

# Kinderanästhesie Teil 1

**Martin Jöhr**

Adligenswil bei  
**Luzern**

*joehrmartin@bluewin.ch*

++41 79 446 91 76



# Risiken für einen Laryngospasmus

9'297 Kinder; Kohortenstudie =>  
Risiko ↑ von Atemwegskomplikationen

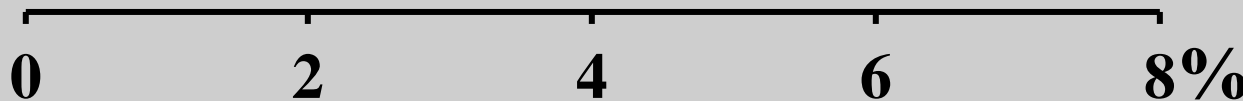
Staff 2

Registrar 5

RR 2,35  
(1,79-3,06)

Laryngospasmus

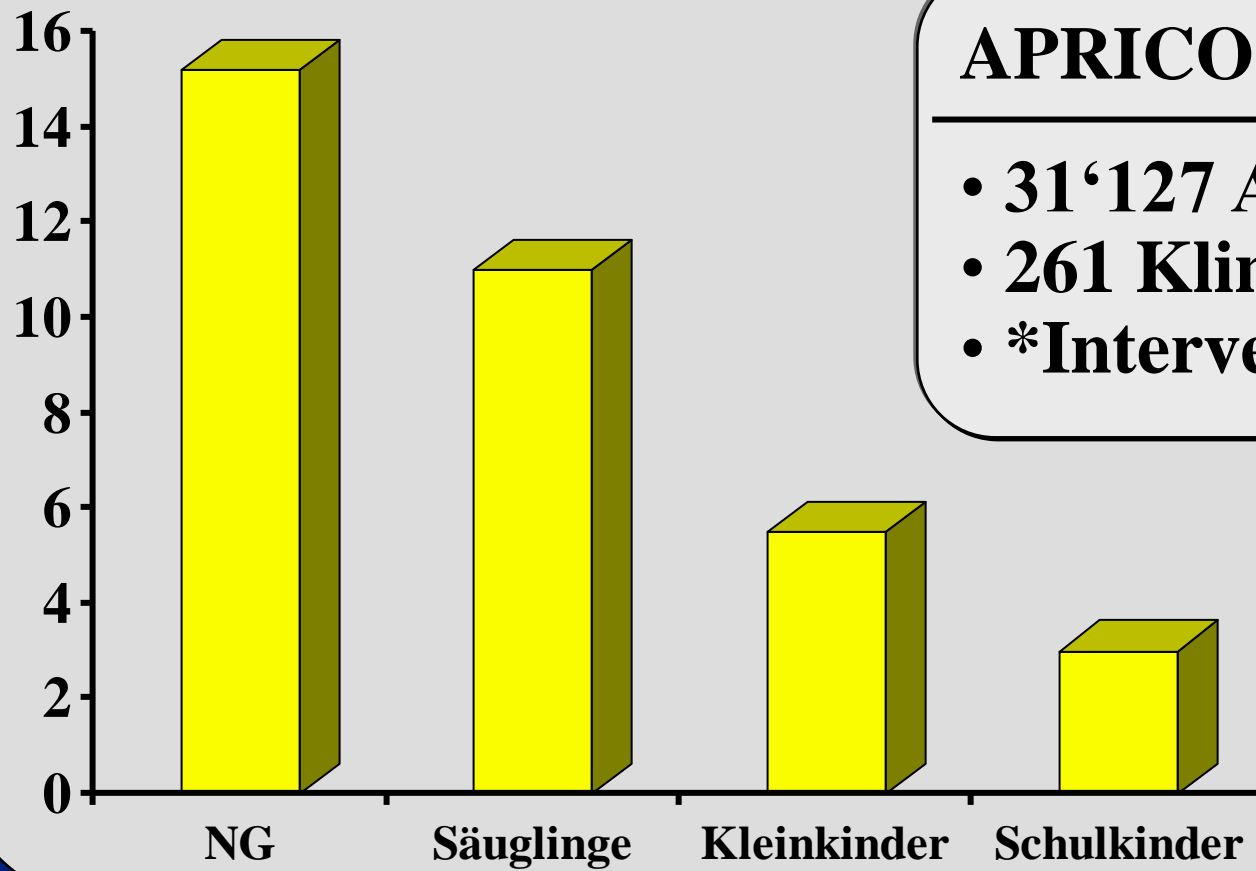
*Alter  $p < 0,0001$*



Von Ungern-Sternberg BS et al. Lancet (2010) 376: 772-83

# Kleine Kinder - große Probleme

% severe critical events\*



## APRICOT-Studie

- 31'127 Anästhesien
- 261 Kliniken
- \*Intervention notwendig



*Habre W et al. Lancet Resp Med (2017) 5: 412-25*

# Kleine Kinder - große Probleme

„Beneficial effects“

---

Jahre **Erfahrung** des  
„most senior anaesthesia  
team member“

APRICOT-Studie

---

- 31‘127 Anästhesien
- 261 Kliniken
- \*Intervention notwendig



... analysis suggests that children younger than **3-3.5** years should be managed by tertiary care providers or by anaesthesiologists with specific paediatric training ...

# Kleine Kinder - große Probleme

Man muss es können

## Individuelle Kompetenz

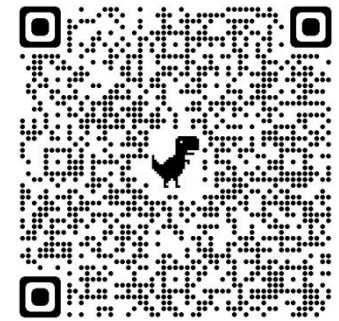
---

- Wissen
- Fertigkeiten
- Verhalten

## Institutionelle Kompetenz

---

- Struktur
- Ausrüstung
- Standards



verantwortlicher Leiter \*

**Kinderrufdienst für Kinder < 2-3 Jahre**

*\*Swiss Paediatric Anaesthesia Project 2030*

*Hohn A, Trieschmann U et al. Eur J Anaesthesiol (2019) 36: 55-63*







# Kindgerechtes Vorgehen

**Das Vorgehen muss dem Kind angepasst werden!**

## Die Ängste des Kindes

- **< 6 M**      => **keine**
- **6 M - 6 J**    => **Trennung**
- **Schulkinder** => **Medizin**
- **Adoleszente** => **Privatsphäre**



# Größenverhältnisse und Proportionen

<b>Alter</b>	<b>kg</b>	<b>cm</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
<b>NG</b>	<b>3</b>	<b>52</b>	<b>0,2</b>
<b>2 Jahre</b>	<b>12</b>	<b>85</b>	<b>0,5</b>
<b>5 Jahre</b>	<b>18</b>	<b>110</b>	<b>0,7</b>
<b>9 Jahre</b>	<b>30</b>	<b>130</b>	<b>1,0</b>
<b>Erwachsene</b>	<b>70</b>	<b>170</b>	<b>1,73</b>

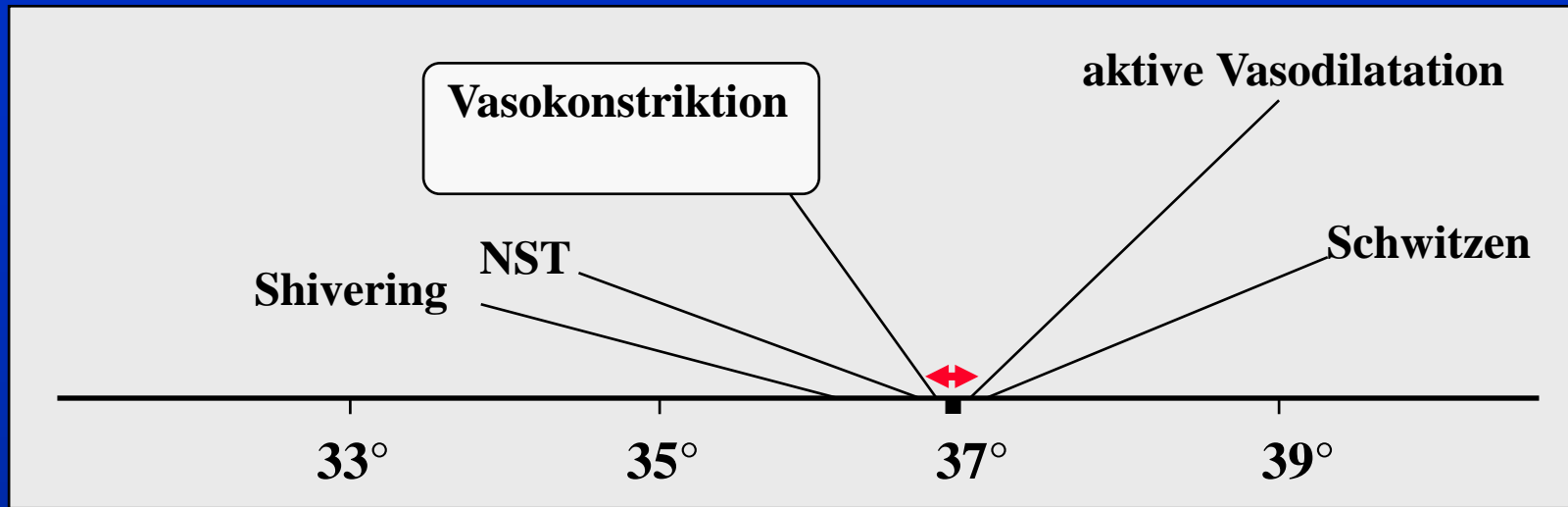
**Geburtsgewicht**

**5 M verdoppelt, 1 J verdreifacht, 2 J vervierfacht**

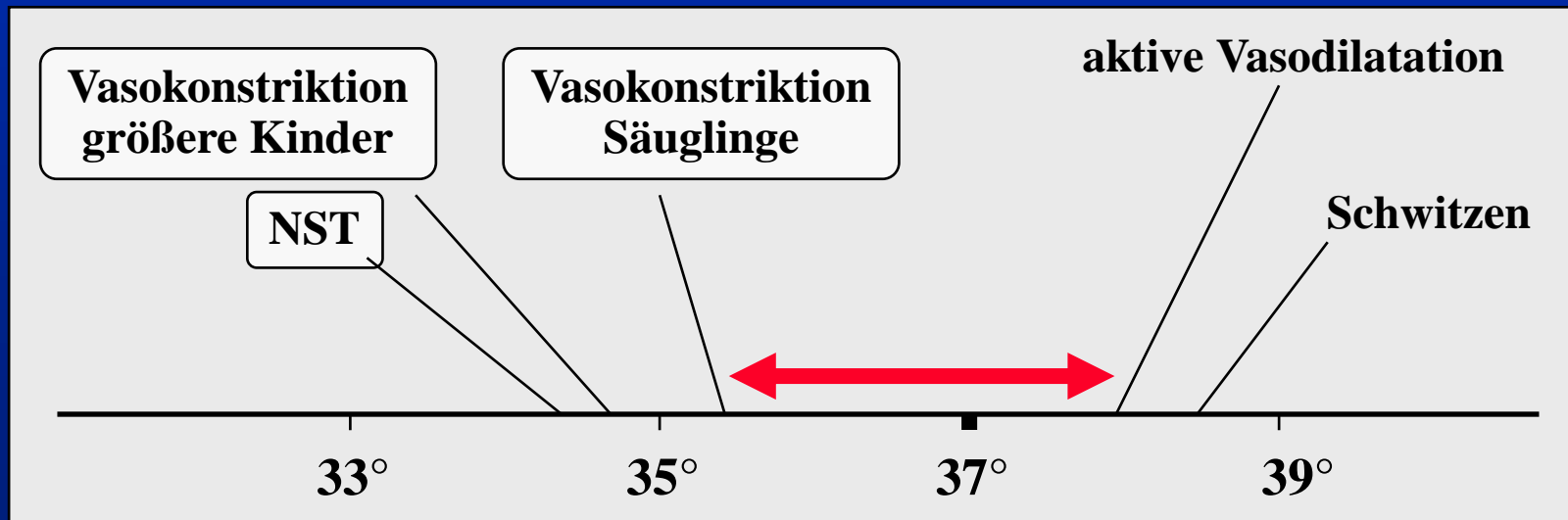
*Schätzung des Körpergewichts:  $kg KG = (\text{Alter } M + 9) / 2$*



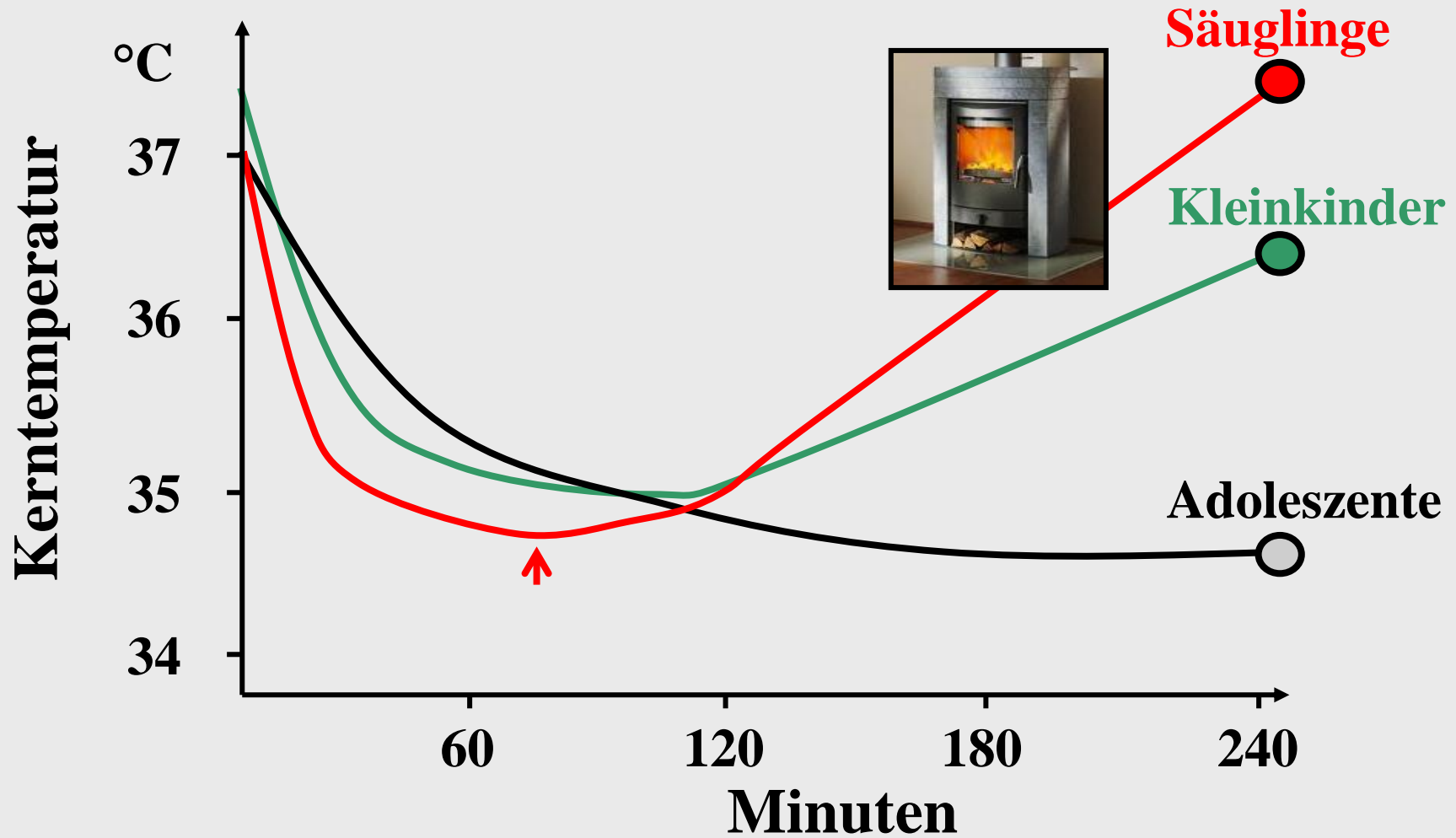
wach



Narkose



- Umverteilung
- Verluste > Produktion
- maximale Vasokonstriktion



- **Vorbemerkungen**
- **Atemwege und Lungen**
- **Herz und Kreislauf**
- **Präoperative Abklärung**

- **Prämedikation und Einleitung**
- **Infusionstherapie**
- **Pharmakotherapie**
- **Was ist wirklich wichtig**

# Atemwegskomplikationen sind häufig

„real world data“  
Bielefeld



**4 x** schwieriger Atemweg

**2 x** Tubusobstruktion

**1 x** Tubus „verloren“

**22‘650 Anästhesien**

**11 Jahre (Jan 2008-Dez 2018)**

---

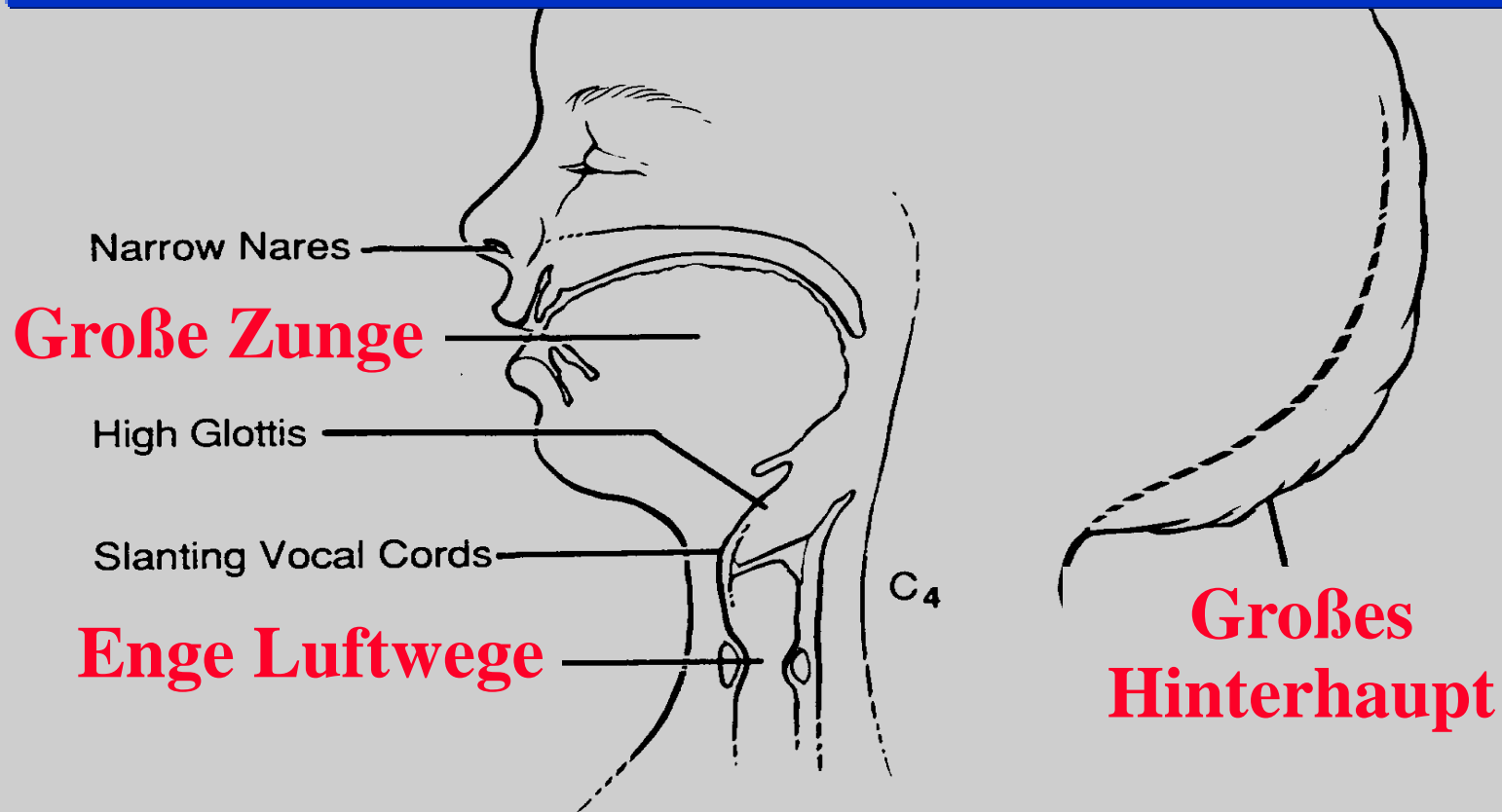
**18 Herzstillstände (8/17 verstorben)**

**15 Neugeborene und Säuglinge**

**9 x anästhesiebedingt (4 pro 10‘000)**

**7 x Atemweg (3 pro 10‘000)**

# Anatomische Besonderheiten



*Bild aus Berry FA: Anesthetic management of difficult and routine pediatric patients. 2<sup>nd</sup> ed. 1990*



# Anatomische Besonderheiten



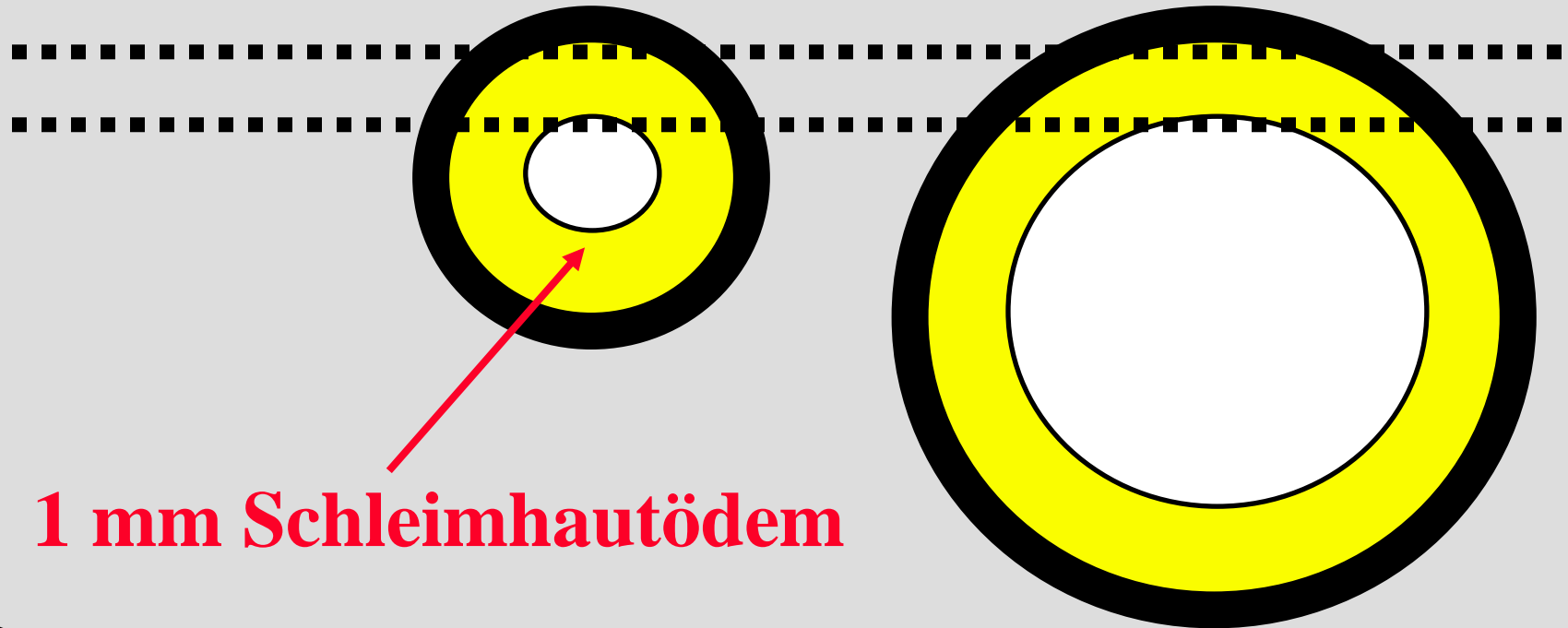
# Kinder haben enge Luftwege

Neugeborenes

Größeres Kind

Trachea 4 mm  
Querschnitt 75%  
Widerstand 16 x

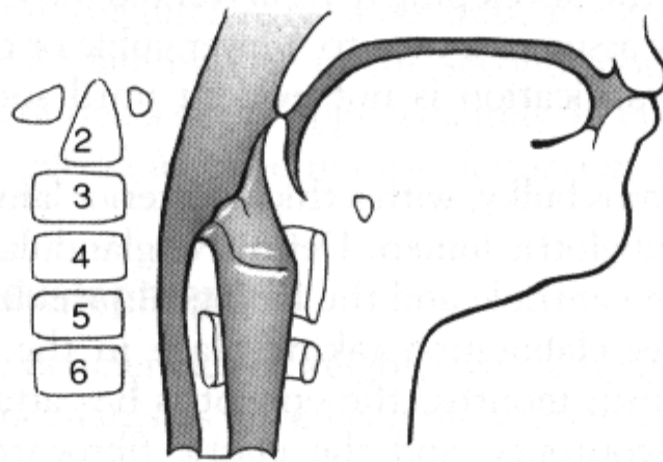
8 mm  
44%  
3 x



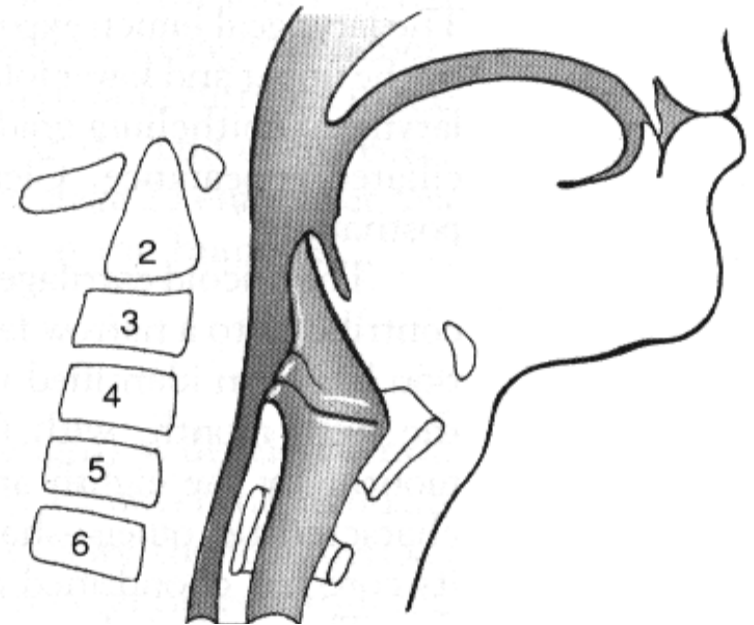
1 mm Schleimhautödem

# Kleine Kinder mehr Probleme

- Keine Zähne
- Normale HWS
- Normale Kiefergelenke



**Neugeborene**



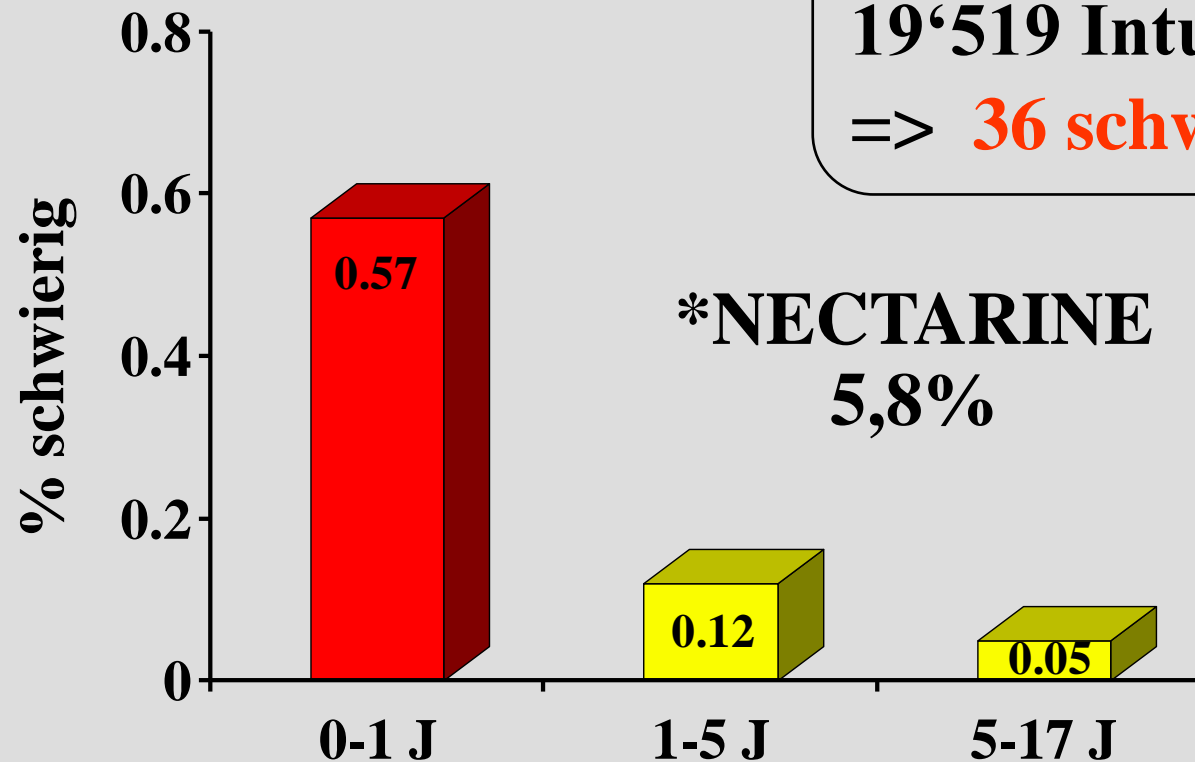
**Erwachsene**

*Myer CM III et al. JB Lippincott Company (1995)*

# Erlernen der Intubation

8 Jahre; Dresden

19'519 Intubationen bei Kindern  
=> **36 schwierige Intubationen**



- kleiner
- ungewohnt
- der Faktor Zeit

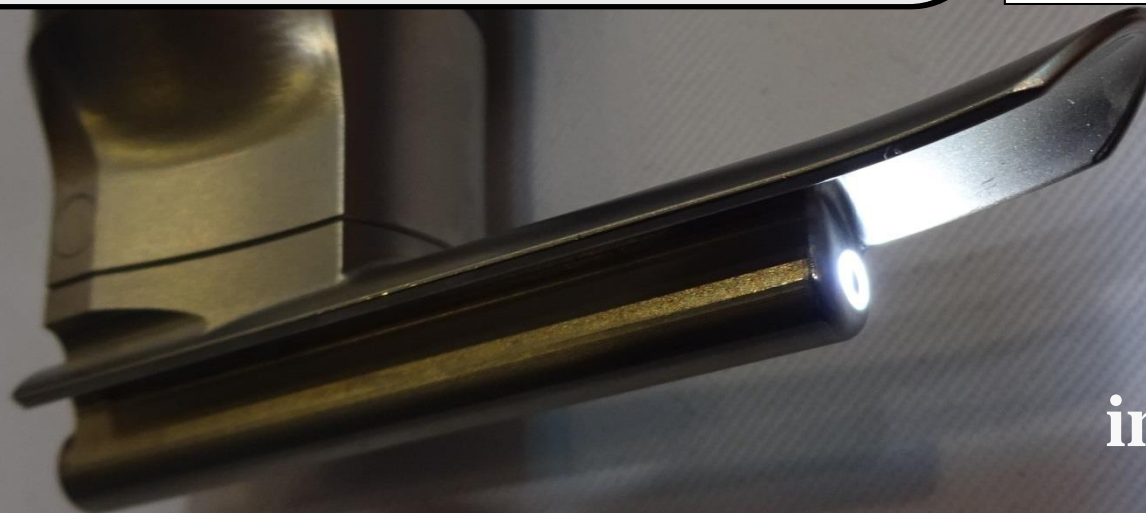
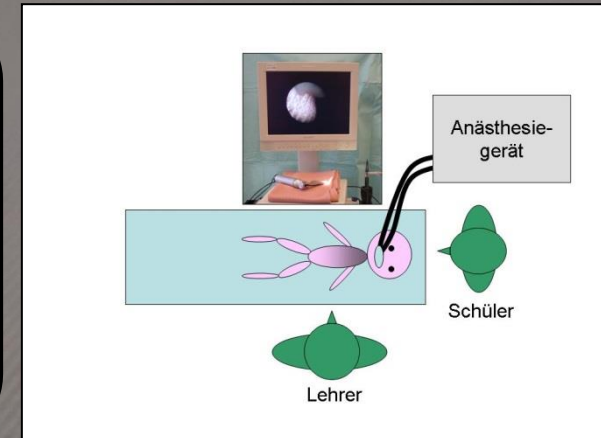
*Schmidt J, Koch T Anesthesiology (2008) 109: A1244*

*\*Disma N et al. Br J Anaesth (2021) 126: 1173-82*

# Erlernen der Intubation

## Optimale Anleitung, Videolaryngoskopie

- Der Schüler intubiert konventionell
- Der Lehrer verfolgt es auf dem Monitor, er kontrolliert und leitet an



85 von 85  
im 1. Versuch

*Weiss M et al. Paediatr Anaesth (2001) 11: 343-8*





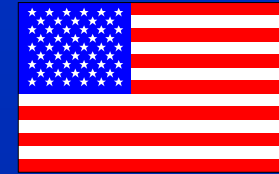
*7 Wochen  
5.6 kg*

# Erlernen der Intubation

654 Säuglinge (< 12 M), RCT  
mit normalem Atemweg

234 Anästhesisten

88 % inhalativ, 95 % relaxiert



*und Perth WA*

	Video LS	Direkte LS	
erster Versuch	<b>93 %</b>	<b>88 %</b>	p < 0,05
ösophageal	<b>1x</b>	<b>7x</b>	p < 0,05
> 1 Minute	<b>15 %</b>	<b>10 %</b>	

**Videolaryngoskopie => bessere Sicht (\*use VLS!)**

*Garcia-Marcinkiewicz AG et al. Lancet (2020) 306: 1905-23*

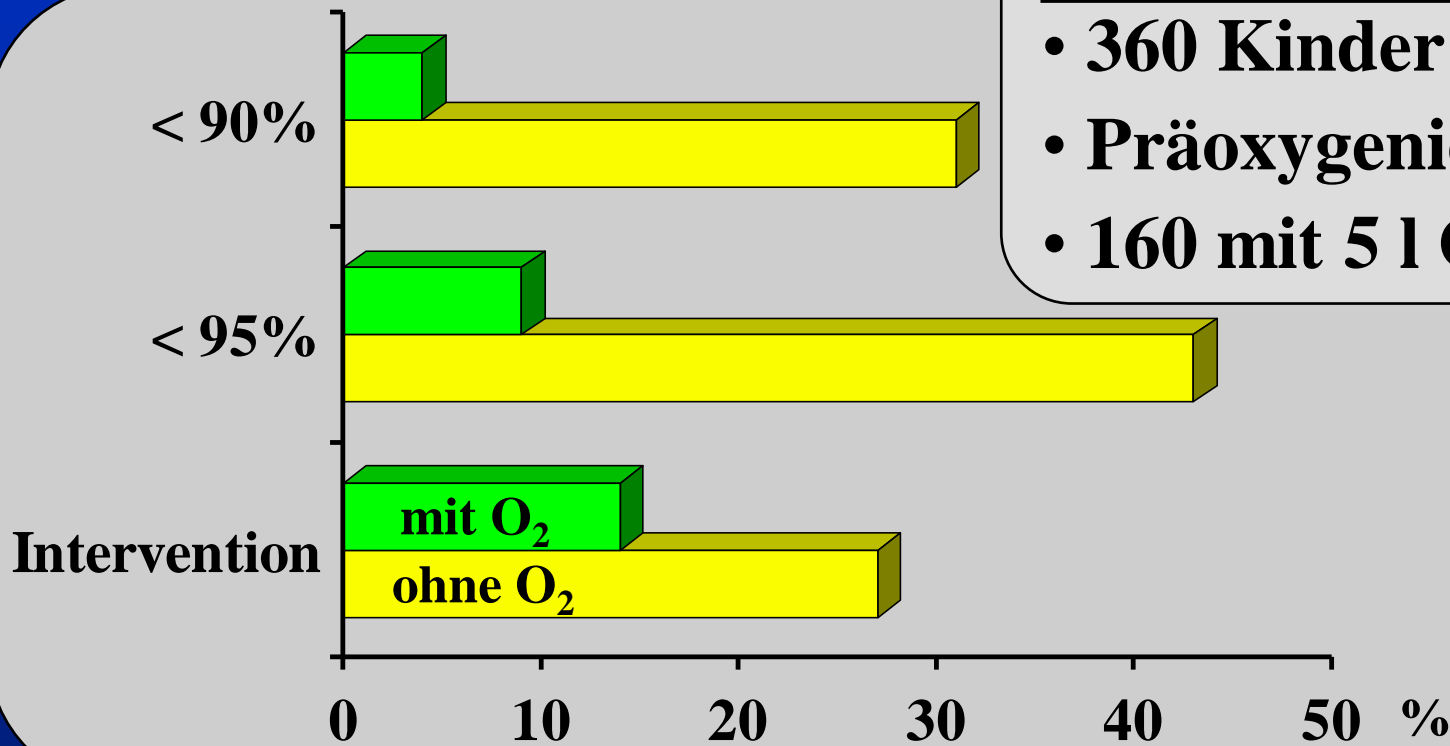
*\*Disma N et al. (editorial) Eur J Anaesthesiol (2021) 38: 1109-10*

# Erlernen der Intubation

Sauerstoff nasal => erheblich mehr Zeit!

## Intubation durch Lernende

- 360 Kinder < 8 Jahre
- Präoxygenierung
- 160 mit 5 l O<sub>2</sub> nasal, 200 ohne



Zeit bis < 95%  
**127 => 202**  
Sekunden

# Gecuffte Tuben => weniger Wechsel

*Sumner*  
*Jöhr*

*Doyle*

*Coté*

*Motoyama*

*Brown*

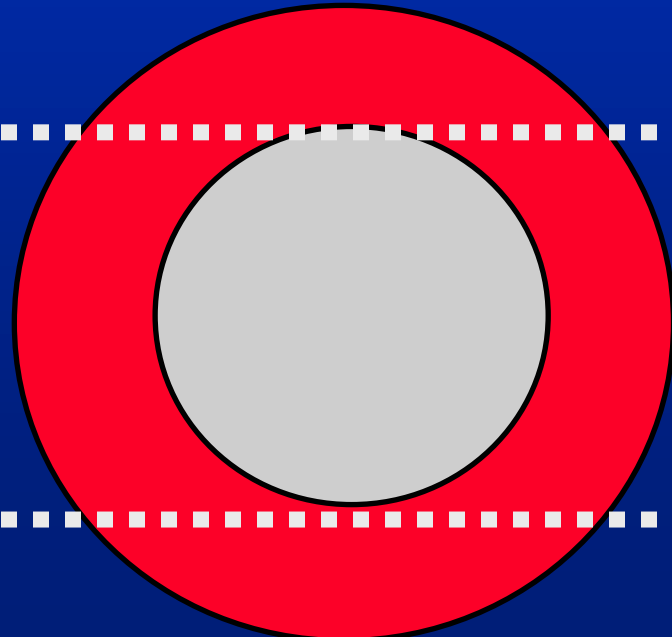
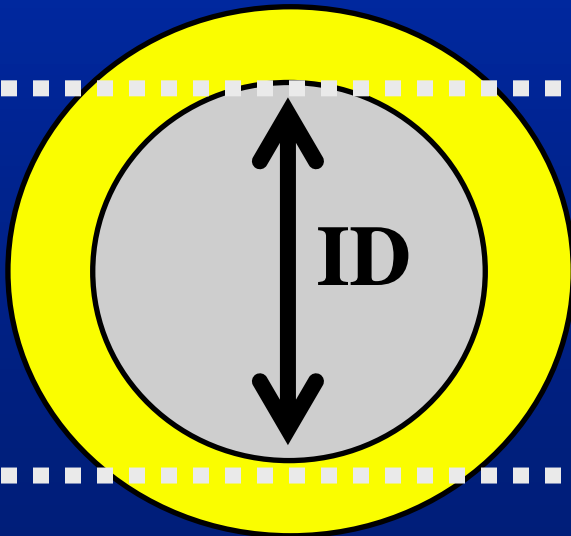
*Frei*

*Kretz*

*Steward*

**4,5 + Alter/4**

**4,0 + Alter/4**



# Gecuffte Tuben => weniger Wechsel



*moderne für Kinder geeignete Tuben*





# Gecuffte Tuben => weniger Wechsel




- Multizenterstudie
- NG bis 5 Jahre
- 2'246 Kinder

*Tubuswechsel  
2,1% vs 30,8%*

# Gecuffte Tuben => weniger Wechsel



Weiss M et al. Br J Anaesth (2006) 97: 695-700

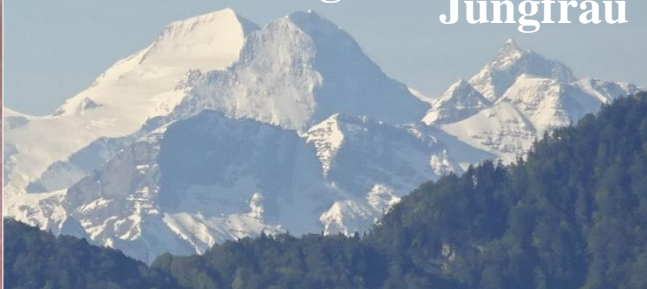
Alter	Tubusgröße ohne Cuff	Tubusgröße mit Cuff	Einführtiefe oral (ab Zahnleiste)
Frühgeborene < 600g	<b>2,0-2,5</b>		
Frühgeborene 1 kg	<b>2,5</b>		<b>7 cm</b>
Frühgeborene 2 kg	<b>2,5-3,0</b>		<b>8 cm</b>
Neugeborene 3 kg	<b>3,5</b>		<b>9 cm</b>
3 kg bis 4 M	<b>3,5</b>	3,0 mit Cuff	10 cm
4 M bis 8 M	<b>4,0</b>	3,0 mit Cuff	11-12 cm
<b>8 M</b> bis <2 J	4,5 (1 J)	<b>3,5 mit Cuff</b>	<b>12-13 cm</b>
2 J bis <4 J	5,0 (2 J)	<b>4,0 mit Cuff</b>	13-14 cm
4 J bis <6 J	<div style="border: 1px solid red; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block;"> <b>3,5 + Alter/4</b> </div>	<b>4,5 mit Cuff</b>	14-15 cm
6 J bis <8 J		<b>5,0 mit Cuff</b>	15-16 cm
8 J bis <10 J		<b>5,5 mit Cuff</b>	16-17 cm
10 J bis <12 J		<b>6,0 mit Cuff</b>	18-19 cm



# Gecuffte Tuben => weniger Wechsel

- **NG und kleine Säuglinge** => **ohne Cuff**
- **4 M - 1 Jahr** **Expertenentscheid**
- **$\geq 8$  Monate** => **mit Cuff**

Mönch Eiger Jungfrau



# Die Einführtiefe muss stimmen

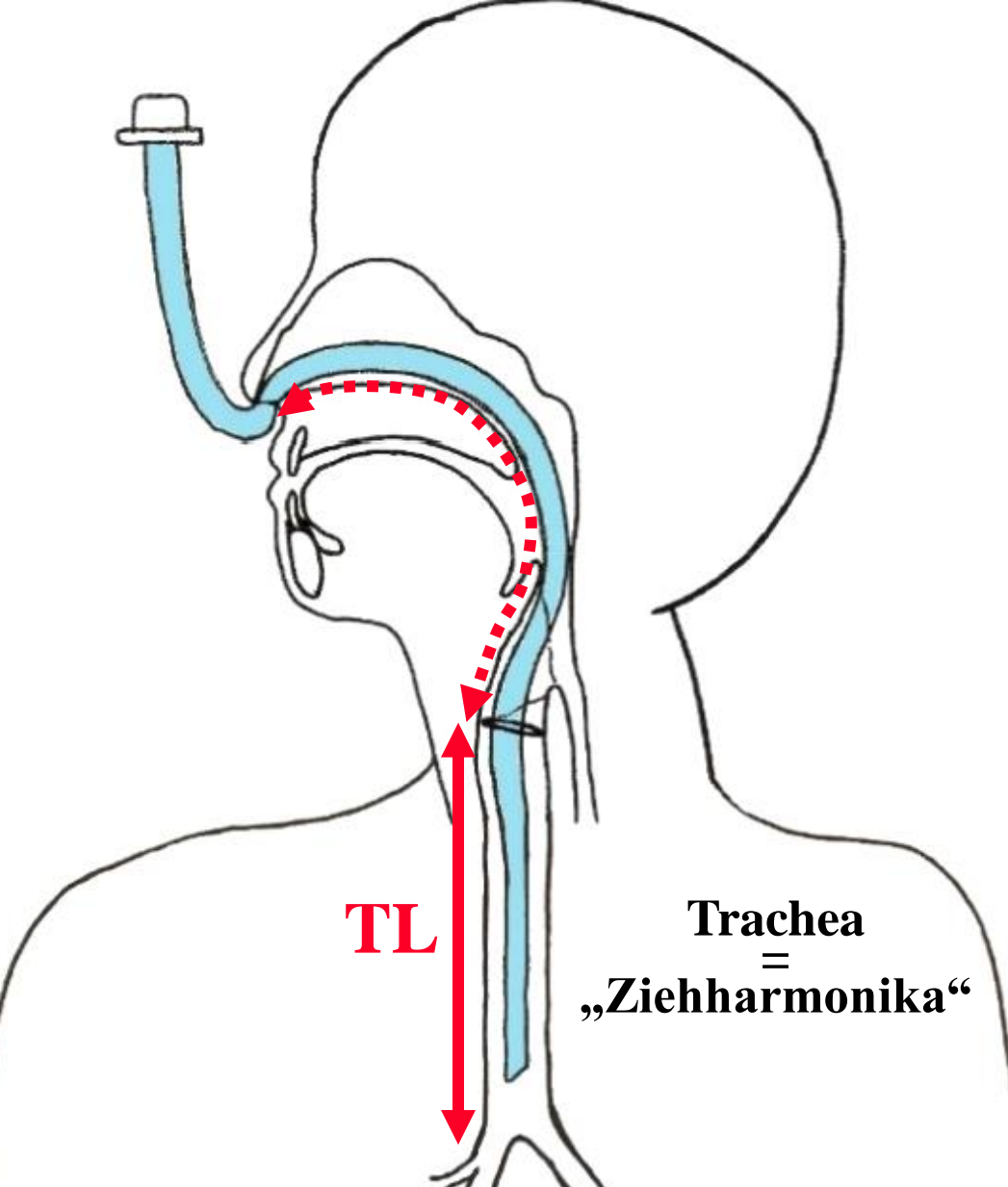
## Verlagerung bei Inklinatation und Reklination

Säuglinge	$\pm 1$ cm
10-jährig	$\pm 2$ cm



Neugeborene	2 cm
5-jährig	3 cm
Erwachsene	4 cm

*Weiss M et al. Br J Anaesth (2006) 96: 486-91*



## Einfluss der Lagerung

- 80 Kinder
- Fiberoptik



- zu tiefe Intubation
- ungewollte Extubation

**Längenveränderung vor allem Trachea (3x mehr als Nase-Glottis)**

*Yamanaka H et al. Acta Anaesthesiol Scand (2018) 62: 1383-88*

# Einführtiefe muss stimmen

Frauen 20-21 cm    Männer 22-23 cm

6 cm + 1 cm/kg

1 kg **7 cm** - 2 kg **8 cm** - 3 kg **9 cm**

12 cm + 1/2 cm pro Jahr

Nasal + 20%

1. Wissen
2. Schauen
3. Tasten

*Sitzwohl C et al. BMJ (2010) 341:c5943*





**Cricoiddruck  
mit Kleinfinger**

# Lidhaken bei der Intubation



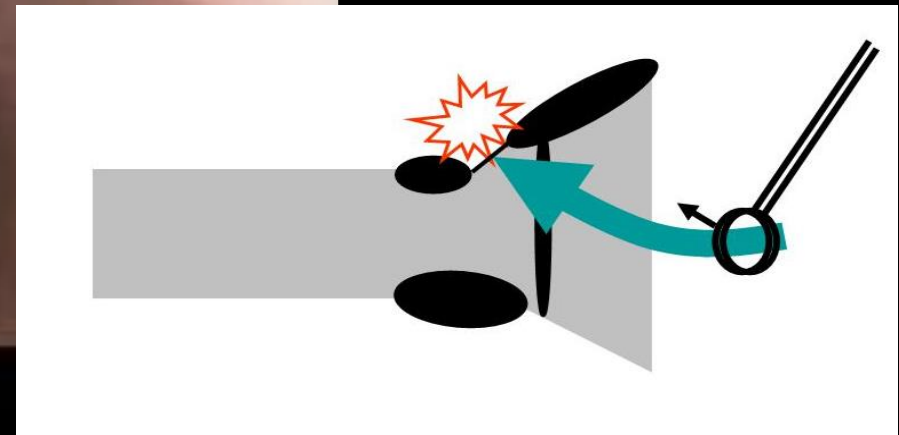
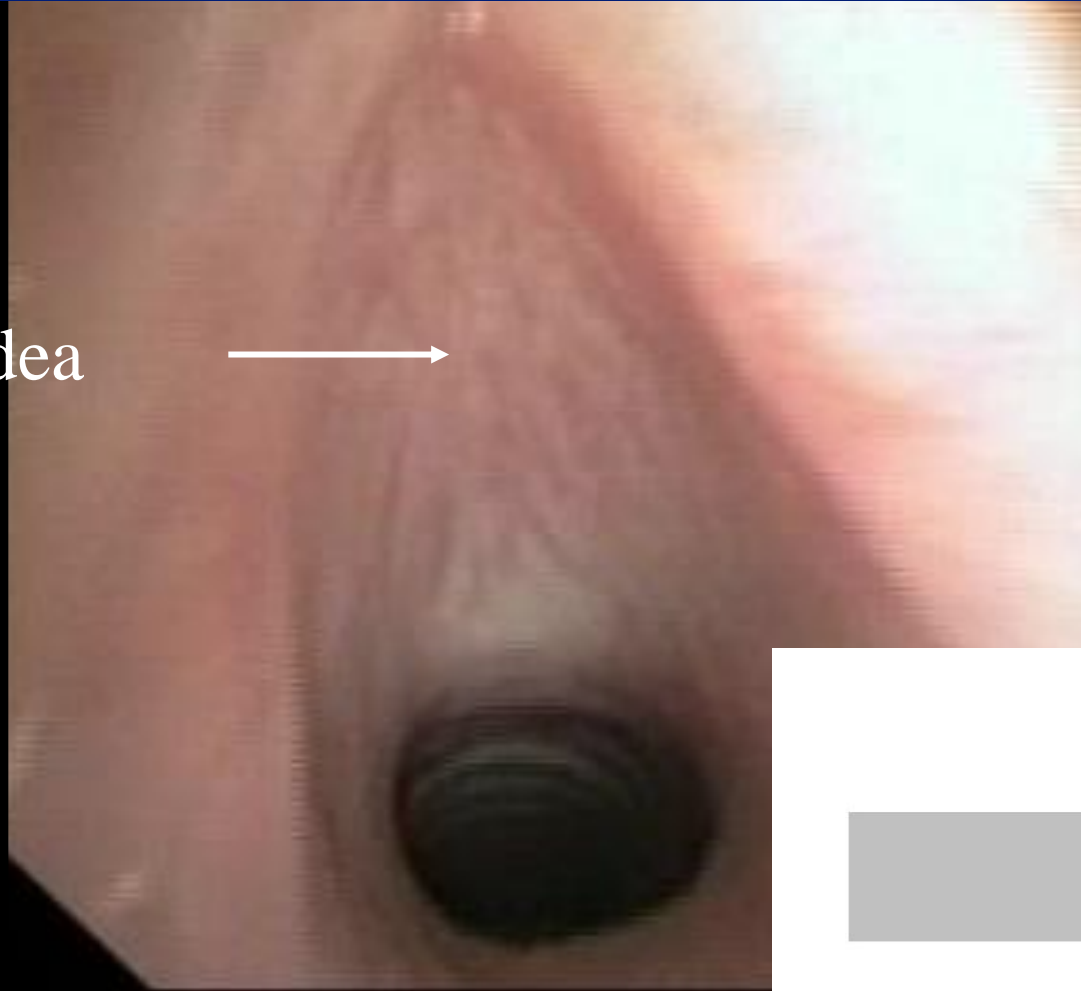
**Seit 2016**

*Angeregt durch Jörg Schimpf aus Augsburg*

*Jöhr M: Grundlagen der Kinderanästhesie. A&I (2017) 58: 138-52*

# Sorgfältig und atraumatisch

Membrana  
cricothyroidea

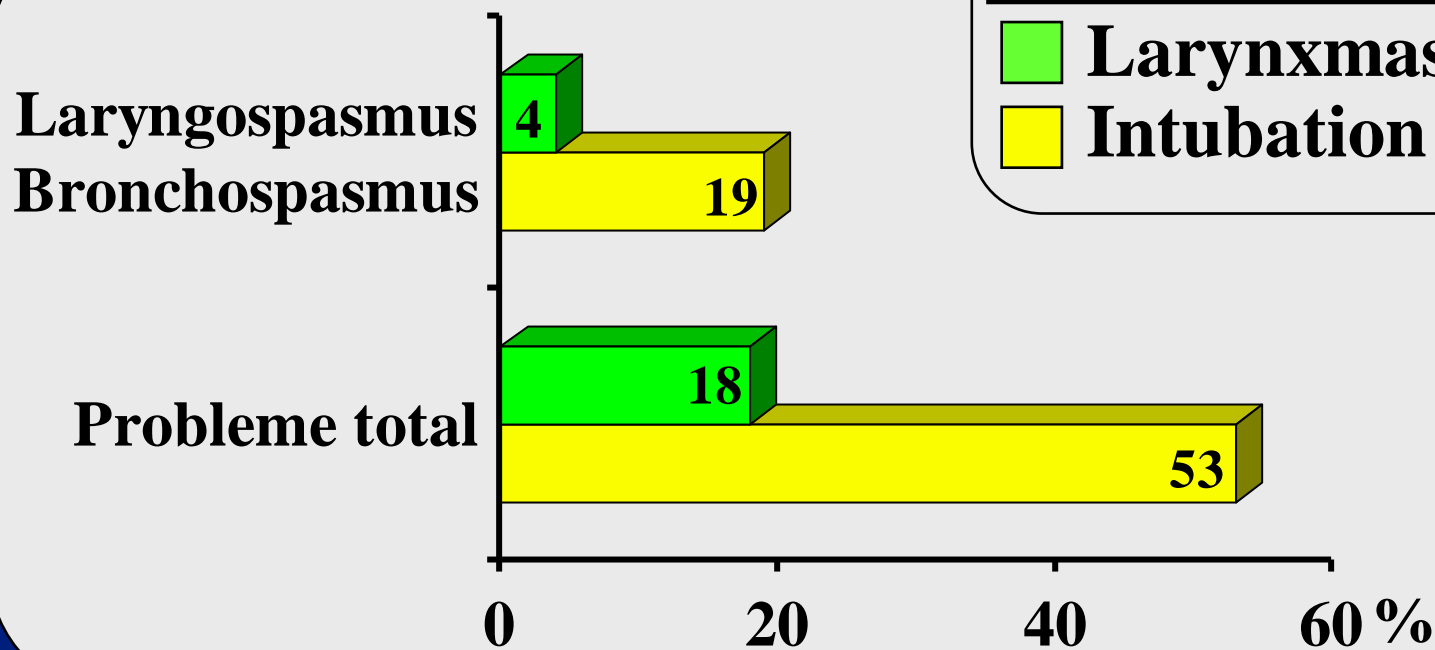


# Larynxmaske ist von Vorteil

LMA => 3x weniger Probleme!

RCT Kinder < 1 Jahr  
1/3 in den letzten 2 W erkältet

**Larynxmaske** (n = 85)  
**Intubation** (n = 95)

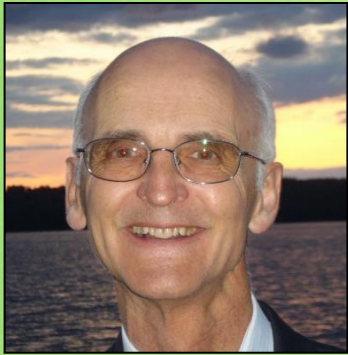


*Perth*

*Drake-Brockmann T et al. Lancet (2017) 389: 701-8*



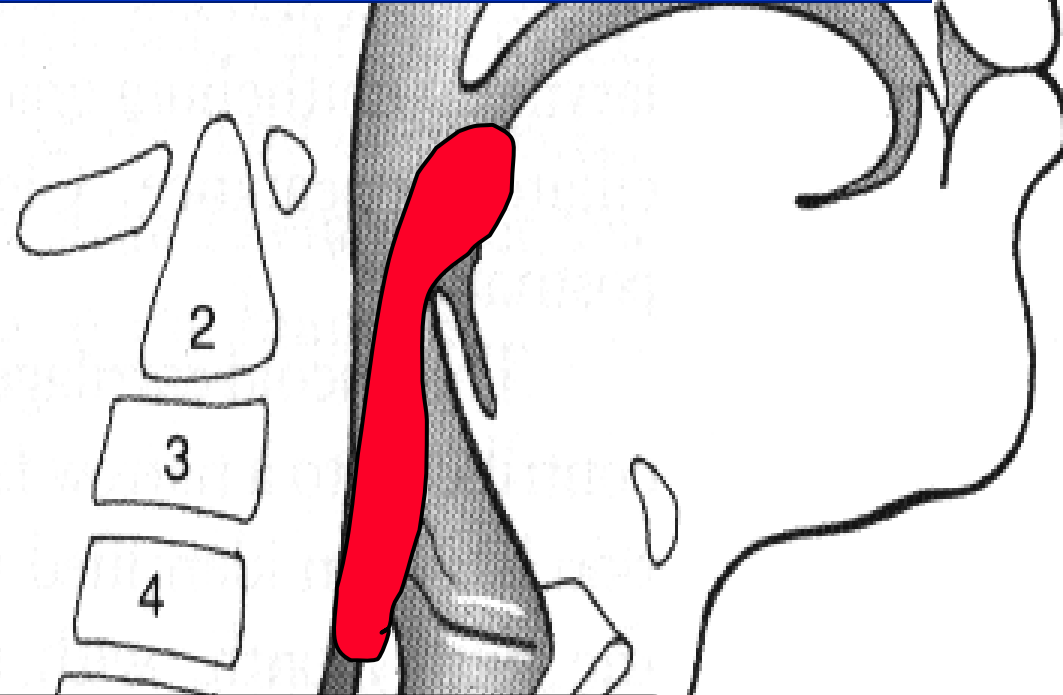
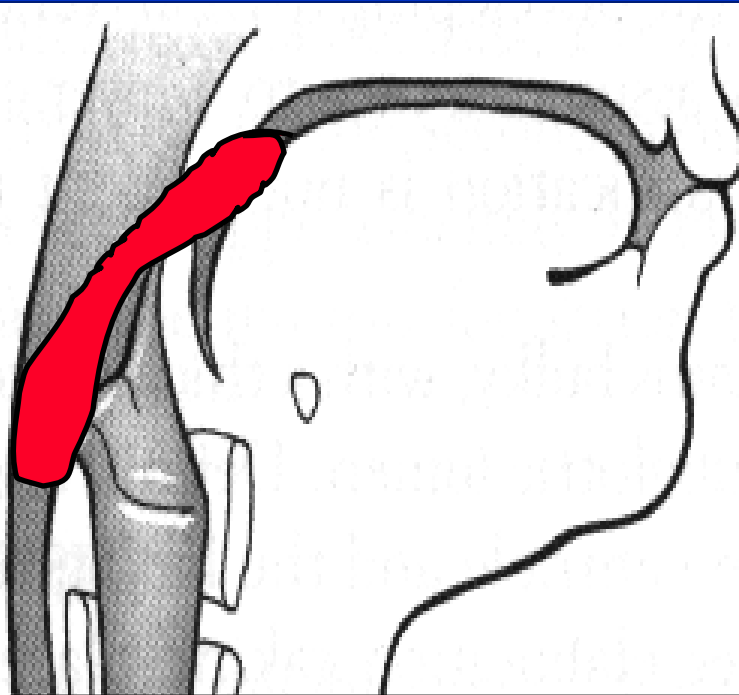
# Larynxmaske ist von Vorteil



- **L-Form**
- **Zweite Generation**



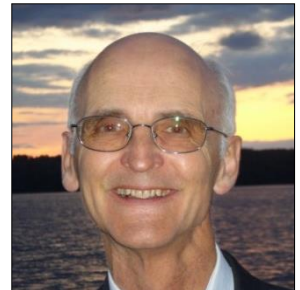
# Kleine Kinder - mehr Probleme



**< 10 kg => keine LMA für invasive Chirurgie fern vom Kopf oder bei Bauch- oder Seitenlage**

**Neugeborene**

**Erwachsene**





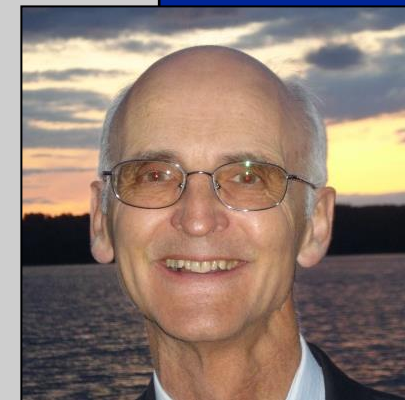
# Handicaps des Säuglings



Metabolismus

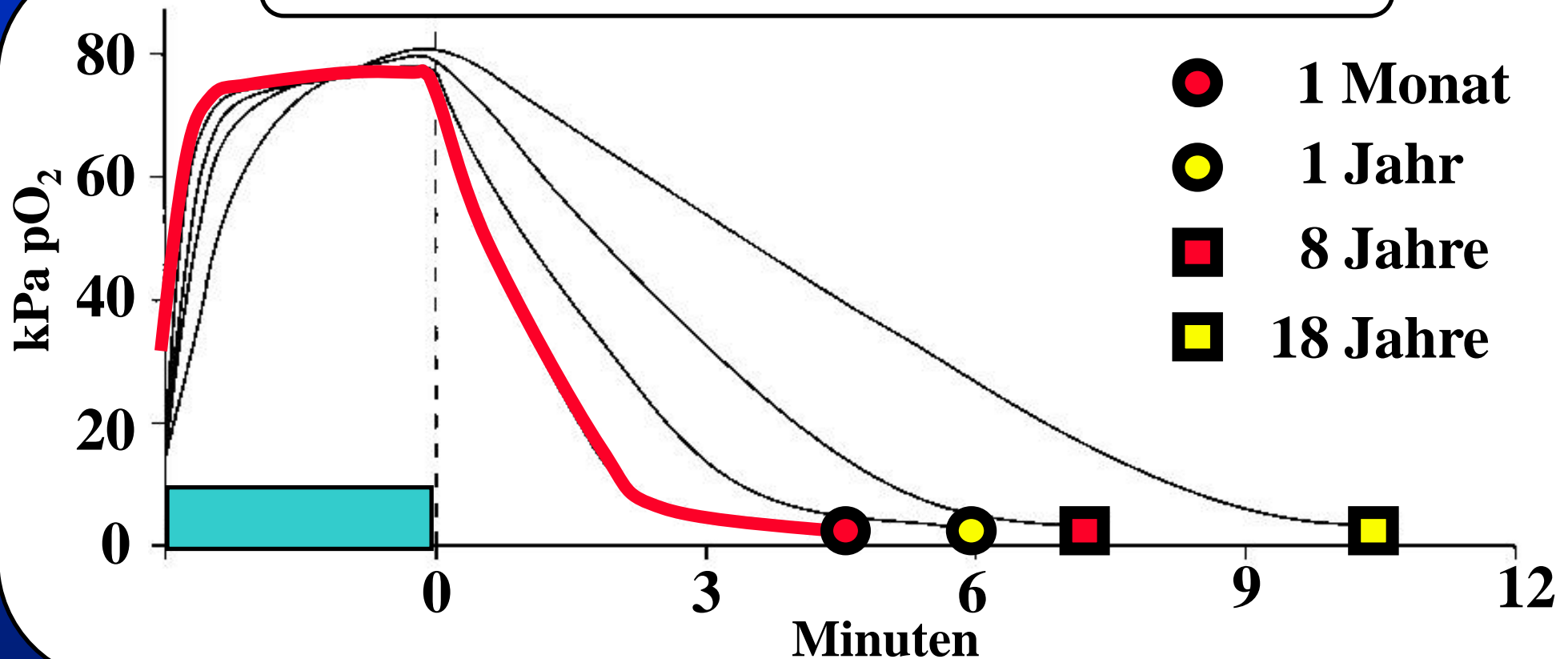
- Sauerstoffverbrauch groß  
 $\dot{V}O_2 = 10 \times \text{KG}^{3/4}$
- FRC klein
- große Closing Capacity

Alter



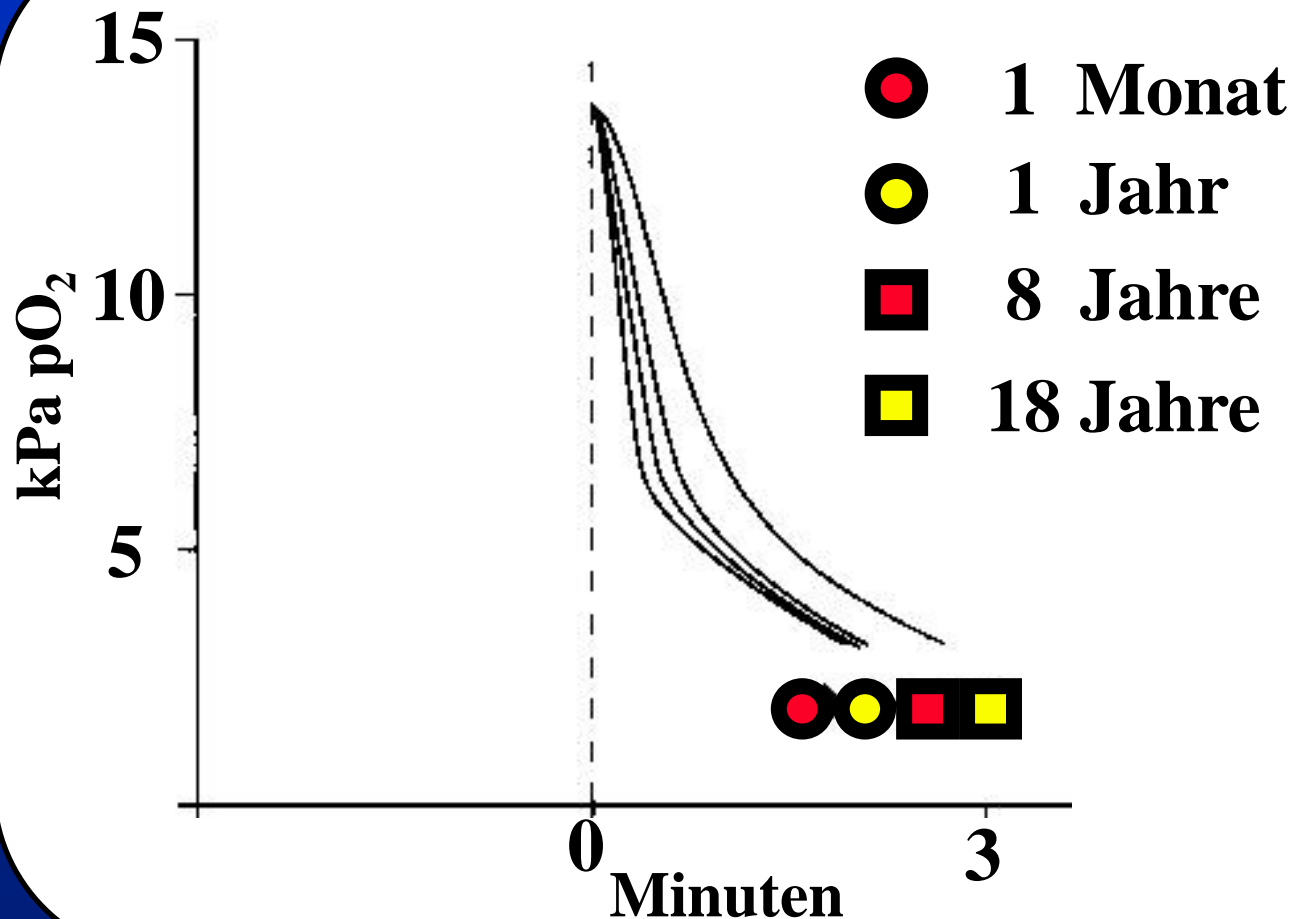
# Die Apnoetoleranz ist kurz!

"Nottingham Physiology Simulator"



*Hardman JG et al. Br J Anaesth (2006) 97: 564-70*

# Die Apnoetoleranz ist kurz!



Sättigung sinkt

1 Monat **6,6** sec  
18 Jahre 32 sec

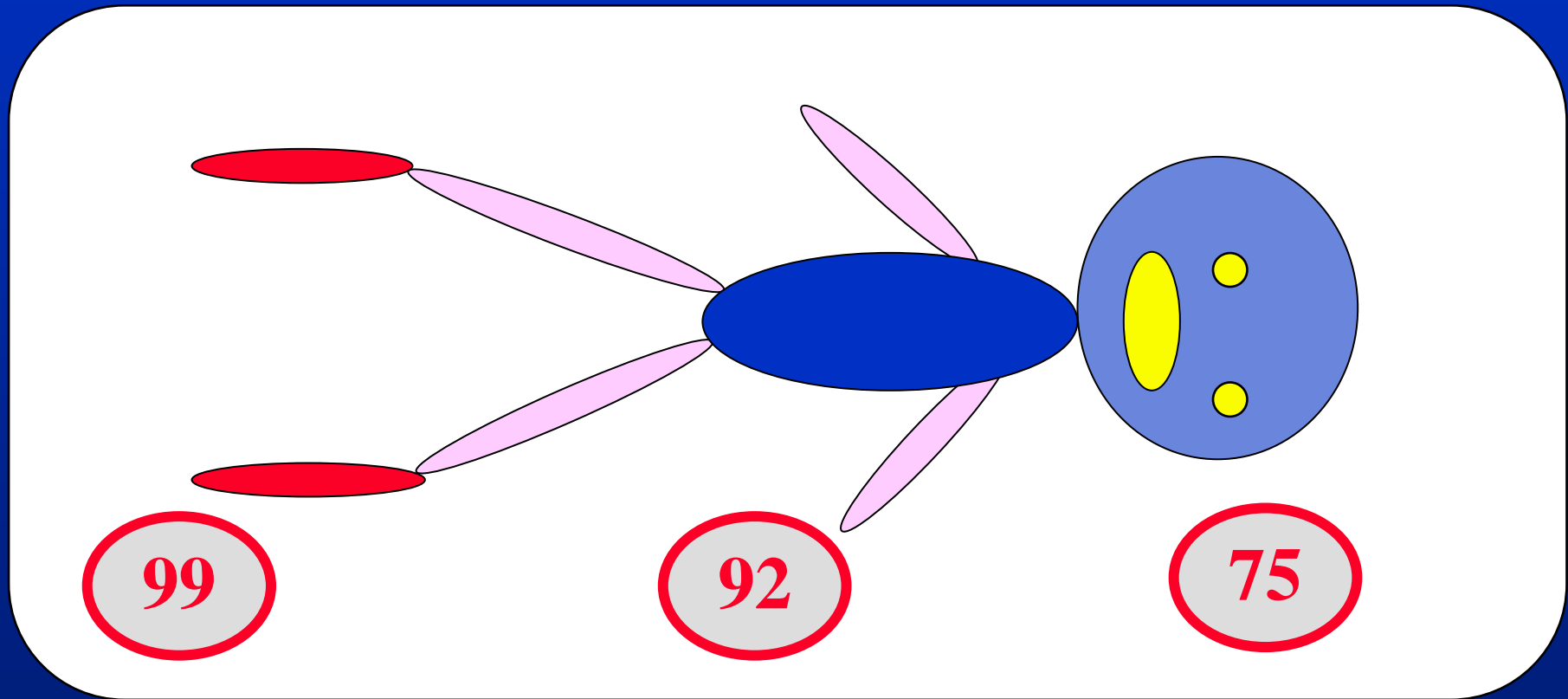
*Hardman JG et al.*

*Br J Anaesth*

*(2006) 97: 564-70*

# Eingreifen bevor die Sättigung fällt

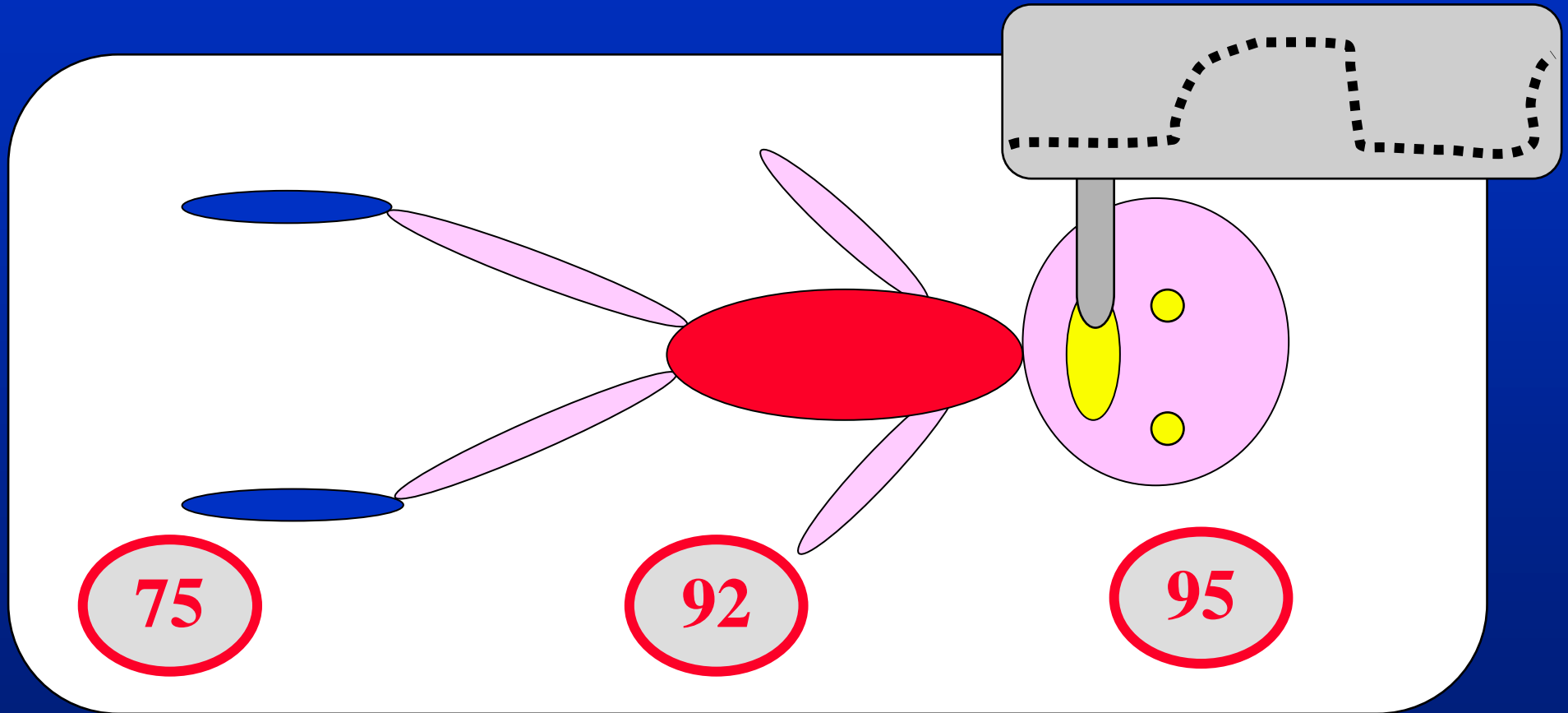
Ständiger Blick auf den Patienten – wie der Fahrer auf die Straße



*Jöhr M. Kinderanästhesie 10. Auflage (2023)*

# Eingreifen bevor die Sättigung fällt

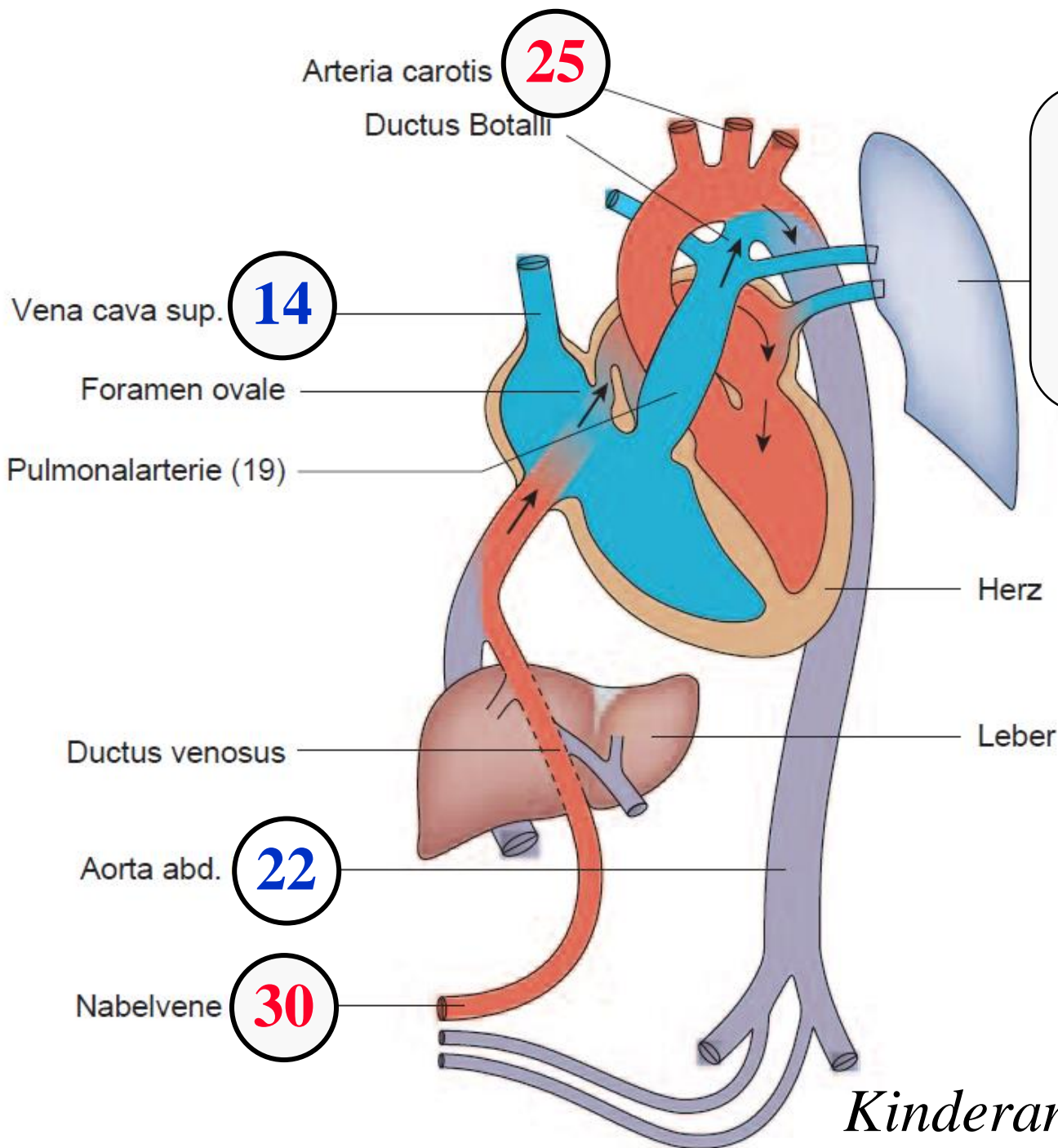
Ständiger Blick auf den Patienten – wie der Fahrer auf die Straße



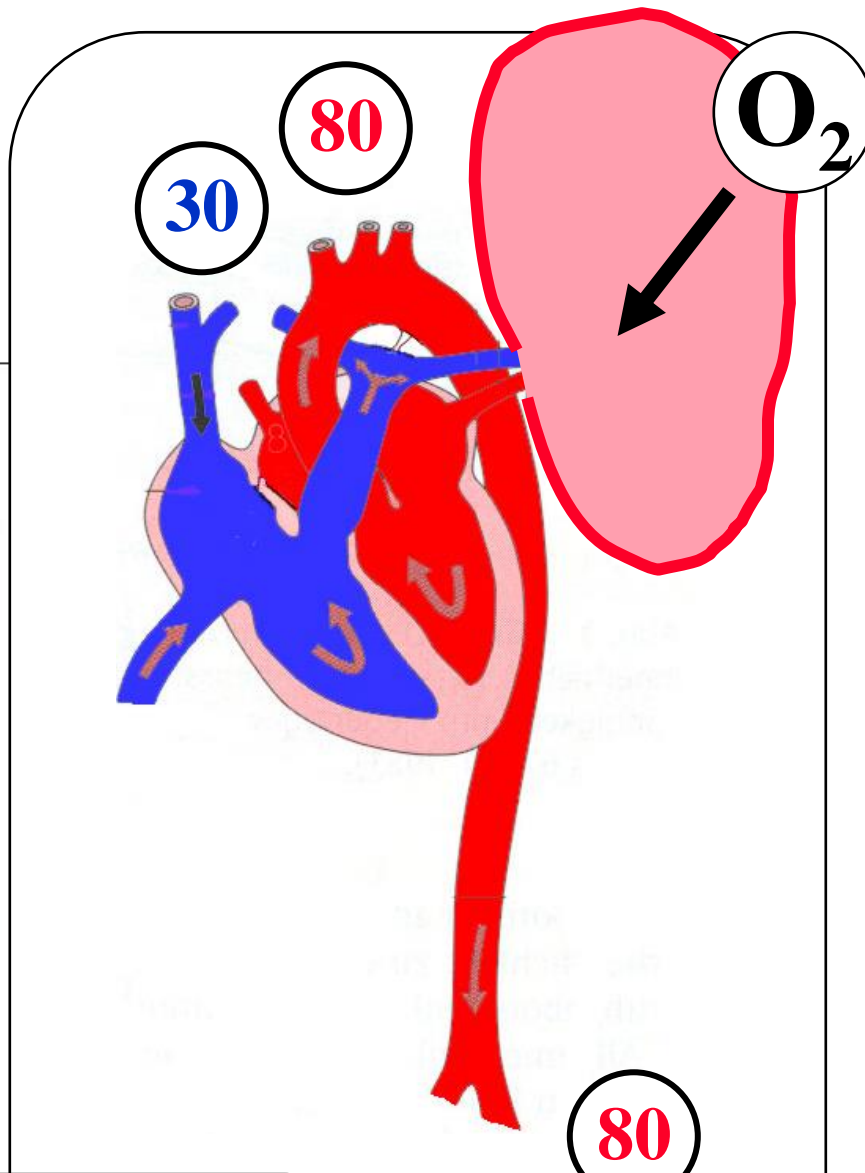
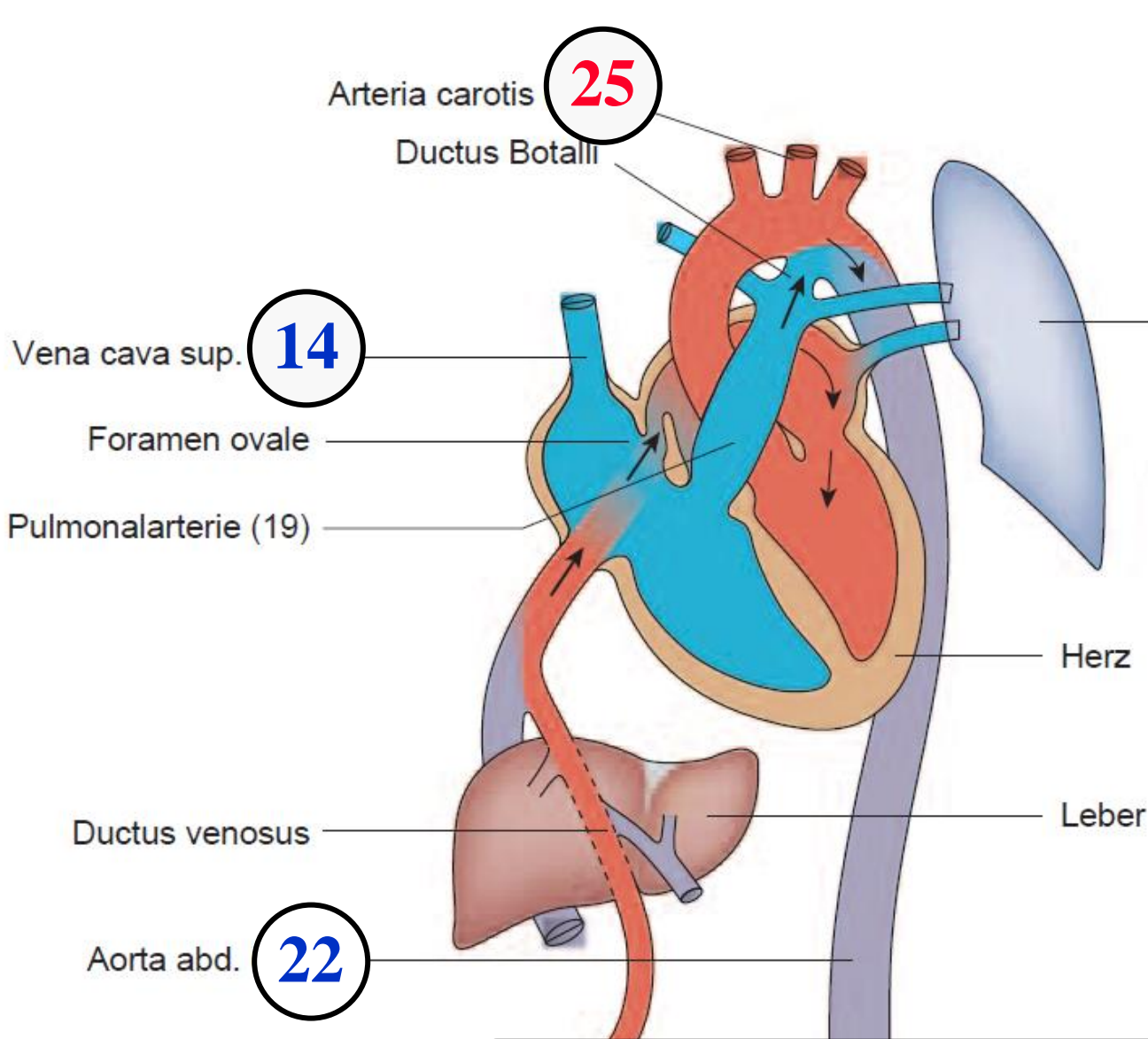
- **Vorbemerkungen**
- **Atemwege und Lungen**
- **Herz und Kreislauf**
- **Präoperative Abklärung**

- **Prämedikation und Einleitung**
- **Infusionstherapie**
- **Pharmakotherapie**
- **Was ist wirklich wichtig**





- **Blutfluss 5% => 100%**
- **Verschluss von**
  - **Foramen ovale**
  - **Ductus Botalli**



<b>Minuten</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
<b>Sättigung</b>	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>80</b>	<b>90</b>

# Herz und Kreislauf

- **Fetaler Kreislauf**
- **Bedarf des Körpers konstant**
  - Schlagvolumen konstant (?)
  - weniger kontraktile Elemente
  - geringere Compliance
- **Ab ca. 5 Jahren Verhältnisse wie beim Erwachsenen**
- **Normale Koronararterien und gesundes Myokard**
- **Selten maligne Rhythmusstörungen**

*"... ein Kinderherz flimmert nicht ..."*

## REVIEW ARTICLE

# **Beyond survival; influences of blood pressure, cerebral perfusion and anesthesia on neurodevelopment**

Mary Ellen McCann<sup>1</sup> & Anton N.J. Schouten<sup>2</sup>

1 Department of Anesthesiology, Perioperative and Pain Medicine, Boston Children's Hospital and Harvard Medical School, Boston, MA, USA

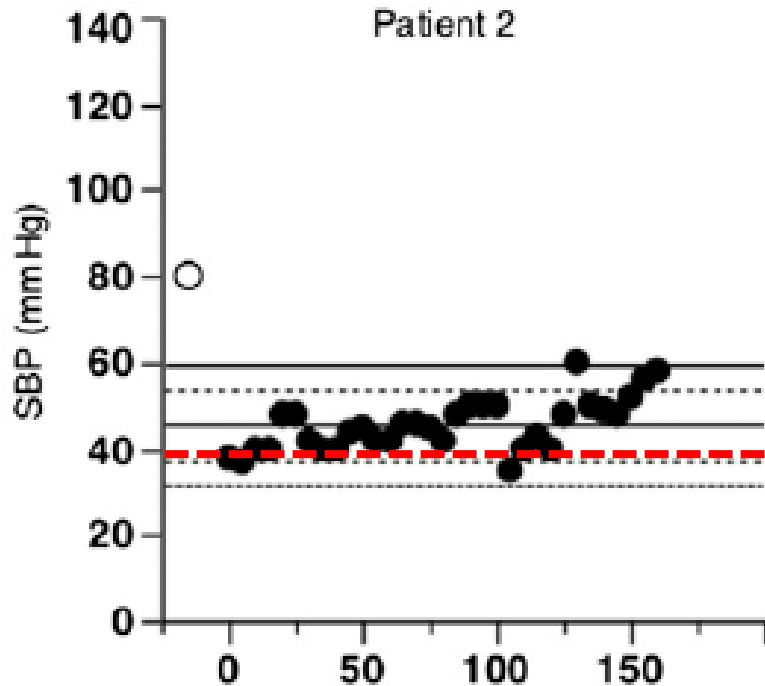
2 Department of Anesthesiology, Intensive care and Emergency Medicine, University Medical Center, Utrecht, The Netherlands

*Paediatr Anaesth (2014) 24: 68-73*

**Ziel ist eine optimale Perfusion**

- **Vermeiden von Hypokapnie**
  - **Ausreichender Blutdruck**
- 

# Blutdruck und Perfusion



**6 Kinder, 4 Zentren**

**42-47 Wochen pm; 2,5-4,8 kg**

**Anästhesiedauer 120-180 min**

---

**< 25 h postoperativ Krämpfe**

**=> typischer MRI-Befund  
einer h.i. Enzephalopathie**

*An sich problemlose Anästhesie*

*McCann ME et al. Pediatrics (2014) 133:e751-7*



# Blutdruck und Perfusion

- man muss den Blutdruck messen
- auch Kinder benötigen gelegentlich Vasoaktiva
- Kapillarfüllung nach Daumendruck < 2-3 Sekunden

*Lobos AT et al. Pediatr Crit Care Med (2012) 13: 136-40  
Capillary refill time and cardiac output in children  
undergoing cardiac catheterization*

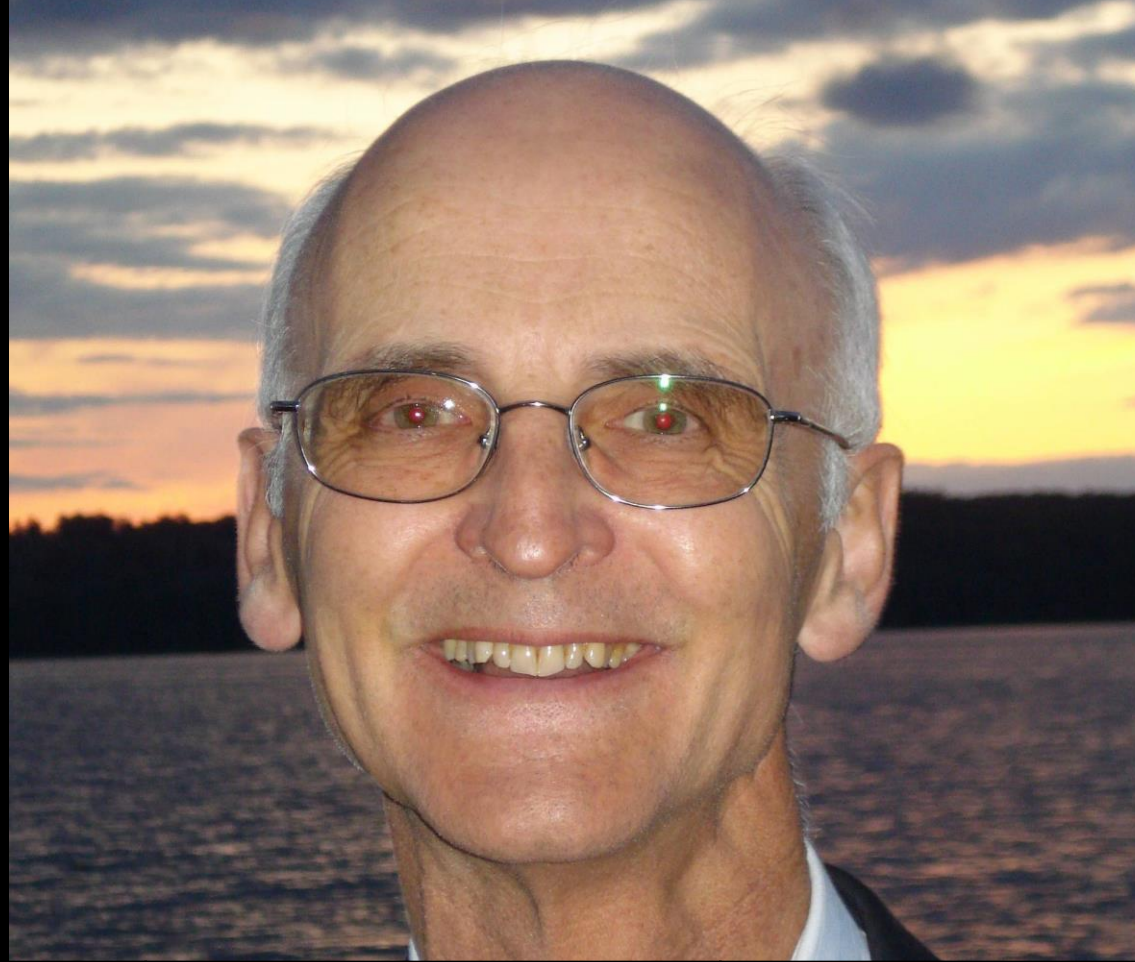




## Autoregulation



## Expertenmeinung



	Termingeborene und <b>Säuglinge</b>	Kleinkinder	Schulkinder
Ziel <b>MAP</b>	<b>&gt; 40 mmHg</b>	<b>&gt; 50 mmHg</b>	<b>&gt; 60 mmHg</b>
Intensive Therapie	<b>&lt; 30 mmHg</b>	<b>&lt; 40 mmHg</b>	<b>&lt; 50 mmHg</b>

## Autoregulation



## Expertenmeinung



Allgemeine Bedingungen	<b>Anästhetikaüberdosierung</b> , Begleiterkrankung Herzvitium? Anaphylaxie? Cortisolmangel?
Volumen	<b>10 ml/kg</b> einer balancierten Elektrolytlösung (evtl. 2-3x repetiert)
Vasoaktiva	z.B. <b>Dopamin</b> 5-10 µg/kg/min

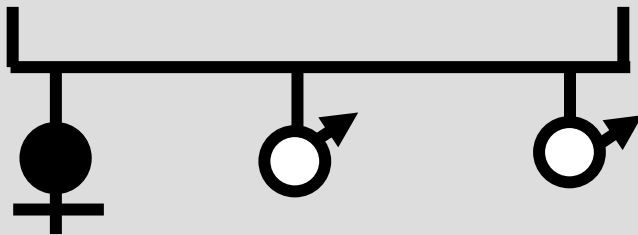
- **Vorbemerkungen**
- **Atemwege und Lungen**
- **Herz und Kreislauf**
- **Präoperative Abklärung**

- **Prämedikation und Einleitung**
- **Infusionstherapie**
- **Pharmakotherapie**
- **Was ist wirklich wichtig**

# Präoperative Laboruntersuchungen

Bei einem gesunden Kind mit unauffälliger **Anamnese**, unauffälliger **Familienanamnese** (!) und normalem Status sind Laboruntersuchungen nicht sinnvoll vor mäßig invasiver Chirurgie:

z.B. Hernienplastik, Zirkumzision, Tonsillektomie



- Entwicklung
- Einschulung
- Familie

# Präoperative Laboruntersuchungen

## Gerinnungsanamnese!

- **Blaue Flecken ("bruises") ohne entsprechendes Trauma und an ungewohnten Orten**
- **Nasenbluten nicht spezifisch, häufig bei Kindern (verdächtig, wenn Intervention nötig)**
- **Weisheitszahnextraktion, Tonsillektomie und große Chirurgie ohne vermehrte Blutung sprechen gegen eine schwere hämorrhagische Diathese**



# Ex-Frühgeborene: erhöhtes Risiko!

- Halothan, N<sub>2</sub>O
- meist intubiert
- FG oft wach intubiert

	Termingeborene (n = 38)	Frühgeborene (n = 33)
--	----------------------------	--------------------------

---

## Komplikationen

1

13

– **Apnoe**

**6** ←

– Aspirationspneumonie

2

– Atelektase

2

– Stridor

1

– Sekret

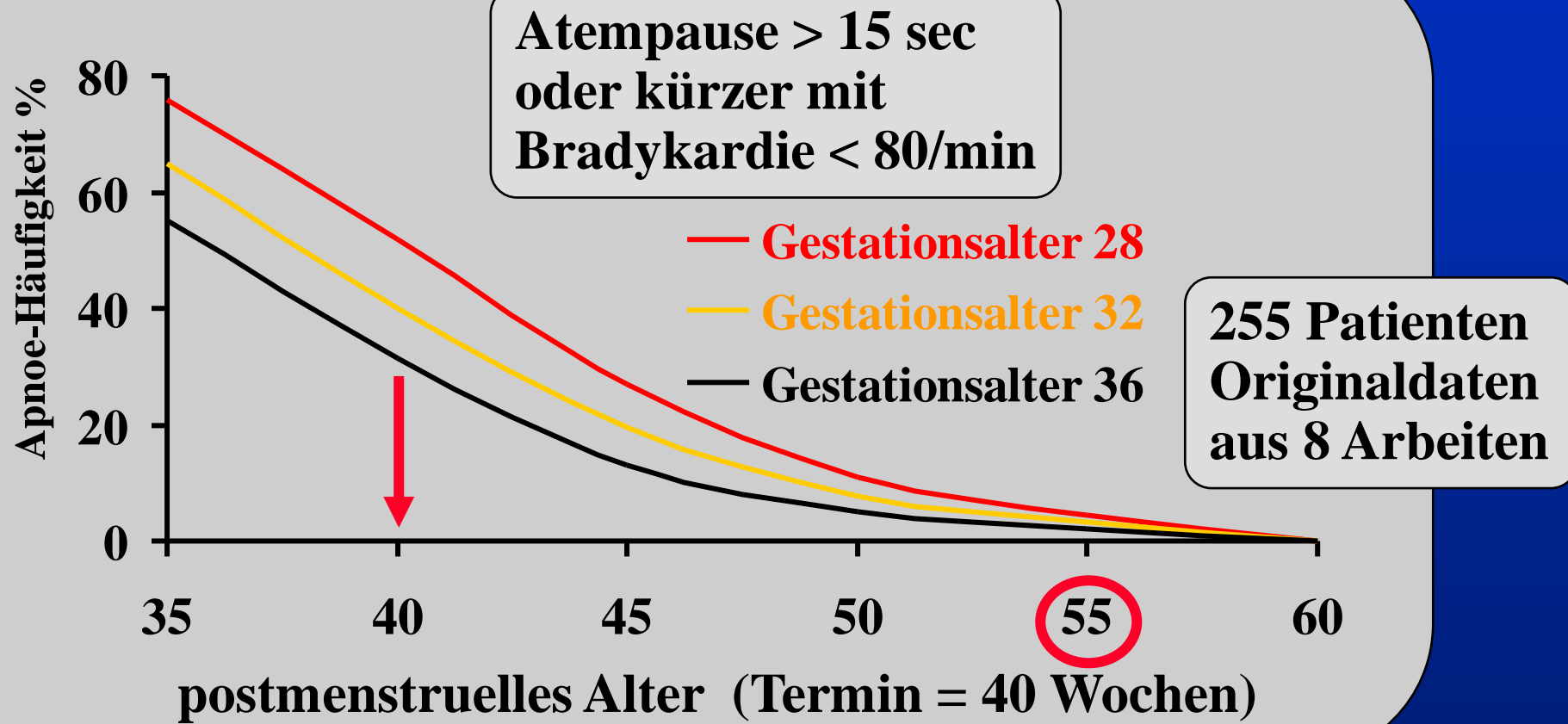
1

– Husten und Zyanose

1

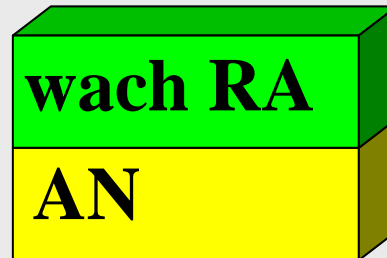
*Steward DJ (Toronto) Anesthesiology (1982) 56: 304-6*

# Postoperative Apnoe bei Ex-Frühgeborenen nach Hernienplastik

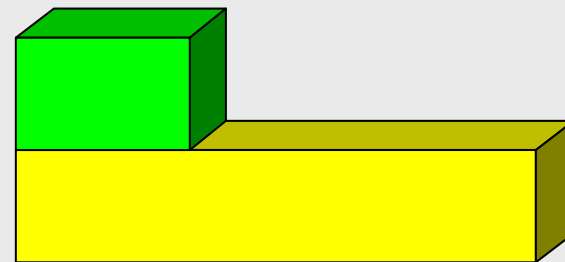


# Regionalanästhesie - Allgemeinnarkose

späte **Apnoe**  
30 min - 12 h



frühe Apnoe  
0 - 30 min



0 1 2 3 4 5 %

## GAS-Studie

- 722 Säuglinge
- PMA < 60 Wochen
- Leistenhernie

# Gespräch mit den Eltern

- **„Narkose machen“** kann man immer; die Frage ist, ob man soll.
  - Wenn man krank ist, kommt man nicht zur Operation.
- 
- Wenn man „nicht krank“ ist, sondern nur eine laufende Nase hat, ist es ein Ermessensentscheid.
  - Wenn keine zusätzlichen Risikofaktoren vorliegen, ist es vertretbar, den Eingriff durchzuführen.
  - Wenn Risikofaktoren vorliegen, ist es klug, den Eingriff aufzuschieben.

# Gespräch mit den Eltern

- **„Narkose machen“** kann man immer; die Frage ist, ob man soll.
- Wenn man krank ist, ist die Indikation zur Operation.
  - **AZ reduziert**
  - **Fieber > 38,5°**
  - **produktiver Husten**
- Wenn man „nicht krank“ ist, sondern nur eine laufende Nase hat, ist es ein Ermessensentscheid.
- Wenn keine zusätzlichen Risikofaktoren vorliegen, ist es vertretbar, den Eingriff durchzuführen.
- Wenn Risikofaktoren vorliegen, ist es klug, den Eingriff aufzuschieben.



# Gespräch mit den Eltern

- „Narkose machen“ kann man immer; die Frage ist, ob man soll.
- Wenn man krank ist, I

- AZ reduziert
- Fieber  $> 38,5^{\circ}$
- produktiver Husten

eration.

- Wenn man „nicht krank“ ist, sondern nur eine laufende Nase hat, ist es ein Ermessensentscheid.
- Wenn keine zusätzlichen Risikofaktoren vorliegen, ist es vertretbar, den Eingriff durchzuführen.
- Wenn Risikofaktoren vorliegen, ist es aufzuschieben.

- kleines Kind
- schwierige Intubation
- ängstliche Mutter
- komplexer Eingriff

# Wie ist das Risiko zu beurteilen?

... although recent clinical data confirm that some children with URIs are at **increased risk** of perioperative complications, these complications can, for the most part, be **anticipated, recognized and treated** .....

*Tait AR et al. Anesth Analg (2005) 100: 59-65*

*Anesthesia for the child with upper respiratory tract infection:  
still a dilemma?*

- **Vorbemerkungen**
- **Atemwege und Lungen**
- **Herz und Kreislauf**
- **Präoperative Abklärung**

- **Prämedikation und Einleitung**
- **Infusionstherapie**
- **Pharmakotherapie**
- **Was ist wirklich wichtig**



# Pylorusstenose

- Dehydratation, Alkalose, Hypochlorämie, Hypokaliämie
- Infusion und Magensonde
- Rehydrierung und Korrektur der Elektrolytstörung
- Intubationsnarkose
- Lokalanästhesieverfahren zur Analgesie

Metabolisch korrigiert:  
Na, K normal; **BE** < +4

\* Review-Artikel  
\*\* 310 Kinder  
mit Pylorusstenose  
in NECTARINE

*\*Kamata M et al. Paediatr Anaesth (2015) 25: 1193-206*

*\*\*Disma N et al. Br J Anaesth (2022) 129: 734-9*



# Moderne *“Rapid Sequence Induction”*

1. Präoxygenierung (falls möglich)
2. Schnelle und tiefe Einleitung (ohne Husten und Schmerz)
3. Profunde neuromuskuläre Blockade
4. Vermeide Stimulation während 10-15 Sekunden
5. Sorgfältige Maskenbeatmung (PCV 13/5 cm H<sub>2</sub>O)
6. Gekonnte endotracheale Intubation

*Jöhr M.: Ende eines Irrwegs - Anästhesieeinleitung beim nicht nüchternen Kind. Anaesthetist (2007) 56: 1209*

*Engelhardt T: RSI has no use in paediatric anaesthesia. Paediatr Anaesth (2015) 25: 5-8*

# Die Reanimation des Neugeborenen

## 1. Trocknen und Wärmeschutz

- kräftig trockenreiben

## 2. Stimulation

- nicht zuviel absaugen

## 3. Beatmen

- Maskenbeatmung (Raumluft)
- Intubation und Beatmung

**Der Erfolg hängt von 3 Dingen ab!**

- **Luft muss in die Lungen**
- **Erfolgskontrolle: Herzfrequenz**

# Zustandsverschlechterung trotz Intubation und Beatmung

1. Fehlintubation
2. Pneumothorax
  - Mekoniumaspiration
3. Missbildung
  - Zwerchfellhernie



**3 Dinge  
ausschließen!**

# ... Kinder sind anders ...

## Erwachsene

---

kardiale Probleme =>  
**Strom** (Defibrillator)

## Kinder

---

Sauerstoffmangel =>  
**Beatmung** und Sauerstoff

## „Das Herz stirbt zuletzt“

---

- Wenn es bei einem Kind bereits zum Herzstillstand gekommen ist, dann ist die Prognose meist schlecht.
- Wichtig ist die Prophylaxe: Die **rechtzeitige Intervention** bei respiratorischen Problemen



Stanserhorn

Bürgenstock

Pilatus