

# AKTUALISIERTE RICHTLINIEN ZUR INHALATIONSTHERAPIE 2024



Dr. med. Andreas Jung

Leitender Arzt  
Pädiatrische Pneumologie

## Arbeitsrichtlinie

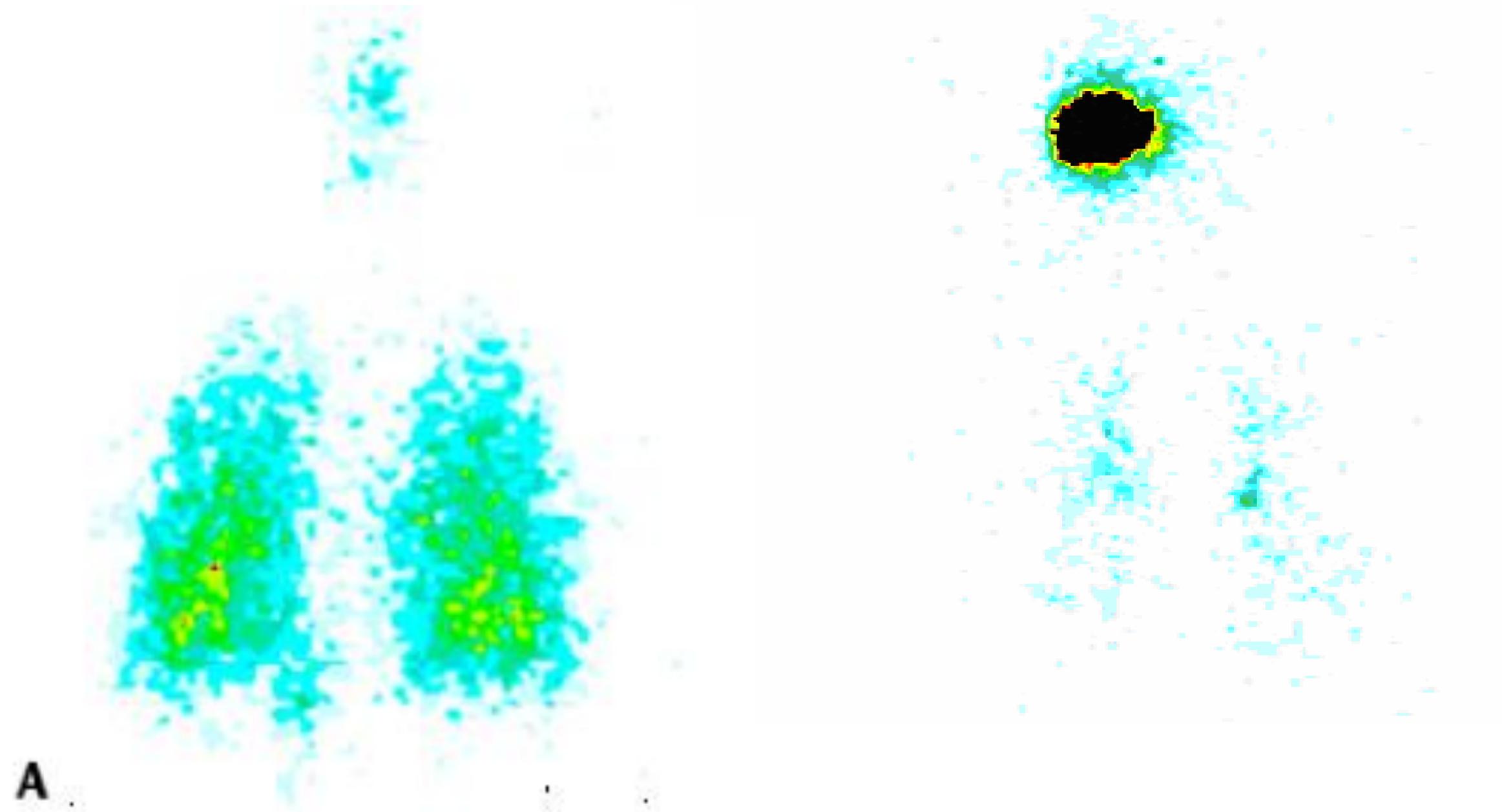
### Inhalationstherapie

RIC DKJ 089

#### Inhaltsverzeichnis

1. Hintergründe .....	1
2. Zugehörige Dokumente / Mitgeltende Dokumente .....	1
3. Elternschulung .....	1
4. Inhalationstechniken: Dosieraerosol / Pulverinhalator / Vernebler .....	2
5. Inhalation mit Dosieraerosol und Vorschaltkammer .....	2
5.1. Inhalation über Vorschaltkammer mit Maske .....	3
5.2. Inhalation direkt über das Mundstück der Vorschaltkammer .....	3
5.3. Gerätepflege RC-Chamber® .....	4
6. Inhalation mit Pulverinhalator .....	4
6.1. Inhalation mit Diskus .....	4
6.2. Inhalation mit Turbuhaler .....	5
7. Inhalation mit Vernebler .....	5
7.1. Gerätepflege Pariboy® .....	6
8. Literatur .....	6

# Wirkstoffdeposition in der Inhalationstherapie: Anspruch und Realität

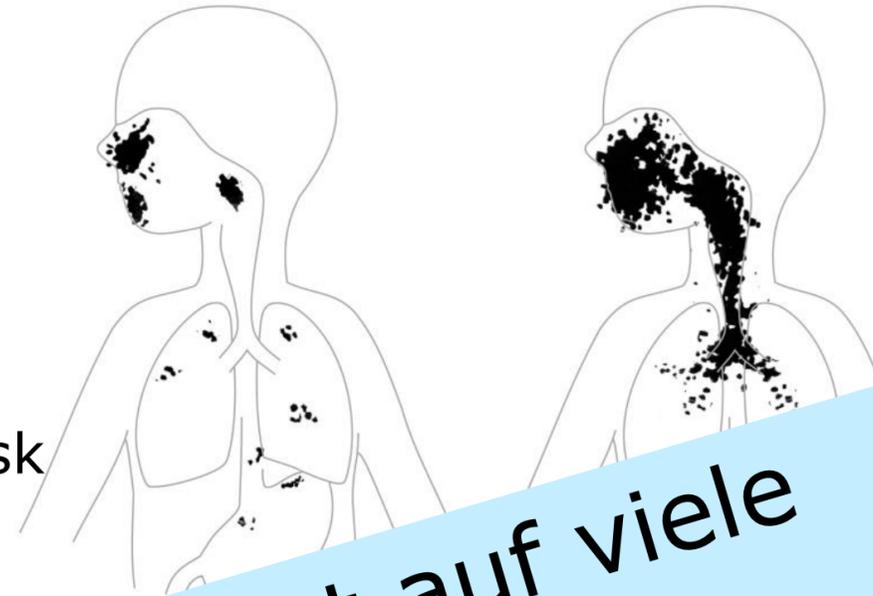


# Faktoren einer erfolgreichen Inhalationstherapie

- Individuelle Auswahl des richtigen Devices
- Regelmässige Patientenschulung und Überprüfung der Technik
- Regelmässige Schulung der Mitarbeitenden (Ärzte, Pflege, Physiotherapeutinnen)
- Therapieakzeptanz, Adhärenz
  
- Überprüfung des Erfolges (z.B. Asthmakontrollgrad, Lungenfunktion, FeNO)
- Festlegung der Kontroll-Intervalle
  
- Falls nötig / sinnvoll: Anpassung der Dosierung und/oder Frequenz (**wenn o.g. Faktoren erfüllt**)

# Lungendeposition *in vivo*

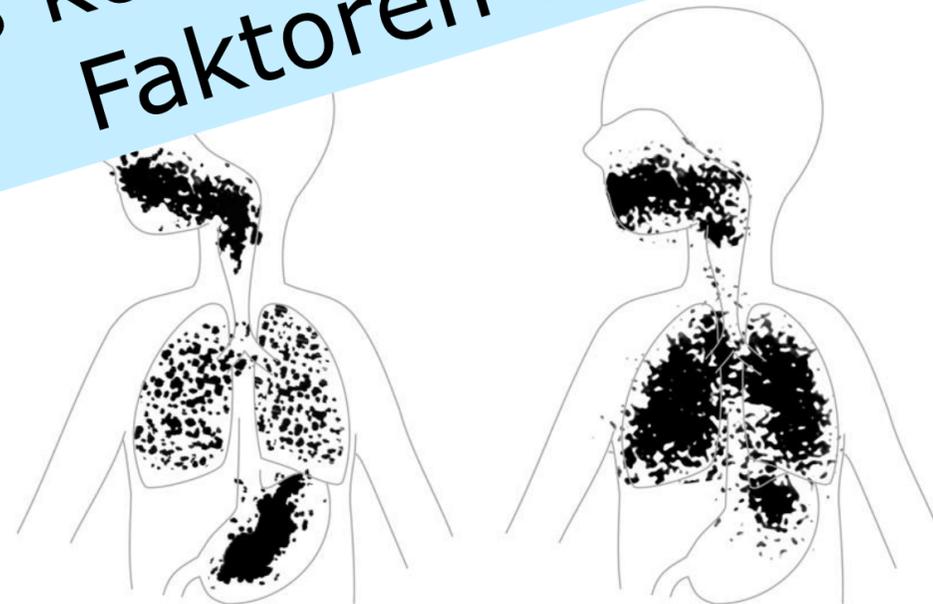
LD 0.1%  
32 months  
not fitting face mask  
MMD 4.2  $\mu\text{m}$



LD 1%  
36 months  
screaming  
MMD 4.2  $\mu\text{m}$

Es kommt auf viele  
Faktoren an!

LD 8%  
34 months  
quietly breathing  
MMD 4.2  $\mu\text{m}$



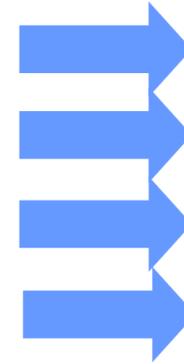
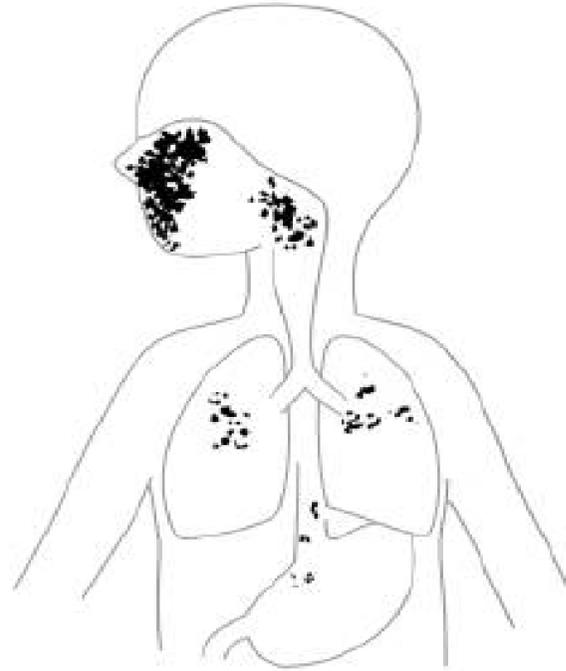
LD 36%  
33 months  
quietly breathing  
MMD 2.5  $\mu\text{m}$

MMD  
Mass Median Diameter,  
mittlerer Massendurchmesser

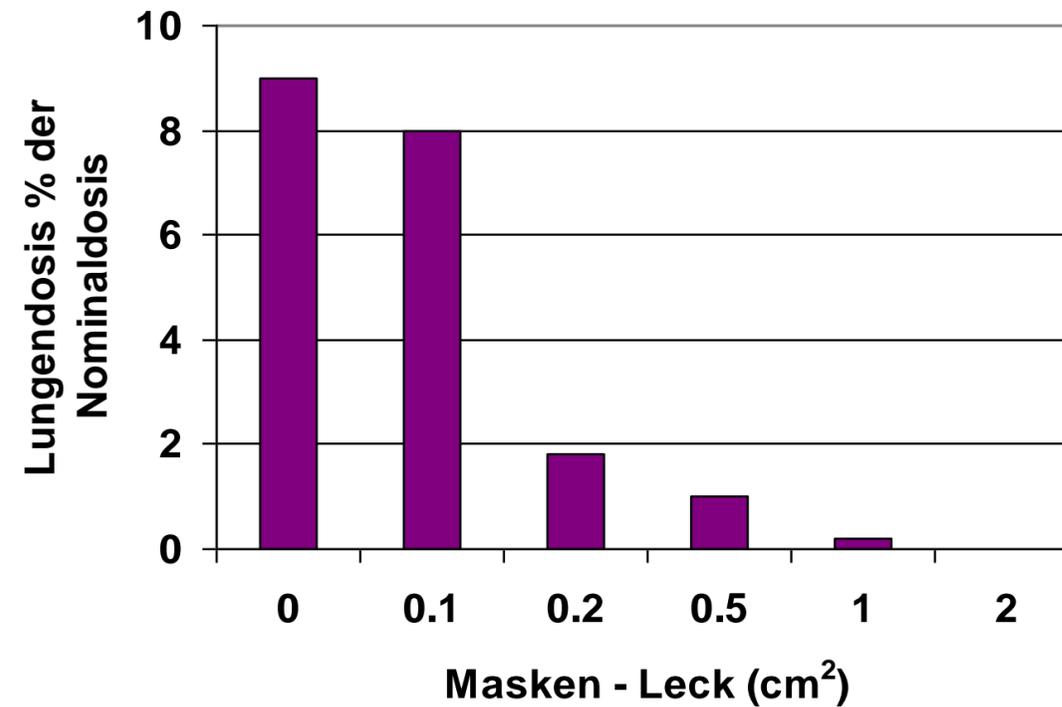
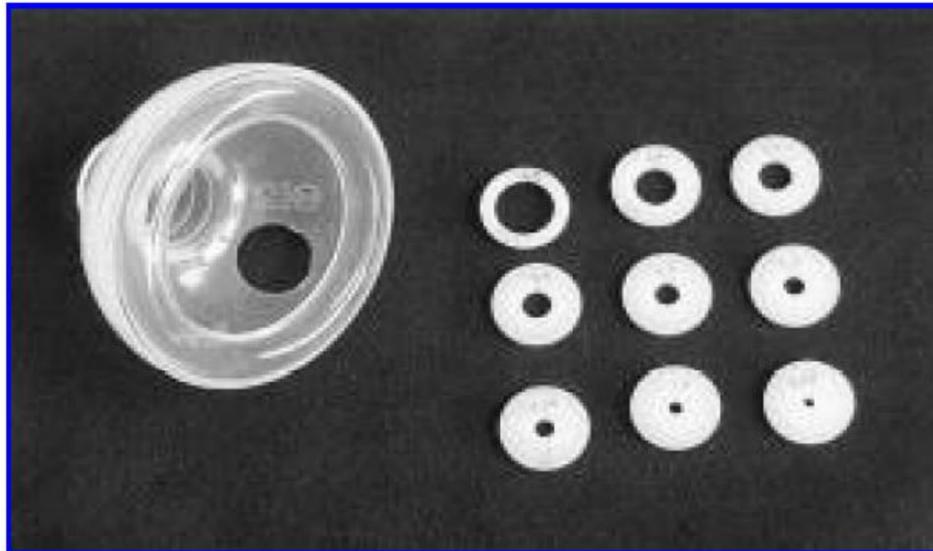
Schuepp, Swiss Med Weekly 2004

# Maskenleck

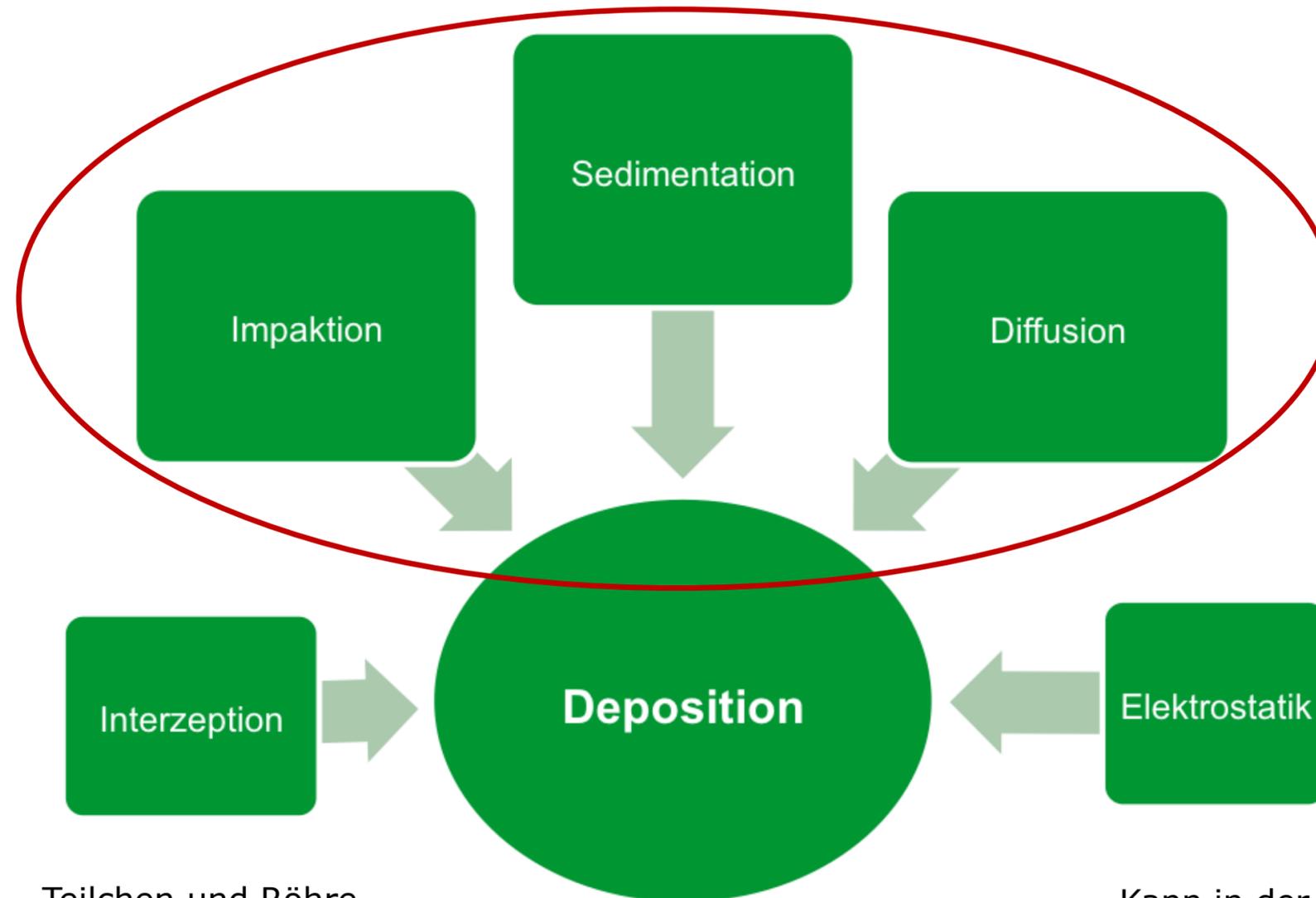
Maskenleck



Lung dose	0.3%
Throat/stomach	4.7%
Face	3.1%
Mask	2.4%



# Einflussgrößen der Deposition



Teilchen und Röhre  
haben gleichen  
Durchmesser;  
spielt keine Rolle in  
der Aerosolmedizin

Kann in der  
Aerosolmedizin eine  
Rollen spielen;  
schwer zu erfassen

# Aerosolverhalten und Depositionsmuster

- Deposition durch Impaktion

$$\propto \frac{pd^2 Q}{D^3}$$

- Deposition durch Sedimentation

$$\propto \frac{pd^2 DL}{Q}$$

- Deposition durch Diffusion

$$\propto \frac{L}{Qd}$$

Deposition beeinflusst durch

- Dimensionen der Atemwege  
Länge  
Durchmesser
- Flussrate
- Partikelgrösse
- Partikeldichte

p=Partikeldichte; d=Partikeldurchmesser

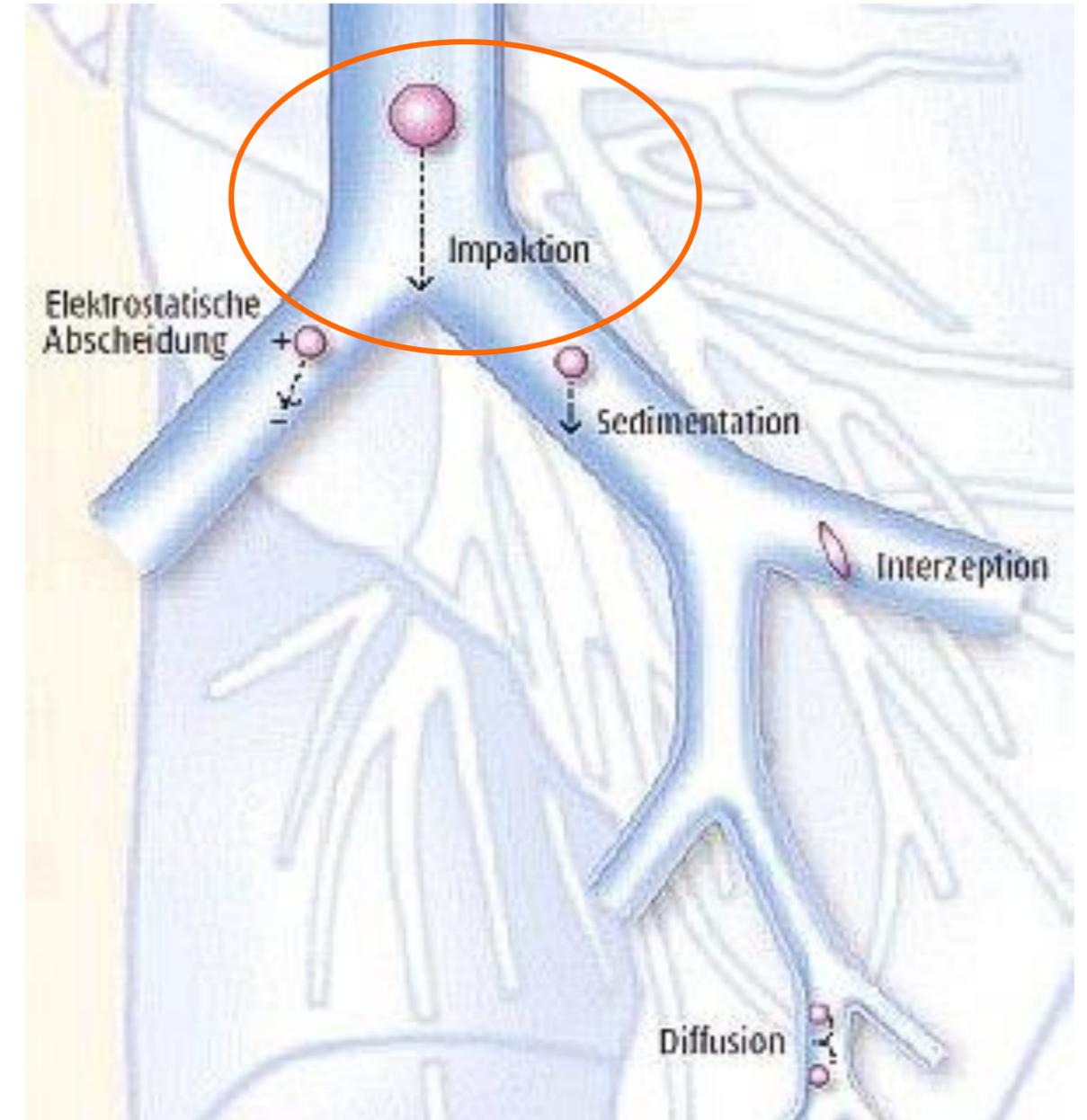
D=Atemwegsdurchmesser; L=Länge des Atemwegs; Q=Flussrate

Kwok PCI, Adv Drug Delivery Rev 2014

# Impaktion

- Ablagerung des Partikels ( $> 5\mu\text{m}$ ) durch Massenträgheit im zentralen Bronchialbaum
- Impaktion soll möglichst gering sein
- Impaktion ist peripher inert (nicht wirksam)
- Erhöht bei
  - Grosse Partikeln (höherer MMD) ( $d$ )
  - Hohe Dichte des Partikels ( $p$ )
  - Hohe Flussrate ( $Q$ )
  - Kleiner Atemwegs-Durchmesser (Kinder) ( $D$ )

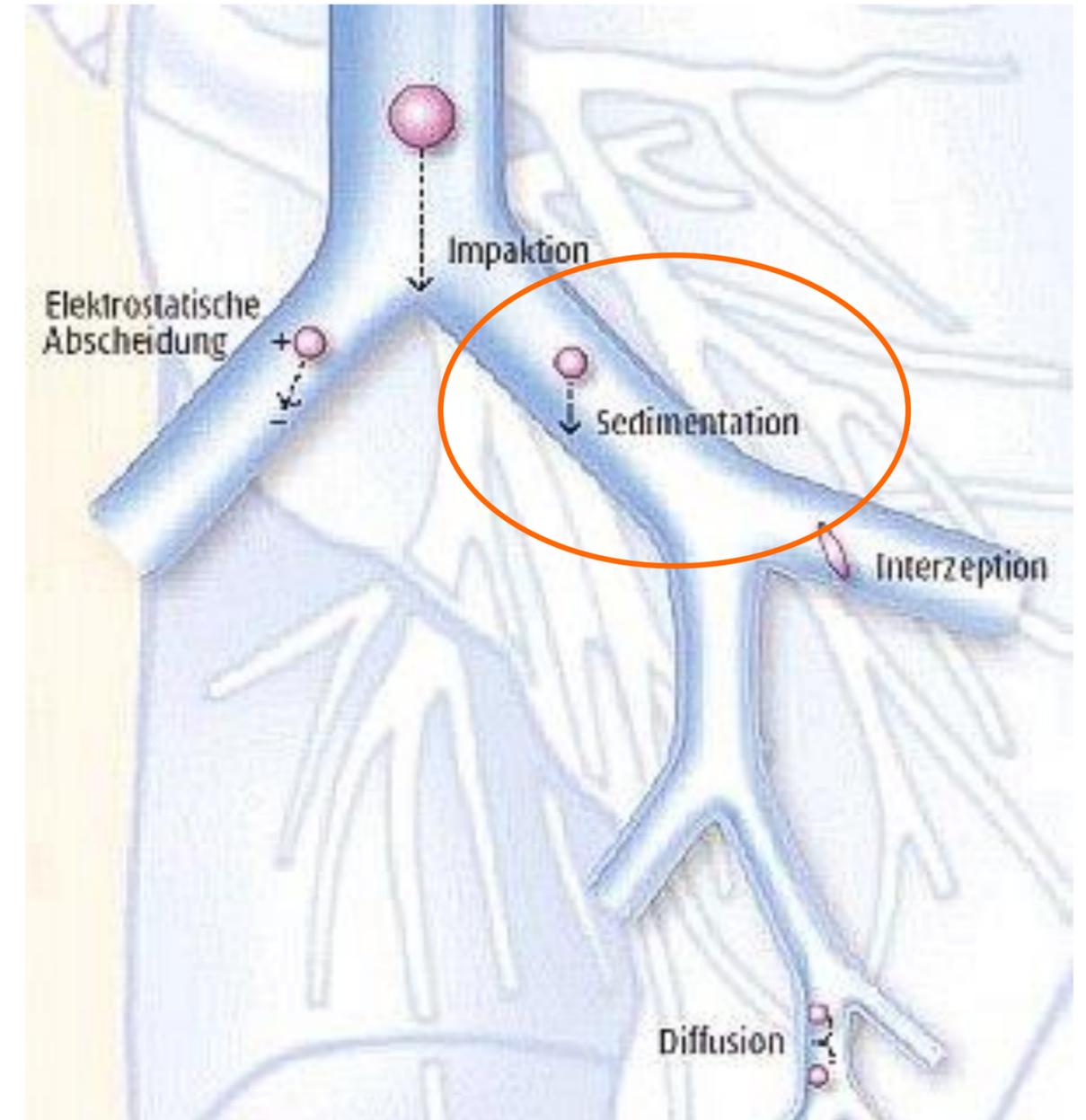
$$\propto \frac{pd^2Q}{D^3}$$



# Sedimentation

- Ablagerung des Partikels (1-5  $\mu\text{M}$ ) durch Geschwindigkeitsverlust im peripheren Bronchialbaum
- Sedimentation soll möglichst hoch sein
- Erhöht bei
  - Mittlere Partikelgrösse und hohe Dichte ( $d, p$ )
  - Grosser Atemwegs-Durchmesser ( $D$ )
  - Tiefe Flussrate ( $Q$ )
  - Tiefe Inspiration (hohes Atemzugvolumen)
  - End-inspiratorische Atempause (= 5-10 sec. Luft anhalten)

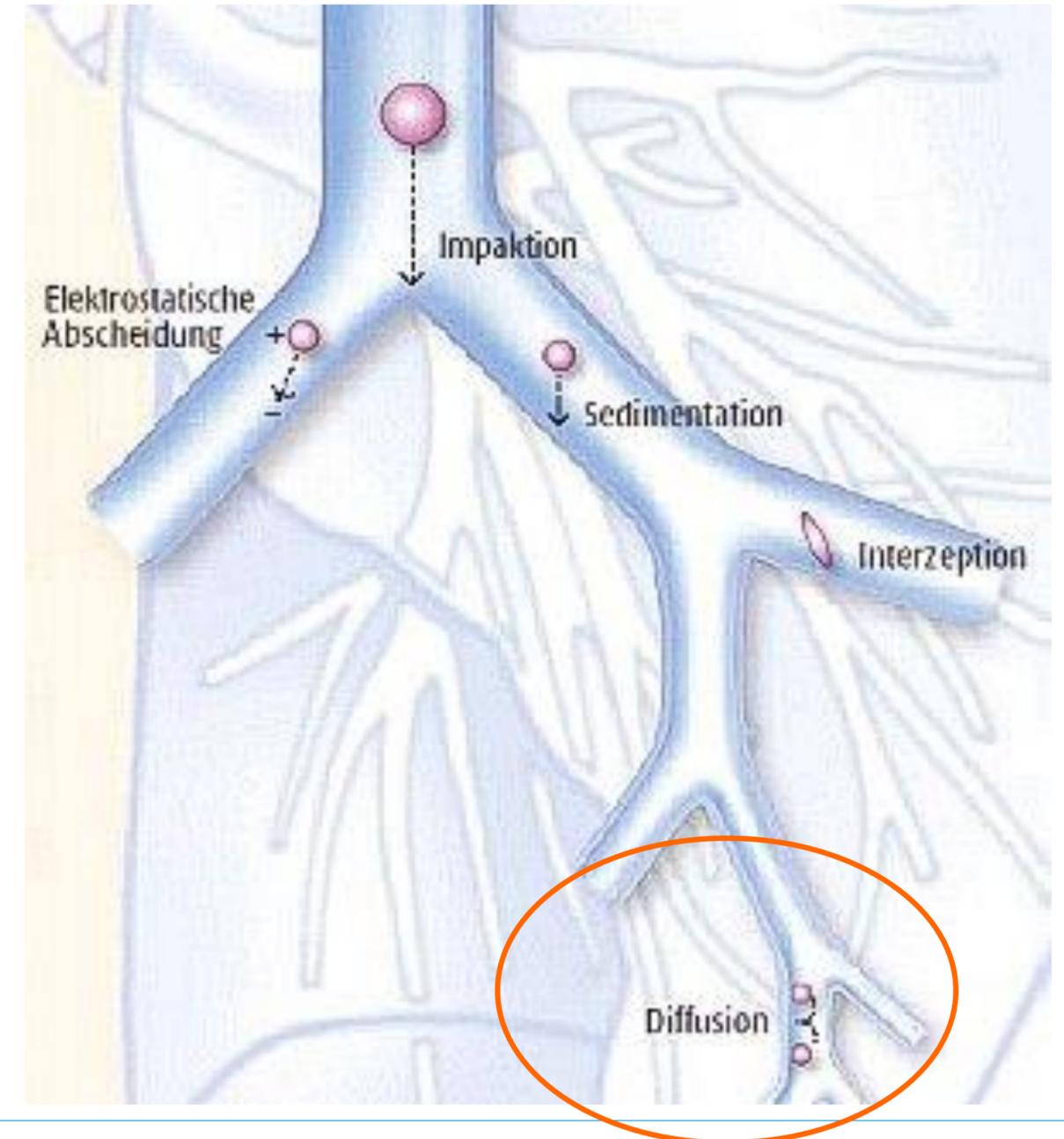
$$\propto \frac{pd^2DL}{Q}$$



# Diffusion

- Ablagerung des Partikels <1 µm in Bronchioli terminales & Alveolen
- Brown'sche Molekularbewegung; verhindert Diffusion
- Diffusion wird in der Regel selten erreicht (keine Inhalationstherapie bei Bronchiolitis / Alveolitis sinnvoll)
- Erhöht bei
  - Lange Atemwege (Erwachsene) (L)
  - Kleine Partikelgrösse (d)
  - Tiefe Flussrate (Q)
  - Tiefe Inspiration (hohes AZV)

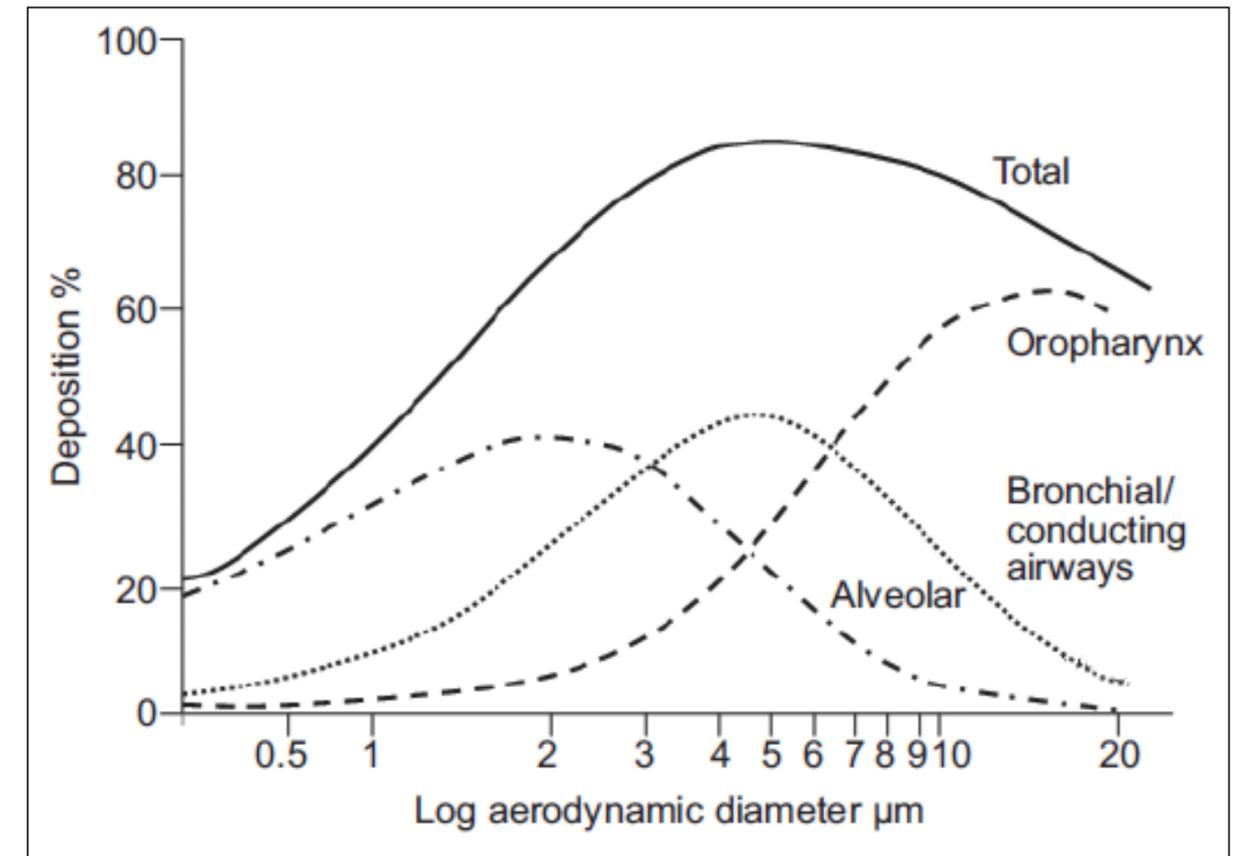
$$\propto \frac{L}{Qd}$$



# Teilchengrösse und Deposition

## Ideal für Inhalation: kleine Partikel 1-5 $\mu\text{M}$

- Weniger inerte Impaktion trotz höherem Fluss in OAW
- Deposition v.a. via Sedimentation
- Reduktion der systemischen Nebenwirkungen, da absolute Wirkstoffdosis reduziert werden kann



Janssens, Chest 2003  
Pedersen, Pediatrics 2002

# Deposition bei Kindern - Anatomie

- Deposition durch Impaktion

$$\propto \frac{pd^2 Q}{D^3}$$

**Bei Kindern anatomisch bedingt**

- erhöht

- Deposition durch Sedimentation

$$\propto \frac{pd^2 DL}{Q}$$

- erniedrigt

- Deposition durch Diffusion

$$\propto \frac{L}{Qd}$$

- erniedrigt

p=Partikeldichte; d=Partikeldurchmesser

D=Atemwegsdurchmesser; L=Länge des Atemwegs; Q=Flussrate

# Deposition bei Kindern – weitere Faktoren

- Tidal breathing statt tiefer Inspiration (niedriges Atemzugvolumen)
- Keine inspiratorische Pause (niedrigere Sedimentation)
- Hohe Atemfrequenz (niedrige Sedimentation)
- CAVE Tachypnoe: (sehr niedrigere Sedimentation)
  
- d.h. erhöhte Impaktion in oberen Atemwegen oder Ausatmung des Wirkstoffs, erniedrigte Sedimentation und Diffusion



**Bei Kindern keine Dosisreduktion!**

# Trockeninhalation: Dosieraerosol und Pulverinhalation



Grundsätzlich:  
Trockeninhalation ist der  
Feuchtinhalation via  
Vernebler überlegen!

# Dosieraerosol



- Immer mit Vorschaltkammer
- Ab 2-3 Jahren ohne Maske (=mit Mundstück)
- Bis mdst. 6-7 Jahre, danach Pulverinhalator evaluieren
- Technik:
  - Dosieraerosol schütteln (mdst. 1x vor Inhalationszyklus)
  - Langsame tiefe Ruheatmung (5 Atemzüge pro Sprühstoss)
  - Wenn mitarbeitsbedingt möglich: Langsame\* tiefe Inspiration mit 5-10 sec. Luft anhalten
  - Bei Kortison-Präparaten: Mund spülen/Trinken (Risiko Mundsoor)
- Immer nur 1 Sprühstoss pro Manöver (Ausnahme: vitale Bedrohung)



# Dosieraerosol: Wann ist die Patrone leer?

- DAs mit Zählwerk: Seretide/Viani, Vannair, Flutiform,...
- DAs ohne Zählwerk: Axotide (Fluticason), Ventolin (Salbutamol)
- Pulverinhalatoren haben immer Zählwerk
- Beste Methode: **Protokollieren** (Hübe zählen)
  - V.a. für Dauermedikamente (Axotide)
  - Schwierig bei Bedarfsmedikament
  - CAVE: Patienten kennen Menge der Patrone oft nicht



Wirkstoff	Produkt	Anzahl Dosen
Salbutamolsulfat	Ventolin® 100 µg	200
Ipratropiumbromid	Atrovent® 20 µg	200
Fluticasonpropionat	Axotide® 50,125, 250 µg	120
Formoterolfumerat	Foradil® 12 µg	100
Fenoterolhydrobromid	Berotec® 100 µg	200
Fenoterolhydrobromid Ipratropiumbromid	Berodual®N 50/20 µg	200
Salmeterolxinafoat	Serevent® 25 µg	120
Salmeterolxinafoat Fluticasonpropionat	Seretide® * 25/50, 25/125, 25/250 µg * Mit Dosiszähler ausgerüstet	120
Natriumeromaglicat	Lomudal® 1 mg	200
Budenosid Formoterolfumarat	Vannair® * 100/6, 200/6 µg * Mit Dosiszähler ausgerüstet	120
Ciclesonid	Alvesco® 80, 160 µg	120

# Dosieraerosol: Wann ist die Patrone leer?

- Gute Methode: **Wiegen** (nur Kartusche)
- Für Ventolin (Salbutamol):

Gewicht der Patrone	Füllungszustand	Verbleibende Dosen
28g	100%	200
25g	$\frac{3}{4}$ voll	150
21g	$\frac{1}{2}$ voll	100
18g	$\frac{1}{4}$ voll	50
15g	leer	0



- **Obsolet:** Schütteln, Probesprühstoss, Schwimmprobe

# Pulver-Inhalatoren

Diskus



Turbuhaler



Ellipta



**PIF**

30 l/min

**Alter**

ab 6-7 Jahren

60 l/min

ab 9-10 Jahren

40 l/min

ab 7-8 Jahren

Vor Verordnung IMMER PIF prüfen und Technik schulen (**Tester mit Audio-Feedback!**)

# Pulver-Inhalatoren

## Anwendungsschema eines Pulverinhalators

Inhalator für die Inhalation vorbereiten

Tief ausatmen

Mundstück mit den Lippen umschließen

Kräftig und tief einatmen (Atemstromstärke und Atemvolumen steigen): Redispergierung und Impaktion steigen durch erhöhte Atemstromstärke; Sedimentation und Diffusion steigen durch erhöhtes Atemvolumen

Atem anhalten: Sedimentation und Diffusion steigen

Mundstück aus dem Mund nehmen

Langsam ausatmen: Sedimentation und Diffusion steigen

Zählwerk  
überprüfen!

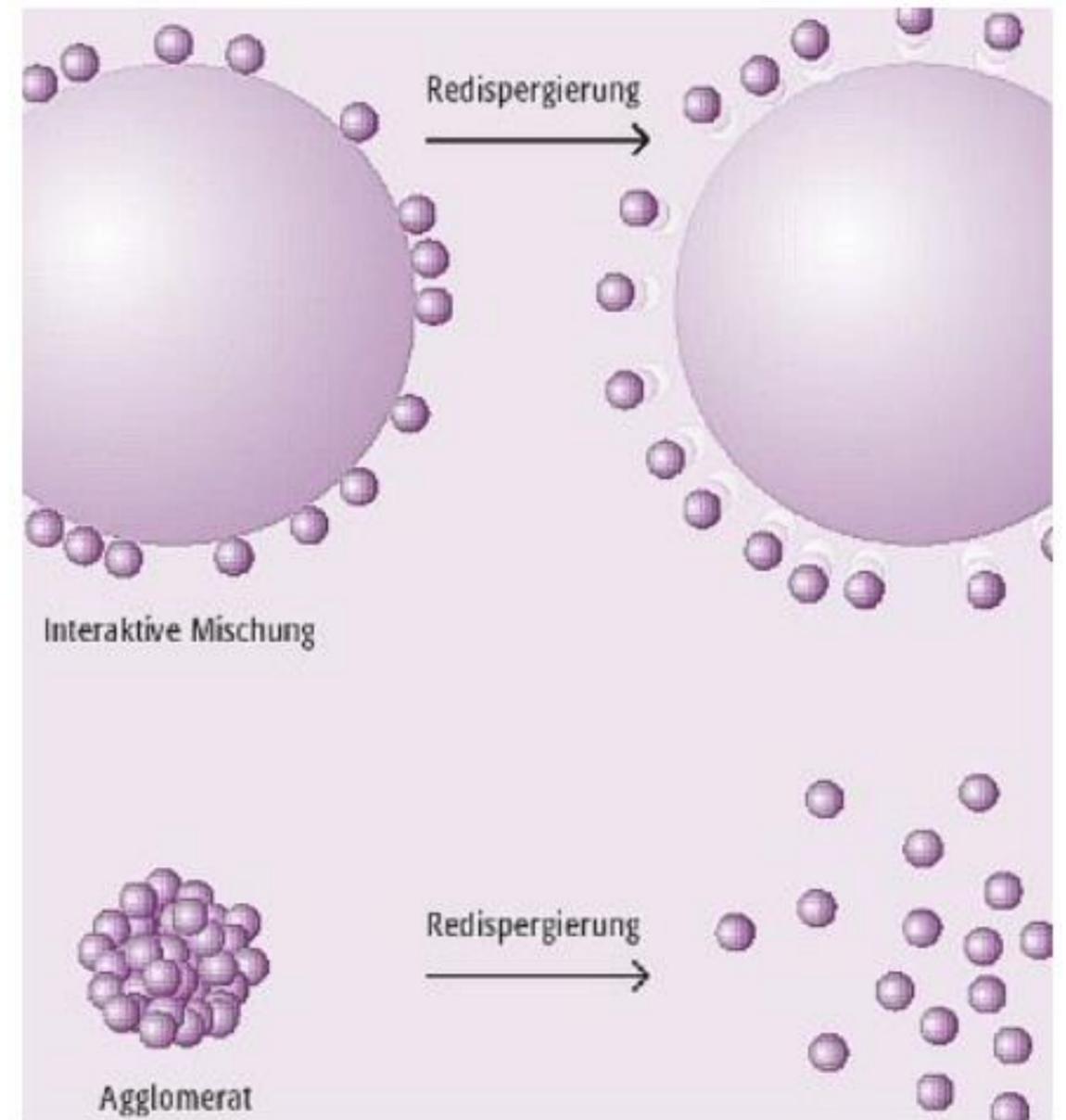
# Besonderheit Pulverinhalatoren

- Inhalation (Pulver): Voraussetzung Teilchengrösse 1-5  $\mu\text{m}$  UND ausreichende Fließfähigkeit (Gegensatz!)
- Problem: Kohäsionskraft\* («Anhaftungskraft») übersteigt Gewichtskraft bei kleinen Partikeln; als Folge ist Fließfähigkeit reduziert (diese sollte aber hoch sein)
- Beispiel: Gefäss mit Kristallzucker vs Puderzucker wird ausgegossen



# Besonderheit Pulverinhalatoren

- Lösung:
  - A) Interaktive Mischung: Teilchen haften an inerten grossen Trägermolekülen mit hoher Fliesskraft (z.B. alpha-Lactose-Monohydrat, 50-200  $\mu\text{m}$ )
  - B) Kontrollierte Agglomeration zu «Softpellets» grösserer Dimension mit hoher Fliesseigenschaft
  - In beiden Fällen müssen sich die Teilchen nach Inhalation wieder ablösen
  - Redispergierung durch hohe Atemstromstärke\* des Patienten und technisch durch Bauart (z.B. Prallplatten, Turbulenzen)



# Besonderheit Pulverinhalatoren

- Kapillarkräfte: Erhöhte relative Feuchte führt zu Kondensation von Wasser auf Partikeloberfläche; in der Folge erhöht sich die Kohäsion (Wasserbrücken zwischen Teilchen)
- Lösung: Nie in den Inhalator hineinatmen oder dagegen atmen



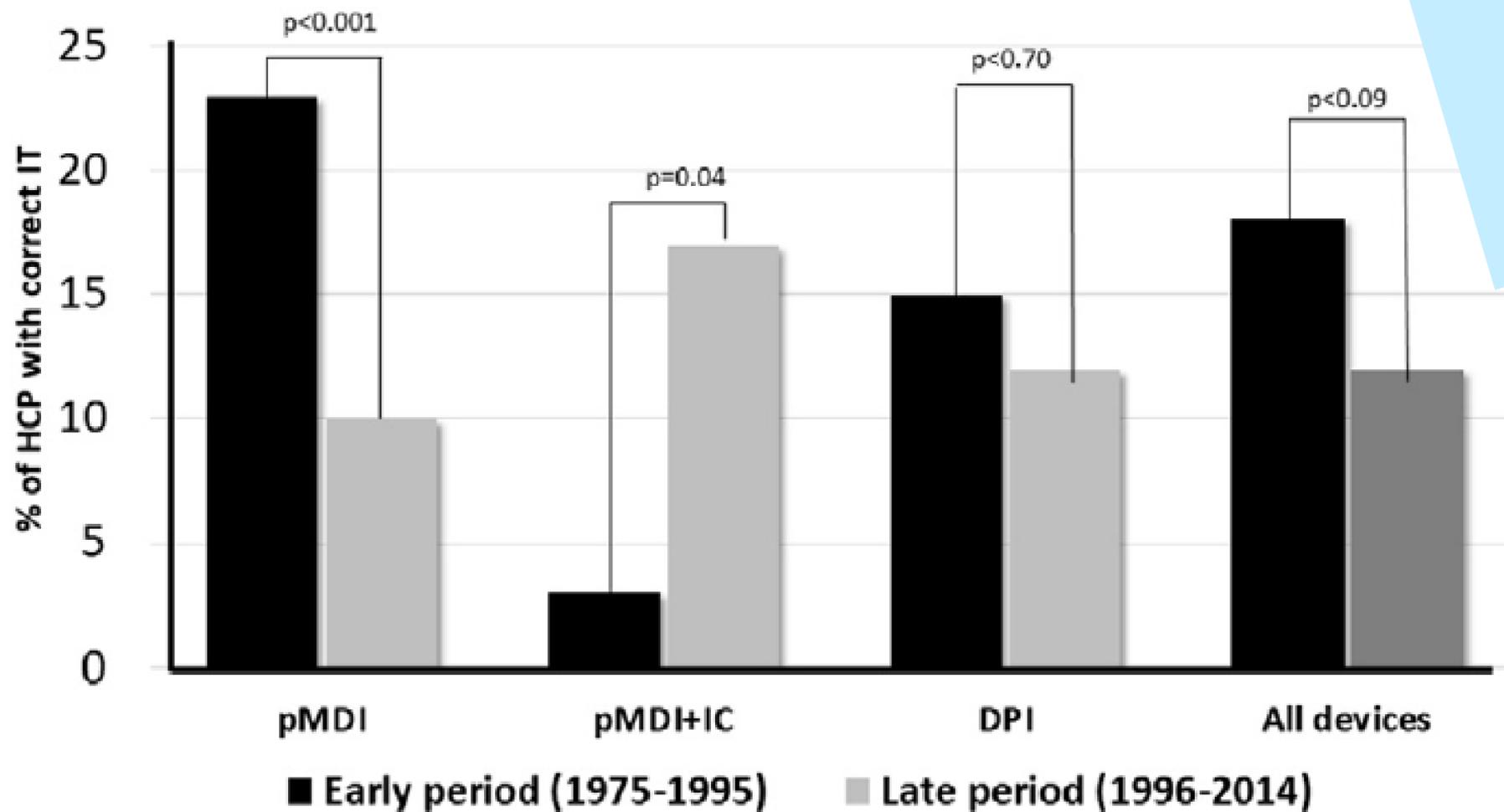
# SABA bei Bedarf: Auswahl des Devices



Dosieraerosol  
möglichst mit Spacer

PIF 30 l/min  
PIF 60 l/min  
CAVE: Asthmaanfall!

# Korrekte Inhalationstechnik durch medizinisches Personal?



Lösung:  
Adäquate und  
regelmässige Schulung!

# Inhalations- therapie



## Wie inhaliere ich mit meinem Kind?

Gute Lernvideos finden Sie unter: <http://www.sgpp-sspp.ch/de/Inhalationstherapie.html>

1. Setzen Sie die Vorschaltkammer und die Maske wie im Bild zusammen.



2. Schütteln Sie den Ventolinspray mehrmals kräftig. Nehmen Sie die Schutzkappe ab. Setzen Sie den Spray auf das Ende der Vorschaltkammer.

3. Halten Sie die Maske auf das Gesicht des Kindes. Achten Sie darauf, dass die Maske Nase und Mund bedeckt und dicht auf dem Gesicht aufliegt, so dass keine Luft an den Rändern austreten kann.

4. Drücken Sie den Ventolinspray einmal und lassen Sie Ihr Kind bei aufgesetzter Maske 5 Mal ein- und ausatmen. Das Ventil im Mundstück der Vorschaltkammer muss sich bei jeder Ausatmung Ihres Kindes öffnen.

Wiederholen Sie diesen Vorgang mehrmals hintereinander, je nachdem, wie viele Sprühstosse Ihr Kind pro Inhalation benötigt.

Ältere Kinder, die das Mundstück bereits luftdicht mit den Lippen umschliessen können, sollten ohne Maske – jedoch immer mit Vorschaltkammer – inhalieren (Bild rechts). Bitten Sie Ihren Arzt, mit Ihrem Kind die Inhalation ohne Maske zu üben.

# KINDER- UND JUGENDMEDIZIN (KLINIK)



Über uns

Angebot

Notfallstation

Tagesklinik

Kinder und Jugendliche  
AKJP

Säuglings- und  
Kleinkindstation

Frühkindliche  
Regulationsstörungen

Spezialsprechstunden

KLINIKEN → KINDER- UND JUGENDMEDIZIN (KLINIK) → ANGEBOT → INHALATIONSVIDEOS

## Inhalation Videos

Deutsch

Inhalation mit Dosieraerosol via Vorschaltkammer mit Maske +

Inhalation mit Dosieraerosol via Vorschaltkammer ohne Maske +

Reinigung der Vorschaltkammer +

Inhalation mit dem Turbuhaler (TH) +



# Deutsche Atemwegsliga e. V.

atemwegsliga.de



## Deutsche Atemwegsliga e. V.

@Atemwegsliga 12.900 Abonnenten 292 Videos

Die Deutsche Atemwegsliga engagiert sich für die Gesundheit der Lunge u... >

Abonnieren

ÜBERSICHT

VIDEOS

PLAYLISTS

COMMUNITY

KANÄLE

KANALINFO



Neueste

Beliebt

Älteste

26. DEUTSCHER LUNGENTAG  
DER LUNGENTAG BEWEGT  
30. SEPTEMBER 11:00-13:00 UHR

1:07

SAVE THE DATE: Deutscher  
Lungentag am 30.09.2023



2:15

Inhalación con el inhalador Zonda®

45 Aufrufe • vor 12 Tagen



1:41

Inhalación con el Twisthaler®

56 Aufrufe • vor 12 Tagen



1:42

Inhalación con el Turbohaler®

39 Aufrufe • vor 12 Tagen

# Take Home Message

- Eine effiziente Inhalation ist von vielen Faktoren abhängig
- Deposition: wünschenswert sind niedrige Impaktion und hohe Sedimentation
- Neben der Therapie-Adhärenz sind entscheidende Faktoren für einen Therapieerfolg v.a. die korrekte Inhalationstechnik und das passende Inhalations-Device
- Die korrekte Technik muss mit den Betroffenen und ihren Familien immer und wiederholt geschult werden, wobei u.a. so genannte Trainer (z.B. Diskustrainer, Turbutester) zu verwenden sind
- Inhalationsschulung des Patienten und der Familie sollte Bestandteil jeder Sprechstunde sein
- Regelmässige Schulung des medizinischen Teams sowie Arbeitsrichtlinien sind essentiell für Erfolg

# Kontakt

[andreas.jung@ksw.ch](mailto:andreas.jung@ksw.ch)

052 266 4144