



SVLFG

sicher & gesund aus einer Hand

**Bewertung der Inhalationsnarkose mit Isofluran zur
Kastration von Ferkeln aus Sicht der Arbeitssicherheit
und des Gesundheitsschutzes im Rahmen von zwei
Projekten**

Abschlussbericht der Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten
und Gartenbau (SVLFG)

Stand: 20.09.2019

Dr. Alexandra Riethmüller & Ulrike Ströker

Zusammenfassung

Die Isofluran-Messungen der Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau (SVLFG) erfolgten in jeweils sechs Betrieben mit konventioneller bzw. ökologischer Ferkelerzeugung. Diese Betriebe nahmen, neben weiteren Betrieben, an zwei vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) geförderten Projekten im Rahmen des Modell- und Demonstrationsvorhabens (MuD) "Tierschutz" zur Praxiserprobung verschiedener Betäubungsmethoden bei der Ferkelkastration teil.

Die Messungen während der Kastration auf den Betrieben mit konventioneller Ferkelerzeugung wurden in Zusammenarbeit mit der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen an Isofluran-Narkosegeräten von zwei Herstellern durchgeführt und beurteilt. Zudem wurden Messungen auf Betrieben mit ökologischer Ferkelerzeugung in Zusammenarbeit mit dem Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH) an sechs Narkosegeräten eines Herstellers durchgeführt und beurteilt. Die SVLFG untersuchte während des Kastrierens die Isofluran-Konzentration im Atembereich der beteiligten Personen (Arbeitsplatzmessungen bei Tierärzten, bei Personen, die kastrierten, und bei denen, die die Ferkel zum Gerät und zurück zur Bucht transportierten) sowie an den Narkosegeräten und in der Stallluft. Da für Isofluran in Deutschland kein wissenschaftlicher MAK-Wert und kein Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) vorliegen, wurde für die Untersuchung der niedrigste internationale Grenzwert zur Beurteilung der Arbeitsplatzmessungen herangezogen. Dadurch wurde das höchstmögliche Schutzniveau veranschlagt. Der Grenzwert liegt bei 15 mg/m^3 und gilt in Kanada (Provinz Ontario) und Israel. In der Schweiz, wo die Ferkelkastration mit Isofluran bereits zugelassen und angewendet wird, liegt er bei 77 mg/m^3 . Die Isoflurankonzentration in der SVLFG-Untersuchung an der Person auf den konventionellen Ferkelerzeugungsbetrieben lag in 11 von 33 Messungen oberhalb des Grenzwertes von 15 mg/m^3 . Bei den Arbeitsplatzmessungen an den Personen auf den Betrieben mit ökologischer Ferkelerzeugung wurde dieser Grenzwert bei keiner der Messungen überschritten. Die Lüftungsverhältnisse am Aufstellungsort der Narkosegeräte sind stets einzelfallbezogen vorab zu überprüfen. Unabhängig davon muss bei den Geräten nachgebessert werden, da stationäre Messungen an Bauteilen der Narkosegeräte auf Leckagen hinweisen. Alles in allem können die hier vorliegenden Ergebnisse noch nicht zufriedenstellen. Die Defizite beim Anwenderschutz erfordern aus Sicht der SVLFG unbedingt weitere Forschungen, Untersuchungen und Weiterentwicklungen, wenn das Verfahren demnächst womöglich in vielen Ferkelerzeugerbetrieben angewendet wird.

Hintergrund und Problembeschreibung

Die zweijährige Fristverlängerung, welche die betäubungslose Kastration männlicher Ferkel weiterhin erlaubt, wird zum 31.12.2020 auslaufen. Die Inhalationsnarkose mit Isofluran ist nach Ansicht der Selbstverwaltung der SVLFG in dieser Übergangszeit aus Sicht der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes zu bewerten. Die Durchführung von Messungen wird vom Ehrenamt der SVLFG unterstützt. Auch aus Sicht einiger bei der SVLFG versicherten Unternehmen besteht Handlungsbedarf, eventuelle Gefährdungen bei der Anwendung dieser Methode zu ermitteln.

Im Rahmen des Modell- und Demonstrationsvorhabens (MuD) "Tierschutz" werden zwei Projekte durchgeführt, bei denen die SVLFG Messungen an Narkosegeräten auf Anfrage der Projektkoordinatoren, der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen und des Landesbetriebes Landwirtschaft Hessen (LLH) durchführt und beurteilt.

1. Im Rahmen des Projektes "Praxiserprobungen der chirurgischen Kastration von Ferkeln unter Betäubung mittels Procain, Isofluran und Ketamin/Azaperon und postoperativer Schmerzausschaltung" – PraxiKaPIK/A - führt die SVLFG Messungen in sechs Unternehmen mit konventioneller Ferkelerzeugung unter Einsatz zweier Narkosegeräte unterschiedlicher Hersteller (Gerät des Herstellers 1 und Gerät des Herstellers 2) durch.
2. Im Rahmen des Projektes "Praxisgerechte Ferkelkastration unter Betäubung und postoperativer Schmerzausschaltung in der ökologischen Ferkelerzeugung" führt die SVLFG Messungen in sechs Unternehmen mit ökologischer Ferkelerzeugung unter Einsatz von sechs Narkosegeräten (fünf Geräte mit Abluftfilter, ein Gerät mit Abluftschlauch) des Herstellers 2 durch.

Die vorliegende Beurteilung der Exposition gegenüber Isofluran in der Atemluft nach Technischer Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 402 "Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition" der an der Kastration beteiligten Personen kann den Unternehmer in der Gefährdungsbeurteilung nach dem Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG), der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) und VSG 4.5 "Gefahrstoffe" § 3 Nr. 1 im Rahmen der Projekte unterstützen. Grundsätzlich werden Messungen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung jedoch nicht von Messtechnischen Diensten der Unfallversicherungsträger durchgeführt. Ein Verzeichnis von akkreditierten Messstellen, die Messungen für Gefahrstoffe anbieten, kann unter dem Internetauftritt der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung – DGUV: Messstellen für Gefahrstoffe, Liste der Messstellen (<http://www.dguv.de> Webcode: d4706), aufgerufen werden. Eine Bewertung der auf den Betrieben verwendeten Geräte durch die SVLFG erfolgt nicht.

Stand der Forschung

Isoflurannarkosen sind generell gut steuerbar und die Einleitungs- und Aufwachphase ist auch bei Tieren kurz (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit – BVL – 2016).

Die Isofluran-Narkose wird in Deutschland z. B. im Biobereich durchgeführt, und gemäß Praxisversuchen konventioneller Ferkelerzeugerbetriebe ist diese Methode grundsätzlich praktikabel (Deutscher Bundestag Drucksache 18/10689, 2016, modifiziert).

In der Schweiz, wo die Betäubung von Ferkeln bei der Kastration seit 2009 vorgeschrieben ist, wird Isofluran regulär eingesetzt (BVL 2016).

Die Methode wird vermutlich u. a. wegen mangelnder Passgenauigkeit der Atemmasken für die Ferkel, die zu unkontrollierter Freisetzung von Narkosegas in die Umgebung führen kann, in der wissenschaftlichen Literatur häufig noch als suboptimal bewertet (BVL 2016).

Eigene Vorarbeiten

Die SVLFG hat in 2017 bereits Erfahrungen mit Isofluran-Messungen auf einigen Ferkelerzeugungsbetrieben gesammelt. Die Ergebnisse sind nicht veröffentlicht.

Die hier durchgeführten Isofluran-Messungen und dabei erzielten Messwerte unter Stallbedingungen sind vergleichbar mit Isofluran-Messprojekten in Ställen, in denen das Standardverfahren nach dem Institut für Arbeitsschutz (IFA) der DGUV zu Grunde gelegt wurde.

Über diese Messungen der SVLFG hinaus sind, nach dem Kenntnisstand der SVLFG, in Ställen jedoch keine weiteren Messungen nach dem IFA-Standardverfahren durchgeführt worden.

Gefahrstoff Isofluran

Nach GESTIS-Stoffdatenblatt "Isofluran" der GESTIS-Stoffdatenbank (Gefahrstoffinformationssystem der DGUV) ist Isofluran farblos, flüssig, leicht flüchtig und nicht brennbar. Von dem Stoff gehen akute oder chronische Gesundheitsgefahren aus (GESTIS-Stoffdatenblatt).

EU-GHS-Einstufung und Kennzeichnung von Isofluran

Die Gefahrenpiktogramme, Signalwörter, Gefahrenhinweise (H-Sätze) und Sicherheitshinweise (P-Sätze) werden laut Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 zusammen auf dem Kennzeichnungsetikett angeordnet.

Einstufung Isofluran

Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H336

Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 2; H373

Signalwort: "Achtung"

Die Spezifische Zielorgan-Toxizität (STOT) bezeichnet alle eindeutigen Auswirkungen auf die Gesundheit, die Körperfunktionen beeinträchtigen können (Verordnung (EG) Nr. 1272/2008, Anhang 1, 3.8.1.1. und 3.9.1.1.).

Signalwort "Achtung"

Das Signalwort ist ein Wort, das das Ausmaß der Gefahr angibt. Nach Anhang 1 der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 ist "Achtung" das Signalwort für die weniger schwerwiegenden Gefahrenkategorien.

Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H336

Kategorie 3: Reversible Wirkungen auf Zielorgane

Unter diese Kategorie fallen nur narkotisierende Wirkungen und Atemwegsreizungen. Hier handelt es sich um Wirkungen, die die menschlichen Körperfunktionen nach der Exposition vorübergehend beeinträchtigen und von denen sich der Mensch in einem angemessenen Zeitraum erholt, ohne dass eine nennenswerte strukturelle oder funktionelle Beeinträchtigung zurückbleibt (Anhang 1 der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008, modifiziert).

H336: Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.

Die Kennzeichnung erfolgt durch das Piktogramm "Ausrufezeichen":



Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 2; H373

Kategorie 2: Stoffe, von denen auf der Grundlage von Befunden aus tierexperimentellen Studien angenommen werden kann, dass sie sich bei wiederholter Exposition schädlich auf die menschliche Gesundheit auswirken können. So werden Stoffe auf Grundlage tierexperimenteller Studien eingestuft, bei denen es zu eindeutigen toxischen Wirkungen mit Relevanz für die menschliche Gesundheit bei allgemein moderaten Expositionskonzentrationen kam (Anhang 1 der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008, modifiziert).

H373: Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition. Betroffene Organe: Herz-Kreislauf-System, Zentrales Nervensystem, Expositionsweg: inhalativ

Die Kennzeichnung erfolgt durch das Piktogramm "Gesundheitsgefahr":



Sicherheitshinweise – P-Sätze: P304+P340+P312:

P304: BEI EINATMEN

P340: Die Person an die frische Luft bringen und für ungehinderte Atmung sorgen.

P312: Bei Unwohlsein GIFTINFORMATIONSZENTRUM/Arzt/... anrufen.

Weitere Informationen z. B. zum sicheren Umgang, enthält das Stoffdatenblatt "Isofluran" in GESTIS.

Wirkungsweise von Isofluran auf den Menschen

- Eine toxische Wirkung auf die Leber ist, auch bei wiederholter Exposition gegenüber narkotischen Konzentrationen - wenn überhaupt - nur sehr gering ausgeprägt.
- Die verfügbare Datenlage zur möglichen Beeinträchtigung der Gesundheit bei chronischer Exposition gegenüber subnarkotischen Isofluran-Konzentrationen ist spärlich.
- Bei längerfristiger Exposition gegenüber einer Konzentration von 10 ppm (DGUV, Liste internationaler Grenzwerte LIG) ist nicht mit einer Gefährdung der Gesundheit zu rechnen.
- Zur Reproduktionstoxizität sind keine ausreichenden Angaben verfügbar; ein besonders hohes reproduktionstoxisches Potential zeichnet sich nicht ab.
- Es liegen keine Hinweise auf ein gentoxisches Potential von Isofluran vor.
- Zur Kanzerogenität sind keine ausreichenden Angaben vorhanden.

Quelle: GESTIS-Stoffdatenblatt "Isofluran" – Chronische Toxizität, Reproduktionstoxizität, Mutagenität und Kanzerogenität (Stand 1997) für Expositionen am Arbeitsplatz

Material und Methoden

Messungen im MGU

Die Messungen erfolgten im Rahmen des Messsystems Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (MGU) auf Basis des § 19 Sozialgesetzbuch (SGB) Siebtes Buch (VII) – Gesetzliche Unfallversicherung – [SGB VII] und nach den Kriterien der TRGS 402 für Arbeitsplatzmessungen. Im MGU arbeiten die Unfallversicherungsträger mit dem IFA der DGUV seit vielen Jahren qualitätsgesichert zusammen.

Probenahme und Analytik nach Standardverfahren des IFA

Die Probenahme und die Analytik erfolgten nach dem Standardverfahren des IFA: Durch ein Aktivkohleröhrchen wird mittels einer geeigneten Pumpe (Luftsammelpumpe) mit einem Volumenstrom von 0,333 l/min ein definiertes Luftvolumen gesaugt (aktive Probenahme). Das in der Luft enthaltene Isofluran wird auf der Aktivkohle (Probenträger) adsorbiert. Die Bestimmung des Gehalts an Isofluran erfolgt nach Versand der Probenahmeröhrchen im Labor des IFA. Zur analytischen Bestimmung wird die Aktivkohle 16 Stunden mit Toluol extrahiert und anschließend mittels Gaschromatographie (Analysesystem) und Flammenionisationsdetektor (Detektion) – GC-FID untersucht.

Gaschromatographische Arbeitsbedingungen nach Breuer & Ngazi 2004: IFA-Arbeitsmappe 7673 "Isofluran":

Gerät:	Perkin Elmer Autosystem XL
Säulen:	30 m Rtx-5, 5 % Phenylmethylsiloxan, Filmdicke 5 µm, Innendurchmesser 0,53 mm
Detektor:	Flammenionisationsdetektor – FID
Injektionsvolumen:	3 µL
Temperaturen:	Ofen: 50° C, 5 min; Heizrate 10° C/min auf 150° C; 150° C, 5 min
Injektor:	150° C
Detektor:	220° C

Die quantitative Auswertung erfolgt mit der Methode des internen Standards.

Arbeitsplatzmessungen und stationäre Messungen

Einige Pumpen wurden an den beteiligten Personen in Atemhöhe (personengetragen) befestigt, um zu ermitteln, welcher Isoflurankonzentration die Anwender während der Kastration ausgesetzt waren. Diese Arbeitsplatzmessungen waren aussagekräftig zur Beurteilung der Exposition gegenüber Isofluran.

Weitere Pumpen wurden zugleich stationär an Bauteilen und im Stall aufgestellt. Die stationären Probenahmen dienten der Ermittlung von Leckagen an den Narkosegeräten sowie der Ermittlung der Grundlast an Isofluran im Abferkelabteil auf der Buchtenabtrennung.

Die Messungen waren repräsentativ für den dort praxisüblichen Kastrationsablauf im Projekt: Die Expositionszeiten betragen zirka 90 bis 180 Minuten (Betriebe mit konventioneller Erzeugung von Ferkeln) bzw. 60 bis 120 Minuten (Betriebe mit ökologischer Erzeugung von Ferkeln). Dies entsprach der üblichen betrieblichen Situation, dem Normalzustand.

Die Probenahmedauer pro Aktivkohleröhrchen betrug maximal zwei Stunden (120 Minuten) wobei Probenahmedauern ab 15 Minuten bis 120 Minuten valide sind. Bei einer Messung von 120 Minuten ist nach TRGS 402 ein Schichtbezug grundsätzlich möglich; bei Expositionszeiten unter 120 Minuten ist auch eine geringere Probenahmedauer ausreichend.

In einem Unternehmen mit konventioneller Erzeugung von Ferkeln betrug die Probenahmedauer zwei Stunden und die Expositionsdauer war drei Stunden. Bei den restlichen Proben (Betriebe in Kooperation mit den Projektleitungen Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen und LLH) war die Probenahmedauer gleich der Expositionsdauer. Somit wurde in 10 von 11 Fällen die komplette Expositionszeit beprobt (Betriebe mit konventioneller Erzeugung von Ferkeln) bzw. in sechs von sechs Fällen (Betriebe mit ökologischer Erzeugung von Ferkeln). Entspricht die Probenahmedauer der Expositionsdauer, ist dies optimal für die Beurteilung der Isofluran-Messungen.

Die Messungen der SVLFG für die Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen wurden von Oktober 2018 bis März 2019 durchgeführt. Die Messungen für den LLH fanden von April 2019 bis Juni 2019 statt.

Erhebung und Dokumentation von Expositionsdaten im MGU

Im MGU werden begleitend zur Probenahme die Betriebs-, Expositions-, Probenahme- und Messdaten mit der OMEGA-Software-Gefahrstoffe nach einheitlichen Vorgaben erhoben. Hierzu gehören Angaben zum Betrieb, zur Branchenzugehörigkeit, zum Arbeitsbereich und zu den Tätigkeiten, zum Produktionsverfahren und zu den Einsatzmaterialien, ferner Lüftungstechnische Angaben, die Expositions- und Probenahmebedingungen sowie die Messwerte, die vom Prüflabor erfasst werden. Genutzt werden die Daten für die Analysen- und Messberichterstattung und für die Dokumentation in der IFA-Expositionsdatenbank MEGA. Hierüber sind zu gegebenem Zeitpunkt statistische Auswertungen möglich.

Messpunkte bei Messungen am Gerät 1

Probe Nr.	Messpunkt	personengetragen/ stationär
1	Person, die kastriert	personengetragen
2	Person, die Ferkel holt und wegbringt	personengetragen
3	Tierarzt	personengetragen
4	am Gerät, Narkosemaske rechts	stationär
5	am Gerät, Narkosemaske Mitte rechts	stationär
6	am Gerät, Narkosemaske Mitte links	stationär
7	am Gerät, Narkosemaske links	stationär
8	am Gerät, in der Box des Verdampfers	stationär
9	im Abferkelabteil auf der Buchtenabtrennung	stationär

Fotodokumentation zu den Messpunkten an Gerät 1 (Abbildungen 1 bis 5)



Abb. 1:
Messpunkte der Probe Nr. 1 (Person, die kastriert) und Probe Nr. 3 (Tierarzt)



Abb. 2:
Messpunkte der Probe Nr. 2 (Person, die Ferkel holt und wegbringt) und Probe Nr. 9 (im Abferkelstall auf der Buchtenabtrennung)



Abb. 3:
Messpunkte der Proben Nr. 4, 5, 6 und 7 (an den Narkosemasken)



Abb. 4:
Messpunkt der Probe Nr. 8 (in der Box des Verdampfers)



Abb. 5:
Messpunkt der Probe Nr. 9 (im Abferkelstall auf der Buchtenabtrennung)

Messpunkte bei Messungen am Gerät 2

Probe Nr.	Messpunkt	personengetragen/ stationär
1	Person, die kastriert	personengetragen
2	Person, die Ferkel holt und wegbringt	personengetragen
3	Tierarzt	personengetragen
4	am Gerät, Narkosemaske rechts	stationär
5	am Gerät, Narkosemaske Mitte	stationär
6	am Gerät, Narkosemaske links	stationär
7	am Gerät, am Verdampfer	stationär
8	am Gerät, am Abluftfilter	stationär
9	im Abferkelabteil auf der Buchtenabtrennung	stationär

Fotodokumentation zu den Messpunkten an Gerät 2 (Abbildungen 6 bis 12)



Abb. 6:
Messpunkte der Probe Nr. 1 (Person, die kastriert) und Probe Nr. 3 (Tierarzt)



Abb. 7:
Messpunkte der Probe Nr. 2 (Person, die Ferkel holt und wegbringt) und Probe Nr. 9 (im Abferkelstall auf der Buchtenabtrennung)

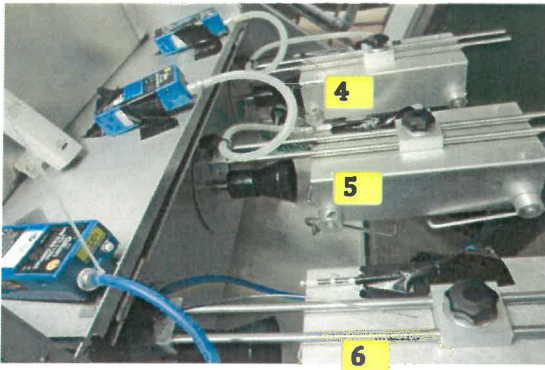


Abb. 8:
Messpunkte der Proben Nr. 4, 5 und 6 (an den Narkosemasken)

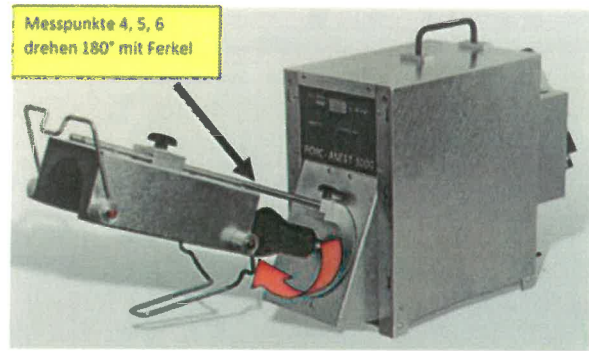


Abb. 9:
Messpunkte der Proben Nr. 4, 5 und 6 (Proben-träger drehen mit)



Abb. 10:
Messpunkt der Probe Nr. 7 (am Gerät, am Verdampfer)



Abb. 11:
Messpunkt der Probe Nr. 8 (am Gerät, am Ab-luftfilter)



Abb. 12:
Messpunkt der Probe Nr. 9 (im Abferkelstall auf der Buchtenabtrennung)

Einsatz eines Fragebogens zur Arbeitssicherheit und zum Gesundheitsschutz

Während der Messungen wurden je Betrieb Fragen zu Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz anhand eines Fragebogens erhoben.

Beurteilung der Exposition gegenüber Isofluran in der Atemluft

Die Messergebnisse und deren Bewertung basieren auf der am Tag der Messung vorgefundenen Betriebssituation. Demzufolge beziehen sie sich insbesondere auf die verwendeten Einsatzmaterialien, auf den betrieblichen Arbeitsablauf sowie die Lüftungstechnischen und klimatischen Verhältnisse zur Zeit der Probenahme. Es handelt sich jeweils um betriebsspezifische Einzelfallbetrachtungen am Tag der Messung. Aus Datenschutzgründen sind die beteiligten Betriebe und Isofluran-Narkosegeräte numerisch in den Ergebnistabellen 1 bis 5 dargestellt.

Tabelle 1: Ergebnisse der Messungen an der Person (Arbeitsplatzmessungen) beim Einsatz von zwei Geräten auf sechs Unternehmen mit konventioneller Ferkelerzeugung (Projekt Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen)

Gerät/Betrieb	Messungen an der Person		
	Kastrateur (mg/m ³)	Transporteur (mg/m ³)	Tierarzt (mg/m ³)
1_1	8,6	12	19
1_2	34	33	56
1_3	23	26	33
1_4	Messung ausgefallen		
1_5	21	47	38
1_6	12,2	6,4	23,6
2_1	5,1	< 4	4
2_2	< 4,9	7	8,1
2_3	< 6,8	< 6,8	< 6,6
2_4	< 4	< 4	< 4
2_5	< 5,3	8,5	5,3
2_6	< 4,4	< 5,6	< 4,4

Legende	
<	Messwerte mit "<"-Vorzeichen kennzeichnen Werte unterhalb der Bestimmungsgrenzen.
	Wert < oder = 15 mg/m ³
	Wert zwischen > 15 mg/m ³ und 77 mg/m ³

Arbeitsplatzmessungen beim Einsatz von Gerät 1

Bei elf von 15 Messungen in fünf Unternehmen (in einem Unternehmen ist die Messung wegen eines Gerätedefekts ausgefallen) an der Person lag die Gaskonzentration in der Atemluft **über** dem niedrigsten international vorhandenen Grenzwert für Isofluran von 15 mg/m³.

Arbeitsplatzmessungen beim Einsatz von Gerät 2

Bei 18 von 18 Messungen in sechs Unternehmen an der Person lag die Gaskonzentration in der Atemluft **unter** dem niedrigsten international vorhandenen Grenzwert für Isofluran von 15 mg/m³.

Tabelle 2: Ergebnisse der Messungen an der Person (Arbeitsplatzmessungen) beim Einsatz von sechs Geräten eines Herstellers in sechs Unternehmen mit ökologischer Ferkelerzeugung (Projekt LLH)

Betrieb	Messungen an der Person		
	Person am Narkosegerät (mg/m ³)	Person, die Ferkel holt und wegbringt (mg/m ³)	Tierarzt (mg/m ³)
1	< 4,4	< 4,5	< 4,3
2	< 4,6	< 4	< 4
3	< 4,4 (Person transportiert auch Ferkel)	< 4,4	< 4,4
4	< 6,9 (Person transportiert auch Ferkel)	< 6,9	< 6,9
5	< 4	< 4	< 4
6	< 9	< 9	< 9,2

Legende	
<	Messwerte mit "<"-Vorzeichen kennzeichnen Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze
	Wert < oder = 15 mg/m ³

Schutzziele sind identisch

Die Verfahrensweise zur Kastration männlicher Saugferkel mit Isofluran ist in allen Ferkelerzeugungsbetrieben vergleichbar. Die Beratung der bei der SVLFG versicherten Unternehmen zu Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz erfolgt unabhängig von der Ausrichtung des Betriebes. Die Schutzziele sind dieselben.

Lüftungsverhältnisse vorab prüfen

Um Korrelationen zwischen Messergebnissen und der Lüftungssituation festzumachen, sind statistische Auswertungen von entsprechend großen Datensätzen notwendig. Die durchgeführten Messungen reichen hierfür nicht aus.

Nach Suva (Schweizerischer Unfallversicherung) 2009, modifiziert: "Während der Vorbereitung und des Betriebs der Anästhesiegeräte ist für eine ausreichende natürliche oder künstliche Lüftung des Raumes zu sorgen. Die natürliche Lüftung ist dann ausreichend, wenn im Raum eine Querlüftung hergestellt werden kann. Kann keine ausreichende natürliche Lüftung gewährleistet werden, ist eine künstliche Lüftung mit einem drei- bis fünf-fachen Luftwechsel pro Stunde einzurichten. In Unterflur-Räumen ist zwingend eine künstliche Lüftung einzurichten."

Isofluran als Gas (Dichte $1,45 \text{ g/cm}^3$) ist schwerer als Luft (Dichte ca. $0,00129 \text{ g/cm}^3$), damit muss die Absaugung bodennah erfolgen.

Beurteilung von Arbeitsplatzmessungen ohne Grenzwert für Deutschland

Nach TRGS 900 "Arbeitsplatzgrenzwerte" erfolgt die Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen nach der TRGS 402. Eine Arbeitsplatzmessung ist die messtechnische Ermittlung der inhalativen Exposition der Beschäftigten (TRGS 402).

Nach der GefStoffV ist der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) der Grenzwert für die zeitlich gewichtete durchschnittliche Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz in Bezug auf einen gegebenen Referenzzeitraum. Er gibt an, bei welcher Konzentration eines Stoffes akute oder chronische schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit im Allgemeinen nicht zu erwarten sind (§ 2 Absatz 8 GefStoffV).

AGW sind Schichtmittelwerte bei in der Regel täglich achtstündiger Exposition an fünf Tagen pro Woche während der Lebensarbeitszeit (TRGS 900). Liegt ein AGW für einen bestimmten Stoff vor, ist die Beurteilung der Arbeitsplatzmessungen danach möglich. In

Deutschland wurde bislang kein AGW für Isofluran bekanntgegeben. Ein rechtsverbindlicher AGW für Deutschland ist abzuwarten.

Es gehört zu den Aufgaben des Arbeitgebers, bei der Gefährdungsbeurteilung die vorkommenden gefährlichen Stoffe zu ermitteln (siehe Nummer 4.3 der TRGS 402). Diese ergeben sich insbesondere aus Einsatzstoffen und frei werdenden Reaktionsprodukten. Sofern für einen Gefahrstoff kein verbindlicher AGW vorliegt, kann nach TRGS 400 "Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen" und TRGS 402 ein anderer Beurteilungsmaßstab wie z. B. der MAK-Wert (MAK – maximale Arbeitsplatzkonzentration), ein wissenschaftlicher Wert aus der MAK- und BAT-Werte-Liste der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG 2019) oder ein internationaler Grenzwert gemäß der Liste internationaler Grenzwerte (LIG) der DGUV für die Beurteilung herangezogen werden. Diese Empfehlung wird im MGU umgesetzt und ist ein Vorschlag zur Beurteilung der Exposition. Ein internationaler Grenzwert gemäß der Liste internationaler Grenzwerte (LIG) wird gegenüber der MAK- und BAT-Werte-Liste der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG 2019) nachrangig behandelt. Für Isofluran liegt kein MAK-Wert (DFG 2019) vor: Die Kommission hat Stoffe überprüft, für die weder aus Erfahrungen am Menschen noch aus Tierversuchen hinreichende Informationen für die Aufstellung von MAK-Werten vorliegen; Isofluran gehört zu diesen Stoffen, für die derzeit kein MAK-Wert aufgestellt werden kann.

Rolle internationaler Grenzwerte für Isofluran

Da in Deutschland bislang kein AGW und derzeit auch kein MAK-Wert für Isofluran vorliegen, wurde zur Beurteilung der Messwerte aus der Liste Internationaler Grenzwerte (LIG) der niedrigste aufgeführte Wert verwendet. Dies entspricht der Vorgehensweise bzw. der Empfehlung des IFA. Weitere Informationen enthält Anhang 1 des Analyseberichts (Quelle: beispielsweise IFA der DGUV: Analysenbericht 2017 512 vom 16.03.2017 und die GESTIS-Stoffdatenbank des IFA).

Laut Liste internationaler Grenzwerte LIG der DGUV sind neben Kanada (Provinz Ontario) auch für Israel 15 mg/m³ als Grenzwert im Rahmen der beruflichen Exposition über acht Stunden genannt.

Tabelle 3: Liste internationaler Grenzwerte LIG der DGUV

GESTIS Internationale Grenzwerte		
Substanz	Isofluran	
CAS-Nr.	26675-46-7	
	Grenzwert über acht Stunden	
	ppm	mg/m ³
Österreich	10	80
Kanada - Ontario	2	15
Finnland	10	77
Irland	50	380
Israel	2	15
Polen		32
Spanien	50	383
Schweden	10	80
Schweiz	10	77
Großbritannien	50	383

Grenzwert für Isofluran in Kanada (Provinz Ontario)

Da Ableitungskriterien, Schutzniveau und rechtliche Relevanz von Grenzwerten der einzelnen nationalen Expertengremien und Behörden nicht einheitlich sind, sollten die Erläuterungen der Original-Grenzwertlisten als Primärquelle herangezogen werden. Eine Literaturrecherche für den Grenzwert aus Kanada (Provinz Ontario) des TWA ergab: "TWA" or "time-weighted average limit" means the time-weighted average airborne concentration of a biological or chemical agent to which a worker may be exposed in a work day or work week. ("LMPT", "limite moyenne pondérée dans le temps", Quelle: R.R.O. 1990, Regulation 833).

Interpretation der Isofluran-Messwerte an der Person nach LIG

Eine Vorgehensweise nach Liste internationaler Grenzwerte LIG der DGUV ist sinnvoll, da für Isofluran bisher noch kein AGW als rechtsverbindlicher Wert vorhanden ist und derzeit auch kein wissenschaftlicher MAK-Wert vorliegt. So wird das höchstmögliche Schutzniveau bei der Beratung vor Ort veranschlagt. Dies sollte den beteiligten Betrieben und in Veröffentlichungen entsprechend vermittelt werden.

Bei den Arbeitsplatzmessungen nach SGB VII konnte zum Teil Isofluran in der Atemluft nachgewiesen werden.

- Für Isofluran ist kein AGW (Arbeitsplatzgrenzwert, rechtsverbindlicher Wert) vorhanden.
- Vom IFA der DGUV wird der niedrigste international vorhandene Grenzwert zur Interpretation von Isofluran-Messwerten gemäß LIG (Liste internationaler Grenzwerte) empfohlen. Dieser ist nicht rechtsverbindlich.
- Beim Vergleich der Messwerte mit 15 mg/m³ (Werte aus Kanada, Provinz Ontario, und Israel) wurde das höchstmögliche Schutzniveau veranschlagt.

Grenzwert für Isofluran in der Schweiz

In der Schweiz wird ein Grenzwert für Isofluran von 77 mg/m³ zugrunde gelegt. Bei diesem Grenzwert handelt es sich um einen maximalen Arbeitsplatzkonzentrationswert. Der maximale Arbeitsplatzkonzentrationswert (MAK-Wert) gilt über acht Stunden täglich bis zu 42 Stunden pro Woche. Bei Einhaltung ist aus wissenschaftlicher Sicht auch über längere Perioden bei der überwiegenden Zahl der gesunden, am Arbeitsplatz Beschäftigten die Gesundheit nicht gefährdet (Schweizerische Unfallversicherung Suva 2015, modifiziert). Die Messungen in der Schweiz (Grenzwert 77 mg/m³) konnten zeigen, dass unter der Voraussetzung, dass Schutzmaßnahmen eingehalten werden, der Grenzwert für Isofluran eingehalten werden kann (Suva 2009, Kupper & Spring 2008).

Bei den Messungen war die Konzentration von Isofluran in der Luft bei zwei von den 19 zufällig ausgewählten Betrieben zu hoch (Enz et al. 2013).

Ergebnisse und Beurteilung stationärer Messungen

Tabelle 4: Ergebnisse der stationären Messungen beim Einsatz von zwei Geräten in sechs Unternehmen mit konventioneller Ferkelerzeugung (Projekt Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen)

Gerät/Betrieb	Narkosemaske rechts (mg/m ³)	Narkosemaske Mitte rechts (mg/m ³)	Narkosemaske Mitte (mg/m ³)	Narkosemaske Mitte links (mg/m ³)	Narkosemaske links (mg/m ³)	In der Box des Verdampfers (mg/m ³)	am Verdampfer ohne Box (mg/m ³)	Narkosegerät am Filter der Abluft	im Abferkelabteil auf der Buchtenabtrennung (mg/m ³)
1_1	28	37	„nicht vorhanden“	33	keine Messung	> 4.100	„nicht vorhanden“	„nicht vorhanden“	14
1_2	130	180	„nicht vorhanden“	110	80	> 15.000	„nicht vorhanden“	„nicht vorhanden“	41
1_3	52	32	„nicht vorhanden“	58	> 17.000	8	„nicht vorhanden“	„nicht vorhanden“	59
1_4	Messung ausgefallen								
1_5	45	52	„nicht vorhanden“	56	43	> 72.000	„nicht vorhanden“	„nicht vorhanden“	11
1_6	229	179	„nicht vorhanden“	97,1	62,5	14.605	„nicht vorhanden“	„nicht vorhanden“	6,5
2_1	> 350	„nicht vorhanden“	> 270	„nicht vorhanden“	> 130	„nicht vorhanden“	< 4	< 4	5,4
2_2	110	„nicht vorhanden“	61	„nicht vorhanden“	> 230	„nicht vorhanden“	14	6,4	9,7
2_3	44	„nicht vorhanden“	24	„nicht vorhanden“	26	„nicht vorhanden“	36	< 6,8	< 9,4
2_4	18	„nicht vorhanden“	33	„nicht vorhanden“	16	„nicht vorhanden“	5,2	< 4	< 4
2_5	181	„nicht vorhanden“	51,1	„nicht vorhanden“	16,5	„nicht vorhanden“	14,5	8,9	< 4,9
2_6	31	„nicht vorhanden“	52	„nicht vorhanden“	6,4	„nicht vorhanden“	< 4,4	< 4,4	< 4,4

Legende	
> bzw. <	Messwerte mit ">" bzw. "<"-Vorzeichen kennzeichnen Werte außerhalb der Bestimmungsgrenzen.
	Wert < oder = 15 mg/m ³
	Wert zwischen > 15 mg/m ³ und 77 mg/m ³
	Wert ab 77 mg/m ³
„nicht vorhanden“	Konstruktionsbedingt war eine Messung nicht möglich.

Beurteilung der Ergebnisse der stationären Messungen beim Einsatz von zwei Geräten auf sechs Unternehmen mit konventioneller Ferkelerzeugung

Stationäre Messungen an Bauteilen (z. B. Narkosemasken in der Box des Verdampfers bzw. am Verdampfer ohne Box bzw. im Abferkelabteil auf der Buchtenabtrennung) wiesen zum Teil Isofluran-Konzentrationen über 15 mg/m³ auf. An den Narkosegeräten ist eine unbeabsichtigte Stofffreisetzung durch Leckagen gegeben. Beispielsweise wurde in der Einhausung des Verdampfers bei Gerät 1 eine Konzentration oberhalb des validierten Messbereichs von 72.000 mg/m³ gemessen. In dieser Box des Verdampfers wurde auch der Füllschlauch für die Befüllung des Verdampfers mit Isofluran nach der Benutzung gelagert.

Tabelle 5: Ergebnisse der stationären Messungen beim Einsatz von einem Gerät in sechs Unternehmen mit ökologischer Ferkelerzeugung (Projekt LLH)

Messungen an den Gerätebauteilen und in der Stallluft						
Betrieb	Narkosemaske rechts (mg/m ³)	Narkosemaske mitte (mg/m ³)	Narkosemaske links (mg/m ³)	am Verdampfer ohne Box (mg/m ³)	am Filter der Abluft (mg/m ³)	im Abferkelabteil auf der Buchtenabtrennung (mg/m ³)
1	148	151	175	< 4,4	< 4,4	< 4,3
2	54,2	49,1	61,1	< 4	< 4	keine Messung **
3	19	8,9	9,6	< 4,4	27	< 4,4
4	20	13	7,7	110	< 6,9 (zwischen Gerät und Ende Abluftschlauch)	< 6,9
5	42,3	85,9	72	< 4	< 4	< 4
6	keine Messung*	keine Messung*	keine Messung*	26,8	< 8,7	< 8,7

Legende	
<	Messwerte mit "<"-Vorzeichen kennzeichnen Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze.
	Wert < oder = 15 mg/m ³
	Wert zwischen > 15 mg/m ³ und 77 mg/m ³
	Wert ab 77 mg/m ³
	Pumpe lief nicht
**	Probenahmeröhrchen wurde von einer Sau zerstört, daher stand keine Probe für die Analytik zur Verfügung.

Beurteilung der Ergebnisse der stationären Messungen beim Einsatz von zwei Geräten in sechs Unternehmen mit ökologischer Ferkelerzeugung

Stationäre Messungen an Bauteilen (z. B. Narkosemasken, am Verdampfer ohne Box, am Abluffilter) wiesen zum Teil Isofluran-Konzentrationen über 15 mg/m³ auf. An den Narkosegeräten ist eine unbeabsichtigte Stofffreisetzung durch Leckagen gegeben. Weitere Messungen im Abferkelabteil jeweils auf der Buchtenabtrennung der Bucht (Stallluft), in der die Wannen mit den Ferkeln während der Aufwachphase standen, lieferten keine über dem genannten Grenzwert liegenden Isofluranwerte. Das Ausatmen des inhalierten Isoflurans durch die Ferkel stellte somit in keinem Betrieb ein Risiko dar, sollte aber stets mit in die Beurteilung der Gefährdung einbezogen werden.

Ergebnisse der Fragebögen und Beurteilung

Unternehmen mit konventioneller Ferkelerzeugung:

Die Beteiligten berichteten in elf von elf Fragebögen (100 %) über keine Beschwerden während der Tätigkeit mit Isofluran. Die Beteiligten haben abschließend in sechs (jeweils dreimal je Gerät) von elf Fragebögen (54 %) Bedenken geäußert in Bezug auf die eigene Gesundheit im Umgang mit Isofluran.

Unternehmen mit ökologischer Ferkelerzeugung:

Die Hälfte der beteiligten Betriebe (50 %) berichten von Kopfschmerzen in Verbindung mit Unwohlsein oder Schwindel nach der Kastration. Auf den anderen drei Betrieben (50 %) gab es keinerlei gesundheitliche Beschwerden der Beteiligten während und nach der Kastration.

In Untersuchungen aus der Schweiz berichteten 22 % der Betriebsleiter über Kopfschmerzen oder Schwindel während bzw. nach der Kastration (Enz et al. 2013).

Maßnahmen

Maßnahmen für Hersteller von Narkosegeräten

- Die Freisetzung von Isofluran aus systembedingten Leckagen der Narkosemasken der Ferkel ist zu vermeiden. Die Hersteller sind aufgefordert, nachzubessern.
- Die Narkosegeräte müssen die "Anforderungen an Narkosegeräte zur Betäubung von Ferkeln vor der Kastration mittels Narkosegas (Isofluran)" gemäß Anlage erfüllen.
- Beispielsweise darf das aus der Anästhesiemaske abgesaugte Gas nicht in die Raumluft gelangen, sondern muss zuverlässig und sicher ins Freie oder in einen Aktivkohlefilter geführt werden.

Maßnahmen für die SVLFG bei geplanter Inhalationsnarkose mit Isofluran

- Die Durchführung einer Beratung auf dem ferkelerzeugenden Betrieb erfolgt durch die Aufsichtsperson nach einer internen Handlungshilfe der SVLFG.
- Anhand der Erläuterung von Schutzmaßnahmen nach dem (S)-T-O-P-Prinzip erfolgt die Unterstützung des Unternehmers bei der Gefährdungsbeurteilung.
- Mit einer Muster-Betriebsanweisung (mit Verhalten im Gefahrfall) der SVLFG erhält der Unternehmer eine Vorlage, die er betriebsspezifisch modifiziert für die Unterweisung verwenden kann.
- Die Veröffentlichung eines Arbeitsplatzgrenzwerts (AGW) für Isofluran in der TRGS 900 ist abzuwarten.

Auf die Publikationen der Ergebnisse der Messungen in Zusammenarbeit mit der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen auf Betrieben mit konventioneller Ferkelerzeugung wird verwiesen:

Der Beitrag von Riethmüller 2019: Isofluran: Studie zeigt Risiken auf, kann von der Homepage des Verlages unter nachstehender Adresse erworben werden:

<https://www.susonline.de/archiv/management/isofluran-studie-zeigt-risiken-auf-11550826.html>

Darüber hinaus wurden die Ergebnisse der Messungen in Zusammenarbeit mit der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen auf Betrieben mit konventioneller Ferkelerzeugung in nachstehenden Regionalzeitschriften publiziert:

- LZ Rheinland Redaktion: Ferkel sicher narkotisieren, LZ Rheinland 25/2019, S. 41 – 43.
- Riethmüller & Waldeyer: Isofluran: Anwenderschutz beachten! Wochenblatt für Landwirtschaft und Landleben 28/2019, S. 40.
- Riethmüller, SVLFG Kassel; Es gibt noch Entwicklungsbedarf, LAND & Forst Nr. 30 vom 25.07.2019.
- Riethmüller, SVLFG: Anwenderschutz beachten, Bauernzeitung 30. Woche 2019, S. 42.

Auf die Veröffentlichung der Ergebnisse der Messungen in Zusammenarbeit mit dem LLH auf Betrieben mit ökologischer Ferkelerzeugung von Lambertz et al.: „Ferkelkastration unter Narkose – Praxiserfahrungen von Öko-Betrieben“, BIOTOPP 2/2019, S. 28-32, wird zudem hingewiesen.

- Zudem wird auf den Beitrag von "Richter et al.: Praxisgerechtigkeit von Inhalations- und Injektionsnarkose bei der Ferkelkastration: Ein Vergleich zu Schmerzausschaltung und Wundheilung sowie Arbeits- und Gesundheitsschutz" im Rahmen der Vortragstagung der Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde – DGfZ und Gesellschaft für Tierzuchtwissenschaften – GfT am 11./12.09.2019 in Gießen hingewiesen.

Maßnahmen und Hinweise für Unternehmer

- Der Arbeitgeber hat nach ArbSchG eine Beurteilung der Arbeitsplätze (Gefährdungsbeurteilung) zu erstellen.
- Messungen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung werden nicht von den Messtechnischen Diensten der Unfallversicherungsträger durchgeführt (IFA & SVLFG: Messbericht 713/07/15754032_1). Ein Verzeichnis von akkreditierten Messstellen, die solche Messungen anbieten, kann unter <http://www.dguv.de> Webcode: d4706 abgerufen werden.
- Zur Beurteilung der Gefährdung sind Informationsquellen zu nutzen: Im Rahmen der Informationsbeschaffung zur Beurteilung der Gefährdung wird auf die GESTIS-Stoffdatenbank der DGUV sowie auf die Gebrauchsinformation des Tierarzneimittels verwiesen.

Zusammenfassung der wichtigsten Schutzmaßnahmen für die Ferkelkastration unter Isofluran

- Durchführung der Narkose mit Isofluran bei der Ferkelkastration nur durch sachkundige Personen
- Aufbau des Narkosegerätes gemäß der Bedienungsanleitung (in deutscher Sprache) des Herstellers
- Einweisung in das Gerät für den Unternehmer, den Tierarzt und den Transporteur der Ferkel durch den Hersteller oder Inverkehrbringer
- Lüftungsverhältnisse am Aufstellungsort überprüfen, drei- bis fünffache Luftwechselrate muss erreicht werden
- Stolperstellen durch Kabel, Schläuche, Hilfsmittel etc. vermeiden
- Abgesaugtes Gas sicher ableiten durch einen Aktivkohlefilter
- Betriebsanweisung "Isofluran" erstellen. Die SVLFG stellt unter <https://www.svlfg.de/betriebsanweisungen> eine Muster-Betriebsanweisung zur Verfügung.
- Unterweisung der Mitarbeiter und anderer Beteiligter nach Gefahrstoffverordnung und VSG (Vorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz)
- Regelmäßige Wartung und Prüfung des Gerätes (entsprechend den Herstellerangaben)
- Regelmäßige Funktionskontrolle nach Herstellerangabe
- Die Funktion und die Wirksamkeit der technischen Schutzmaßnahmen regelmäßig, mindestens jedoch jedes dritte Jahr, überprüfen (GefStoffV)
- Vollmaske mit AX-Filter für die unbeabsichtigte Freisetzung von Isofluran bereithalten

Die Liste ist nicht abschließend.

Maßnahmen aus arbeitsmedizinischer Sicht

Die arbeitsmedizinische Begutachtung von Güzel-Freudenstein (2017) bestätigt die bisher getroffenen Aussagen zur Gefährdung durch Exposition gegenüber Isofluran bei der Betäubung männlicher Ferkel zur Kastration. Es wird auch aus arbeitsmedizinischer Sicht empfohlen, dass bei Überschreitung des empfohlenen Grenzwerts von 15 mg/m^3 bei der Ferkelkastration geeignete, an die Expositionshöhe angepasste Schutzmaßnahmen ergriffen werden.

Literatur

1. Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG); Arbeitsschutzgesetz vom 07.08.1996 (BGBl. I S. 1246), das zuletzt durch Artikel 427 der Verordnung vom 31.08.2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist.
2. Breuer, D. & Ngazi, R. 2004: IFA-Arbeitsmappe 7673 "Isofluran".
3. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) – Fachmeldung "Isofluran-Narkose bei Ferkelkastration" vom 25.07.2016; www.bvl.bund.de.
4. Deutscher Bundestag Drucksache 18/10689, 2016 "Bericht der Bundesregierung über den Stand der Entwicklung alternativer Verfahren und Methoden zur betäubungslosen Ferkelkastration".
5. Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), MAK- und BAT-Werte-Liste 2019, Ständige Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe, Mitteilung 55 (www.dfg.de/mak).
6. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV): GESTIS-Stoffdatenblatt "Isofluran" der GESTIS-Stoffdatenbank (Gefahrstoffinformationssystem der DGUV) online verfügbar; abgerufen am 21.03.2019.
7. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV): Liste internationaler Grenzwerte – LIG (GESTIS-Stoffdatenbank – Gefahrstoffinformationssystem der DGUV (<http://limitvalue.ifa.dguv.de/>)).
8. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV): Messstellen für Gefahrstoffe, Liste der Messstellen (<http://www.dguv.de> Webcode: d4706).
9. Enz A., Schüpbach-Regula G., Bettschart R., Fuschini E., Bürgi, E., Sidler X.: Erfahrungen zur Schmerzausschaltung bei der Ferkelkastration in der Schweiz. Teil 1: Inhalationsanästhesie. Schweizer Archiv für Tierheilkunde 2013, Band 155, Heft 12, S. 651 – 659.
10. Güzel-Freudenstein, G. (2017): Arbeitsmedizinische Begutachtung nach Aktenlage: Gefährdung durch Isofluran bei der Ferkelkastration.
11. Institut für Arbeitsschutz (IFA) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV): Analysenbericht 2017 512 vom 16.03.2017.
12. Institut für Arbeitsschutz (IFA) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) & SVLFG: Messbericht 713/07/15754032_1

13. Kupper & Spring 2008 Projekt ProSchwein Synthesebericht "Alternative Methoden zur konventionellen Ferkelkastration ohne Schmerzausschaltung" TP10 Synthese, Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft SHL, Zollikofen.
14. LZ Rheinland Redaktion: Ferkel sicher narkotisieren, LZ Rheinland 25/2019, S. 41 – 43.
15. Lambertz, C. et al.: "Ferkelkastration unter Narkose – Praxiserfahrungen von Öko-Betrieben", BIOTOPP 2/2019, S. 28 – 32.
16. Riethmüller, A., Sozialversicherung für Landwirtschaft Forsten und Gartenbau (SVLFG): Isofluran: Studie zeigt Risiken auf, SUS 3/2019.
17. Riethmüller, A. & Waldeyer H.-G.: Isofluran: Anwenderschutz beachten! Wochenblatt für Landwirtschaft und Landleben 28/2019, S. 40.
18. Riethmüller, A., SVLFG Kassel; Es gibt noch Entwicklungsbedarf, LAND & Forst Nr. 30 vom 25.07.2019.
19. Riethmüller, A., SVLFG: Anwenderschutz beachten, Bauernzeitung 30. Woche 2019, S. 42.
20. Richter, A. E. et al.: Praxisgerechtigkeit von Inhalations- und Injektionsnarkose bei der Ferkelkastration: Ein Vergleich zum Arbeits- und Gesundheitsschutz, Schmerzausschaltung und Wundheilung" (vorgesehen); Vortragstagung der Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde – DGfZ und Gesellschaft für Tierzuchtwissenschaften – GfT am 11./12.09.2019 in Gießen.
21. R.R.O. 1990, Regulation 833, Control of exposure to biological or chemical agents, Historical version for the period January 1, 2018 to June 9, 2019, Last amendment: 287/17 (Occupational Health and Safety Act).
22. Schweizerische Unfallversicherung Suva, Luzern: Grenzwerte am Arbeitsplatz 2015.
23. Sozialgesetzbuch (SGB) Siebtes Buch (VII) – Gesetzliche Unfallversicherung – (SGB VII); Siebtes Buch Sozialgesetzbuch – Gesetzliche Unfallversicherung – (Artikel 1 des Gesetzes vom 07.08.1996, BGBl. I S. 1254); Das Siebte Buch Sozialgesetzbuch – Gesetzliche Unfallversicherung – (Artikel 1 des Gesetzes vom 07.08.1996, BGBl. I S. 1254), das zuletzt durch Artikel 9 des Gesetzes vom 06.05.2019 (BGBl. I S. 646) geändert worden ist.
24. Schweizerische Unfallversicherung – Suva, Luzern 2009: Factsheet "Anwendung von Isofluran zur Inhalationsanästhesie von Ferkeln", Abteilung Arbeitsmedizin Abteilung Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz.
25. Technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 400 "Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen", Ausgabe Juli 2017, GMBI 2017 S. 638 vom 08.09.2017.

26. TRGS 402 "Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition", Ausgabe: Januar 2010, GMBI 2010 S. 231 – 253 vom 25.02.2010, geändert und ergänzt: GMBI 2016 S. 843 – 846 vom 21.10.2016.
27. TRGS 900 "Arbeitsplatzgrenzwerte"; Ausgabe: Januar 2006; BArBI Heft 1/2006 S. 41 – 55; Zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2019 S. 117 – 119 (vom 29.03.2019).
28. SVLFG 2000: Unfallverhütungsvorschrift "Gefahrstoffe" (Vorschrift für Sicherheit und Gesundheitsschutz – VSG 4.5)
29. Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16.12.2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006.
30. Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) Vom 26.11.2010 (BGBl. I S. 1643) geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 28.07.2011 (BGBl. I S. 1622), durch Artikel 2 der Verordnung vom 24.04.2013 (BGBl. I S. 944), durch Artikel 2 der Verordnung vom 15.07.2013 (BGBl. I S. 2514), durch Artikel 2 der Verordnung vom 03.02.2015 (BGBl. I S. 49), durch Artikel 1 der Verordnung vom 15.11.2016 (BGBl. I S. 2549) und durch Artikel 148 des Gesetzes vom 29.03.2017 (BGBl. I S. 626).

Anhang

- Muster-Betriebsanweisung "Isofluran"
- Anforderungen an Narkosegeräte zur Betäubung von Ferkeln vor der Kastration mittels Narkosegas (Isofluran)

Diese MUSTER-Betriebsanweisung ist an die betrieblichen Verhältnisse anzupassen

Betriebsanweisung
 nach **GefStoffV** u. **VSG 4.5**
 Arbeitsbereich:
 Tätigkeit: Durchführung der Narkose mit Isofluran bei der Ferkelkastration

Betrieb:

GEFAHRSTOFFBEZEICHNUNG

Isofluran

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT



- Hauptaufnahmeweg ist über den Atemtrakt. Einatmen kann zu Gesundheitsschäden führen.
- Kann Atemwege reizen. Verursacht Schleimhautreizungen.
- Kann beim Einatmen das Herz-Kreislaufsystem und das zentrale Nervensystem schädigen.
- Einatmen hoher Dampfkonzentrationen kann zu Schläfrigkeit, Benommenheit oder Bewusstlosigkeit führen.
- Leicht flüchtig.
- Schwach wassergefährdend, da schwerer als Wasser und kaum mit Wasser mischbar.
- Nicht brennbar.

SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN



- Gute Be- und Entlüftung des Arbeitsraumes (3- bis 5-facher Luftwechsel pro Stunde) vorsehen.
- Darf nur durch unterwiesenes Personal (Sachkunde) unter Beachtung der Sicherheitsbestimmungen gelagert und transportiert werden.
- Aus hygienischen Gründen Schutzhandschuhe tragen.
- Nicht rauchen, essen oder trinken.
- Einatmen von Dämpfen und Hautkontakt vermeiden.
- Behälter an einem gut gelüfteten Ort aufbewahren. Nicht zusammen mit Lebens- und Futtermitteln lagern. Getrennt von Gasen (z. B. Sauerstoff) lagern.
- Beschäftigungsbeschränkungen für werdende und stillende Mütter beachten.



VERHALTEN BEI UNFÄLLEN



- Bei Gefährdung durch Freisetzung von Isofluran ist der Gefahrenbereich zu verlassen.
- Zum Wiederbetreten der Unfallstelle ist eine Vollmaske mit AX-Filter sowie Augen- Hand- und Körperschutz zu tragen.
- Benetzte Kleidung entfernen.
- Bei einem Brand können Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Fluorwasserstoff und Chlorwasserstoff freigesetzt werden. Umluftunabhängiges Atemschutzgerät und Chemikalienschutzanzug tragen.



ERSTE HILFE



- Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme Selbstschutz beachten.
- Bei Augenkontakt mindestens 10 Minuten spülen; für ärztliche Behandlung sorgen.
- Bei Hautkontakt Haut unter fließendem Wasser mit Seife reinigen.
- Beim Verschlucken Mund ausspülen, für ärztliche Behandlung sorgen.
- Nach Einatmen Verletzten aus dem Gefahrenbereich bringen und für Frischluft sorgen.
- Bei Beschwerden Arzt aufsuchen.
- Lebensrettende Sofortmaßnahmen müssen situationsabhängig durchgeführt werden.
- Ersthelfer: Arzt:

Giftinformationszentrum: 0228/ 19240 Notruf: 112

SACHGERECHTE ENTSORGUNG

Kein gefährlicher Abfall nach Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV). Wenn eine Verwertung nicht möglich ist, müssen Abfälle unter Beachtung der örtlichen behördlichen Vorschriften beseitigt werden.

Datum:20.....

Unterschrift des Unternehmers:

(02 / 2019)

Anforderungen an Narkosegeräte zur Betäubung von Ferkeln vor der Kastration mittels Narkosegas (Isofluran)

Es ist eine Bedienungsanleitung in deutscher Sprache vorhanden.

Der Auf- und Abbau des Narkosegerätes ist leicht verständlich und bedienerfreundlich.

Das Narkosemittel wird ohne Freisetzung von Narkosegas in die Atemluft durch ein geschlossenes System in das Betäubungsgerät eingebracht.

Als Transportmittel für das Narkosegas kann Umgebungsluft sowie reiner medizinischer Sauerstoff verwendet werden. Beim Einsatz von Sauerstoff muss die Flasche gegen Umfallen gesichert sein.

Zur Fernhaltung von Fremdpartikeln aus der Umgebungsluft sind geeignete Filter vorhanden (Grob- und Feinfilter).

Das Mischungsverhältnis zwischen Narkosegas und Transportmedium (Umgebungsluft / Sauerstoff) ist fest eingestellt.

Der Volumenstrom der Mischung aus Narkosegas und Transportmedium (Narkosegasmischung) ist vom Bediener nicht veränderbar und von der Außentemperatur unabhängig und an jeder Maske (Station) gleich.

Die Ferkel können möglichst stressfrei mit dem Narkosegerät verbunden werden, um eine ruhige Operationsatmosphäre zu gewährleisten.

Die Verbindungsleitungen zwischen Gerät und Narkosemaske(n) sind gegen Beschädigung oder der Möglichkeit des Auftretens von Undichtigkeiten sicher verbunden und verlegt.

Die Narkosemasken verfügen über eine Absaugeinrichtung der überschüssigen Narkosegasmischung, so dass eine Freisetzung in die Atemluft sicher verhindert wird.

Ein ungewolltes Freisetzen der Narkosegasmischung bei Nichtbenutzung einer Narkosemaske ist durch technische Maßnahmen wirkungsvoll verhindert.

Die überschüssige Narkosegasmischung wird ins Freie geleitet oder mittels Aktivkohlefilterauffangsystem neutralisiert. Aus Gründen des Umweltschutzes sollten Narkosegeräte mit Aktivkohlefilterauffangsystem verwendet werden.¹⁾

Nach dem Einsatz des Narkosegerätes wird nicht verbrauchtes Isofluran wieder in das Lagerbehältnis zurückgeführt, ohne dass dabei Narkosegas in die Atemluft freigesetzt wird.

Bei Sättigung des Aktivkohlefilters wird dies durch einen Sensor detektiert und die weitere Zufuhr der Narkosegasmischung unterbrochen. Dieser Zustand wird dem Bediener gut sichtbar angezeigt. Bei einem Defekt des Sensors oder Kabelbruch wird dies ebenfalls dem Bediener angezeigt und die Zufuhr der Narkosegasmischung unterbrochen.

Ein Freisetzen von Isofluran ist auch bei einem Umfallen des Gerätes sicher verhindert.

Ergonomische Anforderungen:

Die zur Verfügung stehende Restmenge des Isoflurans kann vom Bediener mühelos ermittelt werden.

Die Operationseinheit des Narkosegerätes ist höhenverstellbar.

Wartung, Reinigung und Prüfung:

Die Reinigung, Wartung und Instandhaltung sowie Prüfungen sind in der Bedienungsanleitung geregelt und Intervalle hierfür werden empfohlen. Ein Prüfbuch wird durch den Hersteller zur Verfügung gestellt.

Die zu reinigenden Teile des Gerätes haben glatte Oberflächen, lassen sich ohne zu Hilfenahme von Werkzeug leicht entfernen und sind für eine hygienische Reinigung geeignet.

Energieversorgung:

Das Gerät kann mit Netzspannung und Batterie betrieben werden. Das Gerät verfügt über einen Kabelaufroller, um unnötige Stolperstellen zu vermeiden.

1) Quelle:

Fachinformation in Form der Zusammenfassung der Merkmale des Tierarzneimittels (Summary of Product Characteristics – SPC)