

*2023 Alpbach Kinder
Teil 2*



Kinderanästhesie Teil 2

Martin Jöhr

Adligenswil bei
Luzern

joehrmartin@bluewin.ch

++41 79 446 91 76



Abschätzen des Alters

„zur mentalen Vorbereitung in Notfallsituationen“

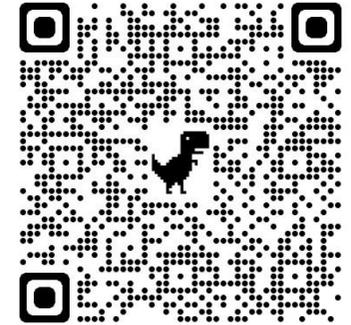
	vermutliches Alter	Tubusgröße
Säugling ohne Zähne	jünger als 6-8 M	3.0 m.Cuff
mit offener Fontanelle	jünger als 18-24 M	3.5 m.Cuff
Zu Fuß mit Windeln	jünger als 4 J	4.0 m.Cuff
mit Zahnlücken vorne	6-7 J	5.0 m.Cuff

$$\text{Körpergewicht} = (\text{Alter in Jahren} + 4) \times 2$$

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

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

GUIDELINES



Pre-operative fasting in children

A guideline from the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care

Peter Frykholm, Nicola Disma, Hanna Andersson, Christiane Beck, Lionel Bouvet, Eloise Cercueil, [Elizabeth Elliott](#), Jan Hofmann, Rebecca Isserman, Anna Klaukane, Fabian Kuhn, Mathilde de Queiroz Siqueira, [David Rosen](#), Diana Rudolph, Alexander R. Schmidt, Achim Schmitz, [Daniel Stocki](#), Robert Sümpelmann, [Paul A. Stricker](#), Mark Thomas, Francis Veyckemans and Arash Afshari

**S1-Leitlinie Perioperative Nüchternzeiten bei Kindern
und Jugendlichen 03/ 2022**

Sümpelmann R et al. Anaesth Intensivmed (2022) 63 August: 320-28

Neue Regeln für die Nüchternheit

6 – 4 – 2 => 6 – 4 – 3 – 1 (resp. bis zum Abruf)

Mageninhalt



feste Nahrung
linearer Abfall

z.B. Vorsicht beim
„nachtaktiven“ Teenager

Neue Regeln für die Nüchternheit

sicher

Beobachtungsstudie (NiKs)

- 12'093 Kinder (10'866 elektiv)
- 15 Zentren (14 D + 1 NL)

32 Regurgitation

10 vermutete Aspiration

4 bestätigte Aspiration

kein Kind auf die IPS

Vorgehensweise in den beteiligten Zentren

2 Zentren (742) 6-4-2

9 Zentren (7'163) 6-4-1

4 Zentren (4'188) 6-4-0

11 Zentren „leichtes Frühstück“ 4 h implementiert



2022

Neue Regeln für die Nüchternheit

6

feste
Nahrung

4

Milch

3

Mutter-
milch

1

klare
Flüssigkeit

leichtes Frühstück 4 Stunden (Suggestion 12: „may be allowed“)

Pre-operative fasting in children: A guideline from the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care

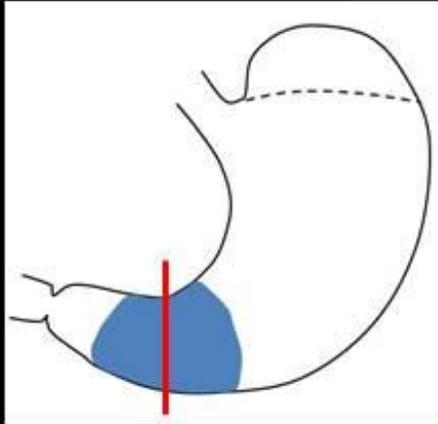
Frykholm P et al. EJA (2022) 39 Jan: 4-25

Peter Frykholm: anbieten - nicht auffordern

kranial

kaudal

Suggestion 24
„may be used“



A. mesenterica superior



Antrum leer

Orientierend

- **sicher leer**
- **etwas/unklar**
- **viel**

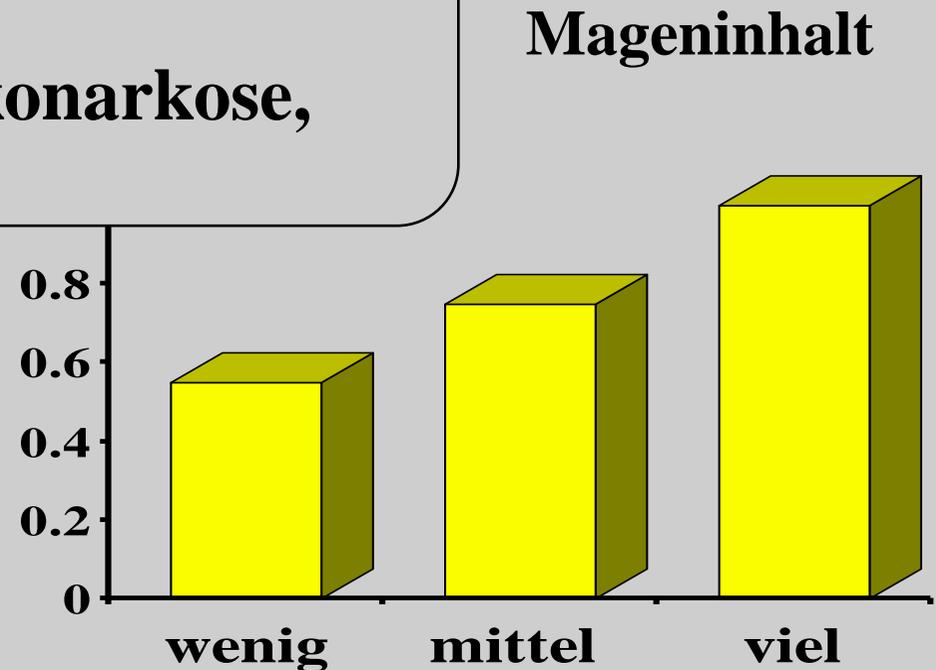
*Jöhr: Kinderanästhesie
10. Auflage (2023)*



Nie Maskennarkosen nach einem Unfall ...

- Die Magenentleerung ist verzögert
- Die Zeit **Nahrungsaufnahme - Unfall** ist entscheidend
- Die Narkose bleibt eine Risikonarkose, auch wenn zugewartet wird

*Bricker SRW et al.
Anaesthesia (1989) 44: 721*



"Notfall"

```
graph TD; A["'Notfall'"] --> B["Plötzliches Ereignis"]; A --> C["Plötzliche Indikation"]; B --> D["zügige Versorgung mit 'sicherem' Verfahren"]; C --> E["Abwarten der Nüchternzeit angezeigt"];
```

Plötzliches Ereignis

- Unfall
- Frakturen, Wunden

zügige Versorgung mit
"sicherem" Verfahren

Plötzliche Indikation

- Lymphadenitis
- reponible Hernie

Abwarten der Nüchternzeit
angezeigt

inhalativ?



**nur
intravenös?**

intravenös?



Inhalativ versus intravenös

Inhalativ

- **Maskeneinleitung**
- **Spontanatmung erhalten**
- **Zuverlässige Dosierung**

- **Aufwachverhalten**
- **PONV**
- **Kontamination**

Intravenös

- **Venenzugang erforderlich**
- **Apnoe**
- **Dosierung schwierig**

- **Aufwachverhalten**
- **PONV**
- **Kontamination**

*Jöhr M. Anaesthesist (2016) 65: 415-22
Inhalative und intravenöse Anästhesie bei Kindern*

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

- **Prämedikation und Einleitung**
- **Infusionstherapie**
- **Pharmakotherapie**
- **Besondere Situationen**

**Verletzung, Krankheit, Operation
=> Wasser wird gespart (ADH↑)**



Wasser vermindert ausgeschieden

Wasser => Hyponatriämie => Hirnödeme => Krämpfe



**In der pädiatrischen Akutmedizin
nur natriumreiche Lösungen verwenden!**

Die Hyponatriämie ist eine ständig drohende Gefahr

- > 50 Fälle, 26 Todesfälle
- Über die Hälfte gesunde Kinder nach kleiner Chirurgie

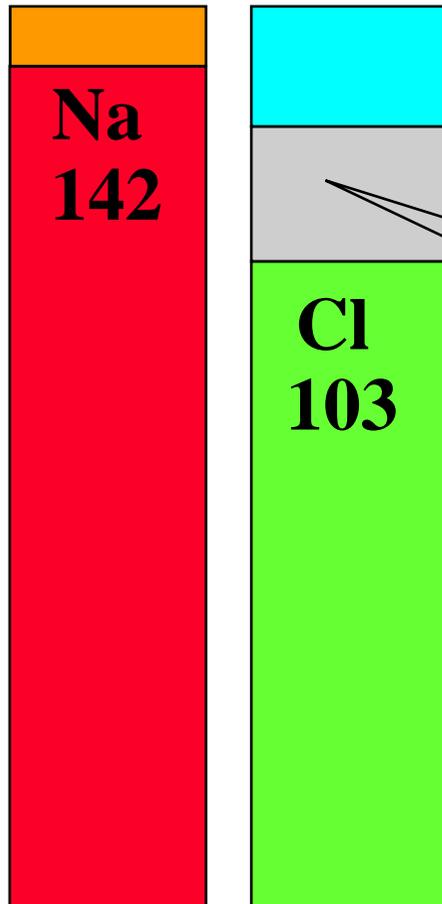
- NaCl 0,9%
- Natrium messen

"...Isotonic saline seems to be the preferred fluid for administration to hospitalized patients, as they are at high risk for developing hyponatremia ..."

Moritz ML, Ayus JC. Pediatrics (2003) 111: 227-30

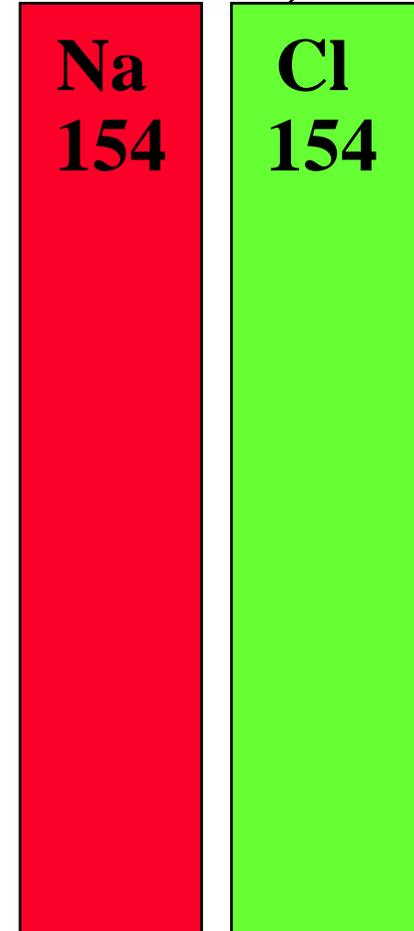
NaCl 0,9% oder Ringerlaktat?

Plasma

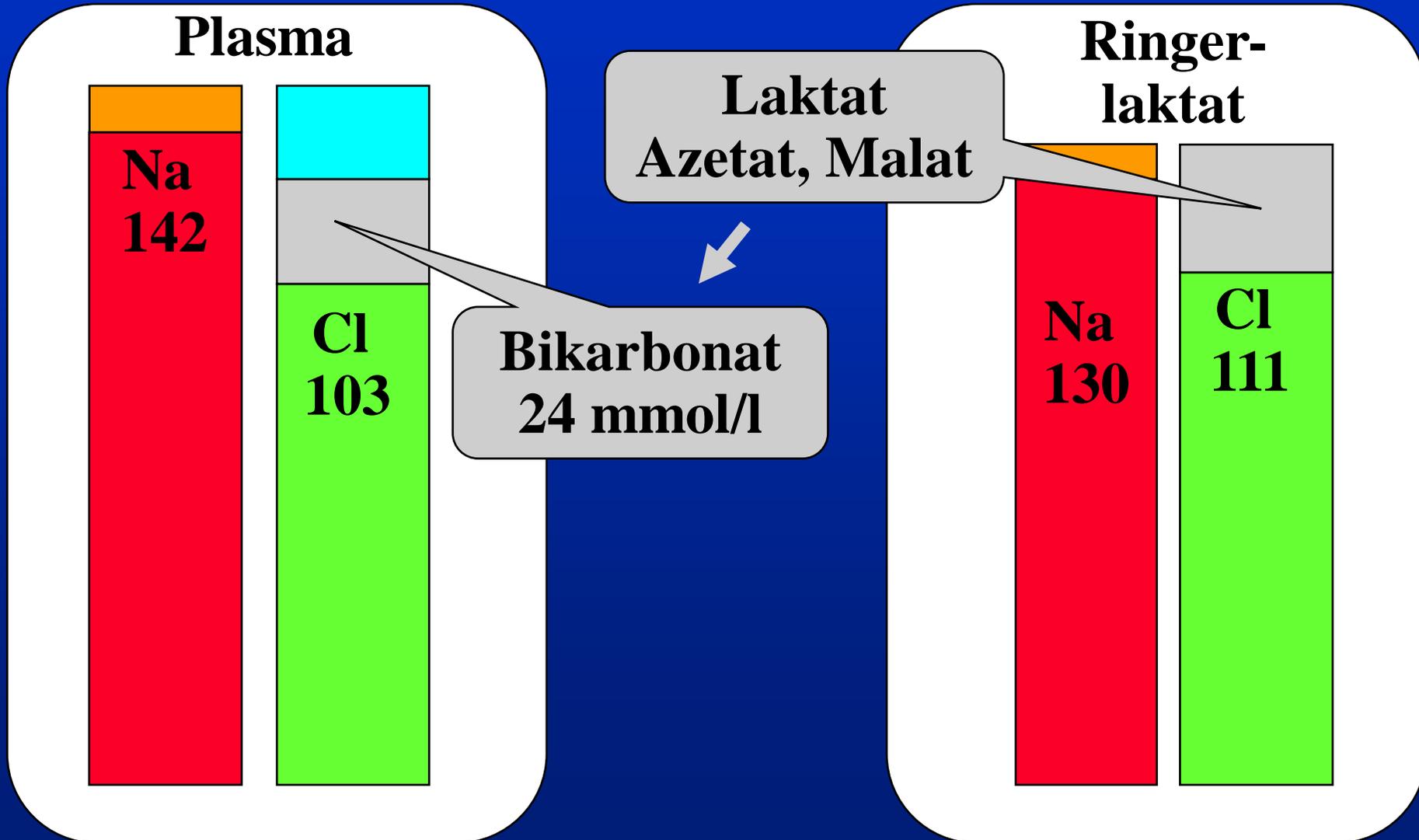


Bikarbonat
24 mmol/l

NaCl 0,9%



NaCl 0,9% oder Ringerlaktat?



Infusionslösung
Solution de perfusion

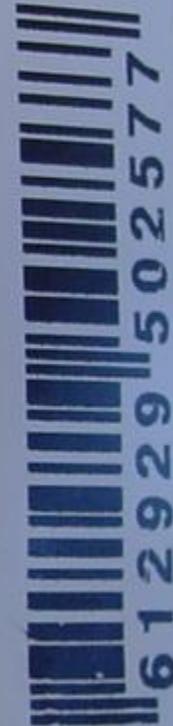
500 ml

Ringer-Lactat «Bichsel»
mit/avec Glucose 1%

Zusammensetzung/Composition:

Na+	131.0	mmol/l
K+	4.0	mmol/l
Ca ⁺⁺	1.5	mmol/l
Lactat-	28.0	mmol/l
Cl-	110.0	mmol/l
Glucosum anhydricum	10.0	g/l

Osmolarität/Osmolarité (theor.): 330 mosm/l



7 612929 502577

250 ml

ELEKTROLYT-INFUSIONSLÖSUNG 148 MIT GLUCOSE

Gesamtkationen/-anionen 148 mval/l, Glucose 1%
Elektrolythaltige Kohlenhydratlösung zur intravenösen Anwendung
Zur Anwendung bei Säuglingen und Kindern

1 l enthält: Natriumchlorid 6,429 g, Kaliumchlorid 0,298 g, Calciumchlorid-Dihydrat 0,203 g, Natriumacetat-Trihydrat 4,082 g, Glucose-Wasserlösung 1 g
Ionenkonzentrationen: Na^{\oplus} 140; K^{\oplus} 4; $\text{Ca}^{2\oplus}$ 1; $\text{Mg}^{2\oplus}$ 1; Cl^{\ominus} 118; Acetat-Ionen 30
Zweck: Infusionszwecke, Salzsäure 36%. Steril und pyrogenfrei. pH: 5,0-7,0.

Theoretische Osmolarität: 351 mOsmol/l. Titrationsazidität: bis pH 7,4 < 5 mmol/l
Packungsbeilage beachten! Nur klare Lösungen in unversehrten Behältern verwenden.
Nach Anbruch sofort verbrauchen. Nicht verwendete Restmengen sind zu vernichten.
Arzneimittel für Kinder unzugänglich aufbewahren!

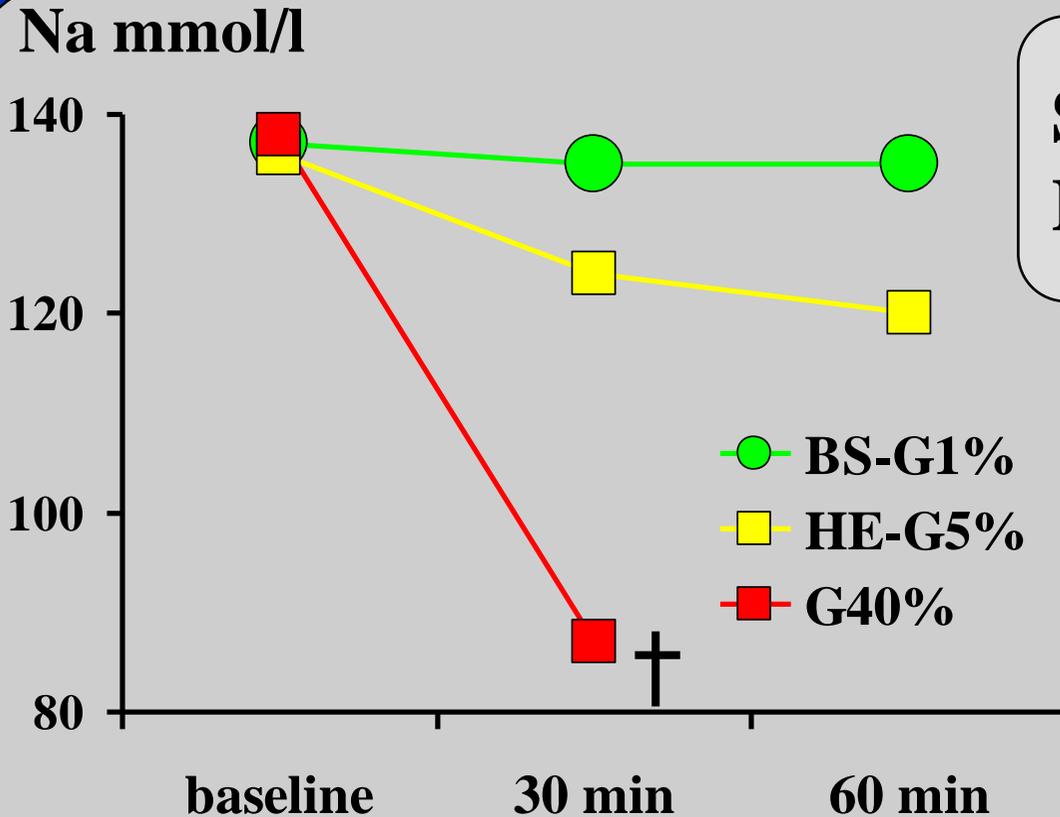
Apothekenpflichtig • Zul.-Nr.: 73696.00.00
Serumwerk Bernburg AG,
Halleische Landstr. 105 b, 06406 Bernburg

04-03-01/01

Ch.-B.



Sicher in der Routine



Schweine; 12 kg
Hyperinfusion 100 ml/kg/h

Mit BS-G1% stabil

- *BE + 0,2*
- *Glukose auf 12,6*

Witt L et al. Br J Anaesth (2010) 105: 635-9



(2017) **27**: 10-18

SPECIAL INTEREST ARTICLE

Perioperative intravenous fluid therapy in children: guidelines from the Association of the Scientific Medical Societies in Germany

Robert Sümpelmann¹, Karin Becke², Sebastian Brenner³, Christian Breschan⁴, Christoph Eich⁵,
Claudia Höhne⁶, Martin Jöhr⁷, Franz-Josef Kretz⁸, Gernot Marx⁹, Lars Pape¹⁰, Markus Schreiber¹¹,
Jochen Strauss¹² & Markus Weiss¹³

- **Natriumreiche Lösung**
- **Balanciert (metabolisierbare Anionen)**
- **Etwas Glukose**

Initial (!)
10 ml/kg/h

Überarbeitete AWMF-Leitlinie 2022

Wieviel soll man infundieren?

*Holliday MA, Segar WE. Pediatrics (1957) 19: 823-32
The maintenance need for water in parenteral fluid therapy.*

	Stunde	Tag
Neugeborene		100 - 150 ml/kg
< 10 kg	4 ml/kg	100 ml/kg
10 - 20 kg	40 ml + 2 ml/kg *	1000 ml + 50 ml/kg *
> 20 kg	60 ml + 1 ml/kg **	1500 ml + 20 ml/kg **
	* für jedes kg > 10 kg	** für jedes kg > 20 kg

Steurer M, Berger TM. Anaesthesist (2011) 60: 10-22

Infusionslösung ohne oder mit Glukose?

- Gesunde Säuglinge/Kleinkinder benötigen perioperativ **nicht zwingend eine Glukosezufuhr**
 - rasche Infusion von Glukose => Hyperglykämie
 - Hyperglykämie ist unerwünscht (osmotische Diurese, verminderte Hypoxietoleranz?)
-
- Neugeborene und schwer kranke Kinder benötigen Glukose
 - intraoperativ stündlich BZ + Blutgas + evtl. Hb

Glukoseinfusion gelegentlich nötig

Neugeborene und kranke Kinder

Glykogenose Typ I oder Störungen der Fettsäureoxydation

1 mg/kg/Minute



60 mg/kg/h

1 ml 1% = 10 mg

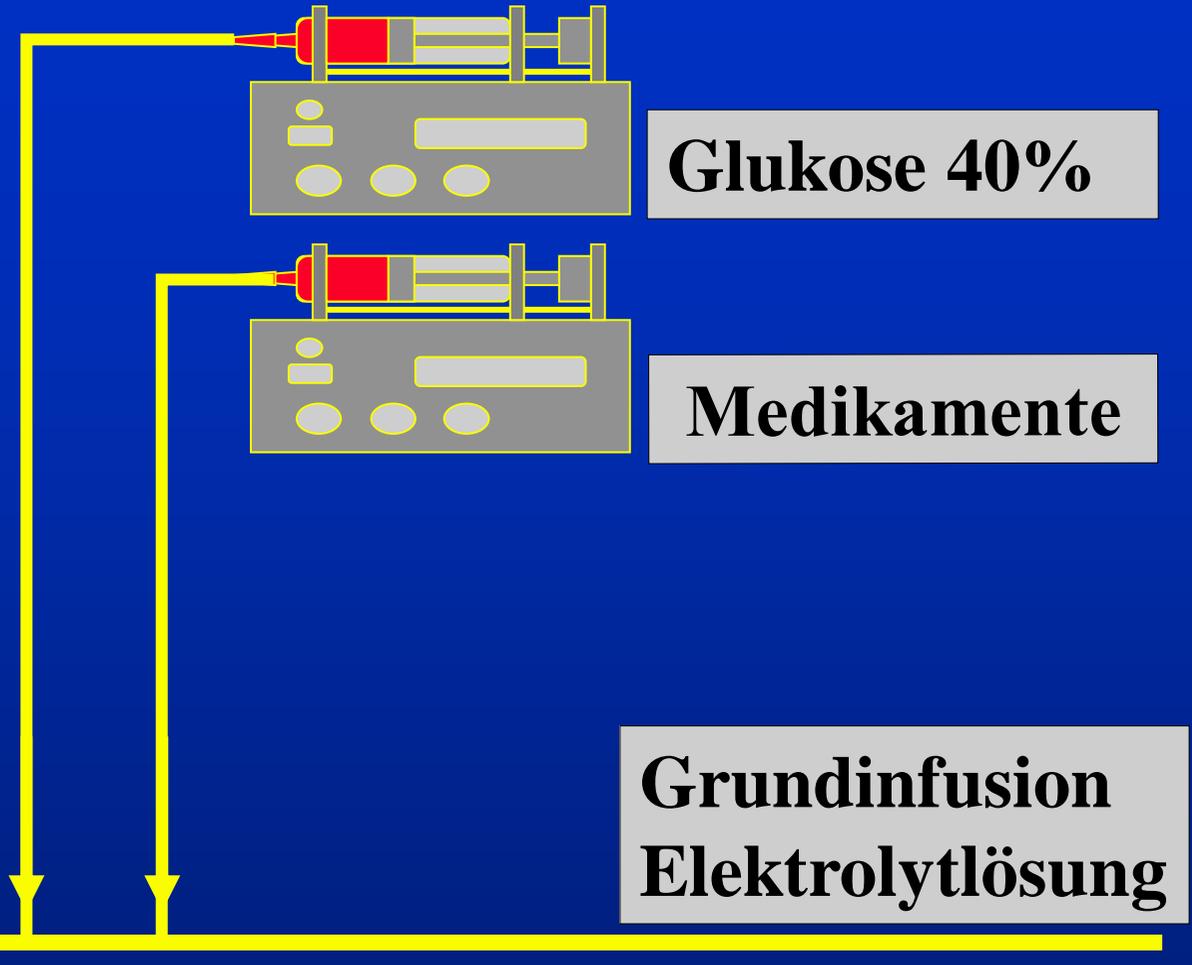
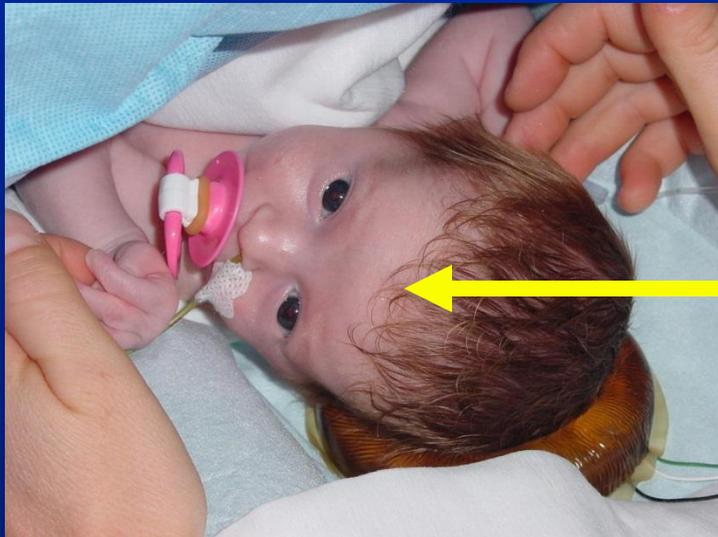
Körpergewicht x 6 = „ml - % - Einheiten“

7 kg

42 MPE

ca. 1 ml/h G 40%

Glukosezufuhr Volumenzufuhr



Kleine Chirurgie, gesundes Kind

Präoperativ

- **Frei trinken: Klare Flüssigkeit bis 1 h präoperativ**

Intraoperativ

- **Bal. Elektrolytlösung (z.B. RL) mit 1% Glukose**

Erste Stunde	< 20kg	25 ml/kg
	> 20kg	15 ml/kg

Postoperativ

- **Trinken sobald wach; essen sobald Hunger**
- **Keine Infusion**

Große Chirurgie, krankes Kind

Intraoperativ

- **Balancierte Elektrolytlösung ohne Glukose**
- **Oft Glukose 1-2 mg/kg/min (40% im Seitenschluss)**
- **Erhaltungsbedarf nach 4-2-1-Regel**
- **Zusätzliche Flüssigkeit bei Verlusten oder Instabilität**
- **Intraoperativ stündlich BZ + Blutgas + evtl. Hb**

Blutverluste

- **Bal. Elektrolytlösung, künstliche Kolloide, Blutprodukte**

Große Chirurgie, krankes Kind

Intravenöse Flüssigkeit

- Bal. **10 ml/kg/h** einer balancierten
- Oft **Elektrolytlösung mit 1% Glukose** (Klass)
- Erhaltungsbedarf nach **4-2-1-Regel**

- Zus. **10 ml/kg Bolus** einer balancierten Stabilität
- Int. **Elektrolytlösung**

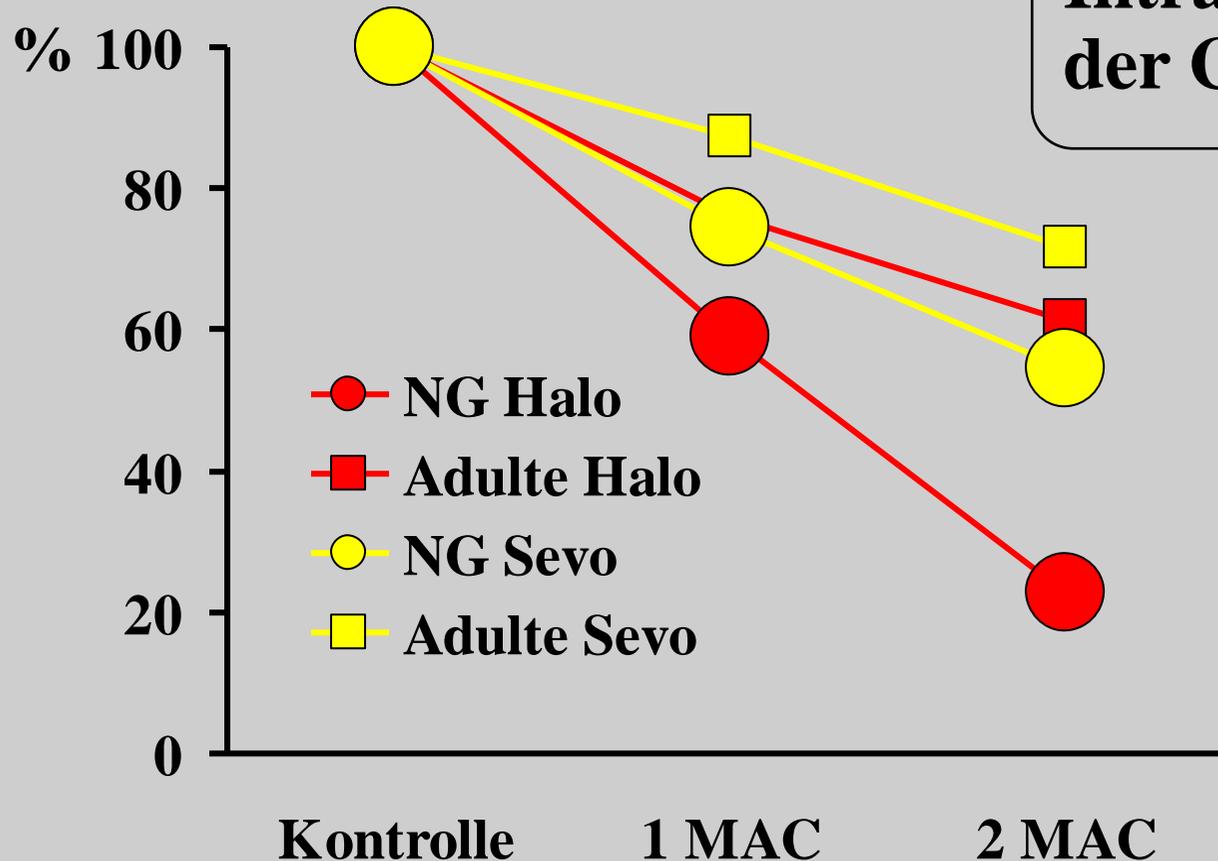
Blutverluste

- Bal. Elektrolytlösung, künstliche Kolloide, Blutprodukte

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

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

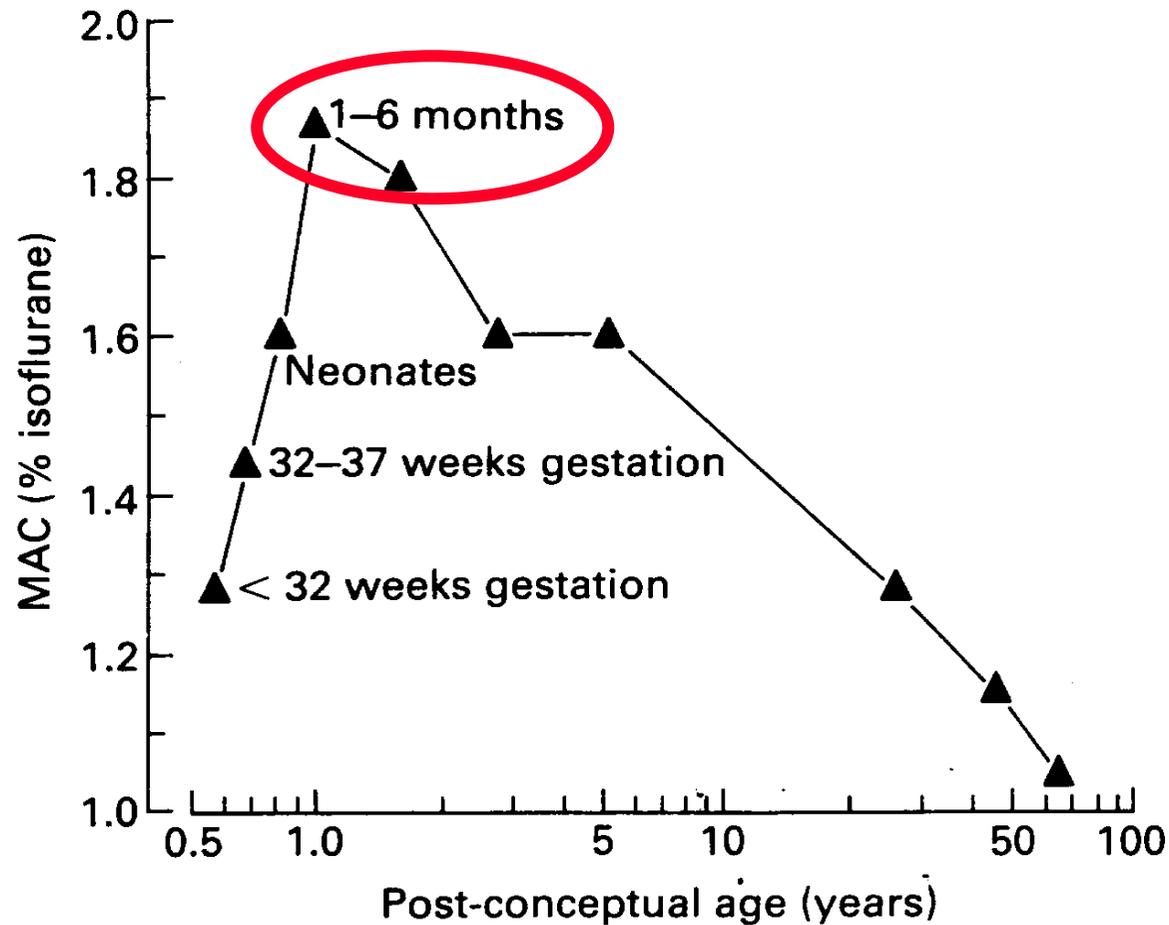
Herz empfindlich - Gehirn resistent



**Intrazellulärer Anstieg
der Ca^{2+} Konzentration**

Prakash YS et al.
Anesthesiology
(2002)
96: 893-906

Herz empfindlich - Gehirn resistent



aus Lerman J. Paediatr Anaesth (1992) 2:191-203

Postoperative Phase

Klare Konzepte und vorausschauende Planung

Die 3 großen Probleme „the big three“

- Schmerzen
- Unruhe
- Erbrechen

*Jöhr M: Postoperative Probleme in der Kinderanästhesie.
Anästh Intensivmed (2019) 60: 533-43*

„Multimodale Analgesie“

**Regional-
anästhesie**

**Nichtopioide
Co-Analgetika**

Opioide

**Trost und vertraute Umgebung
Ablenkung – Spiel – Ernährung**

Nichtopioide und Co-Analgetika

Können prophylaktisch mit akzeptablen Nebenwirkungen verabreicht werden

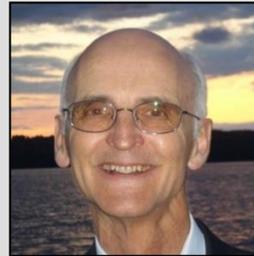
NSAR

- Ibuprofen
- Diclofenac
- Ketorolac



Paracetamol

Metamizol



Dexamethason

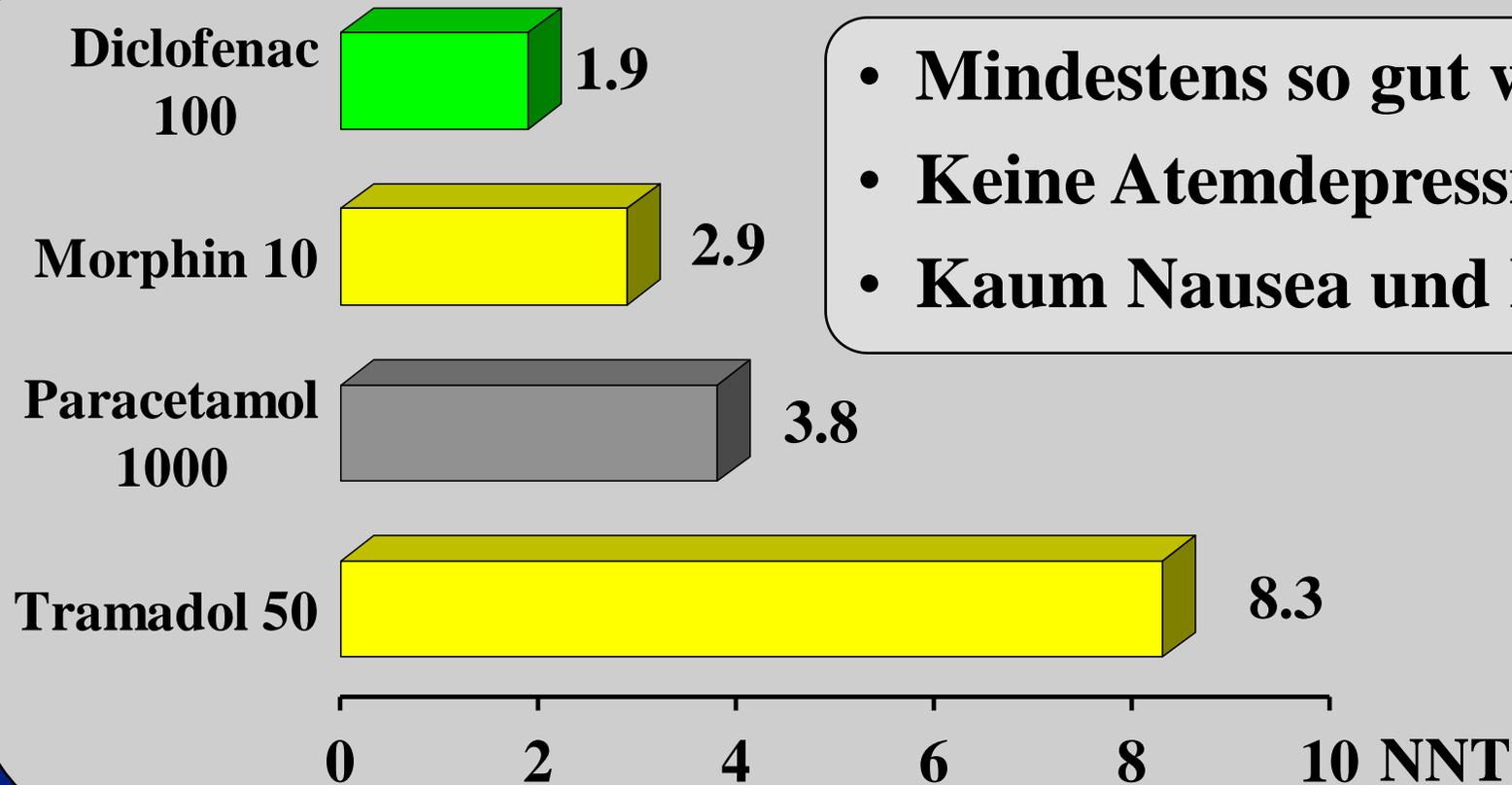
α_2 -Agonisten

- Clonidin
- Dexmedetomidin

(Ketamin)

(Lidocain intravenös)

NSAR: wirksamste Einzelmaßnahme

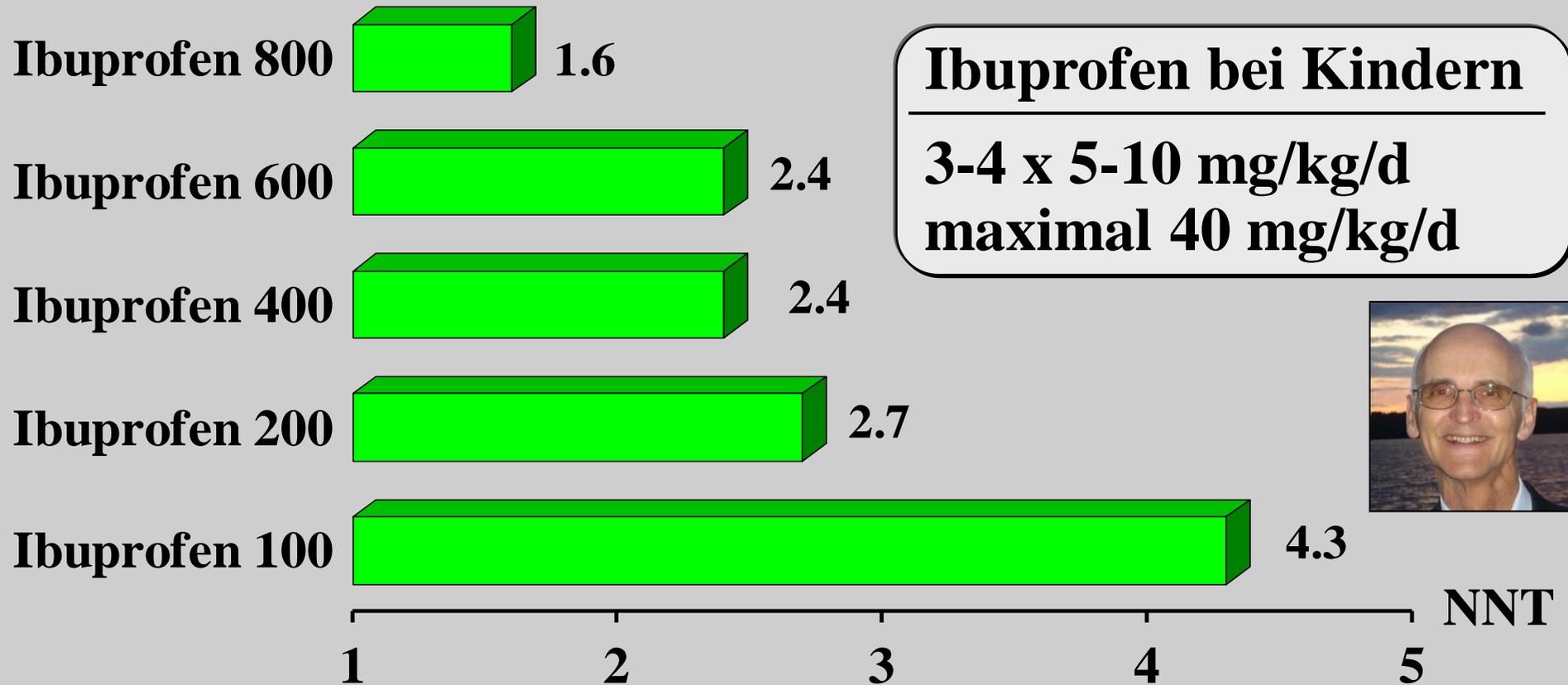


- **Mindestens so gut wie Opioid**
- **Keine Atemdepression**
- **Kaum Nausea und Erbrechen**

Moore A et al.

Bandolier's little book of pain (2003) - Oxford league table

NSAR: höhere Dosen wirken besser

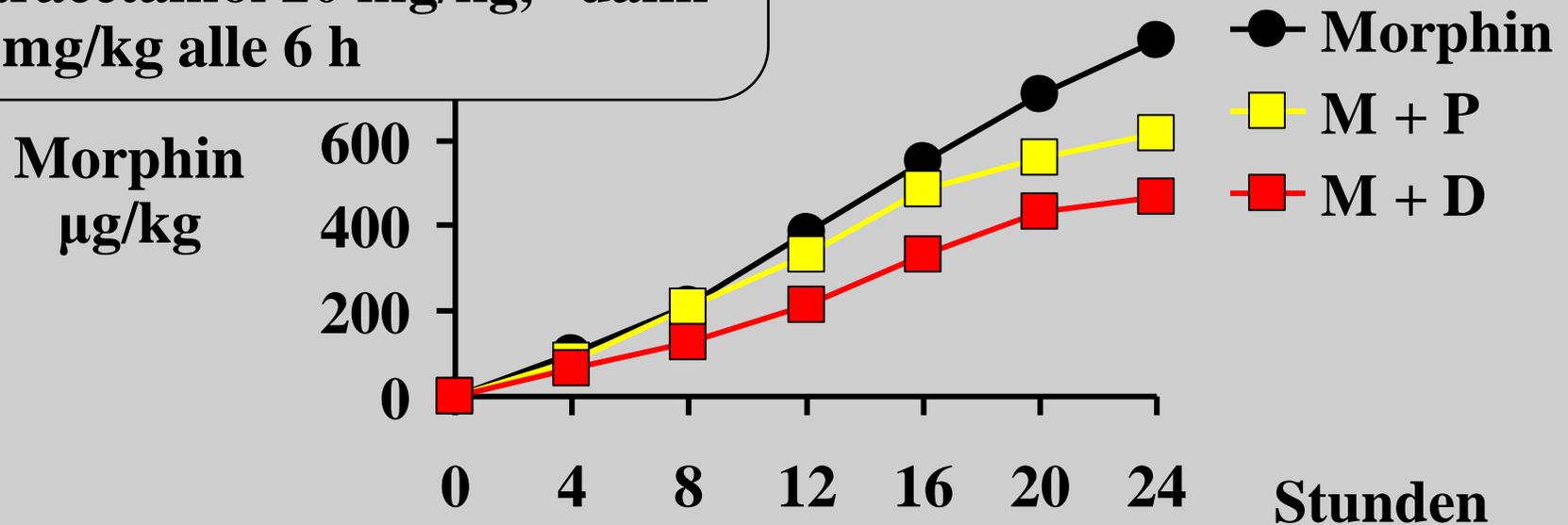


Moore A et al.

Bandolier's little book of pain (2003) - Oxford league table

NSAR wirksamer als Paracetamol

- Appendektomie (5 - 13 J)
- Morphin-PCA
- **Diclofenac 1 mg/kg** alle 8 h
- Paracetamol 20 mg/kg, dann 15 mg/kg alle 6 h



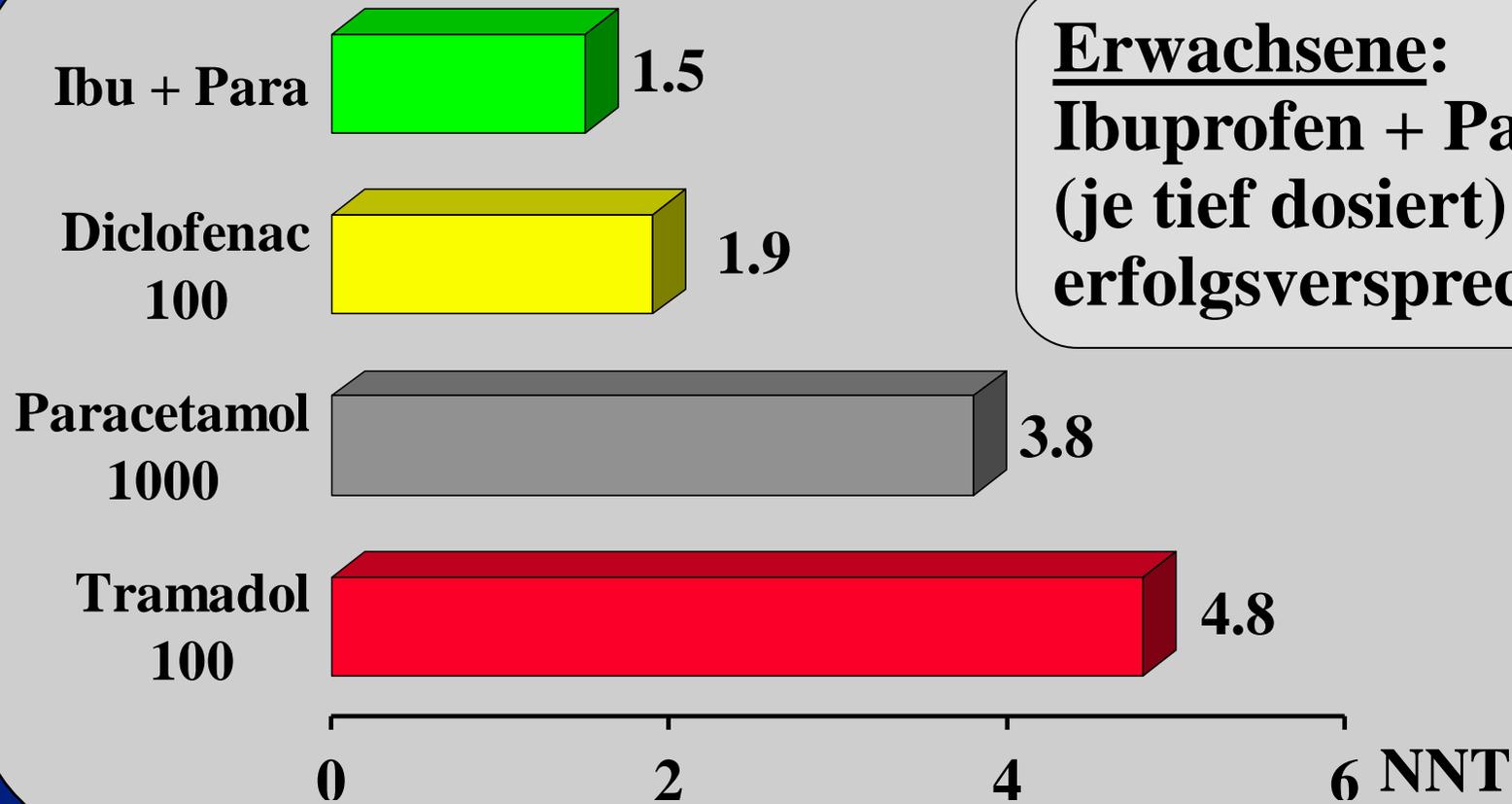
NSAR (Ibuprofen, Diclofenac, Ketorolac)

- **Lange Wirkungsdauer**
- **Keine Sedation, keine Atemdepression**
- **Weniger Nausea und Erbrechen als Opiate**

- **Hemmung der Tc-Aggregation => vermehrte **Blutung****
- **Beeinflussung der **Nierenfunktion****
- **Ungenügende Wirksamkeit bei alleinigem Gebrauch**

Diclofenac 1 mg/kg rektal (maximal 3 mg/kg/d)

NSAR, Paracetamol oder beides?



Erwachsene:
Ibuprofen + Paracetamol
(je tief dosiert) scheint
erfolgsversprechend

Moore A et al. Single dose oral analgesics for acute postoperative pain in adults - an overview of Cochrane reviews. Cochrane Database of Syst Rev (2015) CD 008659

NSAR, Paracetamol oder beides?



Fentanyl im AWR



RCT, 144 Kinder, 6 M - 6 J
Hernie laparoskopisch

- Propofol, Fentanyl, Sevofluran
- Dexamethason
- Intraoperativ I  oder P 



Korea

Paracetamol, Acetaminophen

N-acetyl-para-aminophenol

Orale Verabreichung:

- 10-15 mg/kg
- maximale Tagesdosis 100 mg/kg/d

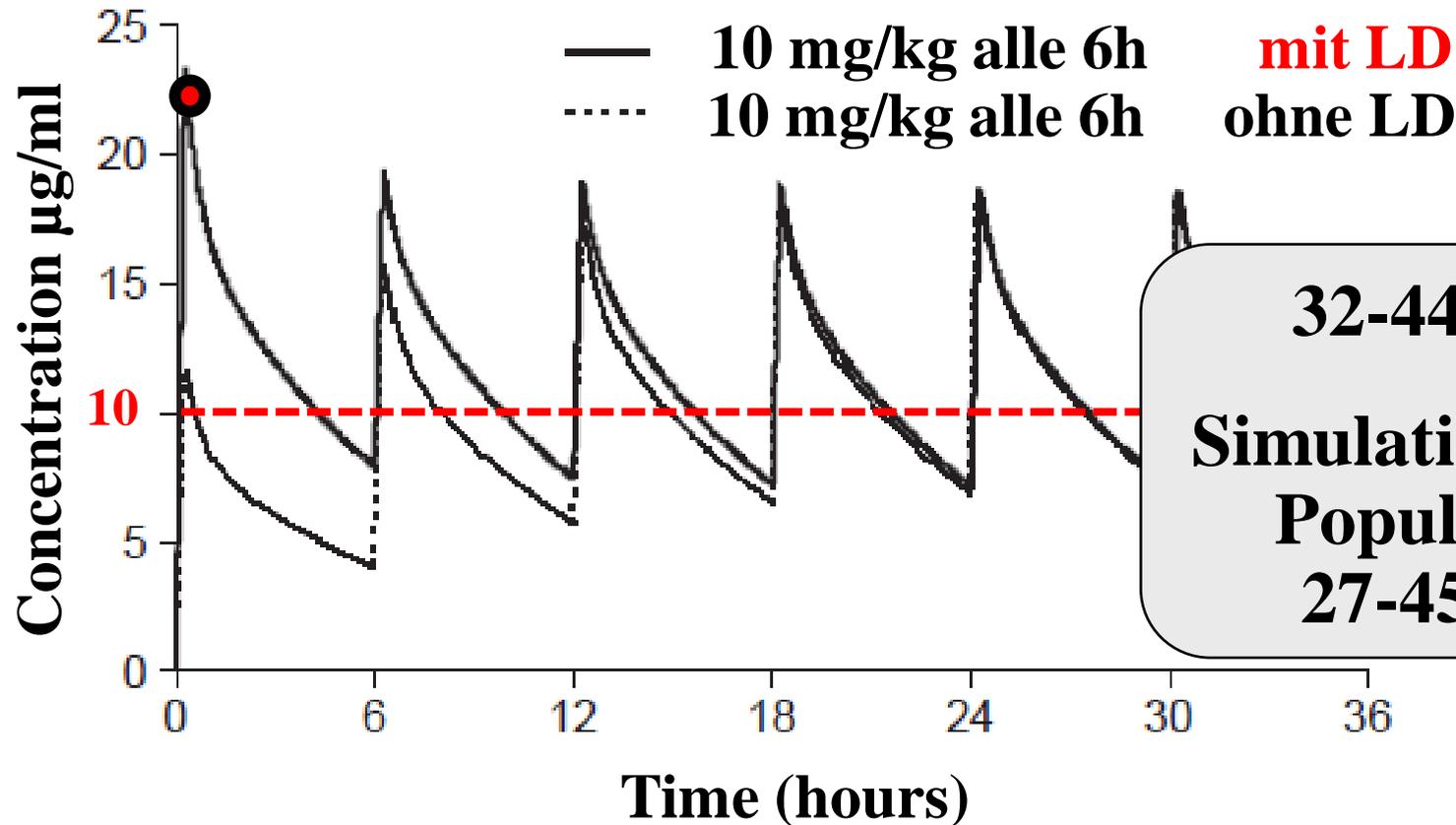
Rektale Verabreichung:

- Ladedosis initial **35-45 mg/kg**
- Repetitionsdosis 15-20 mg/kg alle 6 h
- maximale Tagesdosis 100 mg/kg/d

Paracetamol intravenös (Perfalgan^R):

gleich wie orale Dosis: 15 mg/kg (initial 20 mg/kg)

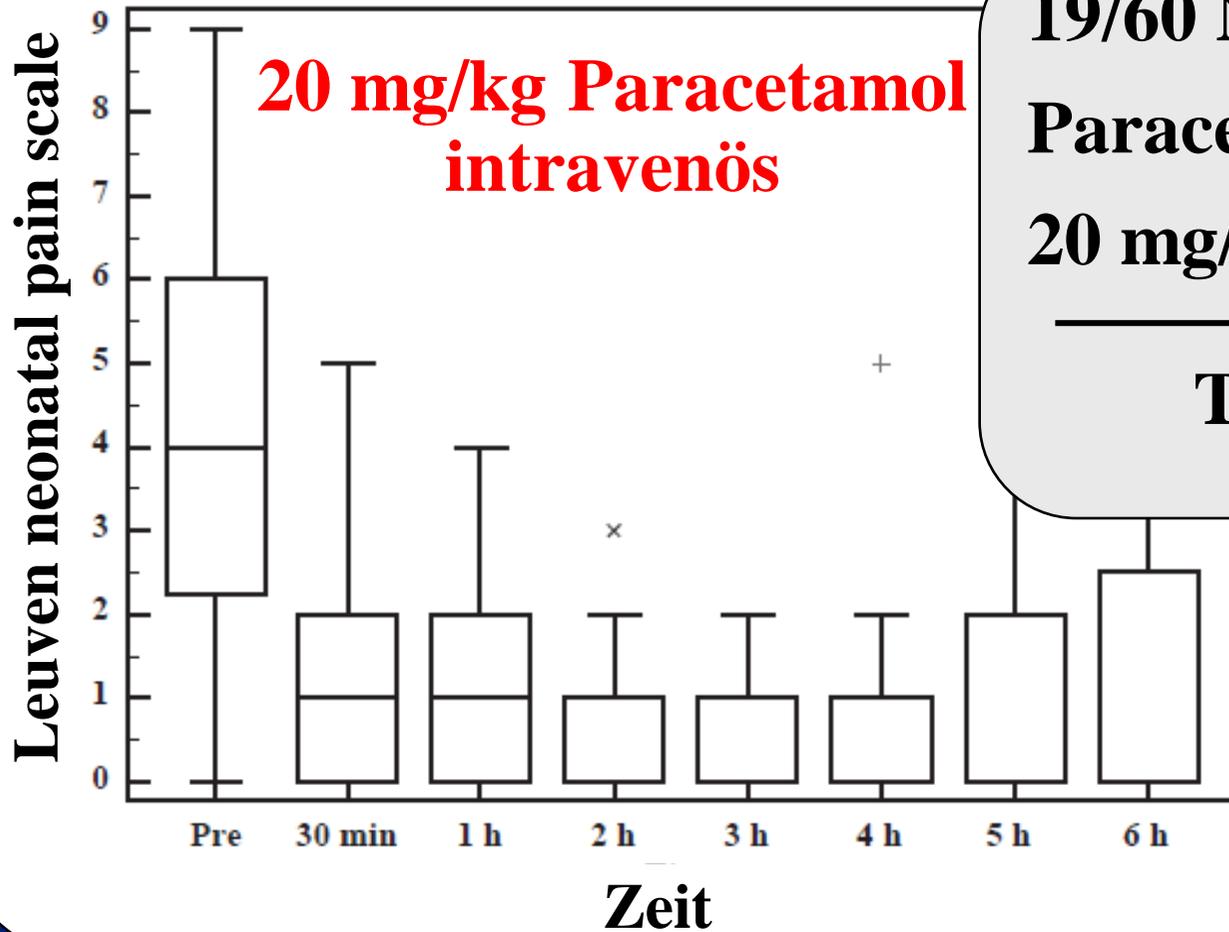
Paracetamol 20 mg/kg intravenös



32-44 W PMA

Simulation basierend
Populations-PK
27-45 W PMA

Früh- und Neugeborene



19/60 Neugeborene
Paracetamol Monotherapie
20 mg/kg Ladedosis

$T_{1/2\text{keo}}$ 1,58 h

Allegaert K et al.
Paediatr Anaesth
(2013)
23: 45-50

**Paracetamol
Sulphat**

Paracetamol
maximal
90-100 mg/kg/d

**Paracetamol
Glukuronid**

↓ **Cytochrom P-450**

Toxischer Metabolit
NAPQI
N-acetyl-p-benzo-quinone imine

N-Acetylcystein
stellt Glutathion
bereit, begünstigt
die Entgiftung

Überdosis

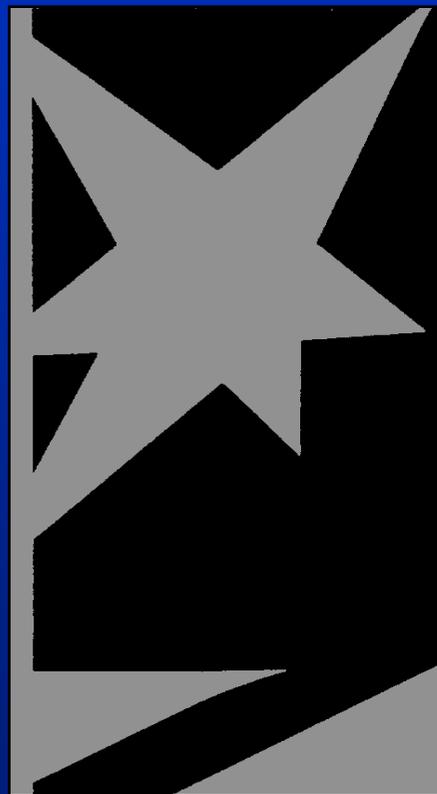
Leberschaden

Mercaptursäure
(atoxisch)



" ... 500 mg Paracetamol bei Bedarf ..."

- 5 Jahre alt
- Tonsillektomie
- Leberversagen



MEDIZIN

Tödliche Zäpfchen

Die Vergiftung der fünfjährigen Linda Straub zeigt, daß die Gefahren des populären Schmerzmittels Paracetamol selbst Medizinern zuwenig bekannt sind

Vorsicht mit der Langzeitgabe

- 2 1/2 jähriges Mädchen
- Paracetamol 90 mg/kg/d oral
- 5 Tage krank

*Morton NS et al.
Paediatr Anaesth
(1999) 9: 463-5*

=> Fulminantes Leberversagen

- Hypoglykämie
- Gerinnungsstörung
- Transaminasen > 10'000

Empfehlung

- FG - 3 Monate maximal **60 mg/kg/d** während **48h**
- über 3 Monate maximal **90 mg/kg/d** während **72h**

Piritramid

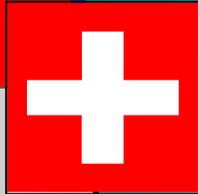
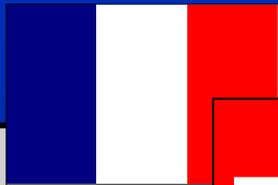


Diamorphin



Morphin

Nalbuphin



Fentanyl



Tramadol



Sufentanil

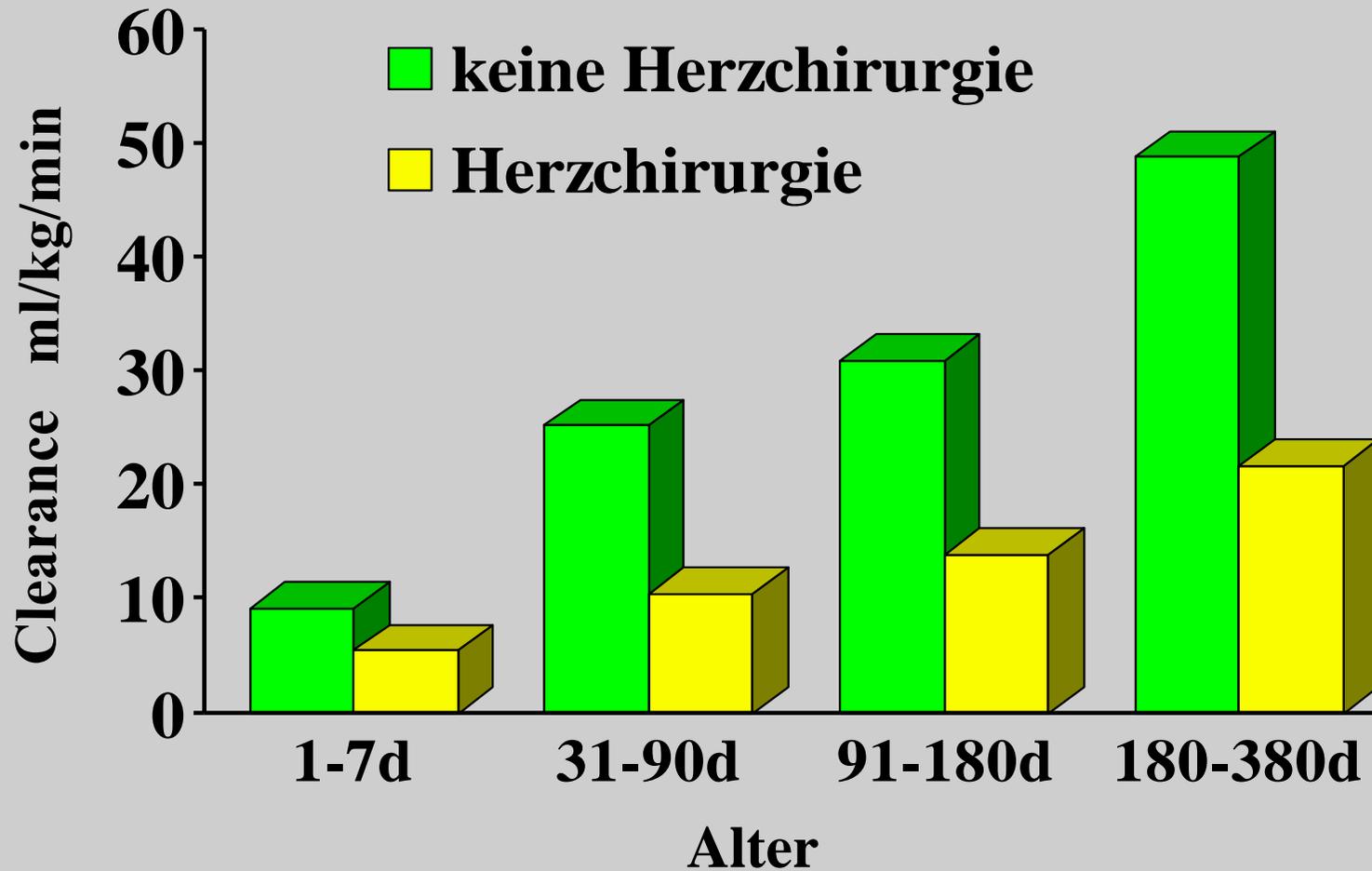
Alfentanil

Remifentanil

Oxycodon

Hydromorphon

Morphin: Pharmakokinetik



Nalbuphin

μ -Antagonist, κ -Agonist

Pro

- therapeutische Breite
- kein Betäubungsmittel
- Sedation

Con

- "ceiling"-Effekt
- ungenügende Intensität
- Nausea, Erbrechen

Bolus

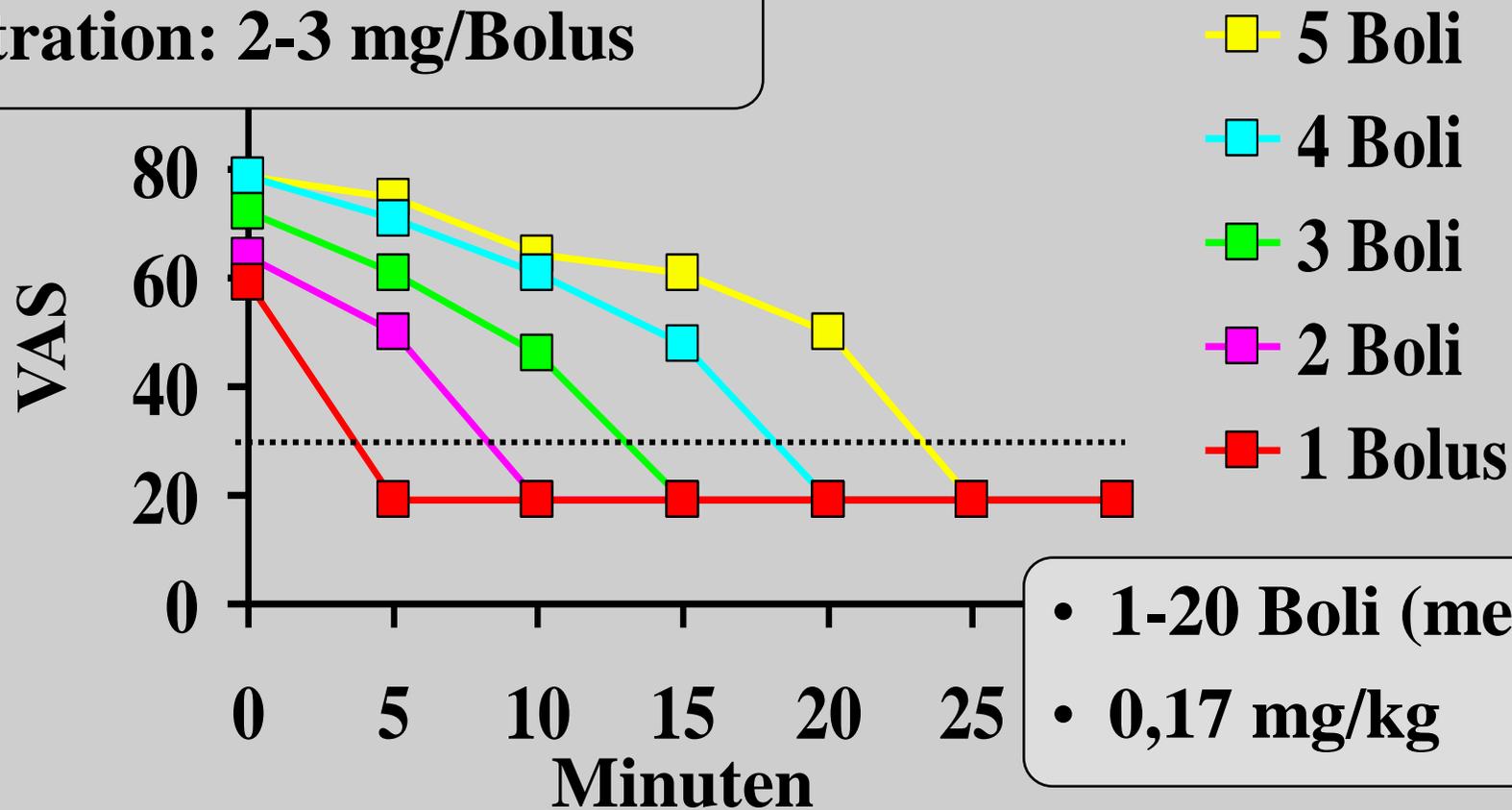
0,2 mg/kg bei Bedarf

Dauerinfusion

0,04 – 0,1 mg/kg/h

Opiate: Individuelle Dosierung

- 3'045 Patienten; Morphin
- Titration: 2-3 mg/Bolus



Bedarfsgerechte Dosierung mittels PCA



Bild Internet

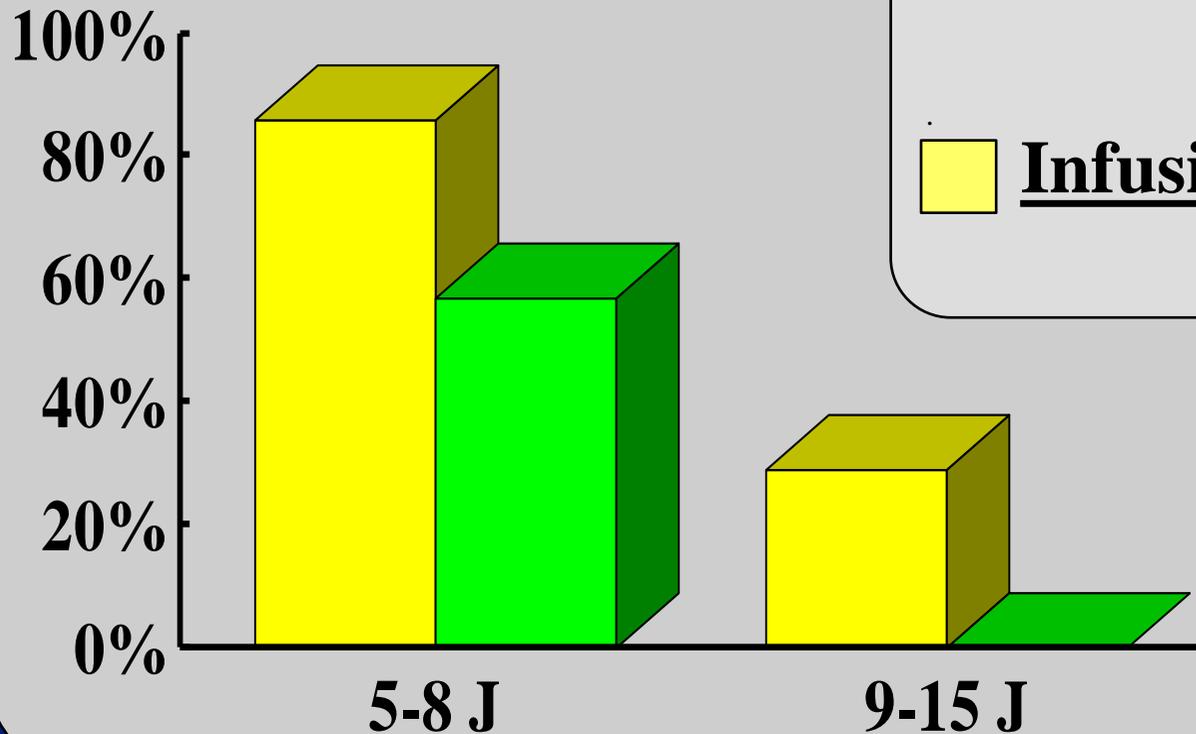
- GameBoy ab 2-3 J
- PCA ab 6-8 J

**PCA erfordert die Fähigkeit, Entscheide zu fällen,
die sich erst in der Zukunft auswirken**

PCA oder Dauerinfusion mit 'nurse-controlled' Bolus?

- PCA:**
 - Bolus 25 µg/kg
 - Lock-out 5 min
 - 400 µg/kg/4h
- Infusion:**
 - 20 µg/kg/h
 - Bolus 100 µg/kg

hohe Schmerzscores



*Newcastle
upon Tyne*

Bray RJ et al. Paediatr Anaesth (1996) 6: 121-7

Steroide sind hilfreich



Steroide sind hilfreich

Laparoskopische
Cholezystektomie

Hallux valgus

Weisheitszahn-
extraktion

Tonsillektomie

Anale Chirurgie

Spaltenchirurgie

Dexamethason => Schmerzreduktion

Metaanalyse, 19 Studien, 1'756 Kinder

Dosis 0,15 – 1,0 mg/kg

- **Signifikante Schmerzreduktion um 1,07
(95% CI -1,73 bis - 0,41)**
- **Weniger Erbrechen, rascherer Nahrungsaufbau**

Dexamethason => Blutung?

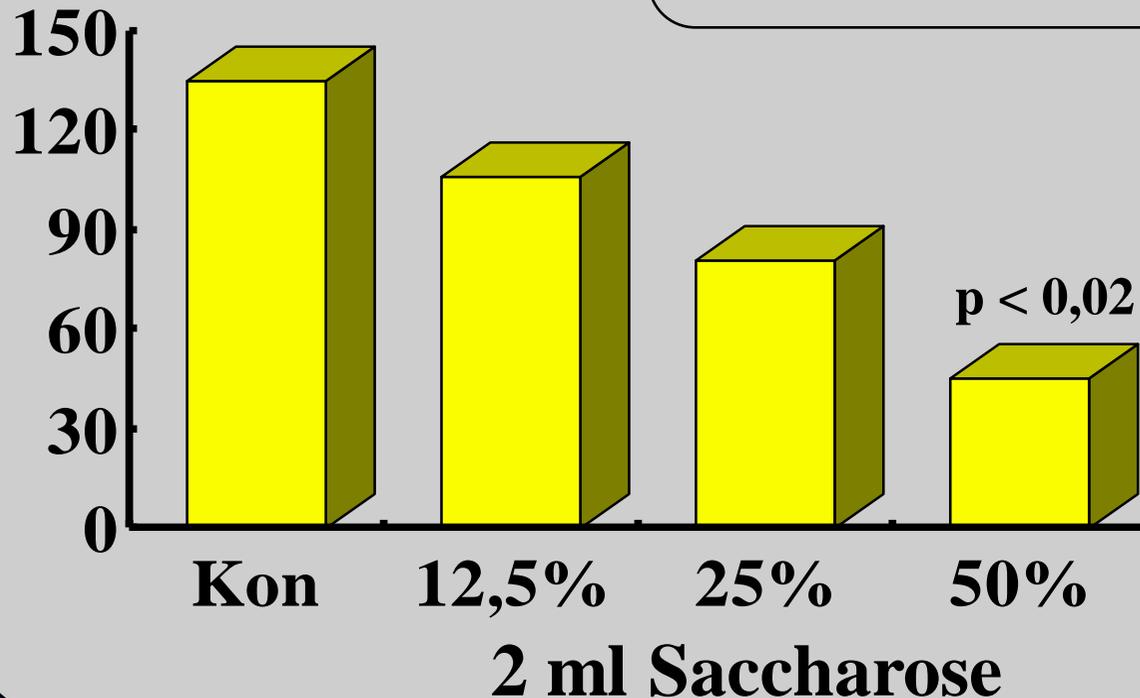
Plante J et al. BMJ (2012) 345: e5389

Metaanalyse

- Dexamethason => nicht mehr Blutungsepisoden
- Wenn es blutet, eher interventionsbedürftig
(OR **2.27** (1.03-4.99))

Neugeborene: Glukose, Saccharose

Schreidauer
in Sekunden

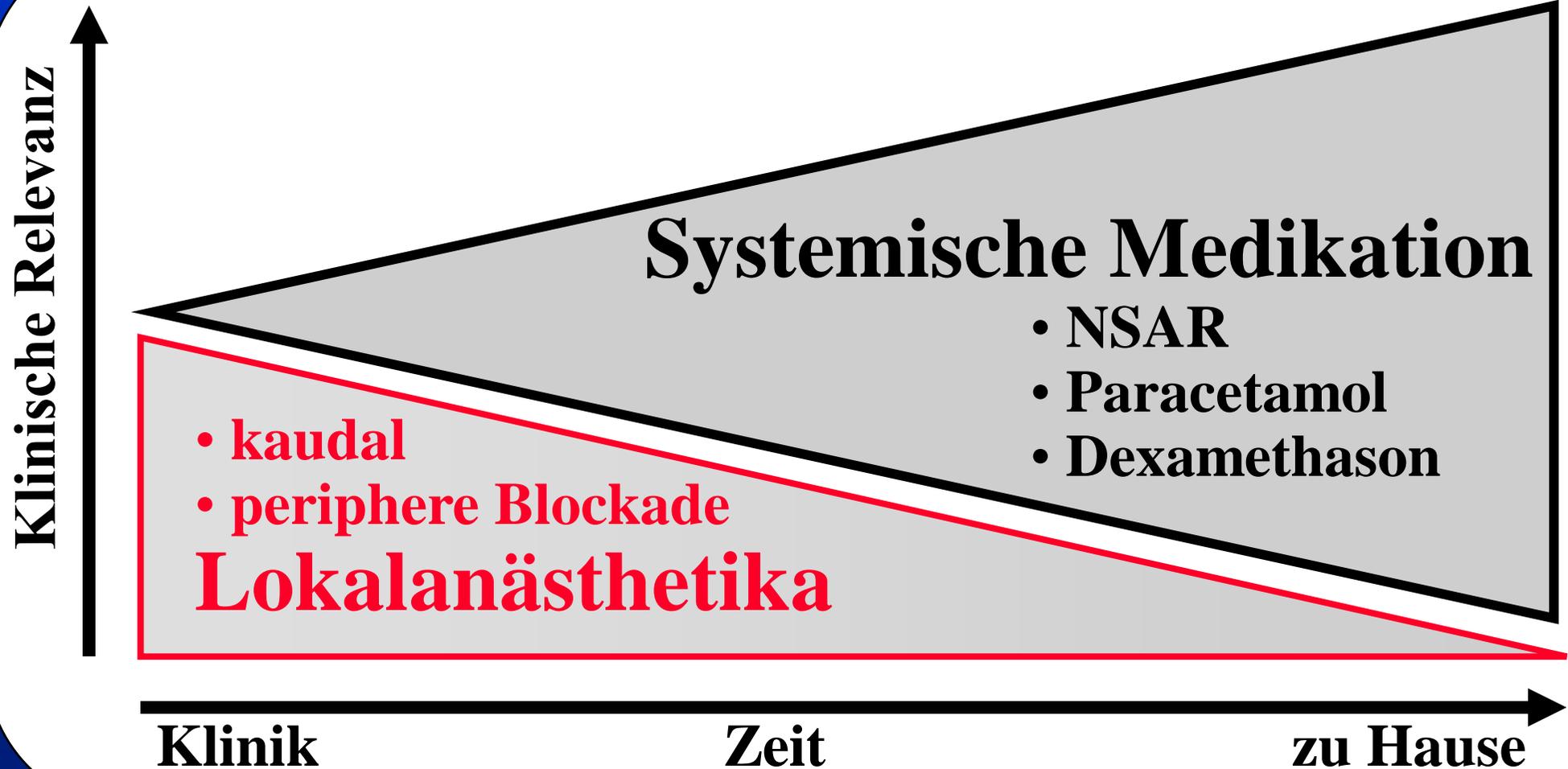


- Zirkumzision, Fersenblutentnahme
- Wirkung dosisabhängig (30 - 50%ig?)
- Muttermilch unwirksam

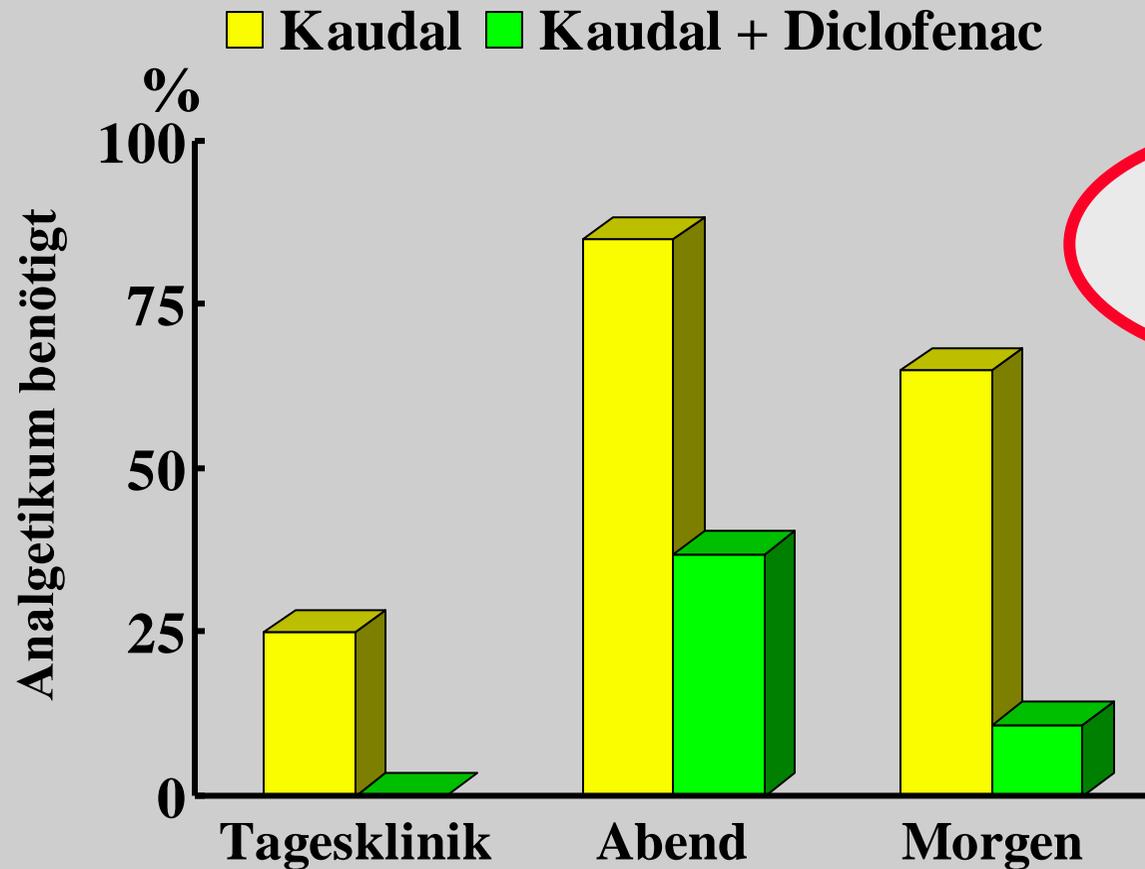
Fersenblutentnahme

*Haouari N et al.
(Leeds) BMJ
(1995) 310: 1498-500*

„Multimodale Analgesie“



„Multimodale Analgesie“



**Regional
+ NSAR**

Kinderanästhesie Luzern 2023

- **Allgemeinnarkose**
 - Maskeneinleitung mit N_2O /Sevofluran
 - Luftwegssicherung mit Larynxmaske
 - venöser Zugang beim schlafenden Kind
 - Aufrechterhaltung inhalativ oder TIVA (TCI)
- **Schmerztherapie**
 - Kaudalanästhesie
 - Diclofenac 0,5-1 mg/kg rektal
- **Postoperative Phase**
 - Ondansetron und Dexamethason
 - Thiopental oder Propofol (6 M- 6 J)



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

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



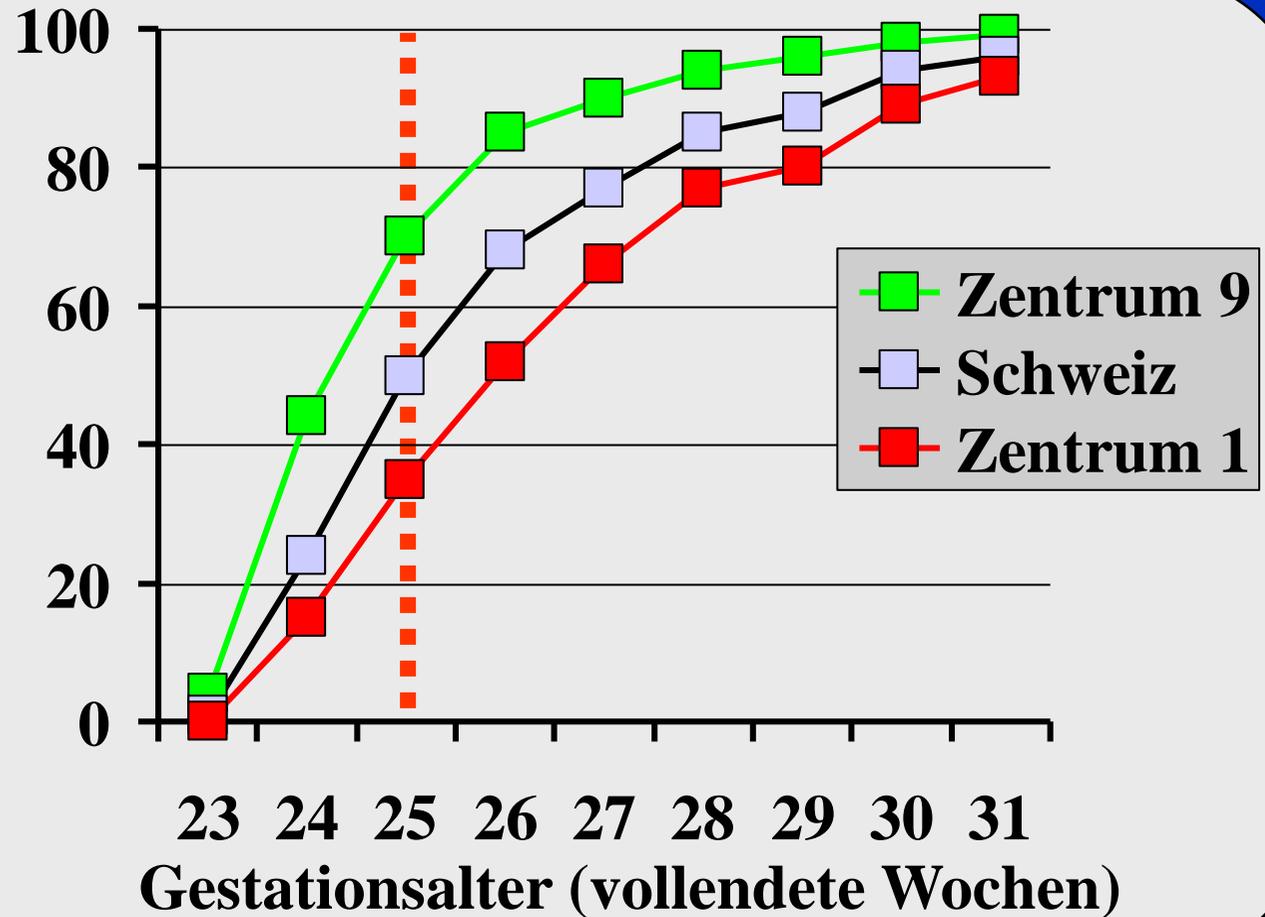
Es kommt darauf an, wie man die Dinge macht

Bei der Geburt

Wahrscheinlichkeit
des Überlebens ohne
schwere neonatale
Morbidity



Neonatologie



Es kommt darauf an, wie man die Dinge macht

Jedes Detail zählt

„The improvement of the outcome by the aggregation of marginal gains“

