

# Allgemeine Anästhesie

- Schwerpunkt Hund und Katze-

Julia Henke, Wolf Erhardt

julia.henke@lrz.tum.de  
wolf.erhardt@lrz.tum.de

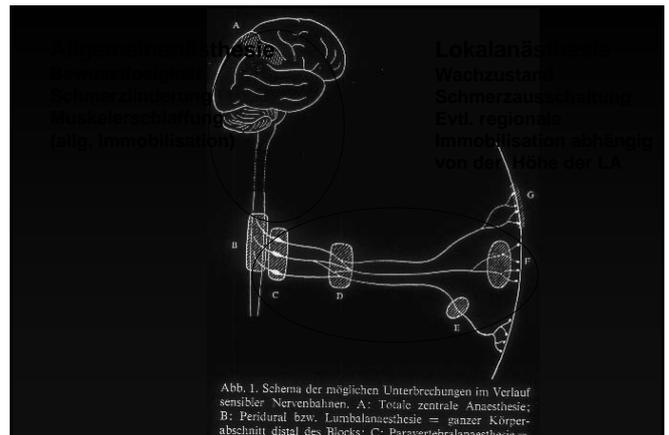


Abb. 1. Schema der möglichen Unterbrechungen im Verlauf sensibler Nervenbahnen. A: Totale zentrale Anästhesie; B: Peridural bzw. Lumbalanästhesie = ganzer Körperabschnitt distal des Blocks; C: Paravertebralanästhesie...

## Anästhesie

- Definition -



**Allgemeinanästhesie** ist....

ein durch Anästhetika hervorgerufener **reversibler** (wieder in den Normalzustand zurück versetzbarer) **Zustand** der

- Hypnose (Bewusstlosigkeit)
- Relaxation (Muskelentspannung)
- Analgesie (Schmerz lindern)

## Anästhesie

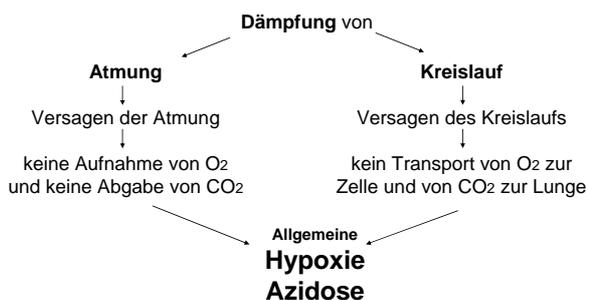
- Allgemein -

• Jede **Allgemeinanästhesie** bedeutet eine **temporäre (zeitweilige), reversible Vergiftung** mit Lähmung des ZNS und Dämpfung bzw. Ausschaltung der lebenswichtigen (Vital-) Funktionen :

- ✓ Atmung
- ✓ Herz-Kreislaufsystem
- ✓ Nierentätigkeit

• Das **Ausmaß der narkotischen Wirkung** ist abhängig von der **Konzentration des Anästhetikums im Gehirn**

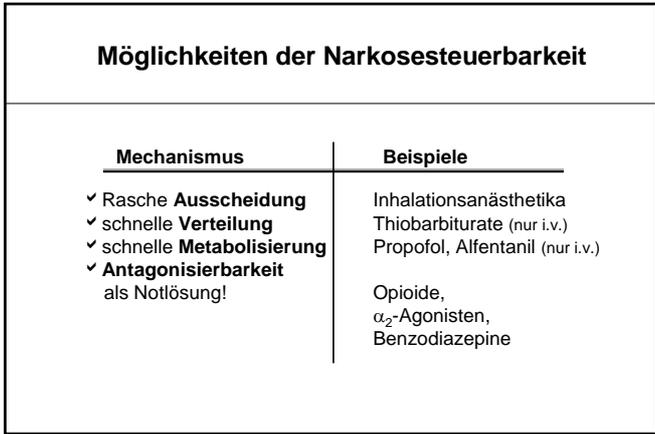
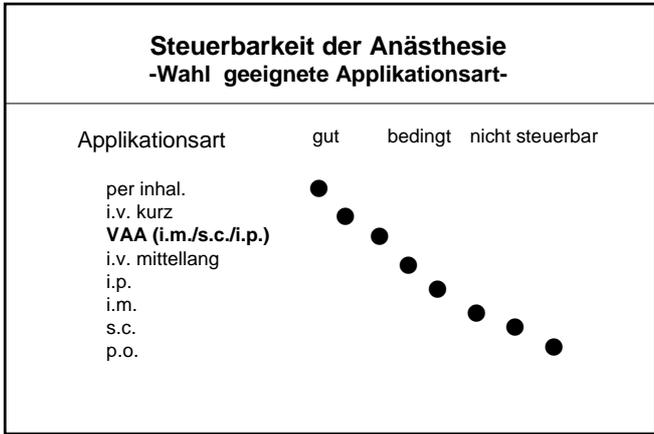
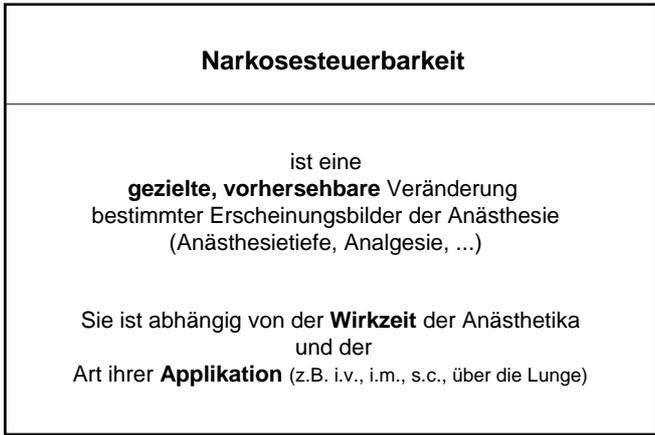
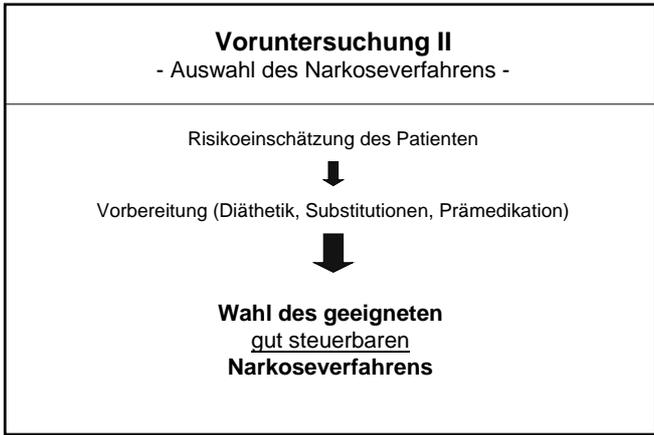
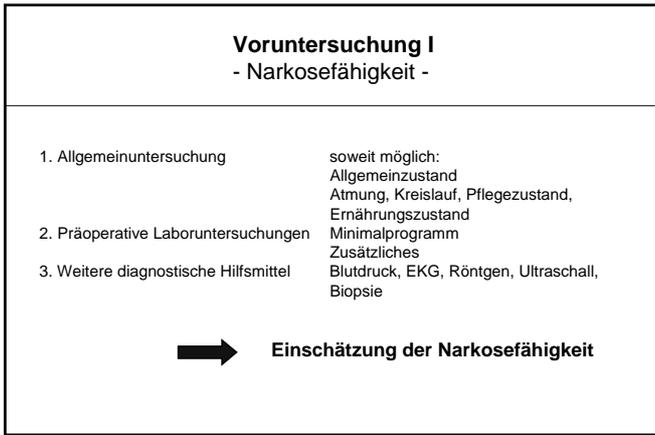
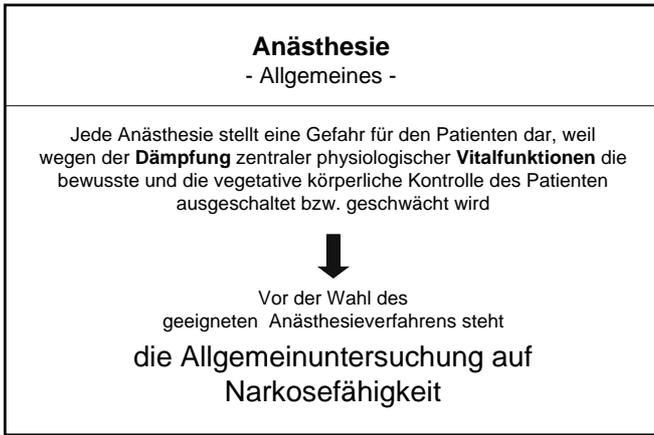
## Schadfaktoren durch die Anästhesie



## Schadfaktoren durch die Anästhesie

Durch Kreislauf- und Atemdepression Blutdruck -änderungen und Durchblutungsstörungen in den Vitalorganen:

- Gehirn** (Hypoxie)
- Herz** (Kontraktilität)
- Lunge** (Shunt)
- Nieren** (Flüssigkeitshaushalt, Toxinexkretion)
- Nebennieren** (Katecholamine)
- Leber** (Metabolisierung)



### Inhalationsanästhetika - Wirkspektren -

	Sedation	Relaxation	Hypnose	Analgesie
Äther	+	+++	++	+
Methoxyfluran	+++	+++	+++	+++
Halothan	++	++	+++	(+)
<b>Isofluran</b>	<b>++</b>	<b>++</b>	<b>++</b>	<b>(+)</b>
Sevofluran	+	++	++	(+)
CO <sub>2</sub> (30%)	-	-	-	+
Lachgas	-	-	-	(+)

### Injektionsanästhetika - Wirkspektren -

	Sedation	Relaxation	Hypnose	Analgesie
<b>Sedativa</b>				
Phenothiazine	+++	++	-	-
Butyrophenone	+++	+	-	-
α <sub>2</sub> -Agonisten	+++	++	-	+
Benzodiazepine	++	+	-	-
<b>Hypnotika</b>				
Barbiturate	++	++	+++	-
Propofol	+	++	+++	-
Imidazole	+	++	+++	-
Steroide	+	++	+++	++
<b>Analgetika</b>				
Opiate	+	+	+	+++
Phenzyklidine	+	-	+	++(+)

### Güdel'sches Schema der Narkosestadien

Anästhesie Stadium	Atmung	Herz-Kreislauf	Pupillen	3. Augenlid	Pupillenreflex	UL- und Korneareflex	Pharynx- und Larynxreflex	Muskeltonus	Reaktion auf chirurg. Reiz	Tahnenfluss	
<b>Stadium der Sedation</b>	wach lustig klar pharyng. mal	Atmertyp ohne Schmerz- stimulus	Pa = HF =	mit Schmerz- stimulus	Pa ++ HF ++	BB willkürlich	BB willkürlich	geringer NHV	Strabismus	Bulbus rotiert	Schluckreflex Bewegungen
<b>Exzitastadium</b>	ruhig	unregelmäßig	Pa = HF =	mit Schmerz- stimulus	Pa ++ HF ++	BB willkürlich	BB willkürlich	geringer NHV	Strabismus	Bulbus rotiert	Schluckreflex Bewegungen
<b>Stadium der Hypnose</b>	ruhig	regelmäßig	Pa = HF =	mit Schmerz- stimulus	Pa ++ HF ++	BB willkürlich	BB willkürlich	geringer NHV	Strabismus	Bulbus rotiert	Schluckreflex Bewegungen
<b>Stad. der chir. Toleranz</b>	ruhig	regelmäßig	Pa = HF =	mit Schmerz- stimulus	Pa ++ HF ++	BB willkürlich	BB willkürlich	geringer NHV	Strabismus	Bulbus rotiert	Schluckreflex Bewegungen
<b>Depressions Stadium</b>	Asphyxie- stadium IV	fehlend	Pa ↓ HF ↓	mit Schmerz- stimulus	Pa ↓ HF ↓	BB willkürlich	BB willkürlich	geringer NHV	Strabismus	Bulbus starr	Schluckreflex Bewegungen

Pa = arterieller Blutdruck, HF = Herzfrequenz, NHV = Nüchternvölligkeit, BB = Bulbusbewegung

**Bsp.: Ace + Propofol + Isofluran**

### Injektionsanästhetika - Sedativa I/ Neuroleptika -




**Phenothiazine**  
 Acetylpromazin (Vetranquil®, Sedalin®, Desalin®),  
 Chlorpromazin (Chlorazin®)

**KEINE ANALGESIE,**  
 psychische Dämpfung, red. Spontanmotorik,  
 antiarrhythmisch  
 NW: neg. inotrop, BD-Senkung, periphere  
 Vasodilatation, ggr. Atemdepression

## AS<sub>I</sub>

AS = Anästhesiestadium

### Injektionsanästhetika - Sedativa II/ Tranquilizer -

**Benzodiazepine**  
 Midazolam (Dormicum®), Diazepam (Valium®)  
 Climasol (Climasol®),  
 Flunitrazepam (Rohypnol®)





**KEINE ANALGESIE**  
 anxiolytisch, entspannend, krampfhemmend

**NW:** beim Hd z.T. exzitatorische Wirkung  
**Antagonist:** Flumazenil (Anexate®),  
 Sarmazenil (Sarmasol®)

## AS<sub>II</sub>

### Injektionsanästhetika - Sedativa II/ α<sub>2</sub>-Agonisten -

**α<sub>2</sub>-Agonisten**  
 Xylazin (Rompun®, Xylapan®),  
 Medetomidin (Domitor®, Dorbene®)




- tierartlich unterschiedl. Wirkspektrum  
 - Sedation / Relaxation / mäßige Analgesie  
**NW:** periphere Vasokonstriktion,  
 Hypertonie, Bradykardie, Hyperglykämie!

**Antagonist:** Atipamezol (Antisedan®)

## AS<sub>II</sub>

## Injektionsanästhetika -Hypnotika I-

### Eigenschaften:

- Schalten das Bewusstsein aus
- Wirken deshalb muskeler schlaffend
- Wirken nicht analgetisch (dämpfen in sehr hoher Dosierung die Schmerzreflexe)  
Schmerzreaktionen: Abwehrbewegungen
- Tachykardie, Blutdruckanstieg
- müssen i.v. (i.p.) verabreicht werden

Erreicht wird das Anästhesiestadium III <sub>1</sub>

## Injektionsanästhetika - kurz wirksame Hypnotika II -

**Thiobarbiturate** (Surital®, Surivet®  
Trapana®)  
**KEINE Analgesie** gute Hypnose, gute  
Relaxation  
- Kumulation!



**Propofol** (Rapinovet(R), Narcofol (R))  
**Keine Analgesie**, gute Hypnose, gute  
Entspannung  
- rascher Abbau, dadurch keine Kumulation!

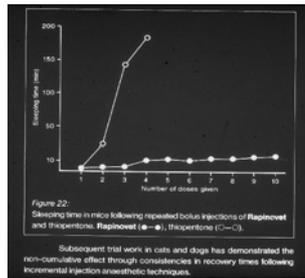


Erreicht wird das Anästhesiestadium III <sub>1</sub>

## Verhalten von Thiobarbiturat und Propofol bei Nachinjektion

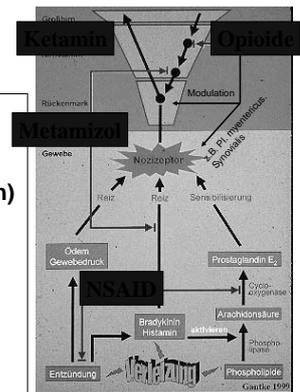
Thiobarbiturat  
kumuliert wegen Umverteilung

Propofol  
kumuliert nicht wegen akuter  
Metabolisierung



## Wirkorte der Analgetika

- **Opiode**  
(zentral, RM, peripher)
- **Phencyclidine (Ketamin)**  
(zentral)
- **Antipyretika**  
(peripher, zentral)
- **NSAIDs**  
(peripher, zentral)



## Injektionsanästhetika - Analgetika I-

**Opiate** z.B. Fentanyl®, Polamivet®

- stark analgetisch, mäßig sedierend,  
massive Atemdepression, geringe KL-  
Depression mit Bradykardie
- antagonistisierbar mit Naloxon (Narcanti®)!



**(S)-Ketamin** z.B. Narketan®, Keta-S®, Ketasol®

- stark schmerzlindernd, gut sedierend  
Kreislauf anregend, kataleptisch
- nicht antagonistisierbar! CAVE Hang-over!



## Injektionsanästhetika - Analgetika II -

- synthetisch, mittellang:** Levomethadon + Fenpipramid (Polamivet®)  
Fentanyl (Fentanyl®, Sintenyl®)
- synthetisch, kurz:** Sufentanil (Sufenta®)  
Alfentanil (Rapifen®)
- synthetisch, ultrakurz:** Remifentanil (Ultiva®) 0,0003 mg/kg/min als DTI  
wird leberunabhängig über Plasma abgebaut!



## Buprenorphin



### Vorteile:

- stark wirkend
- S.c. applizierbar
- Lang wirksam (auch p.op. wirksam)
- bei allen Spezies
- kaum Nebenwirkungen

### Nachteile:

- Verhaltensveränderungen
- Langsam anflutend
- 30 min Wartezeit bis Narkoseeinleitung, sonst gefährliche Narkosevertiefungen
- Nicht nachzudosieren da Ceiling Effekt

## Injektionsanästhetika

- Analgetika III -

### Phencyclidine

Ketamin (Ketaminol®, Ketaver®, Ketanarkon®, Ketasol®, Narketan®)

S-Ketamin (Keta-S®)

Tiletamin (+Zolazepam = Tilest®)

- besteht aus S-Anteil des Razemates
- kann in ca. 2/3 der Razematdosierung verwendet werden (bei Msch u. Kleinsäuger scheint nicht bei Hd u. Ktz so!)



## Metamizol (Novalgin®, Vetalgin®)

- analgetisch, antipyretisch, schwach antiphlogistisch
- starker spasmolytischer Effekt
- gute Potenzierung mit anderen Analgetika/Anästhetika → opiat sparend!
- PO, (SC), IM, IV (langsam, verdünnt)
- kurze Wirkdauer (4-6h), wiederholte Applikation oder
- DTI
- sehr niedrige Toxizität
- Bei allen Spezies einsetzbar
- Katzen: exzessive Salivation (im Wachzustand)
- prä-, intra- und post-operativ einsetzbar



## Einsatz von Metamizol

### Vorteile:

- Rasch wirkend
- Oral applizierbar
- Keine Atemdepression
- Keine Kreislaufdepression
- Opiatsparend
- spasmolytisch

### Nachteile:

- Nur 4-6 h wirksam
- Zu rasche i.v. Applikation kann Schock bewirken
- Bei wachen Katzen starke Salivation



## Nichtsteroidale Antiphlogistika

### Vorteile:

- Entzündungshemmend
- Abschwellend
- Langzeitwirkung
- Dauermedikation möglich

### Nachteile:

- Keine Wirkung gegen akute Op.-Schmerzen
- Evtl. gastrointestinale und renale Nebenwirkungen



## Injektionsanästhetika

Keines der gebräuchlichen Injektionsanästhetika erfüllt in therapeutischer Dosierung **alleine** alle Kriterien zum Erreichen einer Allgemeinanästhesie mit chirurgischer Toleranz:

- ✓ Hypnose
- ✓ Relaxation
- ✓ Analgesie



**Anästhetika  
Kombinieren!**

### Kombinationsnarkose - Vorteile -

- Gegenseitiges **Ergänzen** der Wirkeigenschaften
- Gegenseitiges **Aufheben** von Nebenwirkungen
- Gegenseitiges **Potenzieren**



Reduzierung der Einzeldosen  
Unterschreiten evtl. toxischer Konzentrationen

### Kombinationsnarkose - Vorteile -

Eine Kombinationsanästhesie aus **mindestens zwei der drei** Injektionsanästhetika-Klassen (Sedativa, Hypnotika, Analgetika) **vergrößert** die **Sicherheitsbreite** (**Therapeutischer Index**)



### Kombinationsnarkose - Neuroleptanalgesie -

- meist Kombination Acepromazin + L-Methadon oder Buprenorphin i.m.
- stabile, tiefe Sedation mit Hyperakusie
- Hypnose fehlt!
- Einleitung mit Hypnotikum
- Dosierung: L-Methadon 0,2 mg/kg + Ace 0,02 mg/kg i.m. (nach 5 min starke Sedation)

### Totale intravenöse Anästhesie TIVA - Beispiel Hypnoanalgesie -

Narkoseeinleitung    **Midazolam** (0,5 mg/KG i.v.)  
Intubation            **Propofol** (3-5 mg/kg i.v.)  
Erhaltung der Narkose    **Sauerstoff**  
    **Propofol und Fentanyl-DTI**  
    nach Wirkung  
    evtl. + Muskelrelaxans  
    + Beatmung



**Prototyp einer gut steuerbaren Anästhesieform**

### Kombinationsanästhesie Anästhesievorschlag für Risiko-Patienten

Gut steuerbare Injektionsanästhetika      Inhalationsanästhetika (Isofluran, Sevofluran)

**Kombination**

↓ + O<sub>2</sub> (+ Beatmung)

**Balancierte Anästhesie**

+ ausreichende postop. Analgesie

### Inhalationsanästhetika - Wirkspektren -



	Sedation	Relaxation	Hypnose	Analgesie
Äther	+	+++	++	+
Methoxyfluran	+++	+++	+++	+++
Halothan	++	++	+++	(+)
<b>Isofluran</b>	<b>++</b>	<b>++</b>	<b>++</b>	<b>(+)</b>
Sevofluran	+	++	++	(+)
CO <sub>2</sub> (30%)	-	-	-	+
Lachgas	-	-	-	(+)

## Physikalische Kenndaten

-Inhalationsanästhetika-

	Molek. Masse (d)	Siede- punkt (°C)	Dampfdruck bei 20°C (mmHg)	Oil-Gas Verteilungs- Koeffizient	Blut-Gas Verteilungs- Koeffizient	MAC <sub>50</sub> in 100% O <sub>2</sub> (human)
Desfluran	168	22.8	669	18	0.42	6
Sevofluran	200.6	58.5	160	47	0.65	2.05
Isofluran	184.5	48.5	238	88	1.4	1.15
Enfluran	184.5	56.5	174	103	1.9	1.68
Halothan	197.4	50.2	224	224	2.35	0.75

## Inhalationsanästhetika

- Dampfdruck -

**Halothan 244 mmHg**  
**Isofluran 240 mmHg**

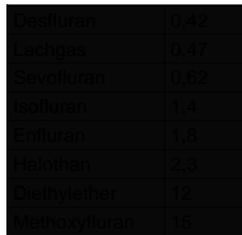


alte Halothanverdampfer können nach Säuberung und Überprüfung für Isofluran verwendet werden

## Inhalationsanästhetika

- Blut-Gas-Verteilungskoeffizient  $\lambda$  -

- bestimmt An- und Abflutungsgeschwindigkeit
- je kleiner Wert, umso schneller



## Isofluran

- MAC -

Der MAC-Wert (minimale alveoläre Konzentration) ist ein Maß für die anästhetische Stärke des Narkosemittels.

Spezies	MAC %	Induktion%	Erhaltung%
Hund	1,3	nicht als Monoanästhesie!	
Katze	1,7	nicht als Monoanästhesie!	
Chinchilla	?	3-5	2,5
Gerbil	1,6-2,1-3,2	4,0	?
Hamster	1,63	5,0	2,3
Meerschweinchen	1,15-4,2	5,8	3-4,2
Kaninchen	2,05-2,07	2-3-5	1,5-2
Maus	1,34	2-3	1,5-2,0
Ratte	1,38-1,57	2-3	1,5-2,0
Reptilien	?	2-4	1-3

## Klinische Kenndaten

-Sevofluran-

Spezies	MAC	Einleitung	Erhaltung
Mensch	1.7-2.1	8	nach Bedarf
Hund	2.1-2.4	3-7	3
Katze	2.4-2.6	nicht empfohlen	nicht empfohlen
Kaninchen	2.0-3.7	5-6	4-5
Meerschweinchen	2.0 (toxisch)	nicht empfohlen	nicht empfohlen
Ratte	1.9-3.7	6-8	3.0-3.5
Chinchilla	unbekannt	6	4
Hamster	2.3	8	3.5
Maus	1.9-2.3	8	4
Wiederkäuer	3.3	unbekannt	unbekannt
Schwein	2.0-2.7	unbekannt	unbekannt
Pferd	2.3-2.8	unbekannt	unbekannt

## Isofluran

- Allgemein Zusammenfassung -



- dosisabhängige Atem- und Kreislaufdepression
- Voroxygenierung kann sinnvoll sein
- MAC abhängig von Spezies, Gesundheitszustand, Alter, Temperatur  
z.B. 10°C T-Senkung → MAC-Reduktion um 50% und verlängerte Aufwachzeit
- dosisabh. BD-Senkung und Erniedrigung des TPR durch direkte vasodilatatorische Wirkung
- geringere Myokarddepression (im Vergleich zu Halothan und Enfluran), MAC > 2: Myokarddepression
- Relaxation der Uterusmuskulatur, verstärkte Blutungsneigung
- Bronchodilatation
- weder leber- noch nierentoxisch

**Isofluran**  
- Vorsichtsmaßnahmen / Indikationen -

- Triggersubstanz für MH (Hd, Schw, Schf, Msch)
- nach mehrstündiger Narkose bei Mäusen teratogen
- Senkung des intraokularen Druck (Ophthalmologie)
- Mittel der Wahl bei trächtigen Tieren (reduzierte Dosen!)
- Mittel der Wahl bei leber- und nierenkranken Tieren
- nicht erste Wahl bei pulmonal und kardial beeinträchtigten Tieren

**Balanced Anaesthesia**  
- Beispiel -



**Film!**

Sedation                      **Acepromazin** (0,02 mg/kg i.m.)  
oder **Midazolam** (0,5 mg/KG i.v.)

Narkoseeinleitung                      **Propofol** (3-5 mg/kg i.v.)

Intubation                      **Sauerstoff** (evtl. + Lachgas) +

Erhaltung                      **Isofluran** 0,8-1,0 %

Vertiefung/Fortführung                      **Propofol** und/oder **Fentanyl**-DTI  
nach Wirkung

**Balanced Anaesthesia**  
- Beispiel -



Sedative Prämedikation  
mit  
Acepromazin 1%  
1:10 verdünnt mit NaCl  
0,02 mg/kg KG i.m.  
= 0,02 ml/kg

**Balanced Anaesthesia**  
- Beispiel -

Anästhesieeinleitung  
mit  
Propofol 1%  
4-6 mg/kg KG iv.  
= 0,4-0,6 ml/kg



**Balanced Anaesthesia**  
- Beispiel -

Intubation	Konnektion an das Keissystem  Anfluten von Isofluran 1-1,5%
------------	---

**Balanced Anaesthesia**  
- Beispiel -

Zwischenzeitliches Vertiefen mit Propofol 1-2 mg/kg KG und/oder Fentanyl nach Wirkung (Pulsfrequenzabfall)	Aufwachphase
---	--------------

### **Kombinationsmethoden**

-Injektionsanästhetika I-

#### Neuroleptanalgesie

Neuroleptikum (Ace) + Analgetikum (Opioid oder Ketamin)  
(Oder: Thalamonal®, Innovar-Vet®) Hypnose fehlt!

#### Hypnoanästhesie

Hypnotikum (Propofol) + Neuroleptikum (Ace) Analgesie fehlt!

#### Ataranalgesie

Ataraktikum (Diazepam) + Analgetikum (Opioid)  
(oder: Tilest®) bei ruhigen Tieren als Allgemeinanästhesie nutzbar

### **Kombinationsmethoden**

-Injektionsanästhetika II-

#### Hypnoanalgesie

Hypnotikum (Propofol) + Analgetikum (Fentanyl)  
Als TIVA (totale intravenöse Anästhesie) zur Allgemeinanästhesie geeignet

#### Vollständig Antagonisierbare Anästhesie (VAA)

Aus den drei antagonistisierbaren Substanzgruppen

(Opioide,  $\alpha_2$ -Agonisten, Benzodiazepine)

Dient zur Allgemeinanästhesie bei Tieren <1kg (Kleinsäuger, Exoten)

**Viel Erfolg!**