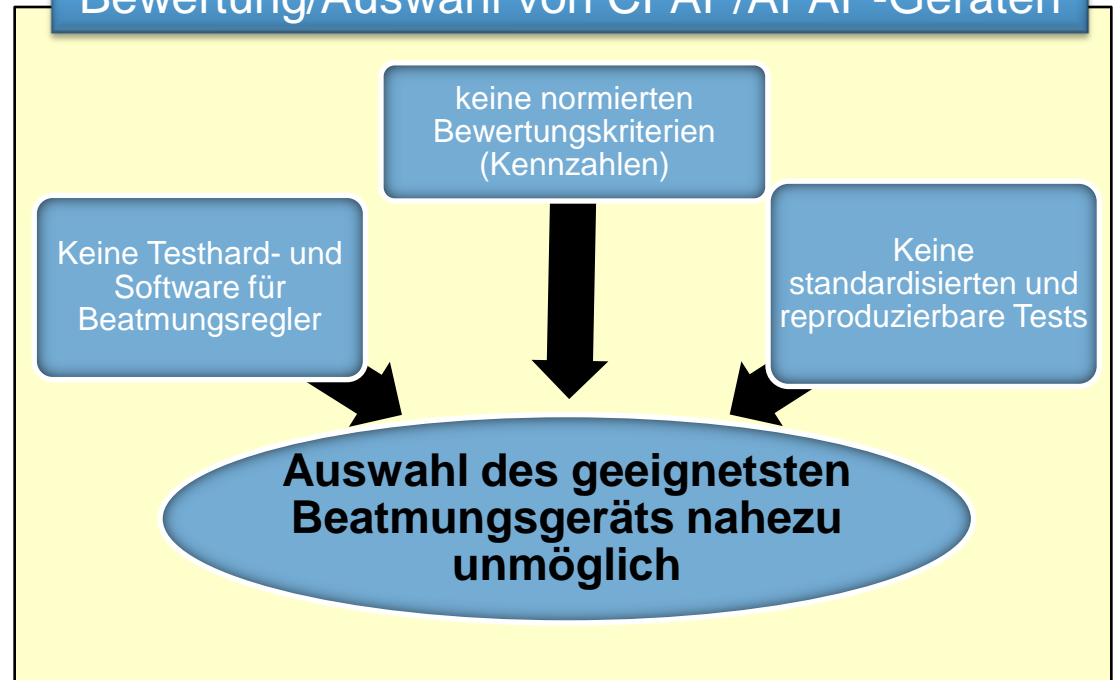
- **Weiteres Vorgehen**

Fragestellung: Welche Druckkonstanz besitzen marktübliche CPAP/APAP-Geräte?

Behandlung der Obstruktiven Schlafapnoe



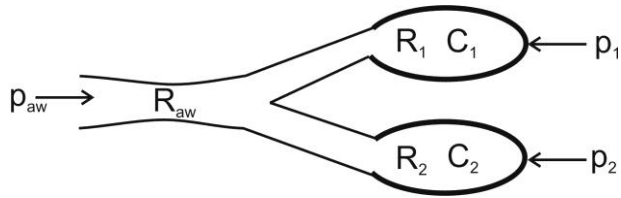
Bewertung/Auswahl von CPAP/APAP-Geräten



Patienten und Methoden I

Aktiver Lungen- und Obstruktionssimulator ALOSI

Lungen- und Obstruktionssimulation



p Pressure
R Resistance
C Compliance

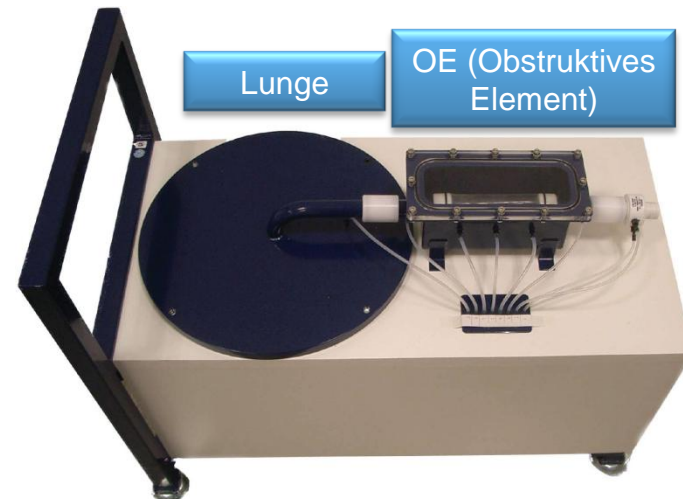
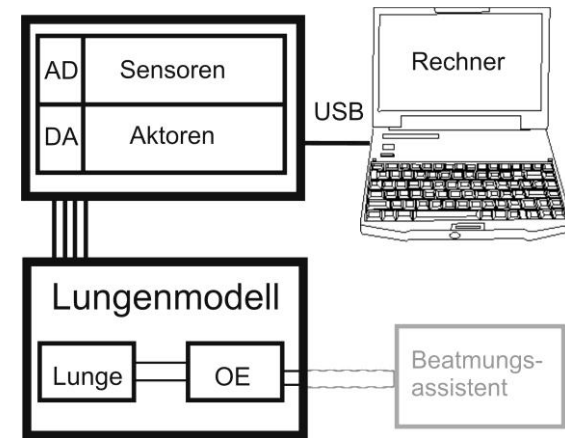
Simulation:

- Beliebige Atemanregungen, Resistance, Compliance, Frequenz, E/I
- Gesunde und krankhafte Atmung

Beispiele:

- Obstruktive, gemischte und zentrale Schlafapnoen, Hypopnoen
- Cheyne-Stokes-Atmung
- Schnarchen und Leckagen (in Umsetzung)

Hardware



Regeleigenschaften von Beatmungsassistenten analysierbar

Patienten und Methoden II

Einführung statischer Kennzahlen

Bezeichnung	Druckgenauigkeit	Druckstabilität
Definition	$G = \frac{p_{Ist}}{p_{Soll}}$	$K = \frac{\Delta p_{\sim Ist}}{\Delta p_{\sim Soll}}$
Sollwert	p_{Soll} ist variabel	$\Delta p_{\sim Soll} = 0,3 \text{ mbar}$
Beispiel	<p>$p_{Soll} = 4 \text{ mbar}$</p> <p>$p_{Ist} = 3 \text{ mbar}$</p> <p>$G = 0,75$</p>	<p>$\Delta p_{\sim Soll} = 0,3 \text{ mbar}$</p> <p>$\Delta p_{Ist} = 0,9 \text{ mbar}$</p> <p>$K = 3$</p>
Auswirkungen bei Abweichung	<ul style="list-style-type: none"> - Lufthunger - schwierige Umversorgung - keine Vergleichbarkeit verschiedener Geräte 	<ul style="list-style-type: none"> - Antizyklische Druckversorgung - erhöhte Atemarbeit - Förderung von frühen Obstruktionen

Patienten und Methoden III

➤ Bestimmung von G und K bei 10 CPAP-Geräten





- **Sollwerte:** $p_{\text{Soll}} = 10 \text{ bar}$, $\Delta p_{\sim \text{Soll}} = 0,3 \text{ mbar}$
- **Atemparameter:** 12, 16 Atemzüge/min; 500, 1000 ml/Atemzug
- **Messdauer:** jeweils 60 Sekunden im eingeschwungenen Zustand

➤ Untersuchte CPAP-Geräte

- **Breas** Sleep 20+
- **FLO Medizintechnik** FLOxPAP
- **Fisher & Paykel** SleepStyle600
- **Hoffrichter** Trend 210
- **kaerys** kxs Constant Active Ramp

- **ResMed** Elite II S8
- **rumeditec** RGN4
- **Weinmann** SOMNOcomfort 2
- **Heinen + Löwenstein** Somnia 2 C-FLEX 404M
- **tyco/Healthcare/Puritan Bennett** GoodKnight 420S

➤ Gerätevergleich

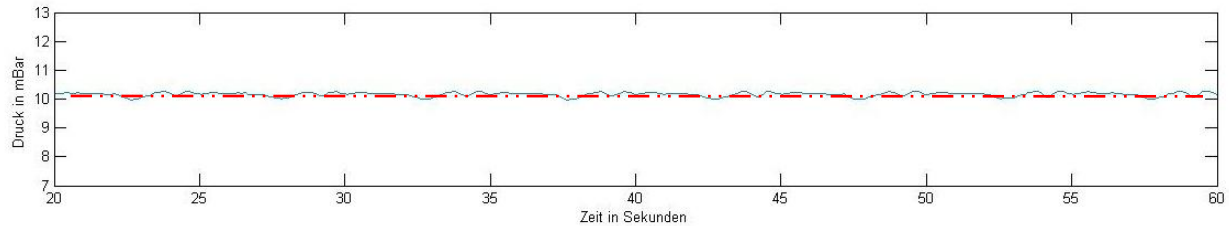
-  **Gruppenbester**
-  **besser als Durchschnitt**
-  **schlechter als Durchschnitt**
-  **Gruppenschlechtester**

Ergebnisse I

12 Atemzüge/min
500 ml Atemzugvolumen

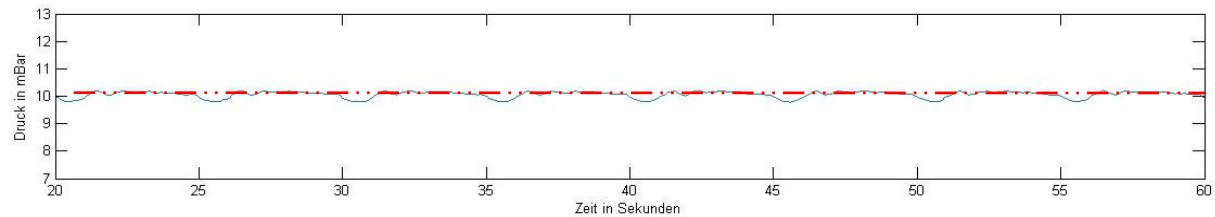
FLO Medizintechnik FLOxPAP

$G = 1,02$
 $K = 1,64$



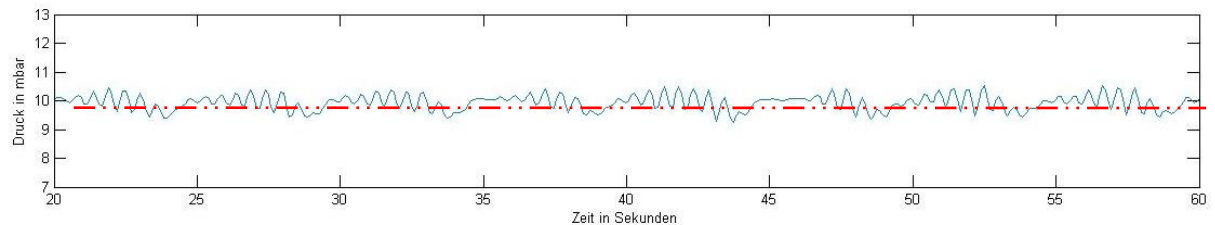
Weinmann SOMNOcomfort 2

$G = 1,01$
 $K = 2,28$



Breas Sleep 20+

$G = 0,99$
 $K = 4,58$

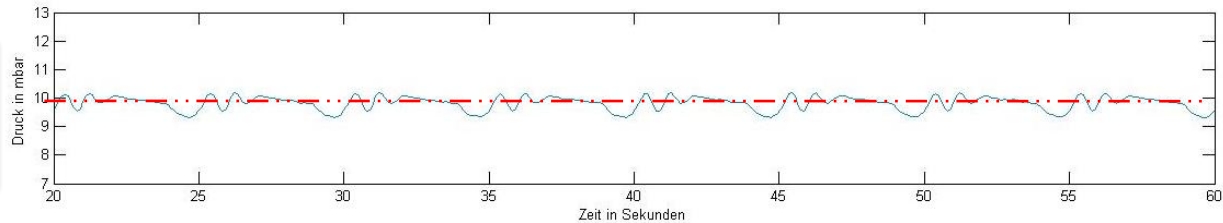


Ergebnisse II

12 Atemzüge/min
1000 ml Atemzugvolumen

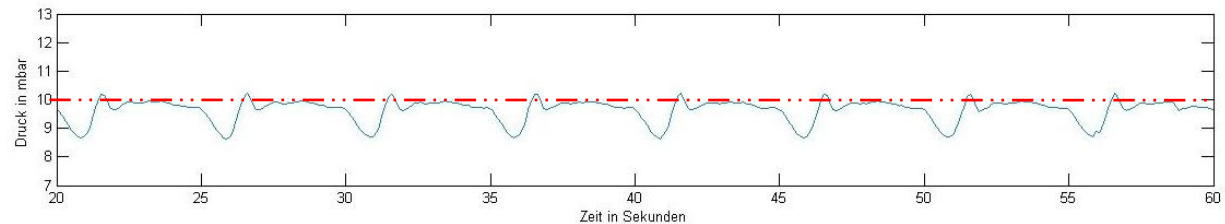
ResMed Elite II S8

$G = 0,98$
 $K = 3,25$



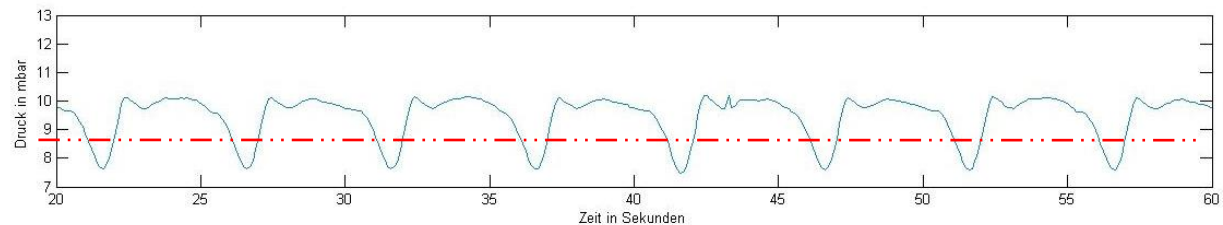
Heinen + Löwenstein Somnia 2 C-FLEX 404M

$G = 0,96$
 $K = 5,59$



Fisher & Paykel SleepStyle600

$G = 0,95$
 $K = 11,04$

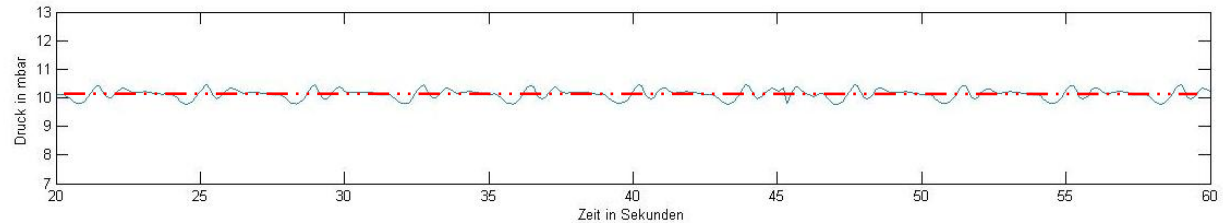


Ergebnisse III

16 Atemzüge/min
500 ml Atemzugvolumen

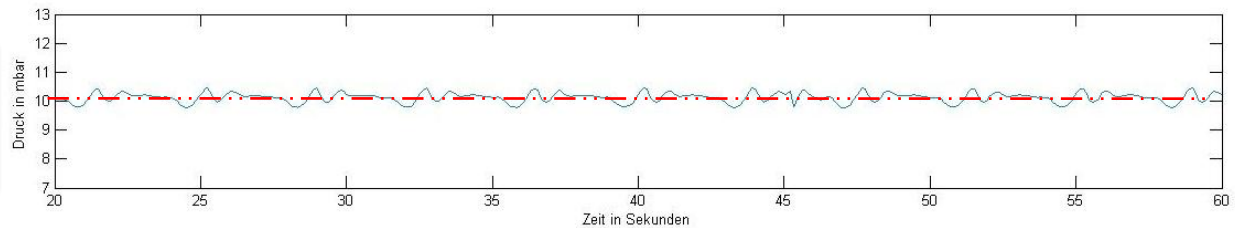
FLO Medizintechnik FLOxPAP

$G = 1,13$
 $K = 2,82$



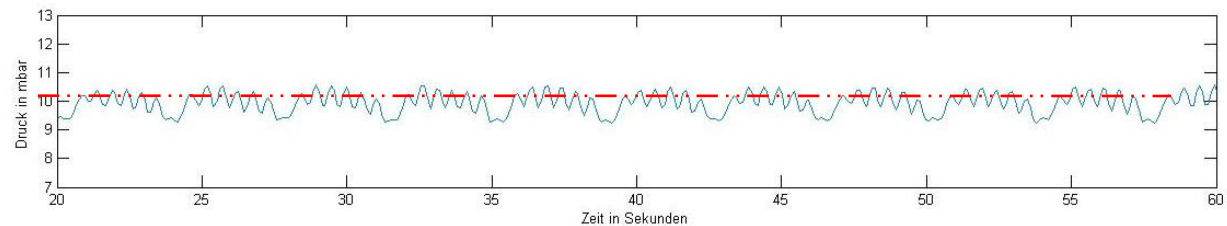
Fisher & Paykel SleepStyle600

$G = 0,96$
 $K = 5,03$



Breas Sleep 20+

$G = 0,99$
 $K = 6,45$

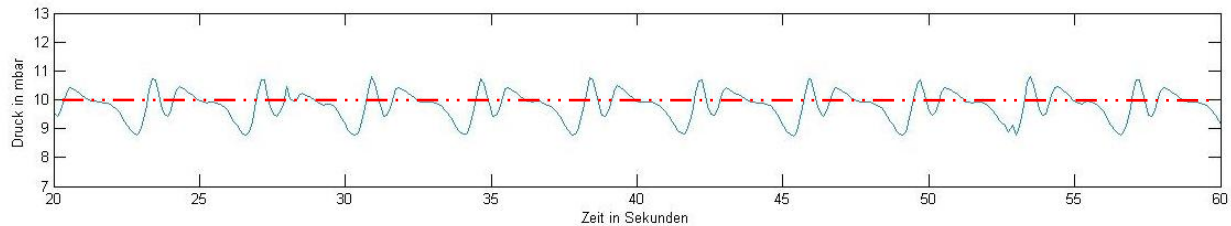


Ergebnisse IV

16 Atemzüge/min
1000 ml Atemzugvolumen

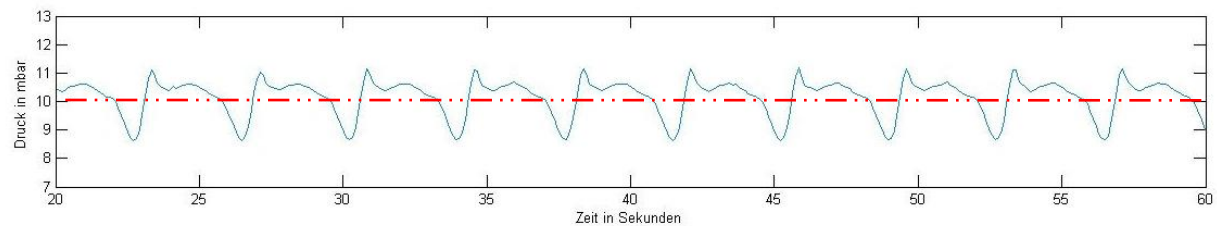
ResMed Elite II S8

$G = 0,98$
 $K = 7,14$



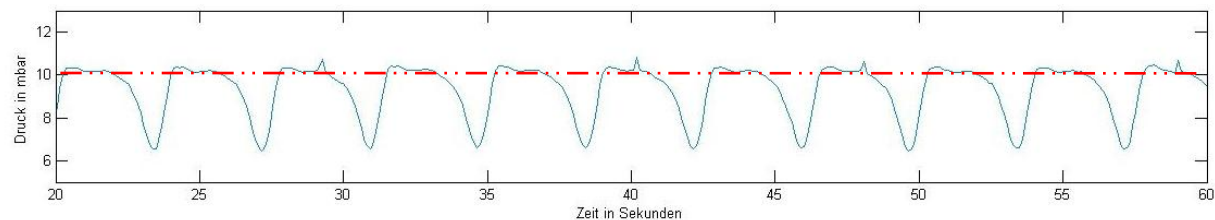
rumeditec RGN4

$G = 1,01$
 $K = 9,25$



Fisher & Paykel SleepStyle600

$G = 0,93$
 $K = 15,82$



Ergebnisse: Zusammenfassung

12 AZ/min
500 ml AZV

	Breas	FLO	Fisher & Paykel	Hoffrichter	kaerys	Resmed	Rume-ditec	Wein-mann	Heinen& Löwenst.	Tyco
G	0,99	1,02	0,96	0,97	1,02	0,98	1,02	1,01	0,97	0,98
K	4,58	1,64	4,01	2,11	1,77	1,95	2,24	2,28	3,31	4,13

12 AZ/min
1 l AZV

	Breas	FLO	Fisher & Paykel	Hoffrichter	kaerys	Resmed	Rume-ditec	Wein-mann	Heinen& Löwenst.	Tyco
G	0,98	1,01	0,95	0,97	1,01	0,98	1,04	1,00	0,96	0,97
K	7,49	4,89	11,04	4,43	5,53	3,25	4,88	6,09	5,59	6,19

16 AZ/min
500 ml AZV

	Breas	FLO	Fisher & Paykel	Hoffrichter	kaerys	Resmed	Rume-ditec	Wein-mann	Heinen& Löwenst.	Tyco
G	0,99	1,13	0,96	0,97	1,02	0,98	1,02	1,00	0,97	0,97
K	6,45	2,82	5,03	3,57	2,91	3,46	5,69	2,97	5,85	6,22

16 AZ/min
1 l AZV

	Breas	FLO	Fisher & Paykel	Hoffrichter	kaerys	Resmed	Rume-ditec	Wein-mann	Heinen& Löwenst.	Tyco
G	0,99	1,01	0,93	0,96	1,01	0,98	1,01	1,00	0,96	0,98
K	11,50	7,23	15,82	8,09	10,34	7,14	9,25	8,26	11,29	14,05

Die Geräteperformance ist druckabhängig und sehr unterschiedlich!

- **Weiterentwicklung vieler CPAP-Geräte notwendig**
- **Entwicklung von standardisiertem Gerätetest nötig**
 - Einheitliche statische und dynamische (APAP-Geräte) Kennzahlen
 - Standardisierter, reproduzierbarer Testablauf
 - Vorgabe von Sollwerten
- **Patientenversorgung sollte nur mit erfolgreich getesteten Geräten erfolgen**

Handlungsbedarf: Sicherstellung geprüfter Qualität!

➤ **Entwicklung von Kennzahlen für APAP-Geräte**

- Reproduzierbare Prüfung beliebiger Beatmungsgeräte
- Gerätevergleich
- Test neu entwickelter Regelalgorithmen
- Qualitätssicherung und -prüfung

➤ **Implementierung standardisierter Testablauf**

- Vermessung marktführender APAP-Geräte
- Standardisierte Dokumentation



HELMUT SCHMIDT
UNIVERSITÄT
Universität der Bundeswehr Hamburg



E-Mail

e-mail: info.alosi@hsu-hh.de

Homepage

<http://separations.hsu-hh.de>

***Helmut-Schmidt-Universität /
Universität der Bundeswehr Hamburg
Professur: Verfahrenstechnik, insbe-
sondere Stofftrennung
Holstenhofweg 85
D-22043 Hamburg***

***Helmut-Schmidt-University / University of
Federal Armed Forces Hamburg
Chair: Process Engineering, especially***

***Separation Technologies
Holstenhofweg 85
D-22043 Hamburg
Germany***