



<p><b>Standardarbeitsanweisung (SOP)</b></p> <p>Standort des Originals: Büro Maïke Heimann, HCH E 16, Hochstrasse 60, 8092 Zürich</p>	<p><b>Anästhesie im LTK Modul 1</b></p> <p>SOP/Versions-Nr.: 03/01</p> <p>Seite 1 von 14</p>
---	--

<p>Nummer der vorliegenden Version: 01</p>	<p><b>Autor 1:</b></p> <p>Maïke Heimann ETH-LTK-Kooperation</p>	<p><b>Autor 2:</b></p> <p>Philippe Bugnon ETH-LTK-Kooperation</p>
<p>Inkrafttreten der vorliegenden Version:</p>	<p>31.08.2022:</p> <p> Unterschrift</p>	<p>31.08.2022:</p> <p> Unterschrift</p>

## Inhaltsverzeichnis

1. Gegenstand .....	3
2. Geltungsbereich .....	3
3. Zuständigkeiten .....	3
4. Inhalationsanästhesie mit Isofluran (Maus und Ratte) .....	3
4.1 Vorbereitung .....	3
4.1.1 Vorbereitung und Kontrolle der Anlage .....	4
4.2 Durchführung der Inhalationsnarkose .....	4
4.2.1 Einleitung der Narkose .....	4
4.2.2 Erhaltung der Narkose .....	4
4.2.3 Beenden der Narkose .....	5
4.2.4 Probleme bei der Inhalationsnarkose .....	5
4.3 Durchführung der Injektionsnarkose .....	7
4.3.1 Vorbereitung des Materials .....	7
4.3.2 Einleitung und Erhaltung der Narkose .....	7
4.3.3 Aufhebung der Narkosewirkung und Nachsorge .....	9
4.3.4 Probleme bei der Injektionsnarkose .....	10
5. Revision der SOP .....	10
6. Grund für die Änderung der letzten Version dieser SOP .....	10
7. Ablage dieser SOP .....	11
8. Abkürzungen .....	11
9. Definitionen .....	11
10. Anhang .....	12

## Gegenstand

Diese SOP beschreibt die Inhalations- und Injektionsanästhesie, wie sie im Rahmen des Praktikums von LTK Modul 1 durchgeführt wird.

## 2. Geltungsbereich

Die vorliegende SOP gilt für die reine Beschreibung der Techniken zur Durchführung der Anästhesie (dies schließt didaktische Elemente der Kenntnisvermittlung im Kurs nicht mit ein).

## 3. Zuständigkeiten

Die jeweilige Leitung des Praktikums sowie die durchführenden Tutoren/Tutorinnen der Praxiseinheiten sind zuständig für die Einhaltung der Vorgaben dieser SOP.

## 4. Inhalationsanästhesie mit Isofluran (Maus und Ratte)

### 4.1 Vorbereitung

Die komplette Inhalationsanlage wird aufgebaut und angeschlossen (siehe Abbildung 1). Es wird genau geprüft, ob alle Anschlüsse korrekt verbunden sind; Isofluran wird im Verdampfer aufgefüllt. Kontrolle des Absorbers und ggf. Wechsel (Dokumentation der Wiegung des Absorbers mit Datum und Gewicht auf dem Etikett).

**Abbildung 1: Aufbau der Isoflurananlage**



<b>Standardarbeitsanweisung (SOP)</b>  Standort des Originals: Büro Maike Heimann, HCH E 16, Hochstrasse 60, 8092 Zürich	<b>Anästhesie im LTK Modul 1</b>  SOP/Versions-Nr.: 03/01  Seite 4 von 14
---	---

#### 4.1.1 Vorbereitung und Kontrolle der Anlage

Bevor mit der Inhalationsanästhesie begonnen wird, ist die aufgebaute Anlage gründlich zu kontrollieren. Sind alle Anschlüsse richtig gesteckt und dicht? Ist der Sauerstoffvorrat ausreichend für die geplante Einsatzdauer? Ggf. ist eine volle Ersatzflasche bereit zu stellen. Ist genügend Isofluran im Verdampfer eingefüllt? Verschlossene Ersatzflasche bereithalten. Siehe auch unter 4.1 Angaben zum Absorber.

## 4.2 Durchführung der Inhalationsnarkose

### 4.2.1 Einleitung der Narkose

Das Tier wird in die Inhalationsbox verbracht, wobei sorgfältig darauf geachtet wird, dass der Schwanz des Tiers beim Verschliessen der Box nicht eingeklemmt wird. Die Absaugung des Apparats wird angestellt. Der Sauerstofffluss wird auf 800-1000 ml/min und der Isofluranverdampfer auf 5% eingestellt. Das Tier wird in die Inhalationsbox gesetzt und diese verschlossen. Dabei sorgfältig darauf achten, beim Verschliessen der Box nicht den Schwanz des Tieres versehentlich einzuklemmen. Der Wirkungseintritt wird konstant beobachtet. Wenn das Tier sich abgelegt hat und Bewusstlosigkeit und Muskelrelaxation eingetreten sind, wird auf Abwesenheit des Stellreflexes (ohne Inhalationsbox zu öffnen) geprüft. Die Qualität der Atmung (Frequenz, Gleich- und Regelmässigkeit) wird beobachtet. Die Atmung sollte sich zusehends reduzieren. Ab einer Reduktion der Atemfrequenz auf 60-70/min wird auf Narkoseerhaltung (siehe 4.2.2.) umgestellt. Zu Problemen bei der Inhalationsnarkose siehe 4.2.4.

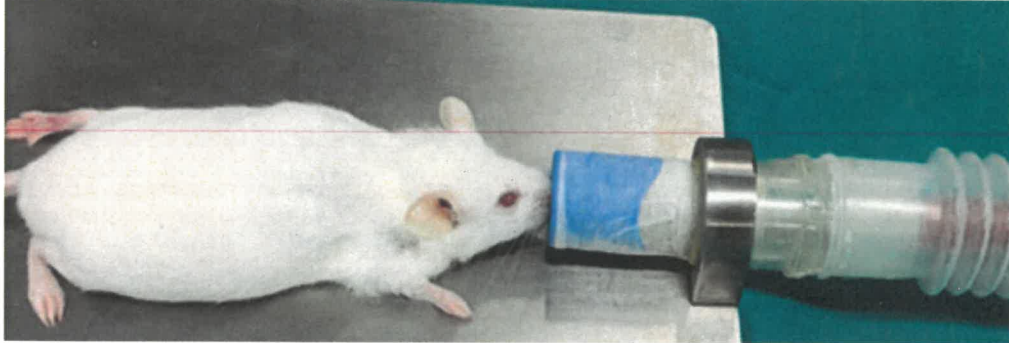
Bei der Einleitung von mehreren Tieren nacheinander muss die Einleitungsbox zwischen den Tieren umgekippt und gegebenenfalls Kot/Urin entfernt werden. Durch das Umkippen strömt Isofluran aus der Box, was eine übermässige Kumulierung des Narkosegases in der Box verhindert, die für Folgetiere gefährlich sein könnte (Anstieg der Isoflurankonzentration in der Inhalationsbox).

### 4.2.2 Erhaltung der Narkose

Soll die Narkose länger über eine Nasenmaske aufrechterhalten werden (siehe Abbildung 1), wird die Isoflurandosis auf 2-3% reduziert und der Sauerstofffluss auf 600ml/min eingestellt (mit Atemfrequenz ca. 60-70/min und Abwesenheit von Zwischenzehenreflex). Der Anschluss wird vom Zufluss der Box auf die Nasenmaske umgelegt, wenn diese zum Einsatz kommen soll. Der korrekte Sitz der Nasenmaske wird geprüft. Das Tier wird dabei auf eine bereits angewärmte Wärmematte (37-38°C) platziert, um Hypothermie vorzubeugen. Applikation von Humigel Augensalbe, um das Austrocknen der Cornea zu vermeiden. Die Atmung des Tiers ist wie unter 4.2.1 beschrieben zu überwachen.

Nummer der vorliegenden Version: 01	Autoren: Maike Heimann, Philippe Bugnon
--	--



**Abbildung 1: Nasenmaske zur Erhaltung der Isoflurannarkose bei der Maus**

#### 4.2.3 Beenden der Narkose

Das Tier wird aus der Narkosebox genommen, bzw. die Nasenmaske abgezogen (und der Verdampfer abgestellt, damit kein weiteres Isofluran-Sauerstoffgemisch aus der Maske austritt). Die Zufuhr von Isofluran sowie von Sauerstoff wird unterbrochen, damit kein Anästhetikum in den Raum freigesetzt wird. Bei Bedarf wird das Tier mit einem Farbstift markiert. Das Tier wird entweder in eine leere Aufwachbox gesetzt (darin ein frisches Blatt Küchenrolle) oder auf die Arbeitsplatte gelegt und am Schwanz festgehalten, um die Aufwachphasen direkt beobachten zu können. Es ist dabei darauf zu achten, dass die Atemfrequenz wieder zunimmt und die Atmung regelmässig erfolgt. Atemstillstände sind auch noch während der Aufwachphase möglich. Vorgehen bei Atemstillstand siehe unter 4.2.4.

Sobald das Tier wieder normale Reaktionen auf seine Umgebung zeigt, wird es zu den anderen Tieren in seinen Käfig gesetzt.

#### 4.2.4 Probleme bei der Inhalationsnarkose

- Das Tier schläft nicht richtig ein oder die Narkosewirkung lässt nach → Überprüfung des Verschlusses der Inhalationsbox, der Verbindungen der Anschlüsse, des Füllungsgrads des Isofluranverdampfers bzw. der Sauerstoffflasche oder Sauerstoffkonzentrators und Sitz der Nasenmaske prüfen.
- Schnappatmung, arrhythmische Atmung oder zu flache Atmung stellen sich während Induktion oder Erhaltung ein → Isofluranflussrate umgehend reduzieren oder kurzzeitig abstellen (Sauerstofffluss laufen lassen)! Überprüfen, ob Absaugung funktioniert. Bei Bedarf kann das Tier kurz aus der Inhalationsbox genommen werden, um die Wirkung des Isoflurans abzumildern. Im Zweifel Tier aufwachen lassen unter Beobachtung und durch anderes ersetzen.
- Atemstillstand → Tier sofort vom Isofluran entfernen. Brustkorbmassage seitlich mit zwei Fingern (Frequenz 60/min); Tier dabei direkt an reine Sauerstoffzufuhr halten.

Alternativ kann man das Tier abwechselnd kopfüber und zurück schwenken (Bauchorgane drücken dabei auf Zwerchfell und komprimieren die Lunge, was durch Druck der Bauchorgane auf Zwerchfell/Lunge passiv zu Ausatmung führt; bei

**Standardarbeitsanweisung (SOP)****Anästhesie im LTK Modul 1**

SOP/Versions-Nr.: 03/01

Standort des Originals: Büro Maike Heimann,  
HCH E 16, Hochstrasse 60, 8092 Zürich

Seite 6 von 14

entgegengesetzter Bewegung ziehen die Bauchorgane das Zwerchfell nach caudal und die Lunge damit auseinander, was zu passiver Einatmung führt).

Sobald das Tier spontan atmet, mit Massnahme aufhören und das Tier beobachten, ob es weiterhin eigenständig atmet.

Nummer der vorliegenden  
Version: 01Autoren:  
Maike Heimann, Philippe Bugnon

<b>Standardarbeitsanweisung (SOP)</b>  Standort des Originals: Büro Maike Heimann, HCH E 16, Hochstrasse 60, 8092 Zürich	<b>Anästhesie im LTK Modul 1</b>  SOP/Versions-Nr.: 03/01  Seite 7 von 14
---	---

## 4.3 Durchführung der Injektionsnarkose

### 4.3.1 Vorbereitung des Materials

Die Injektionsnarkotika werden vorab in einem 15 ml Falcon Tube in gebrauchsfertiger Konzentration gemischt (1.5 ml Medetomidin 0.15 mg/kg, 4.0 ml Midazolam 2 mg/kg, 1.0 ml Fentanyl 0.005 mg/kg, 3.5 ml NaCl 0,9 %).

Die Antagonisierung der Injektionsnarkose beinhaltet 20.0 ml Flumazenil (0.2 mg/kg), 1.5 ml Atipamezol (0.75 mg/kg) und 5.5 ml NaCl (0.9 %) und wird in einem 50 ml Falcon Tube vorgemischt.

Bereithalten von Timer, Augensalbe, anatomische Pinzette, Pinsel, Thermometer, Gleitmittel, Wärmematte, leerer Käfig.

### 4.3.2 Einleitung und Erhaltung der Narkose

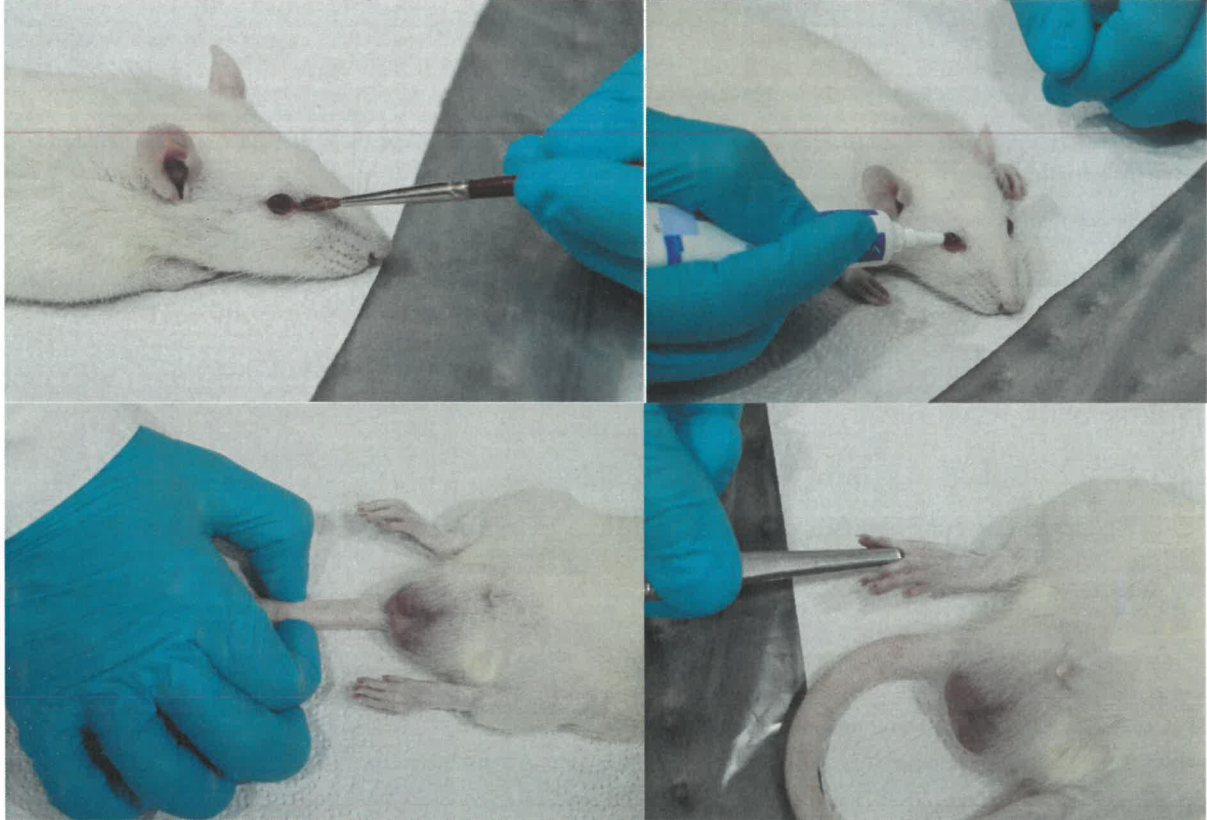
Die Applikation der Narkotika erfolgt gemäss SOP 04 Applikationen und wird hier nicht zusätzlich beschrieben.

Für die Injektionsnarkose werden grundsätzlich Tiere ohne deutliche Anzeichen von Stress bevorzugt (Beurteilung nach Verhalten, Porphyrinausscheidung, allgemeinem Befinden und Handling-Response). Es wird kein Tier zweimal im Laufe des Kurses für Injektionsnarkosen verwendet (Ohrmarkierung).

Das nach einem verkürztem klinischen Untersuchungsgang als gesund befundene Tier wird nach dem Wiegen mit 1 ml/kg der vorgemischten Injektionsnarkose mit Hilfe eines Fixiergriffes subkutan in die Nackenfalte appliziert. Die Einleitung findet in einem vorgewärmten (elektrische Wärmematte unter dem Käfigboden), leeren Typ III Käfig mit Gitterdeckel statt. Der Timer wird gestartet. Der Eintritt der Wirkung der Injektionsnarkose wird anhand folgender Parameter ermittelt:

- **Bewusstlosigkeit:** Ausfall des Stellreflexes durch Ankippen des Käfigs (ohne diesen zu öffnen), Lidreflex (Antippen des Augenlids mit einem Pinsel ohne Cornea zu berühren (siehe Abbildung 2), nach negativem Lidreflex wird Vitamin A Augensalbe zum Schutz der Hornhaut vor Austrocknung aufgetragen, Abbildung 2)
- **Muskelrelaxation:** Gangbeurteilung (Ataxiegrad), Abliegen in Sternallage, Fähigkeit den Kopf zu heben
- **Schmerzlosigkeit:** Zwischenzehenreflex (durch Kneifen mit einer Pinzette, dabei nicht die Zehen selber ergreifen), Schwanzkneifreflex (durch Kneifen mit den Fingern, siehe Abbildung 3 und 4)

Nummer der vorliegenden Version: 01	Autoren: Maike Heimann, Philippe Bugnon
--	--

**Abbildung 1 bis 4: Prüfung der Reflexe und Auftragen von Augensalbe**

Sobald die Wirkung der Injektionsnarkose bestätigt wurde, wird das Tier aus dem Käfig auf die Wärmematte in sternaler Lage oder Seitenlage mit ausgestreckter Zunge (verhindert das Verschlucken der Zunge) gelegt und es beginnt das kontinuierliche Protokollieren der Narkoseüberwachung (siehe unter 10). Es werden hierfür die Atemfrequenz in Atemzügen pro Minute und die rektale Körperkerntemperatur in °C mit einem Thermometer gemessen (siehe Abbildung 5). Für die Messung der rektalen Körpertemperatur ist Gleitmittel zu verwenden, um Reizungen des Rektums vorzubeugen. Falls notwendig ist vor Einschieben des Thermometers Kot aus dem Rektum zu entfernen (vorsichtiges Rausstreichen mit sanftem Druck).



**Abbildung 5: Messen der rektalen Körpertemperatur**

Innerhalb dieser Narkose bekommt das Tier zudem eine Ohrmarkierung (einseitig ein oder zwei Löcher in die Auricula) mit einer Ohrstanze. Dadurch kann ein Tier zuverlässig wiedererkannt und so sichergestellt werden, dass es während der gesamten Kurszeit nur einmal unter Injektionsnarkose anästhesiert wird.

Durchschnittlich kann diese Injektionsnarkose bis zu 1h 20min zuverlässig aufrechterhalten werden. Die Injektionsnarkose kann dann aufgehoben werden, wenn für das Tier mindestens ein Monitoring Zeitpunkt im Anästhesie Protokoll festgehalten wurde.

**4.3.3 Aufhebung der Narkosewirkung und Nachsorge**

Zur Aufhebung der Injektionsnarkose wird die vorgemischte Antagonisierung intraperitoneal in einer Dosierung von 3 ml/kg injiziert.

Nach der Injektion wird das Tier in einen leeren, auf halber Bodenfläche gewärmten (elektrische Wärmematte unter dem Käfigboden) Typ III Käfig mit Gitterdeckel ohne Küchenpapier darin gelegt. In Wasser eingeweichte Futterpellets auf dem Käfigboden und eine Wasserflasche im Käfigdeckel werden angeboten. Das Tier hat nun Zeit, sich von der Narkose und Antagonisierung zu erholen, bevor es in den Heimkäfig zurückgebracht wird.

Es werden nur Tiere zurück in den Heimkäfig gebracht, die

- Keine Ataxie mehr zeigen und einen sicheren Gang haben

- Sich selbst putzen können
- Keine Apathie zeigen (normale Reaktion auf einen Stimulus)
- Kein Pica-Verhalten zeigen
- Dem aufdringlichen Investigieren der Artgenossen selbstständig entgehen können.

Nach dem Zurücksetzen in den Heimkäfig werden die Tiere für 2-3 min beobachtet (z.B. um Pica-Verhalten auszuschliessen).

#### 4.3.4 Probleme bei der Injektionsnarkose

- Fehlapplikation der Injektionsnarkose; Tier schläft nicht ein oder Narkosewirkung lässt frühzeitig nach.

Bei einem gut nachvollziehbaren Fehlvolumen wird dieses sofort nachinjiziert. Falls ein Fehlvolumen nicht gut nachvollziehbar bestimmt werden kann, wird das Tier nach tierärztlicher Einschätzung entweder mit 1/3 der Initialdosis nachinjiziert oder – abhängig vom Wachheitszustand des Tieres – direkt die Nachsorgephase gegeben (und wenn noch nötig, später zusammen mit den übrigen Tieren antagonisiert). Sollte nach einer Nachapplikation trotzdem ein frühzeitiges Nachlassen der Narkose beobachtet werden (vor Aufnahme der ersten Monitoring-Parameter Messung im Narkoseprotokoll), wird das Tier nach tierärztlicher Einschätzung antagonisiert.

- Schnappatmung oder zu flache Atmung stellen sich ein --> Reiner Sauerstoff wird per Gesichtsmaske bereitgestellt. Kontinuierliche Überwachung. Sofort Antagonist applizieren.
- Atemstillstand → Tier sofort vom Isofluran entfernen. Brustkorbmassage seitlich mit zwei Fingern (Frequenz 60/min); Tier dabei direkt an reine Sauerstoffzufuhr halten.
- Alternativ kann man das Tier abwechselnd kopfüber und zurück schwenken (Bauchorgane drücken dabei auf Zwerchfell und komprimieren die Lunge, was durch Druck der Bauchorgane auf Zwerchfell/Lunge passiv zu Ausatmung führt; bei entgegengesetzter Bewegung ziehen die Bauchorgane das Zwerchfell nach caudal und die Lunge damit auseinander, was zu passiver Einatmung führt).

Sobald das Tier spontan atmet, mit Massnahme aufhören und das Tier beobachten, ob es weiterhin eigenständig atmet.

## 5. Revision der SOP

Die Revision bzw. Überprüfung der SOP erfolgt spätestens nach 3 Jahren nach Inkrafttreten.

## 6. Grund für die Änderung der letzten Version dieser SOP

Nicht gegeben- Erstversion.

<b>Standardarbeitsanweisung (SOP)</b>  Standort des Originals: Büro Maïke Heimann, HCH E 16, Hochstrasse 60, 8092 Zürich	<b>Anästhesie im LTK Modul 1</b>  SOP/Versions-Nr.: 03/01  Seite 11 von 14
---	--

## 7. Ablage dieser SOP

Abgelaufene Versionen werden in einem Ordner am Standort des gültigen Originals gelagert (Büro Maïke Heimann, HCH E 16, Hochstrasse 60, 8092 Zürich).

## 8. Abkürzungen

LTK Modul 1: Einführungskurs in die Labortierkunde für Versuchsdurchführende, die mit Nagern arbeiten

## 9. Definitionen

Kursverantwortliche: Mitarbeiter der ETH-LTK Kooperation für Aus- und Weiterbildung im Bereich Labortierkunde, der die jeweilige Leitung des Praktikums unter LTK Modul 1 innehat.

Tutoren: Führt praktische Übungen mit Kursteilnehmern durch, und überwacht die Durchführung derselben durch die Kursteilnehmer

Nummer der vorliegenden Version: 01	Autoren: Maïke Heimann, Philippe Bugnon
--	--

**Standardarbeitsanweisung (SOP)**

Standort des Originals: Büro Maike Heimann,  
HCH E 16, Hochstrasse 60, 8092 Zürich

**Anästhesie im LTK Modul 1**

SOP/Versions-Nr.: 03/01

Seite 12 von 14

## 10. Anhang

### Abbildung 2: Anästhesie Protokoll für Injektionsanästhesie (zweiseitig)

Nummer der vorliegenden  
Version: 01

Autoren:  
Maike Heimann, Philippe Bugnon

**Standardarbeitsanweisung (SOP)**

**Anästhesie im LTK Modul 1**

SOP/Versions-Nr.: 03/01

Standort des Originals: Büro Maike Heimann,  
HCH E 16, Hochstrasse 60, 8092 Zürich

Seite 13 von 14



Education in Laboratory  
Animal Science

**INJEKTIONSANESTÄSIE –  
HAUSAUFGABEN**

Name: .....

**ANÄSTHESIEVERLAUF**

Tier ID: ..... Gewicht: ..... g  
Gesundheitscheck • klinisch gesund • nicht gesund: .....

CHECKPOINT	METHODE	ZEIT [MIN]
Induktion	T0 Injektion Agonist	Injektionsvolumen ..... µl
	Muskelrelaxation	Leichtgradige/hochgradige Ataxie
		Kopf hochhalten
		Sternallage
Erhaltungsphase	T1 Bewusstseinsverlust	Stellreflex
		Korneal-/ Lidreflex
	Analgesie	Schwanzkneifreflex
		Zwischenzehenreflex
	T2 Beginn der chirurgischen Anästhesietiefe	
	M1 Überwachung	AF ..... /min T* .....
	M2 Überwachung	AF ..... /min T* .....
	M3 Überwachung	AF ..... /min T* .....
	M4 Überwachung	AF ..... /min T* .....
	M5 Überwachung	AF ..... /min T* .....
Erholungsphase	T3 Ende der chirurgischen Anästhesietiefe	
	T4 Injektion Antagonist	Injektionsvolumen ..... µl
	T5 Bewusstsein zurück	Stellreflex
	T6 Ende der überwachten Erholungsphase	

AF = Atemfrequenz; T\* Körperkerntemperatur

LTK 2021/ SEITE 1

Nummer der vorliegenden Version: 01	Autoren: Maike Heimann, Philippe Bugnon
--	--



**Standardarbeitsanweisung (SOP)****Anästhesie im LTK Modul 1**

SOP/Versions-Nr.: 03/01

Standort des Originals: Büro Maike Heimann,  
HCH E 16, Hochstrasse 60, 8092 Zürich

Seite 14 von 14

**ERHALTUNGSPHASE UND ÜBERWACHUNG**

PARAMETER	Normalwerte	Risiken bei Abweichung	Unterstützende Therapie
Respiration - Atemfrequenz - Muster - pCO <sub>2</sub> /pO <sub>2</sub>			
Körpertemperatur - Körperkerntemperatur			
Kardiovaskuläres System - Herzfrequenz - EKG - Blutdruck			
Anderes: - Blutglukose - Flüssigkeitsverluste			

**ERHOLUNGSPHASE**

ANTAGONIST	Dosierung	Effekte	Nebenwirkungen
Atipamezol	0.75mg/kg	Antagonisierung Medetomidin	Vasodilatation
Flumazenil	0.2mg/kg	Antagonisierung Midazolam	Kosten beachten
Kochsalzlösung	-	Flüssigkeitssubstitution	-
Applikation per kg Körpergewicht: 3ml			

**UNTERSTÜTZENDE THERAPIE**

Körpertemperatur	
Futter und Wasser	
Sozialkontakt	
Schmerzmittel	
Anderes	

LTK 2021/ SEITE 2

Nummer der vorliegenden  
Version: 01Autoren:  
Maike Heimann, Philippe Bugnon