

# Pitfalls bei der Leckagebeatmung von Kindern.

**Paul Diesener**  
**Hegau-Jugendwerk Gailingen**  
**Neurologisches Krankenhaus und Rehabilitationszentrum**  
**D-78262 Gailingen**

[paul.diesener@hbh-kliniken.de](mailto:paul.diesener@hbh-kliniken.de)  
[www.hegau-jugendwerk.de](http://www.hegau-jugendwerk.de)  
[www.dysphagie-netzwerk-suedwest.de](http://www.dysphagie-netzwerk-suedwest.de)



# Leckagebeatmung

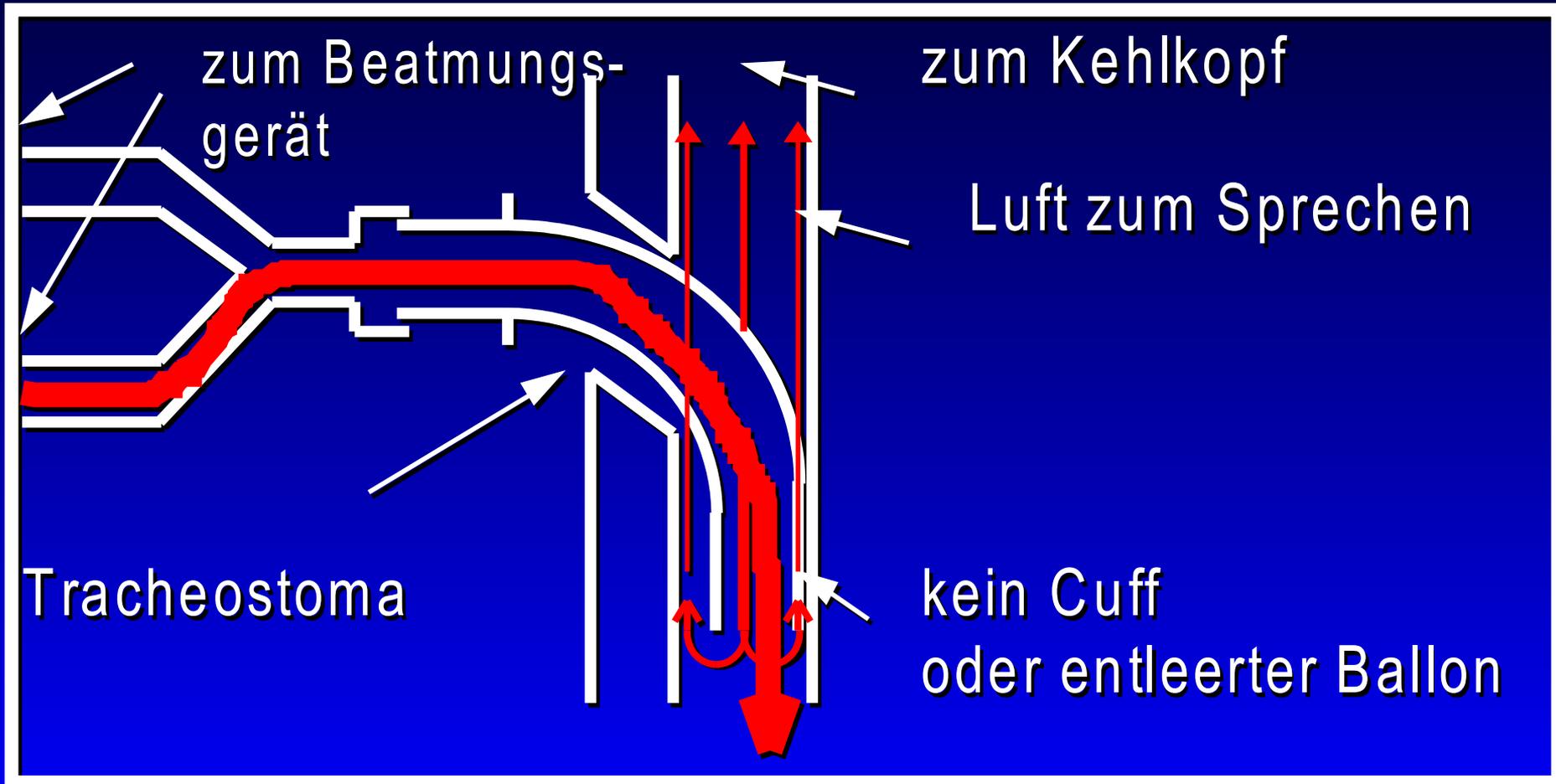
# Leckagebeatmung



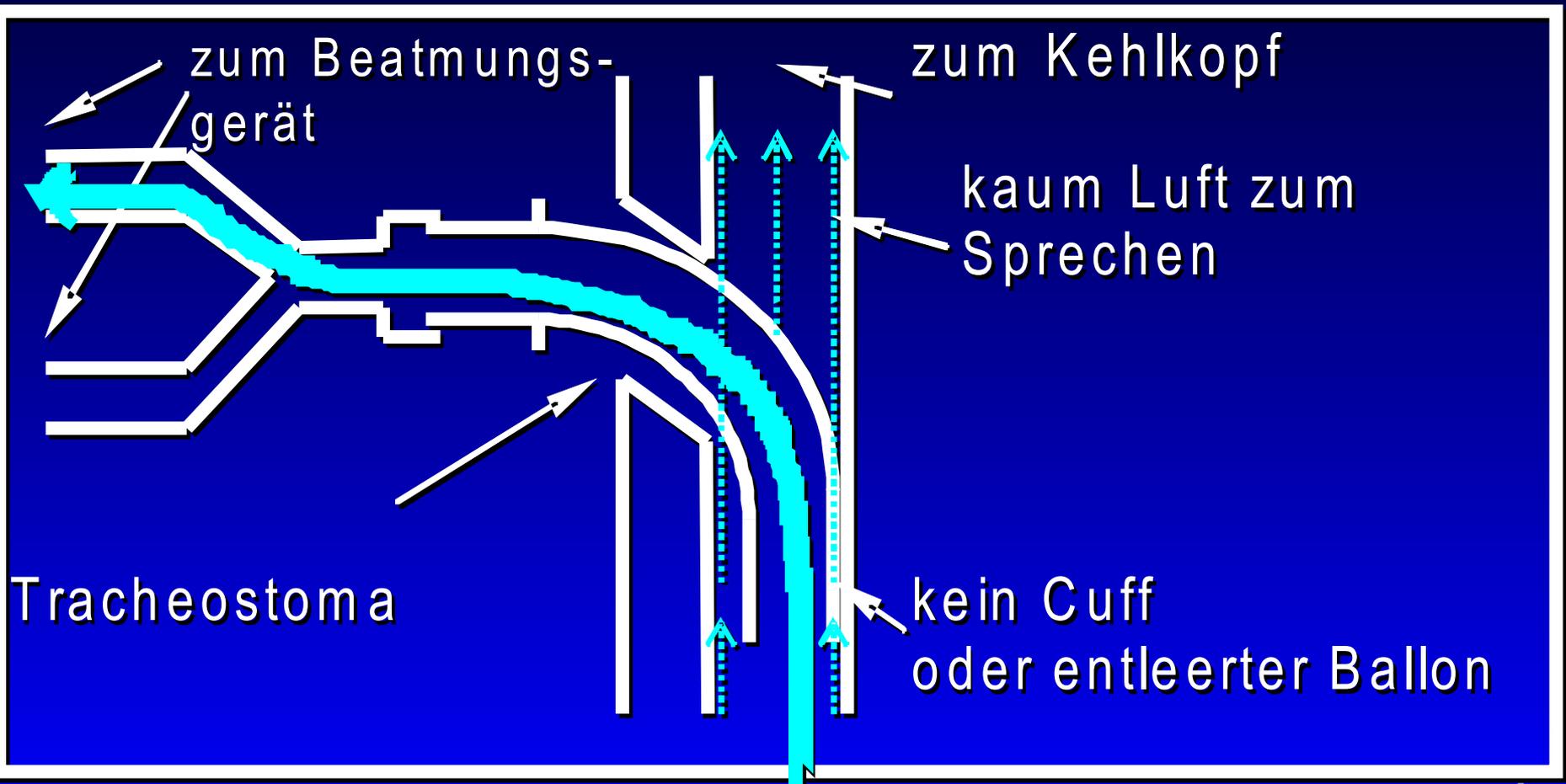
# Wie funktioniert Leckagebeatmung?

---

# Sprechen unter Beatmung (Inspiration)



# Sprechen unter Beatmung (Expiration)



# Welcher Beatmungsmodus bei invasiver Leckagebeatmung?

- PCV?
- PSV?
- VC?
- Welcher Triggertyp?
- Volumenkompensation bzw. Druckreserve?

# Druckkontrolliert

## Vorteil

- Triggerfreie Erholungsbeatmung im Schlaf.

## Nachteil

- Fixe Inspirationszeit:
  - Erhöhte Triggerfrequenz geht zu Lasten der Expirationszeit
    - Überblähung durch IRV.
- Fixes I:E
  - In- und Expiration werden bei erhöhter Triggerfrequenz proportional verkürzt.

# Druckunterstützt

## Vorteil

- Erholungsbeatmung im Schlaf, wenn ausreichend hohe Backup-Frequenz (dann = PCV).
- Vom Kind gesteuerte „Quasselfrequenz“ lässt Zeit für Expiration.

## Nachteil

- Einstellung des Expirationstriggers nur mit definierter Leckage bei absoluter Ruheatmung (im Schlaf).

# Volumenkontrolliert

## Vorteil

- keine störende Leckageluft, wenn Volumen verbraucht.
- Sprechdauer limitiert, da keine Kompensation

## Nachteil (nur Turbinengeräte)

- Drohende Minderbelüftung, wenn (geräteabhängig) Compliance-Messung zu lange braucht.

PLV,



# Druck- oder Fluss-Trigger

- Praktisch nur Druck-Trigger möglich
  - Ansprechbarkeit vermindert durch Leckage oder Filter
- Leckage ist Trigger-Impuls für Fluss-Trigger   
Autotrigger mit Überblähung, insb. bei fixierter Inspirationszeit.

# Kompensationen

- Wenn Volumenkompensation bzw. Druckreserve am Inspirationsvolumen orientiert, kann Kompensation nicht genutzt werden, da Volumen wg. Leckage immer über Grenzwert.
- Wenn Volumenkompensation bzw. Druckreserve am Expirationsvolumen orientiert (nur bei Doppelschlauch), erhöhen sich Lautstärke und Sprachqualität durch die Kompensation.

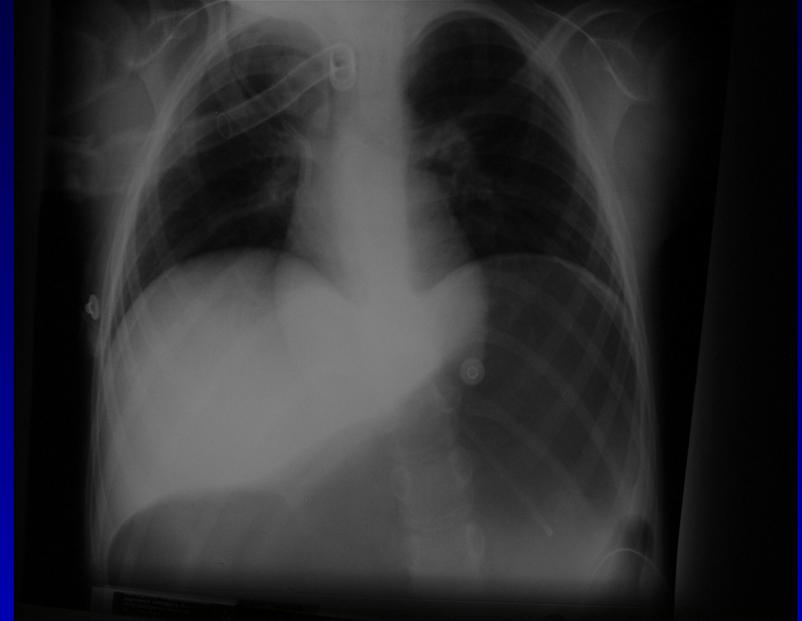
# Szenario 1

---

- Subjektiv offensichtlich Atemnot
- Triggeraktivität beschleunigt (Atemhilfsmuskulatur)
- Sättigung normal oder pathologisch

# Mögliche Ursachen

- Akute Restriktion
  - Aerophagie
  - Spinale Spastik
  - (Spannungs-)pneu
- Akute Obstruktion
  - Tiefer Sekretverhalt
  - Verborkte Kanüle
  - Atemwegskollaps bei Kanülendislokation
- Erregungszustand
- Mehrere der genannten Ursachen gleichzeitig



# Pathophysiologie

- $\text{etCO}_2$    Atemantrieb  (klinisch Atemnot)
- AF  (getriggert)  AMV  (?)
- AMV    $\text{etCO}_2$

Wirklich und immer ??

# Eigene Beobachtung

- Kind triggert angestrengt.
- Frequenz der Maschine wird der Triggerfrequenz angeglichen („abholen“).
- $\text{etCO}_2$  steigt von 60 auf 80mmHg.
- Einstellung erfolgte andernorts mit BGA.

# Beatmung braucht Expiration

- Inspiration = aktiv (maschinell)
- Expiration = passiv
- Kleiner Atemweg = hoher Widerstand
- Hohe Frequenz = kurze Expirationszeit
- Widerstand und Expirationsdauer bestimmen das Expirationsvolumen
- Ergo: Je höher die Frequenz, desto weniger wird ausgeatmet □ Lunge bläht sich auf, bis nichts mehr reingeht = AMV □ & etCO<sub>2</sub> □

# Abhilfe (je nach Ursache)

---

- Häufiges ist häufig, seltenes ist selten (Lernkurve, Erfahrung, Expertise)

# Abhilfe (akutes Krisenmanagement)

## 1. BLOCKEN (wenn blockbar)

- Krampftherapie (bei Epilepsie)
- Magen entlüften (bei Aerophagie)
- „Rampe, Kurve“ dämpfen (bei spinaler Spastik; MER)
- Interkostal punktieren (bei Schneeballknistern)
- Kanüle wechseln (falls verstopft oder disloziert)
- Beatmungsparameter anpassen (bei Erregung)
  - Frequenz senken (!)  Expiration länger
  - Atemmittellage im Bereich besserer Compliance
  - Zugvolumen   Minutenvolumen  (Zugewinn durch  $V_{te}$ -Zunahme > Verlust durch Frequenz-Senkung); evt. passager Druck erhöhen (Hering-Breuer-Reflex)

# Abhilfe (chronisches Krisenmanagement)

- Krampftherapie optimieren (bei Epilepsie)
- PEG, evt. jejunale Ernährung (bei Aerophagie)
- Antispastische Therapie (bei spinaler Spastik)
- Kanülendurchmesser anpassen
- Kanülenart anpassen (blockbar für Krisen)
- Doppelschlauch (zum Expirationsmonitoring)

# Szenario 2

- Subjektiv keine Atemnot
- Sättigung normal oder pathologisch
- Normale oder verminderte Compliance  
(Volumenzunahme pro Druckerhöhung, nur mit Doppelschlauch messbar)

# Eigene Beobachtung

- Auskultation: V.a. einseitige Minderbelüftung
- Röntgen und Endoskopie: Totalatelektase re.
- Sättigung 100%

# v. Euler-Liljestrand-Reflex

- CO<sub>2</sub>-Anstieg und O<sub>2</sub>--Abfall führen zur Lungenarteriolen-Konstriktion.
- Komplet-Atelektase bewirkt Perfusionsstopp des betroffenen Areals.
- Sättigung bleibt (fast) normal, da Belüftung und Durchblutung ausgeglichen.

# Abhilfe

- Sättigung stets im gesamten Kontext betrachten.
- Absaugen dient bei Desaturation v.a. der Diagnostik
- Sättigung ersetzt nicht den klinischen Blick (Cyanose, Blässe, Rötung).
- Beurteilung des Messwertes nur bei gutem Signal.

# Szenario 3

---

- Die Sättigung fällt nach dem Absaugen weiter ab, steigt dann aber rasch wieder an.

# Ursache

---

- Messtechnische Trägheit (Artefakt-Dämpfung).

# Abhilfe

- Dämpfung abstellen, Empfindlichkeit erhöhen.
- Generell beim Absaugen weiter beatmen (über Winkelstück mit Absaugkappe)



# Szenario 4

---

- Die Sättigung fällt nach dem Absaugen ab und bessert sich auch nicht nach erneutem Absaugen.

# Ursache

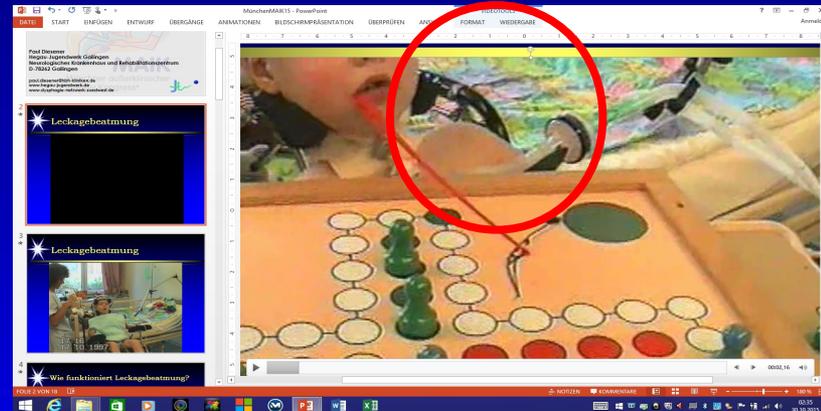
- v. Euler-Liljestrand-Reflex
- Beginnende Wiederbelüftung einer Atelektase führt reflektorisch zur sofortigen Reperfusion.
- Bis zur vollständigen Entfaltung des betroffenen Areals können mehrere Minuten vergehen, in denen das Ventilations-Perfusionsverhältnis gestört ist.

# Abhilfe

- Nicht sofort wieder absaugen.
- Bei V.a. Reperfusionshypoxie  PEEP erhöhen.

# Szenario 5

- Erschwertes Sekretmanagement trotz HME-Filter



# Heat & Moisture Exchanger

---

- Je höher die Leckage, desto wirkungsloser der HME.
- Mit Sprechventil im Beatmungsschlauchsystem (PMV 007, PassyMuir) ist HME ganz überflüssig.

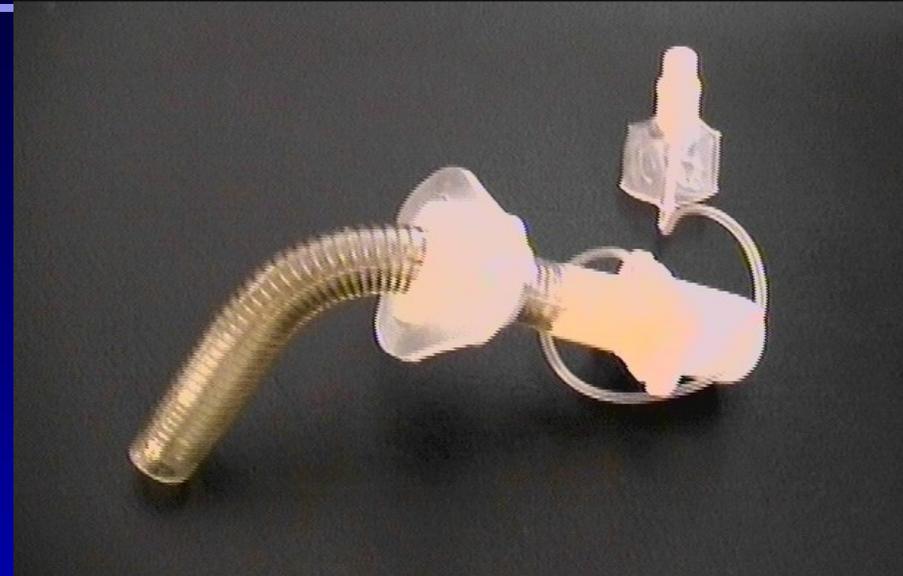
# Abhilfe

---

- Aktivbefeuchtung  
(Wasserdampf)
- Leckageminderung  
(blockbare Kanüle)

# Abhilfe

- Aktivbefeuchtung (Wasserdampf)
- Leckageminderung (blockbare Kanüle)



# Abhilfe

- Aktivbefeuchtung (Wasserdampf)
- Leckageminderung (blockbare Kanüle)



# Zusammenfassung

- Leckagebeatmung verbessert die Teilhabe
- Leckagebeatmung birgt je nach Konstellation spezifische ventilatorische und Sekretprobleme
- Der Umgang mit Leckagebeatmung ist anspruchsvoll
- Krisenmanagement
  - Empirisch wahrscheinlichste Ursache?
  - Akutmaßnahmen
  - Chronische Anpassung der Versorgung

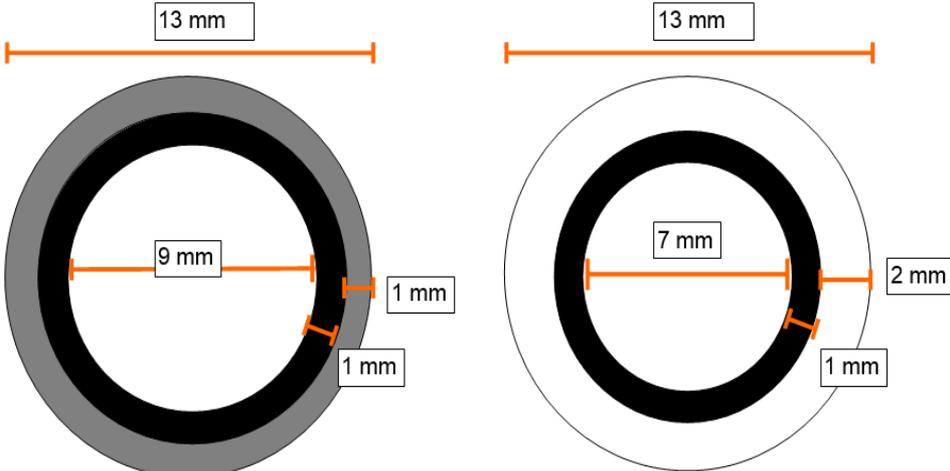
# Szenario 6

---

- Führt eine (zu) kleine Kanüle stets zur Überblähung?

# Geblockt oder Leckagebeatmung ?

Beispielrechnung3 [Kompatibilitätsmodus] - Word



Freie Öffnung:  
 $d = 9\text{ mm}$   
 $a = \pi \times r_1^2 = \pi \times (d)^2/4 = 63,6\text{ mm}^2$

$d = 7\text{ mm}$ , + Ring zw. 9 und 13 mm  
 $a = \pi \times (13^2/4 - 9^2/4 + 7^2/4) = 108\text{ mm}^2$

SEITE 1 VON 1 38 WÖRTER 130 %

04:12  
30.10.2015