

Grundlagen und Kennzeichen der **Schmerzausschaltung**,  
Schmerzäußerungen, **Narkoseüberwachung** sowie  
Wirkungsweise von Schmerzmitteln und **Isofluran**

Dr. Karl-Heinz Schulz  
Schweinegesundheitsdienst der TSK von M-V

Mit freundlicher Unterstützung der Landwirtschaftskammer NRW

## Grundlagen des Schmerzes

**„Niemand darf einem Tier ohne vernünftigen Grund  
Schmerzen, Leiden oder Schäden zufügen.“**

§ 1 Satz 2 Tierschutzgesetz (Deutschland), 2020

# Gliederung Schmerz und Narkose

- Schmerz
- Grundlagen der Schmerzausschaltung
- Schmerzäußerung
- Narkoseüberwachung
- Wirkungsweise von Schmerzmitteln
- Wirkungsweise von Isofluran
- Erkennen und Behandlung von Narkosezwischenfällen

# Grundlagen des Schmerzes

„Schmerz ist eine unangenehme Empfindung und ein emotionales Erlebnis, das mit einem tatsächlichen oder einem potentiellen Gewebeschaden einhergeht.“

- Subjektivität der Schmerzempfindung
- Schmerzereignis beim Menschen schwer beurteilbar

„Schmerz bei Tieren ist eine sensorische Erfahrung, die:

- durch aktuelle oder potentielle Verletzungen verursacht wird,
- protektive oder vegetative Reaktionen auslöst,
- zur erlernten Vermeidung solcher Reize führt
- und somit das Verhalten modifiziert.“

(z.B. Stromschlag am Weidezaundraht)

International Association for the study of pain (IASP)

# Schmerz

- Schmerzereignis beim Menschen schwer beurteilbar
  - Einstufung beim Tier noch schwieriger
  - Immer abhängig von persönlichkeitsbezogener Grundstimmung.
    - ➔ Beurteilung immer im Zusammenhang mit Angst + Stress
    - ➔ heißt: stärkere Schmerzempfindung, wenn schmerzhaftes Ereignis unter Angst oder Stress zustößt!
-  **Ruhiger Umgang mit den Ferkeln!**

# Grundlagen des Schmerzes

Das Schmerzempfindungsvermögen Neugeborener wurde lange als gering erachtet, da man deren Nervensystem für noch nicht ausgereift hielt und so die Meinung vertrat, dass Neonaten auch aufgrund mangelnder Erinnerungsfähigkeit an schmerzhaft Erlebnisse nicht zur Wahrnehmung, Lokalisierung und Interpretation von Schmerz in der Lage wären (Anand u. Hickey 1987).

Mittlerweile gilt als erwiesen, dass Neugeborene nicht nur alle für die Schmerzwahrnehmung erforderlichen anatomischen und funktionellen Voraussetzungen, sondern sogar eine erhöhte Schmerzsensitivität im Vergleich zu Erwachsenen besitzen (Anand 1998, Otto 2001, Henke et al. 2012).

International Association for the study of pain (IASP)

# Grundlagen des Schmerzes

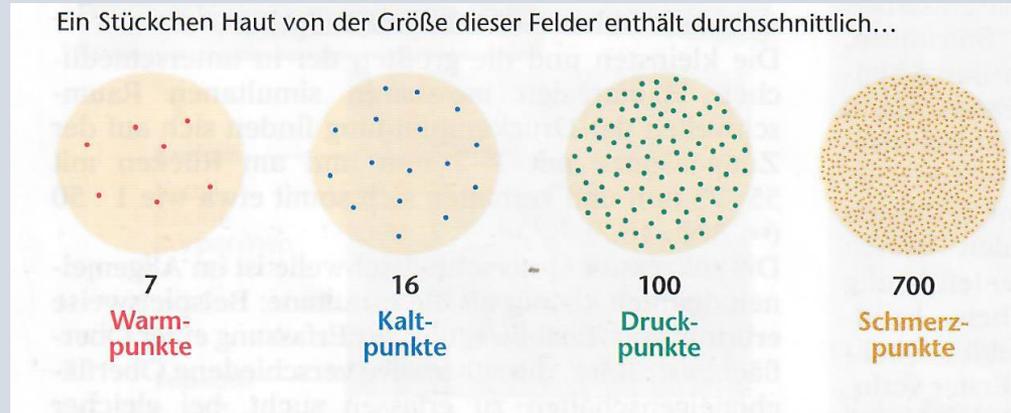
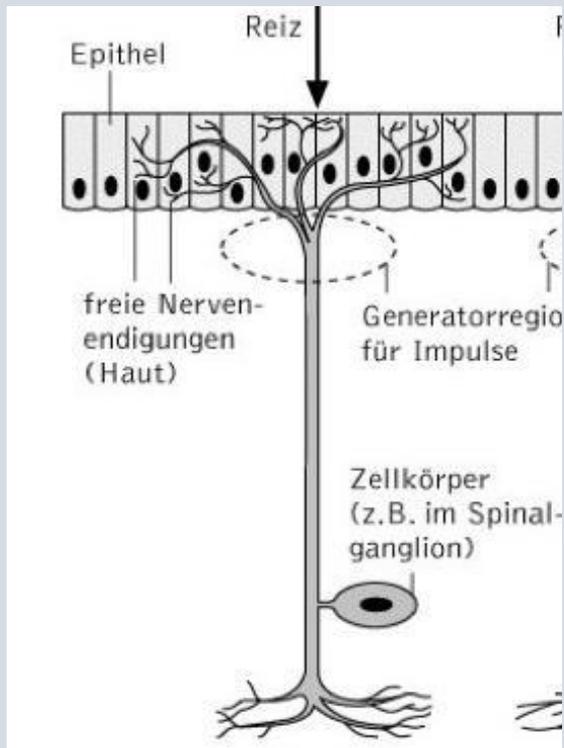


Abb. 16.3 Dichte von Warm-, Kalt-, Druck- und Schmerzpunkten auf der Hautoberfläche.

# Grundlagen des Schmerzes

## Schmerz – Klassifikation (nach Art der Entstehung)

- **Physiologischer Schmerz**

- Schmerzrezeptoren in der Haut, Muskel, Sehnen, Gelenke etc. werden durch mechanische (Druck, Zug, Schlag, Schnitt) oder thermische (Hitze, Kälte) Reize angesprochen
- Schutzfunktion  Rückziehreflex

- **Pathologischer Schmerz**

- Schmerzrezeptoren werden durch Entzündungsmediatoren (Prostaglandine, Histamin, Serotonin etc.), durch Sauerstoffmangel, pH-Wert-Abfall sensibilisiert und reagieren besonders empfindlich.
- Der Schmerz wird bei Weiterleitung zum Gehirn noch verstärkt.

# Grundlagen des Schmerzes

## Schmerz – Klassifikation (nach **Ort** der Entstehung)

- **Somatischer Schmerz** (den „Körper“ betreffend)
  - Oberflächenschmerz in der Haut, genau lokalisierbar heller, kurzer Schmerz, anschließend dumpfer längerer Schmerz
  - Tiefenschmerz  
Schmerzen aus Muskeln, Gelenken, Knochen, Zähnen, Kopf
- **Viszeraler Schmerz** (Eingeweidebereich)
  - dumpfer, bohrender Schmerz, schwer lokalisierbar mit Tendenz zur Ausstrahlung in die Umgebung
  - an serösen Häuten (Tunica vaginalis testis, als Ausstülpung des Bauchfells und Umhüllung des Hodens und Samenstranges, Organkapseln  
Begleitreaktionen: Übelkeit, Schweiß, Krankheitsgefühl

# Grundlagen des Schmerzes

## Schmerz – Klassifikation (nach Dauer)

- **chronischer Schmerz** (über längeren Zeitraum)
- **Akuter Schmerz**
  - zeitlich begrenzt
  - durch äußere und innere Einflüsse bestimmt: → Kastration, Entzündung
  - bei Kastration: Hautschnitt, Durchtrennung Samenstrang
  - Warn- und Rehabilitationsfunktion
  - akuter Schmerz ist einer Schmerztherapie gut zugänglich

# Schmerz

- **Schmerz bei Neugeborenen (auch bei Ferkeln)**
  - „Schmerzkompetent“ → anatomisch und physiologisch kein Nachweis von geringerer Schmerzempfindung
  - ungerichtete Schmerzreaktion
  - Ausweichen bei wiederholtem Schmerz
  - sensiblere Schmerzempfindung

# Grundlagen des Schmerzes

## Kastrationsschmerz

- Oberflächenschmerz: - Hautschnitt
- Eingeweideschmerz: - Durchtrennung der tieferen Schichten, wie z.B. Tunica vaginalis testis (Hülle um Hoden und Nebenhoden), Faszien usw.
  - Zug am und Durchtrennung des Samenstrangs
  - Durchtrennung des M. cremaster (Hodenheber)

# Schmerzverarbeitung

- **Schmerzrezeptoren** sind Nervenzellen mit 2 langen Ausläufern:
  - erster Ausläufer als freie Nervenendigung (Sensor)
  - zweiter Ausläufer endet im Rückenmark, dort mit weiteren Nervenzellen verschaltet
- **Schmerzrezeptoren** in der Haut und allen die Organe umgebenden Kapseln wie Hirnhäute, Leberkapsel, Rippen- und Bauchfell, meist in der Nähe von Blutgefäßen, in Muskeln
- Nicht in den Organen wie: Gehirn, Leber, Lunge, Nieren, Knorpel, Hoden, Eierstöcke, Gebärmutter
- **Schmerzrezeptoren** wandeln Schmerzsignal in vegetatives Signal um, d.h., das Signal wird entlang der Nervenzellen ins Rückenmark geleitet  dort erfolgt die Umschaltung in andere Nervenzellen und die Weiterleitung zu Hirnstamm und Hirnrinde

# Schmerzverarbeitung

- Rückenmark → Auslösung motorischer Reize (z.B. Wegziehreflex)
- Hirnstamm → Beeinflussung von Atem- und Kreislaufzentrum
- Hirnrinde → Schmerzreiz kann lokalisiert werden
- Limbisches System → emotionale Schmerzverarbeitung  
(Schmerzbewertung) → Schmerzintensität subjektiv ↑ oder ↓
- Angst oder Vorschädigung des Gewebes → Schmerzintensität ↑
- Stärkere Schmerzempfindung, wenn schmerzhaftes Ereignis unter Angst oder Stress eintritt!



**Ruhiger Umgang mit den Ferkeln!**

# Auswirkungen von Schmerz !

## Negative Auswirkungen von Schmerz auf das Tier:

- Aktivierung einer Stressantwort → Wundheilung beeinträchtigt
- Schweine sind besonders stressempfindlich
- Energieverbrauch ↑ → Futteraufnahme ↓ → Energiebilanz ↓
- Atmung weniger effektiv
- Erholung von der Narkose verzögert → größeres Risiko für postoperative Komplikationen
- Risiko von Eigenverletzungen und Beißen an Wunden
- Bei fortdauernder Dauer des Schmerzes kann dieser chronisch werden und ist dann schwieriger zu behandeln.

## Auswirkungen von Schmerz !

- Herzfrequenz ↑ → Herztätigkeit ↑ → Sauerstoffverbrauch ↑
- Steigerung des Blutdrucks
- Reduktion der Atemtätigkeit → Sauerstoffangebot ↓
- Inappetenz (Appetitlosigkeit)
- Stressreaktion (Cortisol ↑) → Immunsuppression  
 verschlechterte Wundheilung + erhöhte Infektanfälligkeit
- Verhaltensänderungen

# Parameter der Schmerzerkennung

## Physiologische Hinweise

- Hormonkonzentrationen im Blut, Urin, Speichel: Adrenalin, Kortisol....
- Metaboliten im Blut: Glucose, Laktat, Freie Fettsäuren
- Herzfrequenz, Atemfrequenz
- Blutdruck, Körpertemperatur
- Immunsystem:  
Immunglobuline, Abwehrzellen im Blut

## Hinweise durch das Verhalten !

- Vermehrtes Aufschreien bei Berührung, aggressive Vokalisation
- spezifisches, auf Schmerzen bezogenes Verhalten: Abwehrreaktionen, Wegziehreflex, Strampeln, Vermeiden von Berührungen, Zähneknirschen  
Ferkel: Rutschen/Scheuern des Hinterns
- Allgemeinverhalten: Ruhelosigkeit, Isolation, Aggressivität, Appetitlosigkeit
- schnelle, flache Atmung

# Parameter Schmerzerkennung

- Prä-/Perioperativ ???

Stress- und Schmerzlaute beim Schwein nur schwer voneinander zu unterscheiden → Hochheben, Handling der Ferkel

- Postoperativ

Verhalten, das Schmerz-spezifisch beim Ferkel ist:

→ auf dem Hintern rutschen oder Beinschütteln nach der Kastration  
Absondern, Zittern

## Parameter Schmerzerkennung

- Schlagen mit dem Schwanz bzw. Hängenlassen, halb geschlossene Augen, erhöhte Muskelspannung im Bereich der Muskulatur um die Augen, aufgestellte Haare



# Parameter Schmerzerkennung



# Schmerz bei der Kastration

Chirurgische Kastration verursacht Schmerzen, unabhängig vom Alter der Tiere

## Akutschmerz (Kastrationsschmerz)

- Hautschnitt, Zug am Hoden, Durchtrennung des Samenstrangs
- eher kurzer Schmerz (Stunden)

## Nachschmerz (Wundschmerz)

- entsteht durch Entzündung an der Operationsstelle
- ist mind. 24 Stunden deutlich messbar, kann mehrere Tage andauern

# Allgemeine Schmerzbehandlung

## Schmerzmittel (Analgetika)

- Medikamente mit schmerzstillender oder schmerzlindernder Wirkung, Behandlung von akuten und chronischen Schmerzen
- Analgetika beeinflussen in unterschiedlicher Weise biochemische Mechanismen der Schmerzentstehung, der Schmerzweiterleitung oder der Schmerzverarbeitung
- Analgetika führen zur:
  - Aufhebung des Schmerzes
  - Abschwächung des Schmerzes oder
  - Modifikation des Schmerzes

# Allgemeine Schmerzbehandlung

## Analgetika und deren **Wirkort**

- Peripher (an der Basis) wirksame Analgetika (z.B. Schmerzsalben)

→ blockieren die Schmerzweiterleitung

Das Bewusstsein, die sensorische Wahrnehmung und andere wichtige Funktionen des ZNS werden bei Verwendung in therapeutischen Dosen nicht beeinflusst.

- Zentral wirksame Analgetika

→ Rezeptoren für die Schmerzwahrnehmung im ZNS

# Allgemeine Schmerzbehandlung

## Analgetika und deren **Wirkstärke**

Wirkstärke eines Analgetikums hängt maßgeblich von der Höhe der Dosierung ab.

- Schwach wirksame Analgetika:

Paracetamol, Metamizol und NSAID wie Diclofenac, Ibuprofen, Meloxicam, Ketoprofen, ASS (Aspirin)

- Schwach zentral wirksame Analgetika
- Stark zentral wirksame Analgetika (Opioide)



unterliegen dem  
Betäubungsmittelgesetz

# Allgemeine Schmerzbehandlung

Gruppe der **NSAID** → schwach wirkende Analgetika

**NSAID:** Non Steroidal Anti Inflammatory Drugs  
(nicht steroidale Antiphlogistika)

- intramuskuläre Applikation (i.m.)  
- schnelle Anflutung, max. Plasmakonzentrationen innerhalb 1 Stunde
- orale Applikation (über Mund, Maul, Schnauze)  
- langsamere Anflutung, max. Plasmakonzentrationen erst nach 2 bis 4 Stunden

# Allgemeine Schmerzbehandlung

## Wirkung der NSAID

- entzündungshemmend (antiphlogistisch)
- schmerzlindernd (analgetisch)
- fiebersenkend (antipyretisch)
- Reduktion der Toxinbildung (antitoxämisch)



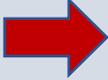
Hemmung der Prostaglandin- Synthese



die durch Prostaglandine vermittelten Schmerzen und Entzündungszeichen gehen zurück

# Schmerzmittel (Analgetika)

## Nichtsteroidale Antipyretika („Fiebersenker“)

- Zentrale und periphere Wirkung
  - Schmerzlindernd, fiebersenkend, nur sehr gering entzündungshemmend
  - z.B. Metamizol (kurze Wirkdauer), Acetylsalicylsäure (ASS, blutverdünnend)  
Paracetamol (nur zur oralen Anwendung)
-  aufgeführte Präparate für Linderung des postoperativen Schmerzes nicht zugelassen

# Schmerzmittel bei der Kastration

## Alle Präparate mit Meloxicam in Dosierung 5 mg/ml

- 0,4 mg/kg KGW (0,08 ml/kg KGW = **0,2 ml pro Ferkel mit 2,5 kg KM**)
- 50 ml Flasche (250 Ferkel) und 100 ml Flasche (500 Ferkel)
- WZ: 5 Tage
- Lagerung: nicht über 25 °C
- Haltbarkeit: 28 Tage nach Öffnen
- Nicht anwenden bei Ferkeln, die jünger als 2 Tage sind.
- Applikation **30 min vor dem Eingriff**, um bestmögliche Schmerzlinderung nach dem Eingriff zu erzielen **!!**
- Nicht mit anderen Arzneimitteln mischen, keine Verträglichkeitsstudien.
- Präparate: Melosolute<sup>®</sup>, Melovem<sup>®</sup>, Meloxidolor<sup>®</sup>, Metacam<sup>®</sup>

# Schmerzmittel bei der Kastration

## Präparate mit Ketoprofen

- Rifen 100 mg/ml, derzeit einziges Präparat mit Anwendungsgebiet Kastration
- 3 mg/kg KGW = 0,075 ml pro Ferkel/kg mit 2,5 kg KGW
- WZ: 4 Tage
- postoperative Schmerzreduktion nur 1 h ???
- Haltbarkeit: 28 Tage nach Öffnen
- Lagerung: vor Licht schützen, nicht über 25 °C
- Applikation **10 bis 30 min vor dem Eingriff**
- Nicht gleichzeitig oder innerhalb von 24 h mit anderen nichtsteroidalen Schmerzmitteln (NSAID) oder Glukokortikoiden (z.B. Cortison) anwenden

## Zusammenfassung Schmerz

- **Kastration:**
  - ist eine OP (Vor- und Nachsorge)
  - schmerzhafter Eingriff für das Ferkel
- **Kastrationsschmerz**
  - Oberflächenschmerz → Hautschnitt
  - Eingeweideschmerz → Durchtrennung des Samenstrangs, Absetzen des Hodens
  - Nachschmerz/Wundschmerz
- **Schmerz** über Schmerzrezeptoren aufgenommen → Reizweiterleitung  
→ Rückenmark → ZNS
- **Ferkel schreien bei Schmerzen, Rutschen/Scheuern des Hinterns**
- **Schmerzempfindung** für das Ferkel stärker, wenn schmerzhaftes Ereignis unter Angst und Stress eintritt! → Ruhiger Umgang mit Ferkeln!

## Zusammenfassung Schmerz

- **Auswirkungen von Schmerz:** Verschlechterte Wundheilung und erhöhte Infektionsanfälligkeit durch Stress
  
- **Schmerzbehandlung**
  - Verabreichung eines Analgetikums 30 min vor der Kastration
  - i.m. Applikation → schnelle Anflutung
  
- **Schmerzmittel bei Ferkelkastration**
  - Abgabe durch den zuständigen Hoftierarzt/Hoftierärztin
  - z.B. Metacam® (Meloxicam)                      0,2 ml/2,5 kgKG
  - z.B. Rifen® (Ketoprofen)                        0,075 ml/2,5 kgKG

# Schmerzausschaltung: **Anästhesie/Narkose**

## **Allgemein-/Vollnarkose (-anästhesie)**

= durch Anästhetika hervorgerufener reversibler Zustand der:  
 Bewusstlosigkeit (Hypnose),  
 Skelettmuskelentspannung (Relaxation) und  
 Schmerzlinderung (Analgesie)

## **Lokalanästhesie**

= (vollständige) Ausschaltung der Schmerzempfindung bestimmter Regionen durch reversible Blockade der Nervenleitung nach Auftragen oder Injektion von Lokalanästhetika

# Allgemeinanästhesie

- Reversible „Vergiftung“ des Zentralen Nervensystems (ZNS)
- Beeinflussung der Vitalfunktionen

(Herz-Kreislauf, Thermoregulation, Atmung, sekundär Leber und Niere)

➔ gute Überwachung

➔ gute Steuerbarkeit

# Narkose

## Injektionsnarkose

unterschiedliche Wirkgruppen → keine erfüllt in nicht-toxischer Dosierung allein alle Anforderungen (Relaxation, Hypnose, Analgesie) → Kombinationsanästhesie

→ **Schwein**: Ketamin/Azaperon (nur durch den Tierarzt)

## Inhalationsnarkose

Aufnahme/Abgabe über die Lunge → als Monoanästhetikum schnell an Toxizitätsgrenze → Unterdrückung der Schmerzausschaltung nur in hohen Dosen

# Automatisierte Inhalationsnarkose

# Inhalationsnarkose

- gute relaxierende und hypnotische – aber schwache (bis keine) schmerzlindernden Eigenschaften
- beim Schwein relevant: **Isofluran**
- **Isofluran**: flüssig, über Verdampfer gasförmig
- flüchtige Substanz:  Aufnahme über die Lungenbläschen
- rasche Aufnahme ins Blut und rasche Abgabe ans ZNS



# Inhalationsnarkose

- schnelle Abflutung bei Ausschalten des Verdampfers
- geringe Metabolisierung (Verstoffwechslung) im Organismus
- gut steuerbar
- Geruch: etherartig-stechend
- wichtig: ausreichende Sauerstoffversorgung (mind. 21 %)

## Isofluran als Inhalationsnarkotikum

- einziges beim Schwein zugelassenes Inhalationsnarkotikum
- schnelle An- und Abflutung durch sehr geringe Löslichkeit im Blut
- Bewusstlosigkeit, aber keine bzw. nur geringe Analgesie
- gute Muskelrelaxion
- Minimale Metabolisierung:  keine bzw. sehr geringe Belastung von Leber/Niere

## Isofluran als Inhalationsnarkotikum !!

- 97 % des Isoflurans innerhalb von 30 Minuten abgeatmet, vollständig in 46 Stunden
- Nebenwirkungen:
  - Blutdrucksenkung durch Senkung des peripheren Widerstandes
  -  erhöhte Blutungsneigung
  - Atemdepression + Herz  rhythmusstörungen
- Nicht anzuwenden bei anatomischen Anomalien im Genitalbereich!  
(Binneneber, Brüche)

## Isofluran als Inhalationsnarkotikum beim Schwein

- Nur in Kombination mit präoperativer Gabe eines geeigneten Schmerzmittels (min. 30 Minuten vorher).
- Isofluran sollte Raumtemperatur haben
- nur in ausreichend temperierten Räumen ( $> 15\text{ °C}$ )
- sicheren Sitz der Narkosemaske beachten

# Beurteilung der Narkosefähigkeit beim Ferkel

- gut entwickelte Tiere, nicht untergewichtig
- gesunde Tiere (kein Durchfall)
- im Alter bis zu 7 Tagen (unter 8 Tage)
- Keine Anomalien (Binneneber, Brüche)
- Physiologische Parameter:
  - Herzfrequenz 200/min
  - Atemfrequenz 50/min
  - KT (Körpertemperatur) 39,5 °C

## Isofluran als Inhalationsnarkotikum beim Schwein

- ausreichende Narkosetiefe i.d.R. nach 70 – 90 Sekunden
- geeignete Reflexprüfung bei jedem Einzeltier **vor Beginn** des schmerzhaften Eingriffs
  - ➔ Zwischenklauenreflex
  - ➔ Afterklauenreflex
- Auskühlen der Ferkel verhindern
- im wachen Zustand so schnell wie möglich zurück zur Muttersau

# Zwischenklauenreflex kurz vor der Kastration



## Isofluran – Nebenwirkungen beim Anwender !!

- Leberschäden lt. Hersteller möglich
- Müdigkeit, Kopfschmerzen, verringerte Reaktionszeit
- Entfernung verschütteter Mengen
- Dampf nicht einatmen
- Spritzer auf der Haut und Augen sofort abwaschen

## Isofluran – Nebenwirkungen beim Anwender !!

- bei starker Exposition Raum sofort verlassen
- bewusstlose Person aus Gefahrenbereich entfernen  Notruf!
- keine Anwendung durch schwangere/stillende Frauen
- Fertilitätsstörungen beim Menschen bisher nicht beobachtet
  -  aber dennoch Vorsicht bei Kinderwunsch
  -  Effekte auf Föten und trächtige Tiere bei Versuchstieren

## Isofluran – Anwendersicherheit !!

- nur in gut belüfteten Räumen anwenden
- nur mit Einfüllstutzen umfüllen (sofern notwendig)
- nur mit entsprechend geeignetem Inhalationsnarkosegerät arbeiten  
    ➔ regelmäßige Reinigung und Wartung
- Einhaltung des Grenzwertes am Arbeitsplatz ➔ aktuell nicht vorhanden
- Sichere Aufbewahrung (abschließen!)
- Bei Restmengen im Gerät: sichere Aufbewahrung des Gerätes!

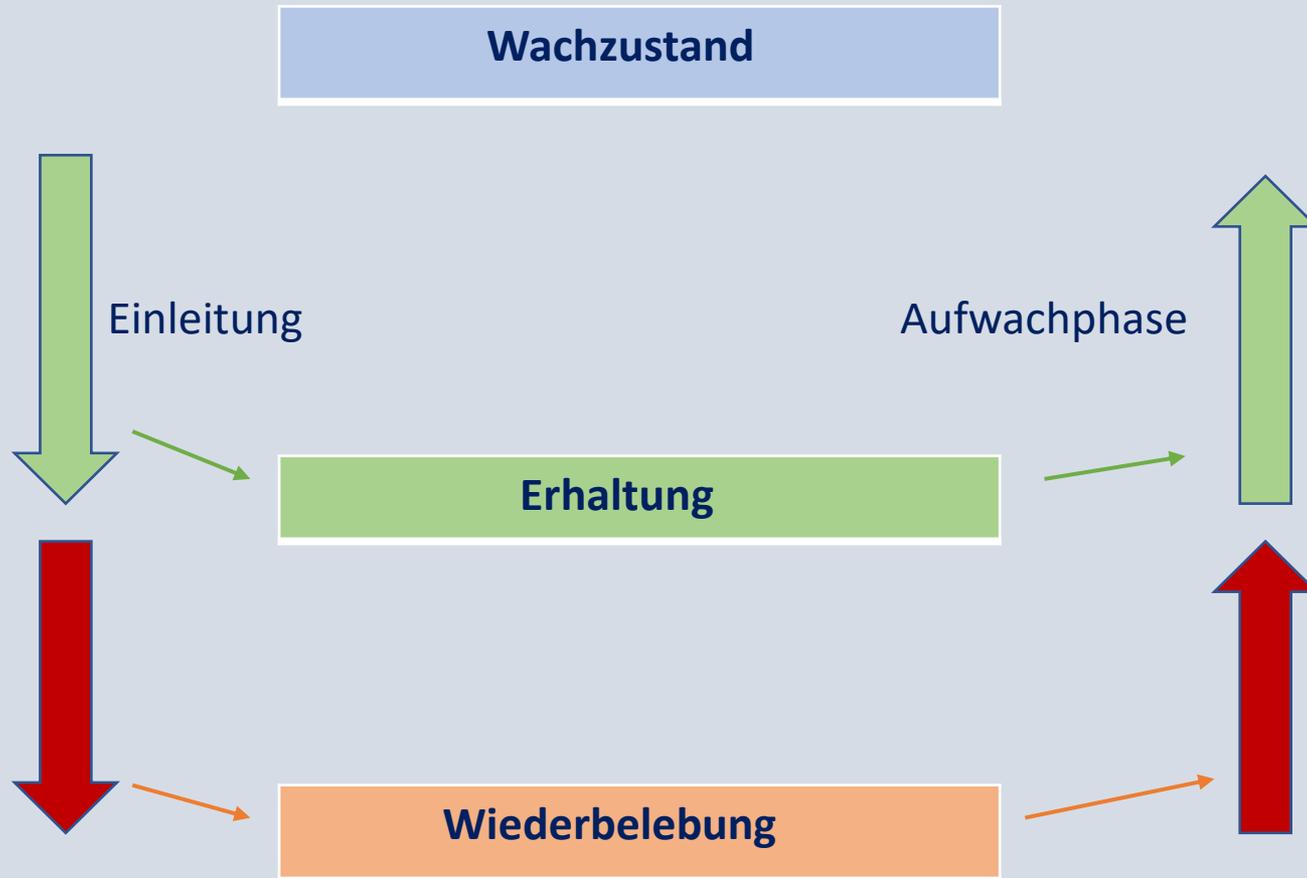
# Isofluran - Anwendersicherheit



# Narkosestadien, modifiziert nach Guedel

1. Analgesiestadium (Schmerzlosigkeit)
2. Exzitationsstadium (Erregungszustand)
3. Toleranzstadium in 3 Stufen
  - 3.1. Hypnosestadium
  - 3.2. Chirurgisches Toleranzstadium
  - 3.3. Stadium der physischen Depression
4. Asphyxiestadium (Atemstillstand/Erstickung)

# Narkosestadien, modifiziert nach Guedel



# Narkosestadien, modifiziert nach Guedel

1. Analgesiestadium → Stadium der psychischen Dämpfung
  - weckbar
  - leichter Vorfall des 3. Augenlides (Nickhaut)
  - Hängenlassen des Schwanzes
  - keine Beeinflussung des Schmerzempfindens (≠ Mensch)
  
2. Exzitationsstadium
  
3. Toleranzstadium in 3 Stufen
  - 3.1. Hypnosestadium
  - 3.2. Chirurgisches Toleranzstadium
  - 3.3. Stadium der physischen Depression
  
4. Asphyxiestadium

# Narkosestadien, modifiziert nach Guedel

1. Analgesiestadium  Stadium der psychischen Dämpfung
2. Exzitationsstadium (Erregungsstadium)
  - Stadium der unwillkürlichen Bewegung
  - tiefe Sedation, nicht weckbar
  - unkoordinierte Reaktionen auf Weckversuche, Lärm, etc.
  - übersteigerte Reflexerregbarkeit
  - Anstieg von Herzfrequenz und Blutdruck
  - Muskeltonus erhöht, tonisch-klonische Krämpfe
  - wird verstärkt durch Reize wie Lärm, Berührung, Licht, Schmerz
3. Toleranzstadium in 3 Stufen
  - 3.1. Hypnosestadium
  - 3.2. Chirurgisches Toleranzstadium
  - 3.3. Stadium der physischen Depression
4. Asphyxiestadium

# Narkosestadien, modifiziert nach Guedel

1. Analgesiestadium  Stadium der psychischen Dämpfung
2. Exzitationsstadium
3. Toleranzstadium in 3 Stufen = eigentliche Narkosephase

## 3.1. Hypnosestadium

- Bewusstlosigkeit
- gute Muskelentspannung
- Reaktionslosigkeit auf Umweltreize
- Schmerzempfindung erhalten
- mildes Absinken von Herzfrequenz und Blutdruck

## 3.2. Chirurgisches Toleranzstadium

## 3.3. Stadium der physischen Depression

4. Asphyxiestadium

# Narkosestadien, modifiziert nach Guedel

1. Analgesiestadium  Stadium der psychischen Dämpfung
2. Exzitationsstadium
3. Toleranzstadium in 3 Stufen = eigentliche Narkosephase
  - 3.1. Hypnosestadium -
  - 3.2. Chirurgisches Toleranzstadium
    - Idealstadium für schmerzhafte Manipulationen
    - keine Reaktion auf Schmerzreize
    - Bewusstlosigkeit, gute Muskelentspannung
    - Reaktionslosigkeit auf alle Umweltreize
  - 3.3. Stadium der physischen Depression
4. Asphyxiestadium

# Narkosestadien, modifiziert nach Guedel

1. Analgesiestadium  Stadium der psychischen Dämpfung
2. Exzitationsstadium
3. Toleranzstadium in 3 Stufen = eigentliche Narkosephase
  - 3.1. Hypnosestadium
  - 3.2. Chirurgisches Toleranzstadium
  - 3.3. Stadium der physischen Depression
    - massive Atem- und Kreislaufdepression
    - flache uneffektive Atmung
    - Schmerzreize bleiben unbeantwortet
    - keine Reflexe außer Pupillarreflex und Atmung
4. Asphyxiestadium

# Narkosestadien, modifiziert nach Guedel

1. Analgesiestadium  Stadium der psychischen Dämpfung
2. Exzitationsstadium
3. Toleranzstadium in 3 Stufen = eigentliche Narkosephase
  - 3.1. Hypnosestadium
  - 3.2. Chirurgisches Toleranzstadium
  - 3.3. Stadium der physischen Depression
4. Asphyxiestadium
  - Atemstillstand
  - evtl. vorher Schnappatmung
  - Pupillen maximal weit
  - Ausfall sämtlicher Reflexe
  - Dekompensation des Herzkreislaufsystems
  -  Herzfrequenz vermindert und arrhythmisch  
**sofortige Wiederbelebungsversuche!!!**

# Inhalationsnarkose

- Mangelnde Anästhesietiefe:
  - OP unterbrechen!
  - Isoflurangabe verlängern
  - Chirurgisches Toleranzstadium erreicht? (Reflexe? Keine Reaktion auf Umweltreize, Bewusstlosigkeit, gute Muskelentspannung)
  - OP-Fortsetzung

# Inhalationsnarkose

## Anästhesie zu tief:

- OP unterbrechen!
- Isofluran abdrehen
- Sauerstoff aufdrehen
- Atemwege kontrollieren
- Kompressionsmassage
- Beatmung

## Beenden der Narkose

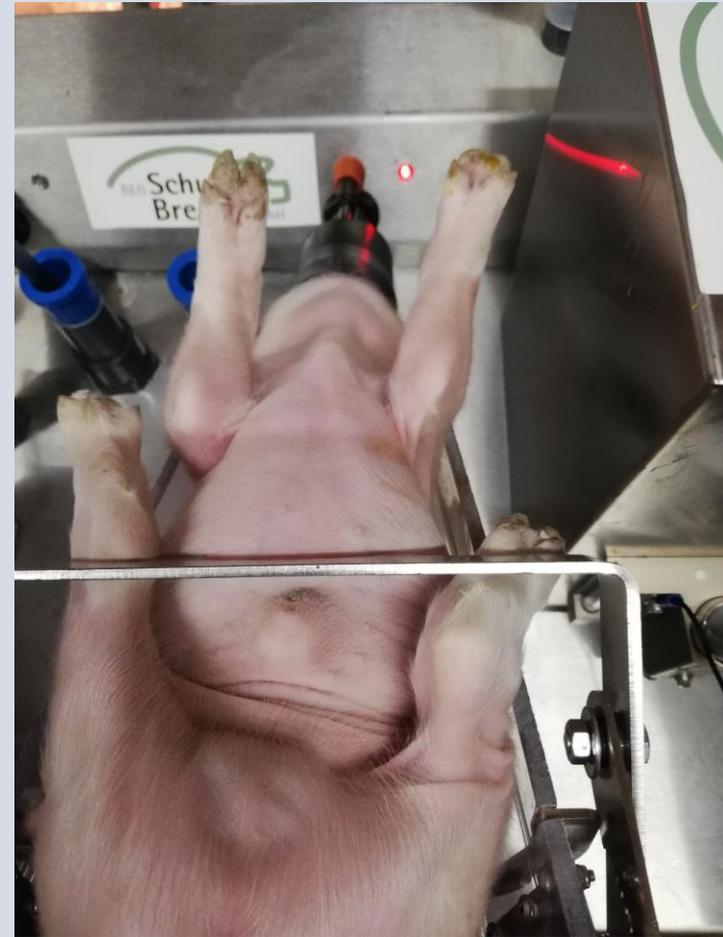
- normalerweise **reibungslös und schnell**
- Elimination von Isofluran
  - über Lunge: größter Teil (ca. 99,8 %) → **Studienergebnisse:**
    - „Wegträger“ stärker belastet als Kastrateur!
  - Metabolisierung über Leber: kleiner Teil (Isofluran: 0,2 %)
- Geschwindigkeit der Eliminierung/pulmonale Ausscheidung:
  - Ventilation (umso höher, desto rascher)
  - Herzzeitvolumen
  - Löslichkeit des Anästhetikums im Blut

# Automatisierte Inhalationsnarkose

Möglichkeiten der Narkoseführung bei automatisierter Isoflurannarkose sind begrenzt.

- keine Dosiermöglichkeit
- Einleitphase ist vorgegeben (zu kurz?/ zu lang?)
- Masken
  - Passgenauigkeit
  - Ferkelgesicht verdeckt
  - Bestimmung Narkosetiefe (Reflexe, Bulbusrotation usw.)
- Vorgehen bei positiver Reflextestung?

# Automatisierte Inhalationsnarkose



# Automatisierte Inhalationsnarkose



# Inhalationsnarkose - Masken

## Passgenauigkeit

- ausschlaggebend für Narkosetiefe der Ferkel

- Ferkel zu klein

- Maske schließt nicht ab
- ↪ Narkosegas entweicht

- Ferkel zu groß

- Maske zu eng

## Folgen

Ferkel bekommt nicht ausreichend Narkosegas/Sauerstoff

- Narkosetiefe ?
- mangelhafte Arbeitssicherheit

Ferkel bekommt nicht ausreichend Narkosegas/Sauerstoff

- Narkosetiefe?

# Automatisierte Inhalationsnarkose

- Zunahme der positiven Befunde (Reflexe/Abwehrbewegungen/Lautäußerungen):
  - Narkosegas ok?
  - Filter ok?
  - Maske ok?
  - Temperatur ok?
- Zunahme Atem- und Herzstillstand
  - Ferkelgruppe ok?
  - Narkosedauer zu lang?

## Zusammenfassung **Isofluran**narkose

- beim Schwein relevant: **Isofluran**
- gute muskelentspannende und bewusstseinsausschaltende Wirkung
- schwache (bis keine) schmerzlindernden Eigenschaften
- Nur in Kombination mit einem Schmerzmittel!!!
- geringe Metabolisierung (Verstoffwechselung) im Organismus
- Geruch: etherartig-stechend
- **Wichtig!** Ausreichende Sauerstoffversorgung (mind. 21 %), Belüftung
- **Vorsicht!** Blutungsneigung, Blutdrucksenkung, Atemstillstand, Unterkühlung der Ferkel

## Zusammenfassung Isoflurannarkose

### Isofluran als Inhalationsnarkotikum

Isofluran Baxter vet 1000mg/g: einziges Isofluran-Präparat mit Zulassung für das Schwein



- schnelle An- und Abflutung durch geringe Löslichkeit im Blut → gute Steuerbarkeit
- Bewusstlosigkeit, Muskelentspannung
- **geringe** Schmerzausschaltung
- geringe Verstoffwechselung → keine Belastung Leber/Nieren
- 97 % innerhalb von 30 Minuten abgeatmet
  - kurze Nachschlafzeit (Ferkel verpassen keine Säugezeit)

nach Dr. Frederik Löwenstein-LSZ Boxberg

# Zusammenfassung Isoflurannarkose

## → Nebenwirkungen

- Blutdrucksenkung mit erhöhter Blutungsneigung
- flache Atmung
- Herzrhythmusstörungen



## → Nicht bei anatomischen Abweichungen im Genitalbereich anwenden (Brüche, Binneneber)

nach Dr. Frederik Löwenstein-LSZ Boxberg