

# Langstreckentransport von kritisch kranken Kindern

**J. Schalamon,**

Abteilung für Kinder- und Jugendchirurgie  
Klinikum Klagenfurt am Wörthersee

The logo for Klinikum Klagenfurt am Wörthersee features the word 'KABEG' in a large, bold, blue sans-serif font. Below it, the words 'KLINIKUM KLAGENFURT' and 'AM WÖRTHERSEE' are stacked in a smaller, grey sans-serif font. A vertical grey line is positioned to the left of the logo.

**KABEG**  
KLINIKUM KLAGENFURT  
AM WÖRTHERSEE

## Inhalt - Lernziele

- Was ist ein kritisch krankes Kind?
- Warum erfolgen derartige Transporte?
- Wer bezahlt das?
- Was sind die Besonderheiten eines Langstreckentransports?
- Wann ist ein kritisch krankes Kind „fit to fly“?
- Welche Ausbildung/Ausrüstung wird benötigt?
- Wie läuft ein Langstreckentransport typischerweise ab?
- Welche Probleme/Komplikationen treten auf?



Epishuttle (Covid)

## Was ist ein kritisch krankes Kind?

- ...These are children whether medically, surgically or **requiring, or potentially requiring, high dependency or intensive care** auma related. (The Paediatric Intensive Care Society, 21, Portland Place, London, W1B 1PY, 2010)
- A critically ill or injured patient is defined as one who has an illness or injury **impairing one or more vital organ systems such that there is a high probability of imminent or life-threatening deterioration** in the patient's condition". (Painter JR. Critical Care in the Surgical Global Period. Chest 2013)
- → **Kritisch krank = 1. Intensivtherapie, 2. (potentiell!) lebensbedrohlicher Zustand**



## Warum erfolgen derartige Transporte?

- Rückholung
  - Frühgeborene
  - Akute internistische Notfälle (z.B.: Leukämie, Lungenerkrankungen...)
  - Unfälle
- Internationale Verlegung zu Spezialisten
  - Genetische Erkrankungen, Stoffwechselstörungen...
  - Spezielle internistische Therapien (Chemotherapie, Rehabilitation...)
  - Spezielle chirurgische Eingriffe (Transplant, Herzchirurgie...)



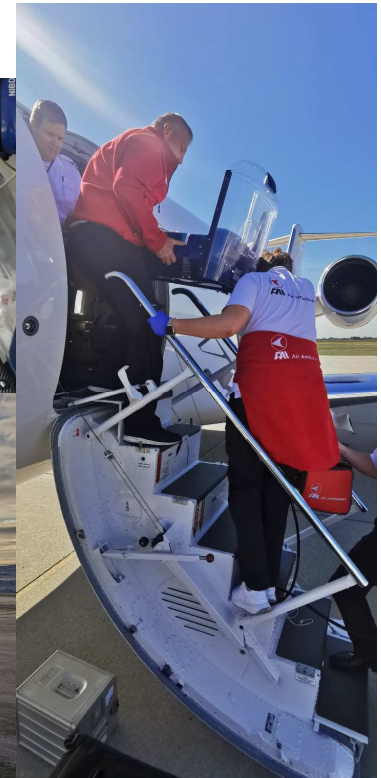
## Wer bezahlt das?

- Versicherungen
  - ÖAMTC, Kreditkarten... → nur akute Erkrankungen!
  - Übergeordnete Organisationen (SOS International...)
  - Cave: Krankenhauskosten oft nicht (oder nur teilweise) mitversichert
- Regierungen, Bündnisse
  - Arabischer Raum
  - UN, auswärtiges Amt...
- Privatpersonen
  - Jeder, der es sich leisten kann
  - Kosten oft >100.000 €/Flug



## Was sind die Besonderheiten eines Langstreckentransports?

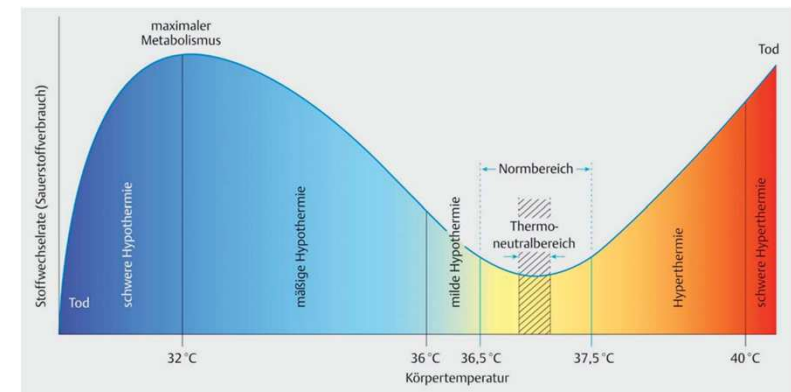
- Lärm, Unruhe
- Erschütterung
- Temperaturschwankungen
- Änderung der Luftfeuchtigkeit
- Änderung des Luftdruckes
- Beschränkte medizinische Ressourcen
  - Diagnostisch
  - Therapeutisch
  - Fehlender Austausch mit KollegInnen



## Was sind die Besonderheiten eines Langstreckentransports?

### Temperatur Kinder...

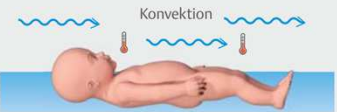



- Thermoregulation unterschiedlich zum Erwachsenen
- Größere Körperoberfläche, dünnere Haut
- Blutgefäße näher an der Oberfläche
- Hypothermie = Temperatur unter 36.5°C



► **Abb.2** Energieumsatz und Sauerstoffverbrauch in Relation zur Körpertemperatur (Quelle: Nelle M, Arenz S. Wärmehaushalt. In: Jorch G, Hübler A. Neonatologie. Stuttgart: Thieme; 2015: 133 [5]).

- 36.5 - 37.5° Normale Temperatur
- 36.0 - 36.4° Milde Hypothermie
- 32.0 - 35.9° Moderate Hypothermie
- Unter 32° Schwere Hypothermie

## Was sind die Besonderheiten eines Langstreckentransports? Temperatur Kinder...

Mechanismus	Erklärung	mögliche Ursache	mögliche Intervention bei Erstversorgung
 <p>Konvektion</p>	Wärmeströmung	kühle Zugluft	adäquate Temperatur im Erstversorgungsraum/Geburtszimmer, Vermeidung von Zugluft, Zudecken mit warmen Tüchern oder Plastikfolie
 <p>Radiation</p>	Strahlung an umgebende Oberflächen	größere, der Umgebung exponierte Hautflächen	Zudecken mit warmen Tüchern
 <p>Evaporation</p>	Verdunstung	feuchte Haut, feuchte Tücher, niedrige Feuchte in der Umgebungsluft, nicht angefeuchtete Luft bei Beatmung	Abtrocknen, Plastikfolie oder -beutel, Anfeuchten der Atemluft
 <p>Konduktion</p>	Wärmeleitung	Kontakt zu kühlen Tüchern oder kühlem Bett	Wärmematte, warme Tücher

► Abb. 1 Ursachen für Wärmeverluste (nach: Nelle M, Arenz S. Wärmehaushalt. In: Jorch G, Hübler A. Neonatologie. Stuttgart: Thieme; 2015 [5]).

Aktivierung der nicht-zitternden Thermogenese

= Metabolisierung von braunem Fettgewebe

- Sauerstoffverbrauch steigt
- Atemfrequenz steigt, Verengung Lungenarterien
- Periphere Vasokonstriktion
- Anaerober Stoffwechsel
- Bradycardie, RDS
- Erhöhter Glukoseverbrauch



→ **Metabolische Azidose, Hypoglykämie, Atemstillstand**

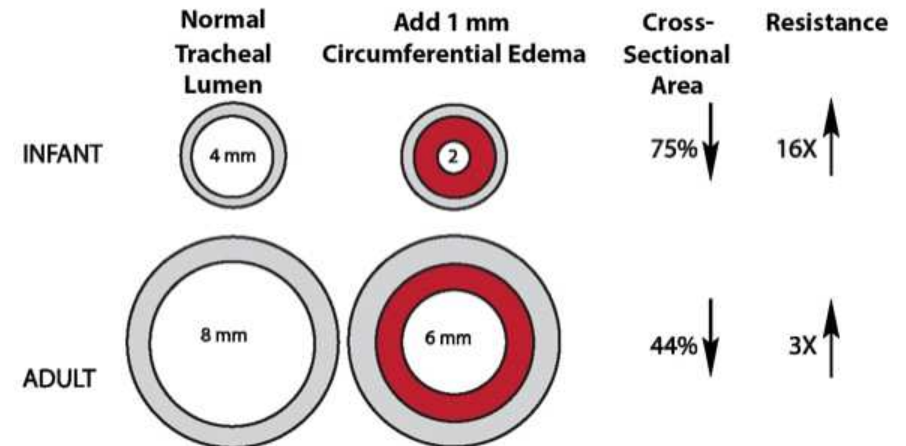


## Was sind die Besonderheiten eines Langstreckentransports?

### Atmung Kinder...

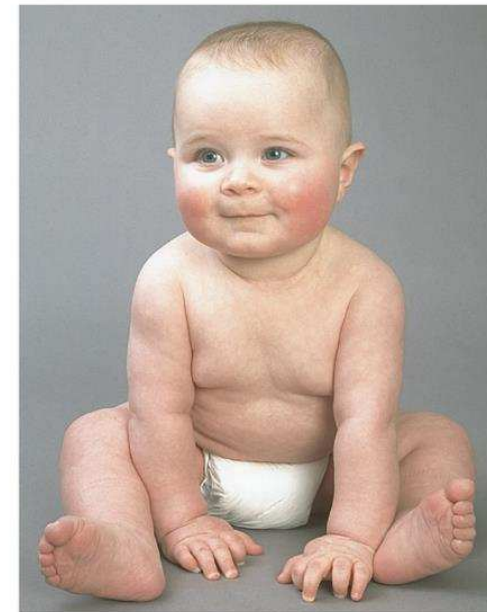
Kinder haben **Stress** beim Transportieren:

- ↑ Sekretproduktion
- ↑ Reizbarkeit der Atemwege
- ↑ Risiko eines Laryngospasmus
- ↑ Atemwegsödeme
- ↑ Metabolismus („struggle and fight“)
- ↑ Risiko eines Atemstillstandes (Kälte...)
- → **Sedierung!**



## Was sind die Besonderheiten eines Langstreckentransports? Atmung Kinder...

- Neugeborene atmen durch die Nase
  - Bis zum Alter von 3-4 Monaten
  - Verstopfte Nase: NaCl-Tropfen - Ampulle
  - Sauger
- Säuglinge/Kleinkinder atmen mit dem Zwerchfell
  - Gespanntes Abdomen = Atemprobleme
- Atemfrequenz ist höher
  - <1 a            30-60 (Säugling)
  - 1-3 a            25-40 (Kleinkind)
  - 3-6 a            22-34 (Vorschulalter)
  - 6-12 a           18-30 (Schulkind)
  - 12-18           12-16 (Jugendlicher)
- **Hohe Inzidenz von Ateminsuffizienz!**



## Was sind die Besonderheiten eines Langstreckentransports?

### Flugphysiologie: Luftdruck

- Boyle-Mariotte: „*Das Produkt aus Druck und Volumen einer abgeschlossenen Gasmenge ist bei gleichbleibender Temperatur konstant*“
- Weniger Druck = Mehr Volumen
- Blähungen nach dem Start
- Plastikflasche dellt sich beim Landen ein
- Volumenänderung ca. 20% zwischen Sealevel und Kabinendruck



## Was sind die Besonderheiten eines Langstreckentransports?

### Flugphysiologie: Luftdruck

- Schädel: Lufteinschlüsse nach Trauma oder OP → „Sea level flight“
- Nebenhöhlen verlegt → **Nasentropfen!**
- Eustachische Röhre: Druckausgleich durch Kaubewegungen, Gähnen;  
Säuglinge/Kleinkinder: **Fläschchen bei Start und Landung**
- Lufteinschlüsse unter (schlecht sanierten) Zahn-Plomben: Schmerzen → **Schmerzmittel**
- Lunge: Pneumothorax wird größer, Bullae können platzen  
→ **Drainage (legen/offen lassen)**
- Cuffdruck (falls Luft im Cuff), Stomabeutel kontrollieren



## Was sind die Besonderheiten eines Langstreckentransports?

### Flugphysiologie: Oxygenierung

- Dalton: „Der Gesamtdruck eines Gasgemisches ist gleich der Summe der Partialdrücke aller anwesenden Gase“

- Partialdruck = %Gas x Luftdruck

- Beispiel pO<sub>2</sub> Meereshöhe:

- 0,2095 x 760mmHg = 159,2mmHg

- Beispiel Kabinendruck (AA 1800m)

- 0,2095 x 609mmHg = 127,6mmHg

Gas	Anteil Atmosphäre
Stickstoff	78,08%
Sauerstoff	20,95%
Argon	0,93%
Kohlendioxid	0,034%
Wasserstoff	0,00005%
Andere Edelgase	0,00245%

→ Reduktion des Sauerstoffpartialdruckes um ca. 20% (gilt nicht für beatmete Patienten)

## Was sind die Besonderheiten eines Langstreckentransports?

### Was passiert bei einem Atemproblem?

#### **Atmung** (Vorschädigung der Lunge):

- Zunahme des Atemminutenvolumens (Hyperventilation; ca. 10%)
- Vermehrtes Abatmen von  $\text{CO}_2$  → respiratorische Alkalose
- → Bikarbonat-Diurese, Auskühlen des Körpers durch vermehrte Atmung
- → Kältezittern → Vermehrter  $\text{O}_2$  Bedarf



**Daher: Während Transport auf Körpertemperatur achten und Hypoxie frühzeitig behandeln!**

## Was sind die Besonderheiten eines Langstreckentransports?

### Was passiert bei einem Kreislaufproblem?

#### **Kreislauf** (Anämie, kardiale Probleme):

- Herzfrequenz steigt
- Erniedrigung des Schlagvolumens (HZV bleibt konstant)
- $pO_2 \downarrow$  = arterielle Vasokonstriktion in der Lunge = Erhöhung des Lungenwiderstandes
- $pO_2 \downarrow \downarrow$  = Herzzeitvolumen  $\uparrow$  = Sauerstoffverbrauch  $\uparrow$



Daher: Vor dem Flug Anämie behandeln lassen, Kreislaufunterstützung, frühzeitige  $O_2$ -Gabe

## Wann ist ein kritisches Kind „fit to fly“?

**Stabiler Zustand** = Keine signifikanten Schwankungen des Zustandes in den letzten 24h

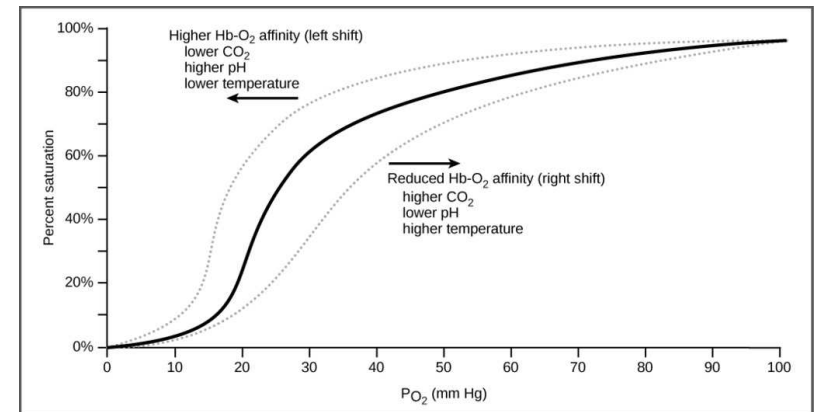
- **Respiratorisch:** Atemfrequenz, Sauerstoffbedarf
- **Kreislauf:** Blutdruck (Katecholamine...)
- **Neurologie:** Keine neu aufgetretenen Krampfanfälle, Wachheitsgrad gleichbleibend
- **Metabolismus:** Keine signifikanten Schwankungen/Entgleisungen (Elektrolyte, Blutzucker)
- **Infektionen:** Keine signifikanten, neu aufgetretenen Infekte
- **Luft:** Keine unbehandelte „freie Luft“ (Pneu, intrakranielle Luft... → Sea-level!)



## Wann ist ein kritisches Kind „fit to fly“?

### Faustregel:

1. „Stabiles“ Kind → siehe vorherige Folie
2. Hb > 8g/dl
3. Sauerstoffbedarf: < 50%  
bei Sättigung >85%; Ausnahme: Herzfehler/Lungenfehlbildung = Individualentscheidung
4. Zu erwartende Notfälle/Komplikationen sind während des Transportes behandelbar
5. Spezielles Equipment erforderlich/verfügbar (ECMO, NOx...)?



Effekt einer Sauerstoffgabe sinkt bei höherer Konzentration

Aber: Immer Individualentscheidung → **Preflight-Assessment durch erfahrene/n Flugarzt/ärztin**

## Welche Ausbildung/Ausrüstung wird benötigt

- Notarztausbildung/Facharzt „nice to have“
- Keine klare gesetzliche Regelung für „Arzt on board“ – Unterschied zu „Flugmediziner“
- Im Prinzip jede/r mit abgeschlossenem Medizinstudium, der/die sich den Flug fachlich zutraut

- **Equipment:**

- Beatmungsgerät, Sauerstoff
- Monitoring, Absaugung
- Ampullarium, Spritzenpumpen
- Notfallkoffer
- Lagerungsmaterialien (Babypod) und vieles mehr...



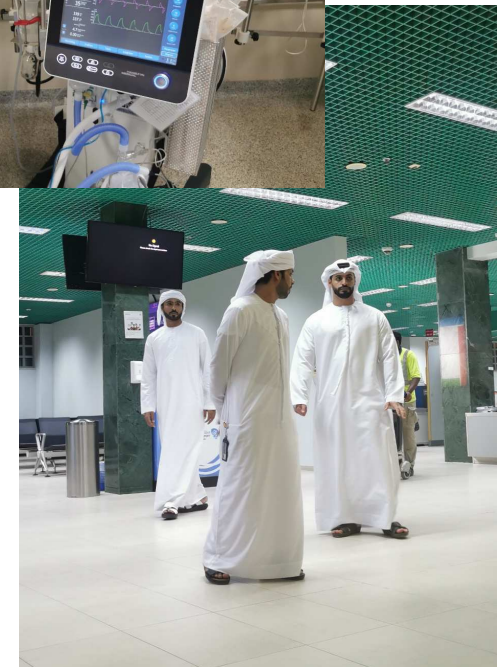
## Wie läuft ein Langstreckentransport typischerweise ab?

- **Donnerstag 09:00 Uhr:** Info über geplanten Flug, Briefing
- **Donnerstag 17:00 Uhr:** Check in am Flughafen (Homebase), Aufrüsten des Flugzeuges
- **Donnerstag 19:00 Uhr:** Take off nach London
- **Donnerstag 21:00 Uhr:** Landung Flughafen London/Stansted
- **Donnerstag 22:30 Uhr:** Ankunft Hotel, Ruhezeit
- **Freitag 06:00 Uhr:** Taxi zum Krankenhaus
- **Freitag 07:30 Uhr:** Handover
- **Freitag 09:00 Uhr:** Ankunft Flughafen
- **Freitag 10:00 Uhr:** Take off → Zeit mit Patient
- **Freitag 17:00 Uhr:** Landung in Dubai
- **Freitag 19:30 Uhr:** Handover
- **Freitag 21:00 Uhr:** Hotel Dubai, Ruhezeit
- **Samstag:** Heimreise mit Linienflug



## Welche häufigen Probleme/Komplikationen treten auf?

- Häufige medizinische Probleme
  - Patient bei Übergabe schlechter als beschrieben
  - Sättigungsabfälle (Höhe, Ödem...)
  - Unruhe/Agitiertheit
  - Blutdruckabfall
  - Temperatur
- Häufige organisatorische Probleme
  - Unvollständige Übergabe/Fehlende Dokumente
  - Fehlende Medikamente (Normal: Medika für 24 Stunden mitgegeben)
  - Administrative Probleme bei Ein- und Ausreise



## Zusammenfassung

- Was ist ein kritisch krankes Kind? Intensivpflichtig, potentiell lebensbedrohlich
- Warum erfolgen derartige Transporte? Rückholung, Verlegung in Spezialkliniken
- Wer bezahlt das? Versicherungen, Regierungen, Privat
- Was sind die Besonderheiten eines Langstreckentransports? Physiologische Veränderungen
- Wann ist ein kritisch krankes Kind „fit to fly“? Stabiler Zustand >24 Stunden...
- Welche Ausbildung/Ausrüstung wird benötigt? Medizinstudium, Fachwissen
- Wie läuft ein Langstreckentransport typischerweise ab? Viel Proceeding...
- Welche Probleme/Komplikationen treten auf? Medizinische Probleme, Organisation

