

DLG-Prüfbericht 7080

Promatec Automation GmbH

# Isofluran-Narkosegerät PorcAnest 3000

mit 3 Narkosestationen zur Ferkelkastration



**GESAMT-PRÜFUNG**  
**PROMATEC AUTOMATION**  
**PORC-ANEST 3000**  
DLG-Prüfbericht 7080

## Überblick

Ein Prüfzeichen „DLG-ANERKANNT GESAMTPRÜFUNG“ wird für landtechnische Produkte verliehen, die eine umfassende Gebrauchswertprüfung der DLG nach unabhängigen und anerkannten Bewertungskriterien erfolgreich absolviert haben.

In dieser Prüfung werden neutral alle aus Sicht des Praktikers wesentlichen Merkmale eines Produkts bewertet. Die Prüfung umfasst Untersuchungen auf Prüfständen und unter verschiedenen

Einsatzbedingungen, zusätzlich muss sich der Prüfgegenstand bei der praktischen Erprobung im Einsatzbetrieb bewähren. Die Prüfbedingungen und -verfahren wie auch die Bewertung der Prüfungsergebnisse werden von einer unabhängigen Prüfungskommission in einem Prüfrahm festgelegt und laufend den anerkannten Regeln der Technik sowie den wissenschaftlichen und landwirtschaftlichen Erkenntnissen und Erfordernissen angepasst. Die erfolgreiche Prüfung schließt mit der Veröffentlichung eines Prüfberichtes sowie der Vergabe des Prüfzeichens ab, das fünf Jahre ab dem Vergabedatum gültig ist.



Zur Erlangung des Prüfzeichens wurden technische Messungen, Einsatzuntersuchungen einschließlich Verhaltensbeobachtungen in zwei Praxisbetrieben sowie einem weiteren Betrieb im Rahmen von Nachmessungen durchgeführt. Grundlage für die Prüfung war das DLG-Prüfverfahren für Narkosegeräte für die Ferkelkastration, Stand Dezember 2019, sowie Erweiterungen, die 2020 abgestimmt wurden.

## Beurteilung – kurz gefasst

### Das Isofluran-Narkosegerät PorcAnest 3000

Im vorliegenden Test wurde das Narkosegerät PorcAnest 3000 der Schweizer Firma Promatec Automation AG auf seine Funktionalität im Labor und im praktischen Einsatz untersucht. Das Gerät wurde dabei nach Herstellervorgaben betrieben, ein Tierarzt und ein Firmenvertreter begleiteten die Untersuchungen in den beiden Praxisbetrieben. In den Betrieben wurden die tiergerechte Gestaltung der drei Narkosestationen und die Betäubungstiefe bei der eingestellten Betäubungsdauer begutachtet, Isofluranverbrauch und Sättigungskurve des Abluftfilters bestimmt und Hygieneaspekte im Rahmen der Reinigung und Desinfektion untersucht. In einem der Betriebe wurden zudem Arbeitsplatzmessungen für Isofluran durch Eurofins, ein akkreditiertes und DGUV-gelistetes Messinstitut, durchgeführt. Im Labor wurde die Isofluran-Konzentration an den Narkosestationen bei verschiedenen Temperaturen gemessen, die Überwachungsfunktionen des Gerätes und seine Manipulationssicherheit überprüft sowie die Arbeitssicherheit und das Hygienic Design des Gerätes durch das Sachverständigenbüro Ahlendorf, Kempen, begutachtet.

Die Ferkel werden bei 70 Sekunden Narkoseeinleitung zuzüglich weiteren 20 Sekunden fortgesetzter Narkosedauer ausreichend sicher betäubt. Die Ferkel werden regulär in Bauchlage eingespannt. Dazu ist etwas Übung erforderlich, allerdings bleiben die Ferkel dabei ruhiger. Optional können die Ferkel auch in Rückenlage eingelegt werden. Die Labormessungen belegen einen schnellen Anstieg der Isoflurankonzentration an den Masken, die über die Betäubungszeit konstant gehalten wird. Überschüssiges Isofluran wird in einen Aktivkohlefilter abgeführt. Der im DLG-Prüfrahm festgelegte Arbeitsplatzgrenzwert von 15 mg/m<sup>3</sup> Stallluft wird eingehalten. Das Gerät benötigte in den Praxisversuchen je kastriertem Ferkel durchschnittlich 0,53 ml Isofluran bei 90 Sekunden Narkoseanflutungsdauer, bei kürzerer Verweildauer ist ein geringerer Isofluranverbrauch erzielbar. Ein Sensor erkennt, ab wann der Abluftfilter gesättigt ist und signalisiert einen notwendigen Wechsel dynamisch, etwa zwischen 450 und 500 Kastrationen.

Tabelle 1:  
Ergebnisse im Überblick

Prüfmerkmal	Prüfergebnis	Bewertung*
<b>TECHNISCHE KRITERIEN</b>		
<b>Narkosegaskreislauf</b>		
Konstanz der Narkosegaskonzentration	bei 21 °C 10 sec bis Erreichen konstanter Konzentration von 4,6 % Isofluran, geringe Abweichungen zwischen den Narkosestationen	○
	bei 5 °C und 30 °C Abweichung gegenüber den 21 °C-Werten ≤ 5 %	○
Isofluranbedarf	durchschnittlich 0,53 ml/Ferkel bei vollen 90 (70+20) Sekunden Anflutungs-dauer	k.B.
Restgasabsaugung	lineare Zunahme des Filtergewichts, Abweichungen < 5 %	+
<b>Umweltrelevanz</b>		
Narkosegasverluste	leichte Verluste an den Masken, geringe Verluste im Verdampfergehäuse und sehr geringe hinter dem Abluftfilter messbar	k.B.
Abluftfilterung	ein Aktivkohlefilter mit sensorischer Sättigungsüberwachung; Sperrung des Gerätes unmittelbar nach Beendigung der laufenden Narkosen	++
<b>Arbeitsplatzsicherheit</b>		
Isofluran-Arbeitsplatzkonzentration	Grenzwert von 15 mg/m <sup>3</sup> wird eingehalten; 10 bzw. 15 mg/m <sup>3</sup> an den arbeitenden Personen	k.B.
Arbeitssicherheit	überprüft durch Fachkraft für Arbeitssicherheit; Einstellmöglichkeit am Verdampfer durch Feststellung beseitigt, Gefahrenkennzeichnung vorhanden	k.B.
Geräuscentwicklung	max. Schalleistungspegel 73 dB(A), max. Schalldruckpegel am Bedienerohr 63 dB(A)	k.B.
<b>Hygiene</b>		
Reinigung und Desinfektion	Demontage der Ferkelhalter und Masken: einfach, werkzeuglos; Entfernung des Abluftfilters und der Verdampfereinheit; Reinigung der Operationseinheit mit Schwamm und Schlauch unter Verwendung üblicher Reinigungsmittel empfohlen, HD-Reinigung des Wagens möglich	+
Hygienic Design	zwei getrennte Einheiten; gute Kapselung der Operationseinheit, glatte Edelstahloberflächen mit Ablaufmöglichkeiten für Flüssigkeiten; nur Wischreinigung der teilweise offenen Verdampfereinheit; guter Reinigungserfolg bei ordnungsgemäßer Reinigung; Ferkelhalter aus Edelstahl günstiger als Halter mit Schaumstoff-Einlagen	+
<b>Energiebedarf</b>		
	durchschnittlich 0,84 Wh/Kastration	k.B.
<b>Betriebssicherheit</b>		
Überwachungsfunktionen des Gerätes	alle geforderten Anzeigen vorhanden, Isofluranfüllstand rein visuell; Abluftfilter sensorisch überwacht	k.B.
Betriebsstörungen	keine nennenswerten während der Labor- und Praxisversuche	k.B.
<b>Handhabung</b>		
	bedienerfreundlich; kein Umfüllen von Isofluran, Flasche wird direkt am Verdampfer aufgeschraubt; Geräteanzeigen gut sichtbar; Sichtkontrolle Isofluranfüllstand an der Verdampfereinheit unter dem Tisch; kabelgebundenes Auslesen der Daten etwas aufwändiger	+
<b>Wartung und Kalibrierung</b>		
	Serviceintervall max. 2 Jahre, bei > 10.000 Kastrationen pro Jahr jährlich	○
<b>Schutz vor Manipulationen</b>		
	Gesamtzähler für durchgeführte Narkosen und Narkosegaskonzentration nicht veränderbar; kabelgebunden auslesbare Aufzeichnung der arbeitstäglich und insgesamt durchgeführten Kastrationen	k.B.

Fortsetzung von Tabelle 1 siehe nächste Seite

Prüfmerkmal	Prüfergebnis	Bewertung*
<b>TIERBEZOGENE KRITERIEN</b>		
<b>Tiergerechtheit</b>		
Gestaltung und Dimensionierung der Ferkelhalter	drei Größen erhältlich; Ausführung in Edelstahl oder mit Schaumstoffeinlage; drehbar, Einlegen in Bauchlage auf Metallbügel – Kastration in Rückenlage auf Schale, Fixierung über Bügel (Brust, Hinterteil)	+
Passgenauigkeit der Narkosemasken	einwandige Maske in universeller Größe, ausreichend gute Passform, für kleine Ferkel z.T. zu groß	-
	bei Stromausfall Notversorgung mit Umgebungsluft	+
Narkosetiefe	ausreichend tief	○
<b>Tierverhalten</b>		
beim Einlegen	Stressreaktion durch Lautäußerung und Abwehrbewegungen bei Ø 67 % der Ferkel vorhanden	k.B.
unter der Kastration	Ø 15 % leichte Abwehrbewegungen, v.a. bei verzögertem Kastrationsbeginn oder sehr schweren Ferkeln	k.B.
<b>Tiergesundheit</b>		
Verletzungen	durch Konzeption der Ferkelhalter unwahrscheinlich	k.B.
narkosebedingte Tierverluste	während der Praxisversuche keine	k.B.

\* Bewertungsbereich: + + / + / ○ / - / -- (○ = Standard, k.B. = keine Bewertung)

## Das Produkt

### Hersteller und Anmelder

Promatec Automation AG, Gewerbestraße 9, CH-4552 Derendingen

Produkt:

Isofluran-Narkosegerät „PorcAnest 3000“ mit 3 Narkosestationen

Kontakt Hersteller:

Telefon +41 32 6816080

info@promatec.ch

www.promatec.ch

### Beschreibung und Technische Daten

Beim PorcAnest 3000 handelt es sich um ein Isofluran-Narkosegerät mit drei Narkosestationen, das zur kurzzeitigen Betäubung und Kastration männlicher Saugferkel bis zu einem Alter von sieben Tagen bestimmt ist. Das im beheizten Verdampfer erzeugte Narkosegasgemisch wird aktiv und mit konstantem Volumenstrom an die Narkosemasken herangeführt. Zur Erzeugung des notwendigen Drucks wird ein in die Verdampfereinheit integrierter Kompressor verwendet.

Das Gerät verfügt über eine Restgasabsaugung an der Rückseite der einwandigen Narkosemasken, mit innenliegender Absaugung, die überschüssiges Narkosegasgemisch in einen Aktivkohlefilter abführt.

Tabelle 2:

Technische Daten – Messwerte und Herstellerangaben

PorcAnest 3000	
Länge	880 mm bei 760 mm Wagenbreite
Tiefe	560 mm (bei geschlossener Operationseinheit)
Tischhöhe	640 bis 820 mm
Arbeitshöhe*	1100 bis 1260 mm; 5 Einstellungen
Gesamtgewicht*	53,7 kg
Verdampfervolumen	20 ml; Isofluranflasche als Reservoir
Zulässige Umgebungstemperatur beim Betrieb	+5 bis +30 °C (mit Heizung zur Temperaturkompensation)
Stromanschluss	230 V-Stecker, Ein-/Aus-Schalter vorhanden; 12 V-Batteriebetrieb optional
Abdeckhaube	ja, wird mitgeliefert
Zusatzausstattung	verschieden große Ferkelhalter (Edelstahl oder mit Schaumstoffeinlage, 80/90/110 mm Durchmesser); schmaler Wagen (570 mm)

\* gemessen

### Gewährleistung

Der Hersteller weist zwei Jahre Gewährleistung für die Komponenten des Isofluran-Narkosegerätes PorcAnest 3000 aus.

### Entsorgung und Recycling

Der Hersteller nimmt das Isofluran-Narkosegerät PorcAnest 3000 zur Entsorgung zurück und führt die Wertstoffe dem Recycling zu.

Ein Recyclingkonzept für die Aktivkohlefilter ist im Aufbau. Es wird als Pfandsystem mit Sammel-Rückholung der gebrauchten Filter angelegt.

## Die Methoden

### Tiergerechte Gestaltung

Auch wenn vor allem die Maßnahmen vor der Kastration entscheidend für das Stresslevel der Ferkel sind, trägt auch die Gestaltung der Narkosestationen und das Handling beim Einlegen der Ferkel dazu bei. Der Stresslevel der Tiere wiederum beeinflusst die Narkosetiefe und damit das Schlafverhalten: durch den erhöhten Cortisolspiegel und die eher flache Atmung unter Stress wird Isofluran schlechter aufgenommen – die Ferkel schlafen weniger tief.

Eine gute Passgenauigkeit der Narkosemasken sorgt dafür, dass das anflutende Isofluran auch wirklich vollständig am Tier ankommt. In den beiden Praxisbetrieben wurden daher an jeweils 100 Ferkeln Abwehrreaktionen während des Einlegens in die Narkosestationen erhoben und die Narkosetiefe anhand des Zwischenklauenreflextestes und Abwehrreaktionen unter der Kastration beurteilt.

### Konstanz der Narkosegaskonzentration

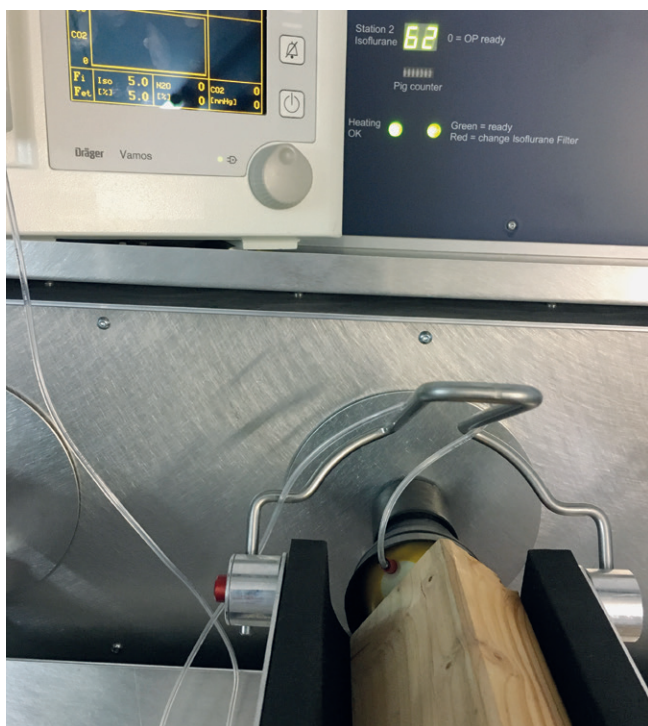
Gemäß der Anleitung des für die Ferkelkastration zu verwendenden Isoflurans der Firma Baxter soll der Anteil Isofluran im Narkosegasgemisch etwa 5 % betragen. Um eine sichere Betäubung der Ferkel unabhängig von der Entfernung der Narkosemasken zum Verdampfer und von der Umgebungstemperatur

zu gewährleisten, soll die an den Masken anflutende Isoflurankonzentration möglichst nahe an den empfohlenen 5 % sein und konstant bleiben.

In einem Laborversuch wurde daher unter Verwendung eines VAMOS Gasmonitors der Firma Dräger überprüft, wie sich die Isoflurankonzentration an den Narkosemasken über die eingestellte Narkosedauer über jeweils zehn Narkosen hinweg und unabhängig davon, ob eine oder alle Masken in Betrieb waren, verhält. Die Messungen wurden bei drei Temperaturen, und zwar bei +5, +21 und +30 °C in einer begehbaren Klimakammer durchgeführt. Desweiteren wurde für jede Temperatur der Verlauf der Narkosegasanflutung vom Auslösen bis zur Beendigung des Gasflusses aufgezeichnet, wenn eine Maske bzw. alle Masken in Betrieb waren.

### Funktionalität der Restgasabsaugung

Überschüssiges und ausgeatmetes Isofluran muss zum Schutz der Anwender und der Umwelt in einem Aktivkohlefilter aufgefangen werden. Um zu prüfen, ob dies unter Praxisbedingungen gelingt, wurde während eines mehrstündigen Praxiseinsatzes die Gewichtszunahme der beiden Aktivkohlefilter in Intervallen gemessen und statistisch auf Linearität ausgewertet.



*Bild 2:  
Messung der Narkosegaskonzentration in der  
Klimakammer*



*Bild 3:  
Arbeitsplatzmessungen im Praxisbetrieb*

Potentielle Verluste z.B. am Aktivkohlefilter wurden im Rahmen der Arbeitsplatzmessungen erfasst und ebenfalls zur Bewertung herangezogen.

### **Isofluran-Arbeitsplatzkonzentration**

Im Hinblick auf potentiell gesundheitsbeeinträchtigende Wirkungen von Isofluran muss die Sicherheit der mit der Kastration unter Isoflurannarkose betrauten Personen gewährleistet sein.

Im Rahmen einer genormten Arbeitsplatzmessung, wie sie z.B. auch in Operationssälen von Krankenhäusern durchgeführt wird, wurden in einem Praxisbetrieb durch die Eurofins GmbH, Münster, als dafür akkreditierter und DGUV-gelisteter Messstelle die Isoflurankonzentrationen während der Kastration an den arbeitenden Personen gemessen. Die an einer Pumpe angeschlossenen Proberöhrchen wurden im Schulterbereich des Kastrateurs und einer zuarbeitenden Person, vornehmlich des mit dem Transport der Ferkel befassten Mitarbeiters befestigt. Gemessen wurde über einen Arbeitszeitraum von mindestens zwei Stunden im Abferkelabteil. Die Proberöhrchen wurden anschließend in einem chemischen Labor auf ihren Isoflurangehalt analysiert und die Werte auf die Messdauer und das Raumvolumen des Abferkelabteils im Testbetrieb umgelegt. Die resultierenden Werte durften den durch den DLG-Prüfrahmen vorgegebenen Wert von 15 mg/m<sup>3</sup> Raumluft nicht überschreiten.

### **Arbeitssicherheit**

Die Arbeitssicherheit einschließlich der elektrischen Sicherheit des Narkosegerätes wurde durch Sicherheitsexperten des Sachverständigenbüros Klaus Ahlendorf, Kempen, begutachtet. Dabei wurden auch die Angaben in der Betriebsanleitung überprüft. Die Hinweise zum Umgang mit Isofluran – in der Betriebsanleitung und auf dem Gerät selbst – wurden dabei besonders berücksichtigt. Für eine DLG-Anerkennung muss das Gerät frei von Sicherheitsmängeln sein.

Zusätzlich wurden im Rahmen der Sicherheitsbegutachtung in einer Klasse 1 Schallmesskabine der Schalleistungspegel, der die Geräuschabstrahlung in alle Raumrichtungen angibt, und der Schalldruckpegel am Bedienerohr zur Einordnung der Geräuschentwicklung des Narkosegerätes gemessen. Die angegebenen Werte sind die während des Betriebs maximal auftretenden Lärmemissionen, z.B. bei laufendem Kompressor.



*Bild 4:  
Zwischenklauenreflex-Prüfung nach Ablauf der Narkoseeinleitungsphase*

### **Narkosetiefe**

Abgesehen vom Stresslevel der Ferkel beeinflussen eine schnelle, gut dosierte und konstante Narkosegaszuführung sowie eine gute Passgenauigkeit der Narkosemasken die Narkosetiefe. Erwünscht sind eine schnelle Anflutung des Narkosegases in der geforderten Konzentration bei einer ausreichend langen Narkosedauer, die eine ausreichend lange Betäubungsphase für eine Kastration unter Schmerzausschaltung gewährleisten. Gut an die unterschiedlichen Größen von zwei bis sieben Tage alten Ferkeln angepasste, die Schnauzen eng umschließende Narkosemasken sind erforderlich, damit die Tiere das zudosierte Isofluran auch wirklich einatmen und keine Verluste entstehen.

In den beiden Praxisbetrieben wurden deswegen an jeweils 100 Ferkeln auftretende Schmerzreaktionen in Form von Lautäußerungen und Abwehrbewegungen insbesondere der Vorderbeine als Indizien für eine nicht ausreichende Narkosetiefe bei der eingestellten Narkosedauer erhoben. Eine Bewusstseinsausschaltung, die durch negativen Reflextest indiziert ist, war Voraussetzung für jede Kastration. Aufgrund der im Juni 2020 beschlossenen Zusatzforderung, die Narkose nach der Einleitungsphase für mindestens weitere 15 Sekunden aufrechtzuerhalten, wurden die veränderten Einstellungen in einem weiteren Praxisbetrieb nochmals überprüft.

## **Reinigungsgerechte Gestaltung**

Eine gute Hygiene spielt in einem sensiblen Anwendungsbereich wie der Kastration über Gruppen und Würfe hinweg eine wichtige Rolle. Daher ist es wichtig, dass das Narkosegerät während und nach dem Kastrationstag leicht und effizient gereinigt werden kann, um eine Keimübertragung zu minimieren. Der Materialauswahl, aber auch der Oberflächengestaltung kommt dabei eine wichtige Rolle zu. Genauso wichtig ist ein weitgehend geschlossener Aufbau mit wenigen, für die Reinigung und Desinfektion einfach abzubauenen Elementen.

Vor und nach einer Reinigung und Desinfektion des Narkosegerätes gemäß Herstellervorgaben wurden mikrobiologische Abstrichproben aus einer Narkosemaske, einer Ferkelschale, um den Verdampfer und unterhalb des Abluftfilters genommen und auf schweinespezifische Krankheitserreger und die Gesamtkeimzahl analysiert.

## **Handhabung und Betriebssicherheit**

Während jeweils ein bis zwei mehrstündigen Kastrationstagen auf zwei Ferkelerzeugerbetrieben, die vorab in das Isofluran-Narkosegerät eingewiesen worden waren, wurden die damit arbeitenden Personen und der Arbeitsablauf im Allgemeinen beobachtet. Zusätzlich wurden die Personen nach ihrem Eindruck während der Arbeit mit dem Narkosegerät befragt.

Insgesamt wurden während des praktischen Einsatzes 850 Kastrationen mit dem PorcAnest 3000 durchgeführt.



### TIERBEZOGENE KRITERIEN

#### Aspekte der Tiergerechtigkeit

##### *Gestaltung und Dimensionierung der Ferkelhalter und Masken*

Die Ferkelhalter des PorcAnest 3000 bestehen aus einer Aluminiumwanne, die entweder mit einer Edelstahl- oder einer Schaumstoffeinlage versehen werden kann. Die Schaumstoffeinlagen sind in drei verschiedenen Größen (80, 90 und 110 mm) erhältlich, die Edelstahleinlage hat eine universelle Größe. Die Ferkelhalter werden auf Führungsstangen an den drehbaren Narkosestationen befestigt und sind um wenige Grad nach hinten geneigt. Die isolierenden Schaumstoffeinlagen sind angenehm für die Tiere, jedoch ist die Standardgröße (90 mm) für große Ferkel nicht ausreichend dimensioniert. Bei unregelmäßigen Würfen bietet es sich an, mindestens eine der Narkosestationen mit einer zweiten Einlagengröße auszustatten.

Die Ferkel werden in Bauchlage in die umgedrehten Halter auf den Brust-Fixierungsbügel gelegt und mit dem hinteren Fixierungsbügel am Hinterteil stabilisiert. Nach dem Einschlafen werden die Halter gedreht, sodass die Ferkel dann auf dem Rücken in den Stationen liegen. Alternativ können die Ferkel direkt auch in Rückenlage in die Stationen gelegt werden, dies wurde allerdings während der Prüfungen nicht praktiziert.

Die einwandigen, rund geformten Narkosemasken aus Gummi sind einheitlich groß. Dies hat zur Folge, dass die flexiblen und grundsätzlich gut anliegenden Masken bei sehr kleinen Ferkeln etwas Spiel haben und damit Isofluranverluste nicht auszuschließen sind. Der Narkosegasfluss wird durch Herandrücken der Maske mit dem Ferkel an die Operationseinheit durch Verschieben des Ferkelhalters auf den Führungsstangen mechanisch ausgelöst.

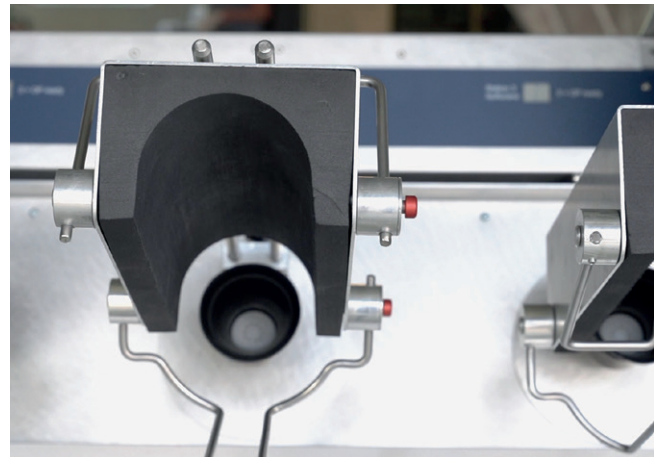
Im PorcAnest 3000 liegen die Tiere mit dem Hinterteil zum Bediener in den Stationen. Auch wenn das Greifen und Einlegen der Ferkel in die Narkosestationen kaum vermeidbaren Stress verursacht, ist die natürliche Bauchlage beim Einlegen angenehmer für die Tiere. Während der Tierbeobachtungen beim Einlegen zeigten 67 % der Ferkel Abwehrreaktionen in Form von Abwehrbewegungen und Lautäußerungen, ein Drittel aber blieb ruhig.

#### *Erzielte Narkosetiefe*

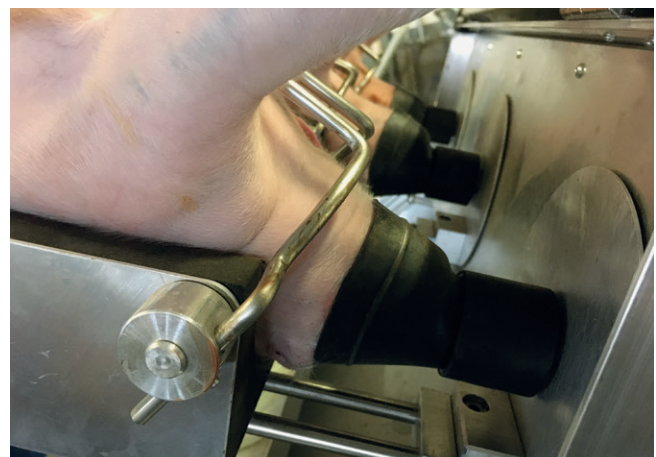
Neben der guten Passgenauigkeit der Masken, die eine verlustfreie Isofluranzufuhr sicherstellen sollen, sind ein gut eingestelltes Gasführungssystem und eine ausreichende Narkosedauer für eine sichere und tiefe Betäubung der Ferkel ausschlaggebend.

Im PorcAnest 3000 ist eine Gesamtnarkosedauer von 90 Sekunden eingestellt. Der Zähler neben den Stationen startet bei 90 Sekunden. Nach 70 Sekunden Narkoseeinleitungsphase blinken die Ziffern ab dem Zählerstand 19 bis 0 und zeigen so Kastrationsbereitschaft bei gleichzeitig weiterer Isoflurananflutung an. In den Tierbeobachtungen zeigten 95 % der Ferkel nach Ablauf der Narkoseeinleitung keinen Reflex mehr.

Abwehrreaktionen unter der Kastration waren in den Praxisversuchen an durchschnittlich 15 % der Ferkel zu beobachten. Teilweise waren diese einem verzögerten Kastrationsbeginn zuzuordnen und in einem



*Bild 5:  
Ferkelhalter und Masken am PorcAnest 3000*



*Bild 6:  
Narkosestation am PorcAnest 3000*

Betrieb den zum Teil überdurchschnittlich schweren Ferkeln. Da die Sensitivität für Isofluran ähnlich wie beim Menschen auch bei Tieren unterschiedlich ist und die Betäubungstiefe auch stark durch Managementmaßnahmen rund um die Kastration beeinflusst wird, können die Werte in anderen Betrieben abweichen.

## TECHNISCHE KRITERIEN

### Narkosegaskreislauf

#### *Konstanz der Narkosegaskonzentration*

In den Labormessungen zeigte das PorcAnest 3000 einen schnellen Anstieg der Isoflurankonzentration an den Masken mit gleichbleibender Konzentration nach Erreichen des Maximums. Das Gerät erreicht abhängig von der Umgebungstemperatur bei einer am Verdampfer eingestellten Isoflurankonzentration von 4,8 % eine Konzentration von 4,8 bis 5,0 % im Narkosegasgemisch, wenn nur eine Station aktiviert ist und von 4,4 bis 4,7 %, wenn alle Stationen aktiviert sind. Die Aufnahmekapazität der Luft für Isofluran ist temperaturabhängig und steigt mit der Temperatur an. Das Narkosegerät ist mit einer Temperaturkompensation (Heizung am Verdampfer) ausgestattet, die den Verdampfer auf etwa 30 °C heizt. Daher ist ein Einsatz auch bei tiefen Temperaturen mit geringem Einfluss auf die Isoflurankonzentration möglich. Die Isoflurankonzentration bleibt unabhängig von der Anzahl der aktivierten Narkosestationen und zeitlich über aufeinanderfolgende Narkosen hinweg stabil.

Die Zeit für die Narkoseeinleitung (Narkosedauer) beträgt 70 Sekunden. Danach werden weitere 20 Sekunden Narkosegasgemisch dosiert, damit eine tiefe Betäubung auch unter der Kastration gewährleistet bleibt. Bei Stromausfall gibt es an den Masken eine Notversorgung mit Umgebungsluft.

#### *Isofluranverbrauch und Restgasabsaugung*

Die Wiegen des während der Kastration verbrauchten Isoflurans in den Praxisbetrieben ergaben einen Isofluranverbrauch von durchschnittlich 0,77 g bzw. 0,53 ml pro Ferkel bei 90 Sekunden Isoflurananflutung. Werden die vollen 90 Sekunden nicht ausgeschöpft, sinkt der Isofluranverbrauch entsprechend. Weitere betriebsindividuelle Schwankungen sind beispielsweise durch notwendige Narkoseverlängerungen möglich.

Die Gewichtszunahme des Aktivkohlefilters betrug durchschnittlich 0,54 g pro Ferkel. Die Filtersättigung verläuft sehr gleichmäßig, die Abweichungen betragen deutlich weniger als 5 %.

Es ist davon auszugehen, dass die relative Luftfeuchte im Stall das Filtergewicht beeinflusst. Den Messungen zufolge erreichen die im Neuzustand etwa 1.025 g wiegenden Aktivkohlefilter ihre Sättigungsgrenze bei etwa 1.270 g. Der Sensor zur Sättigungsüberwachung meldete „Filter voll“ bei etwa 1.260 g. Der Aktivkohlefilter muss, wenn der Sensor anschlägt, unmittelbar nach Beendigung der laufenden Narkosen gewechselt werden. Ein neuerliches Auslösen des Gasflusses ist bis dahin nicht mehr möglich.

### Umweltrelevanz

#### *Narkosegasverluste*

Im Rahmen der Arbeitsplatzmessungen wurden auch Messungen an potentiell verlustanfälligen Stellen des Narkosegerätes durchgeführt. Das gasführende System ist grundsätzlich dicht, jedoch sind an den Narkosemasken kleinere Verluste beim Einlegen und Entnehmen der Ferkel messbar. Der Aktivkohlefilter hält Isofluran indes zuverlässig zurück. Die Emissionen an verlustgefährdeten Stellen des Gerätes lagen bei den Messungen durch Eurofins bei durchschnittlich 36 mg/m<sup>3</sup> am Ausgang der Narkosemasken, bei 10 mg/m<sup>3</sup> im Verdampfergehäuse und unter 1 mg/m<sup>3</sup> hinter dem Aktivkohlefilter.

#### *Abluftfilterung*

Bei Erreichen der Sättigungsgrenze schaltet die rechte Kontrollleuchte unterhalb des analogen Kastrationszählers an der Operationseinheit zunächst



**Bild 7:**  
Der Aktivkohlefilter wird am Ausgang sensorisch überwacht

von Grün auf Rot blinkend („change Isoflurane Filter“) um. Die laufenden Narkosen können in einem Zeitraum von etwa drei Minuten beendet werden, bevor sich das Gerät abschaltet. Dies wird durch die nun durchgehend rot leuchtende Kontrollleuchte angezeigt. Nach dem Filterwechsel muss das Gerät 3 Sekunden ausgeschaltet werden, damit die Anzeige auf Grün schaltet und die Stationen wieder aktiviert werden können.

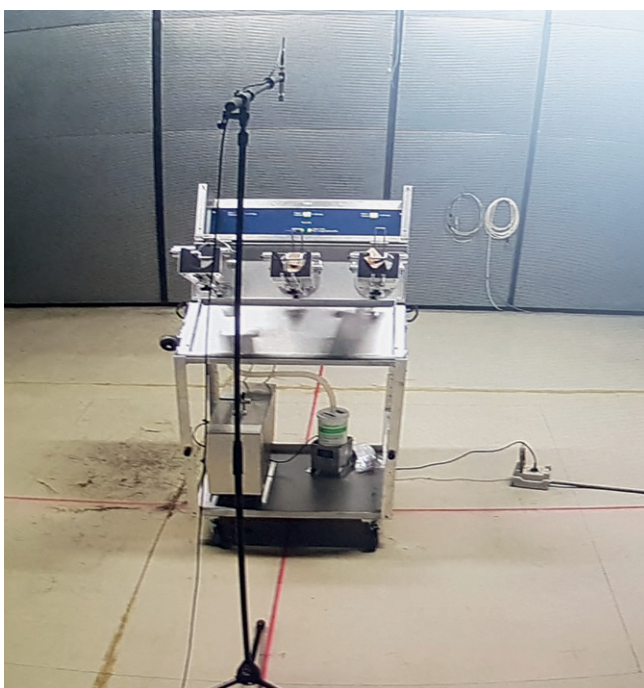
Das PorcAnest 3000 ist zur Nutzung in Deutschland standardmäßig mit einem Sensor zur Überwachung der Filtersättigung ausgerüstet. Zur weiteren Verbesserung der Anwendersicherheit sind die Kappen neuer Filter mit einer Klebebänderole versiegelt, die vor dem Einsetzen mechanisch entfernt werden muss.

## Arbeitsplatzsicherheit

### *Isofluran-Arbeitsplatzkonzentration*

Die Messungen durch Eurofins fanden am Vormittag des 28. Februar 2020 in einem Praxisbetrieb in Ehingen statt. Die Außentemperatur betrug etwa 2 °C, die Temperatur im Abferkelabteil lag bei 21 °C. Die Lüftungsanlage lief im Automatikbetrieb bei einer Lüftungsrate von geschätzten 90 m<sup>3</sup> pro Sau und Stunde.

Die Messungen ergaben Arbeitsplatzkonzentrationen an den arbeitenden Personen von 15 (Kastrateur) bzw. 10 mg/m<sup>3</sup> (Helfer). Damit hält das PorcAnest 3000 den geforderten Grenzwert von maximal 15 mg



*Bild 8:  
Das PorcAnest 3000 in der Schallmesskabine*

Isofluran pro m<sup>3</sup> Raumvolumen ein. Zum Zeitpunkt der Messungen herrschten aufgrund der kalten Witterung eher ungünstige Stallklimabedingungen.

Da die Messergebnisse sich nur auf eine betriebliche Situation beziehen, können sie nur als Orientierungswerte gelten. Betriebsindividuelle Abweichungen sind abhängig von den jeweiligen stallklimatischen Bedingungen zu erwarten.

### *Arbeitssicherheit*

Bei der Begutachtung durch zwei Arbeitssicherheitsexperten des Sachverständigenbüros Ahlendorf, wurden keine gravierenden Mängel am PorcAnest 3000 festgestellt. Die Betriebsanleitung muss bei der Funktionsbeschreibung an einigen Stellen aufgrund technischer Änderungen noch korrigiert werden. Fehlende Warnaufkleber wurden vom Hersteller ergänzt. Eine Risikobeurteilung und eine gültige CE-Erklärung liegen vor.

### *Geräusentwicklung*

Die Geräuschemessungen in der Schallmesskabine des DLG-Testzentrums ergaben einen Schallleistungspegel von maximal 73 dB(A) und einen Schalldruckpegel am Bedienerohr von maximal 63 dB(A). Der Schallleistungspegel wird vornehmlich durch den intermittierend laufenden Kompressor bestimmt.

## Hygiene

### *Reinigung und Desinfektion*

Nach dem Abschalten des Gerätes müssen die Isofluranflasche vom Verdampfer abgenommen und die Narkosestationen mit Luft gespült werden. Für die Reinigung des PorcAnest 3000 müssen der Aktivkohlefilter entfernt und die Versorgungseinheit mit dem Verdampfer vom Gerät getrennt und entfernt werden. Dann werden die Ferkelhalter von den Führungsstangen gezogen, die Stangen und die Narkosemasken werkzeuglos entfernt und zerlegt. Zuletzt wird die Schmutzwanne herausgezogen. Die Reinigung sowohl der Operations- als auch der Versorgungseinheit erfolgt mit feuchtem Schwamm unter Verwendung eines stallüblichen Reinigungsmittels. Der Einsatz eines Hochdruckreinigers ist nicht erlaubt. Zum Reinigen des Wagens kann ein Wasser Schlauch verwendet werden. Die Ferkelhalter, Stangen, Masken und Siebdüsen werden separat in einem Eimer mit Reinigungswasser gereinigt und unter fließendem Wasser abgespült. Für die Reinigung und Desinfektion werden ungefähr 25 Minuten benötigt.

Mikrobiologische Proben vor und nach Reinigung und Desinfektion zeigten, dass eine gute Reinigungswirkung erzielt werden kann. Trotzdem bleiben an schwer zu reinigenden Stellen Restkeime zurück, aufgrund derer ein überbetrieblicher Einsatz des Gesamtgerätes nicht empfohlen werden kann. Aus hygienischer Sicht ist den reinen Edelstahl-Ferkelschalen der Vorzug gegenüber den Schalen mit Schaumstoff-Einlagen zu geben.

### *Hygienic Design*

Das PorcAnest 3000 ist mit Ausnahme des Anzeigebereichs oberhalb der Operationseinheit überwiegend aus Aluminium gefertigt, die Oberflächen sind glatt. Nicht entgratete Stellen und schwierig zu reinigende Toträume fielen an der Operationseinheit trotz der Klappmechanismen nicht auf. An der Versorgungseinheit jedoch gibt es schwer zu reinigende Stellen mit Toträumen, beispielsweise rund um den Verdampfer. Da in der Versorgungseinheit auch Sensorik und Elektronik untergebracht sind, kommt eine Reinigung mit viel Wasser ohnehin nicht infrage. Auch der Aktivkohlefilter kann nur äußerlich gereinigt werden.

### **Energiebedarf**

Der während der Praxismessungen ermittelte Energiebedarf des PorcAnest 3000 ist sehr gering, er lag bei durchschnittlich 0,84 Wh je Kastration. Der Energiebedarf für die fünf- bis 20-minütige Aufheizphase fällt kaum ins Gewicht, ist jedoch anteilig enthalten.

### **Handhabung**

Das PorcAnest 3000 ist ein modular aufgebautes Gerät, das auch als stationäres Tischgerät verwendet werden kann. Die in stabilen Koffern untergebrachten Versorgungs- und Operationseinheiten lassen sich über Rollen bewegen, verbleiben aber in der Regel auf dem Wagen. Dadurch muss nur die Operationseinheit zum Betrieb aus- und eingeklappt werden. Der Wagen passt mit einer Breite von 76 cm zwar nicht überall, aber doch immer wieder auch quer in die Gänge, sodass dann rechts und links gearbeitet werden kann. Wenn das Gerät nur längs in den Gang passt, steht der Bediener zum Kastrieren häufig in der Abferkelbucht. Da das Gerät nur einseitig bedienbar ist, muss es dann am Ende des Stallgangs gedreht werden. Dazu muss entweder eine Abferkelbucht geöffnet werden oder das Gerät zurück in den Zentralgang geschoben und dort gedreht werden. Der Hersteller bietet für schmale Gänge optional

einen schmaleren Wagen mit 57 cm Breite an. Durch die vier Gelenkrollen und das geringe Gewicht von nur 53,7 kg lässt sich das PorcAnest 3000 leicht schieben.

Die Arbeitshöhe des PorcAnest 3000 lässt sich in fünf Stufen zu je 4 cm verstellen. Die Arbeitshöhe beträgt in der niedrigsten Einstellung 110 cm. Da die Ferkel mit dem Operationsbereich nah am Bediener liegen, ist eine gerade Arbeitshaltung mit leicht angewinkelten Armen möglich. Lediglich beim Einlegen der Ferkel in die Narkosestationen müssen aufgrund der zweihändig zu verrichtenden Arbeit Arme gestreckt und der Rücken kurzzeitig leicht gebeugt werden. Bei der Kontrolle, ob die Ferkelschnauze korrekt in der Maske liegt, behindert die Ferkelschale die Sicht. Wird bei sehr schmalen Gängen aus der Bucht heraus gearbeitet, stützt sich der Bediener normalerweise zusätzlich mit den Knien an der Buchtenwand ab, was auf Dauer den Rücken belastet.

Das Einlegen der Ferkel in Bauchlage und die spätere Drehung des Ferkelhalters zur Kastration erfordert mehr Handgriffe, eine größere Routine sowie eine zusätzliche Sichtkontrolle gegenüber den anderen Narkosegeräten. Dennoch empfinden die Bediener das Einlegen nicht als schwierig. Alternativ können die Ferkel aber auch in Rückenlage eingelegt werden.

Gut im Blickfeld des Bedieners liegen die gut sichtbaren, mit großen Zahlen versehenen Anzeigen für die Narkosedauer bzw. die Kastrationsbereitschaft oberhalb der einzelnen Narkosestationen wie auch die Kontrollleuchten für Betriebsbereitschaft und Filtersättigung.

Auf der Schmutzwanne unterhalb der Ferkelhalter, aber auch auf der Oberfläche der Operationseinheit ist ausreichend Ablagefläche z.B. für Einmalhandschuhe und Desinfektionsmittel vorhanden. Zwei Skalpellhalter werden mit dem Gerät mitgeliefert.

Die Inbetriebnahme des PorcAnest 3000 erfolgt nach Einstecken des Netzsteckers in eine bauseits abgesicherte Steckdose durch den Ein-/Aus-Schalter an der Versorgungseinheit. Ein Verlängerungskabel muss betriebsseitig bereitgestellt werden, wenn das Gerät während der Kastration durch das Abferkelabteil bewegt werden soll. Alternativ kann das Gerät auch mit einer 12 Volt-Batterie betrieben werden. Durch die Verdampferheizung (Temperaturkompensation) benötigt das Gerät abhängig von der Umgebungstemperatur zwischen fünf und 20 Minuten zum Aufheizen, bevor es betriebsbereit ist.

Zum Befüllen des Verdampfers mit Isofluran wird die Isofluranflasche in aufrechter Position vorne am Verdampfer aufgeschraubt, das Ventil zum Verdampfer hin durch Drehen im Uhrzeigersinn geöffnet und die Flasche anschließend bis zum Klickpunkt bei „2 Uhr“ gedreht, sodass der Verdampfer stetig aus der Flasche mit Isofluran befüllt wird. Der Füllstand der Flasche muss beobachtet werden, damit ein notwendiger Wechsel rechtzeitig erkannt wird, denn einen Sensor oder eine Anzeige dafür gibt es nicht. Auch wenn Tropfverluste durch das Aufschrauben der Flasche nahezu ausgeschlossen sind, sollte der Flaschenwechsel im Zentralgang oder in einem gut gelüfteten Raum erfolgen. Nach Kastrationsende wird die Isofluranflasche wieder in aufrechte Position zurückgedreht, das Ventil zum Verdampfer hin geschlossen, die Flasche abgeschraubt und verschlossen. Somit verbleibt Isofluran beim PorcAnest 3000 nicht bzw. nur in kaum nennenswerter Menge im Gerät zurück, eine separate Entleerung entfällt.

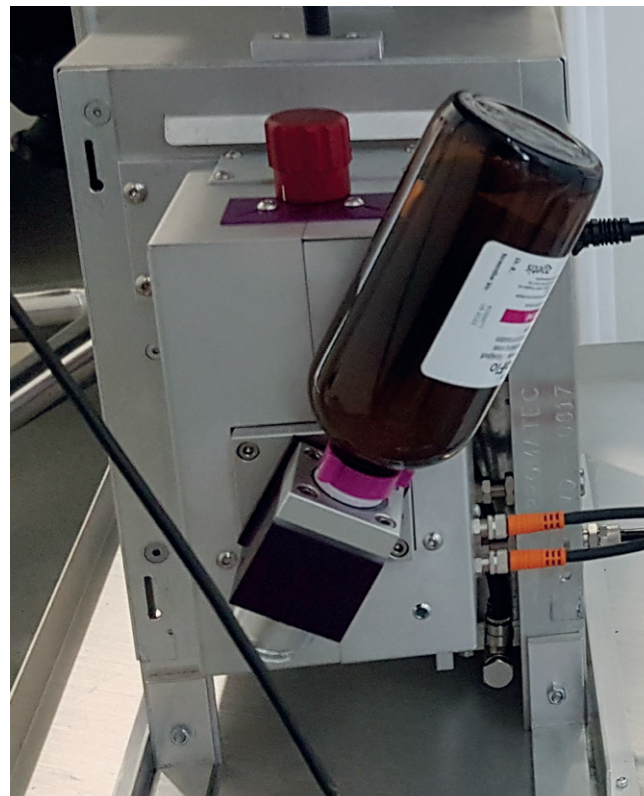


Bild 9:  
Am Verdampfer aufgeschraubte Isofluranflasche

### Betriebssicherheit

#### Überwachungsfunktionen des Gerätes

Die an jedem Narkosegerät erforderlichen Überwachungsfunktionen sind beim PorcAnest 3000 wie in Tabelle 3 beschrieben vorhanden.

Desweiteren werden folgende Funktionen überwacht und angezeigt:

- Funktion des Sensors zur Sättigungsüberwachung des Aktivkohlefilters: Meldung „E0“ bei nicht angeschlossenem Sensor, Meldung „E1“, wenn kein Filter im System steht, Meldung „E2“ wenn der Sensor defekt ist.
- Service-Intervall: Anzeige „SE“ bei Erreichen der eingestellten Grenzen (Anzahl Kastrationen bzw. Zeitspanne)

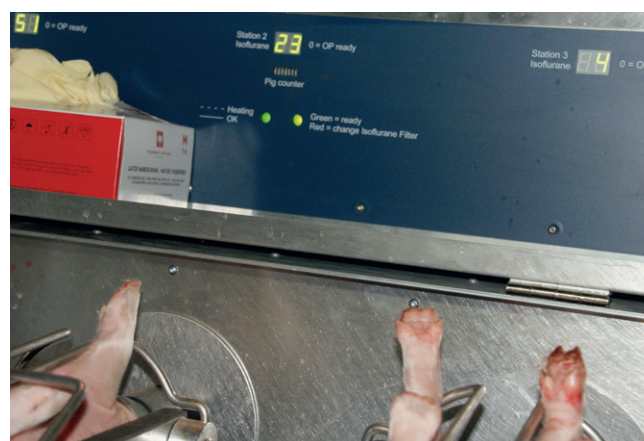


Bild 10:  
Gerätedisplay

Tabelle 3:

Minimal erforderliche Überwachungsfunktionen

<b>Anzeige Betriebsbereitschaft/Betriebsstörung</b>	linke Kontrollleuchte im Anzeigefeld dauergrün bei Betriebsbereitschaft; Störungsanzeige im Display der mittleren Narkosestation (Fehler „E0“, „E1“, „E2“)
<b>Anzeige Narkosedauer je Station</b>	Abwärtszähler oberhalb jeder Narkosestation
<b>Anzeige Anzahl kastrierter Ferkel, digitale Speicherung</b>	Digitaler Tages- und Gesamtkastrationszähler, analoger Gesamtkastrationszähler mittig im Anzeigefeld
<b>Kontrolle/Anzeige Nachfüllen von Isofluran</b>	rein visuell über Füllstand der Isofluranflasche
<b>Kontrolle/Anzeige Wechsel Aktivkohlefilter</b>	Sättigungsdetektion über Sensor; rechte Kontrollleuchte im Anzeigefeld rot „change Isoflurane Filter“

## Betriebsstörungen

Sowohl während der Labormessungen als auch während der Messungen in drei Ferkelerzeugerbetrieben traten keine technischen Störungen am PorcAnest 3000 auf.

Aufgrund der begrenzten Prüfungsdauer kann eine Langzeitprognose zur Betriebssicherheit des Gerätes nicht abgegeben werden.

## Wartung und Service

Spätestens alle zwei Jahre, bei mehr als 10.000 Kastrationen pro Jahr jährlich, muss das PorcAnest 3000 durch den Herstellerservice gewartet werden. Dies wird durch ein mobiles Serviceteam des Herstellers gewährleistet. Alternativ kann der Versand der Versorgungs- und der Operationseinheit an eine der Sammelstationen in Deutschland erfolgen, wo die Wartung dann stattfindet. Nach spätestens fünf Arbeitstagen sollen die Komponenten wieder zurückgesandt sein. Im Rahmen des Herstellerservices wird das gesamte Gerät mit seinen Komponenten auf ordnungsgemäße Funktion überprüft und bei Bedarf nachjustiert. Der Gerätespeicher dient dabei als Analyseinstrument (Echtzeitanalyse). Die Funktionsfähigkeit wird messtechnisch nachgewiesen und bestätigt.

Daneben gibt es Wartungsarbeiten, die der Bediener erledigen muss. Dazu gehören die regelmäßige Überprüfung aller Schläuche und Steckverbindungen, die arbeitstägliche Reinigung des Narkosegerätes und das regelmäßige Schmieren bestimmter Bauteile mittels Teflonspray. Es muss besonders darauf geachtet werden, dass die Siebdüsen in den Narkosemasken frei von Verschmutzungen und durchlässig sind.

## Schutz vor Manipulationen

Um dauerhaft eine sichere Betäubung zu gewährleisten, darf an den Narkosegeräten die Narkosegaskonzentration nicht veränderbar sein. Am PorcAnest 3000 ist der Verdampfer eingehaust und bis auf den Flaschenadapter unzugänglich.

Desweiteren muss das Narkosegerät die durchgeführten Kastrationen registrieren und mit Datumstempel unveränderbar und auslesbar aufzeichnen. Dies soll auch Behörden gegenüber als Nachweis dienen, dass die Betäubungen tatsächlich durchgeführt wurden.

Das PorcAnest 3000 zeichnet die Kastrationen bzw. Betäubungen sowohl arbeitstäglich als auch in Summe auf, jedoch nicht vor Ablauf der 70 Sekunden

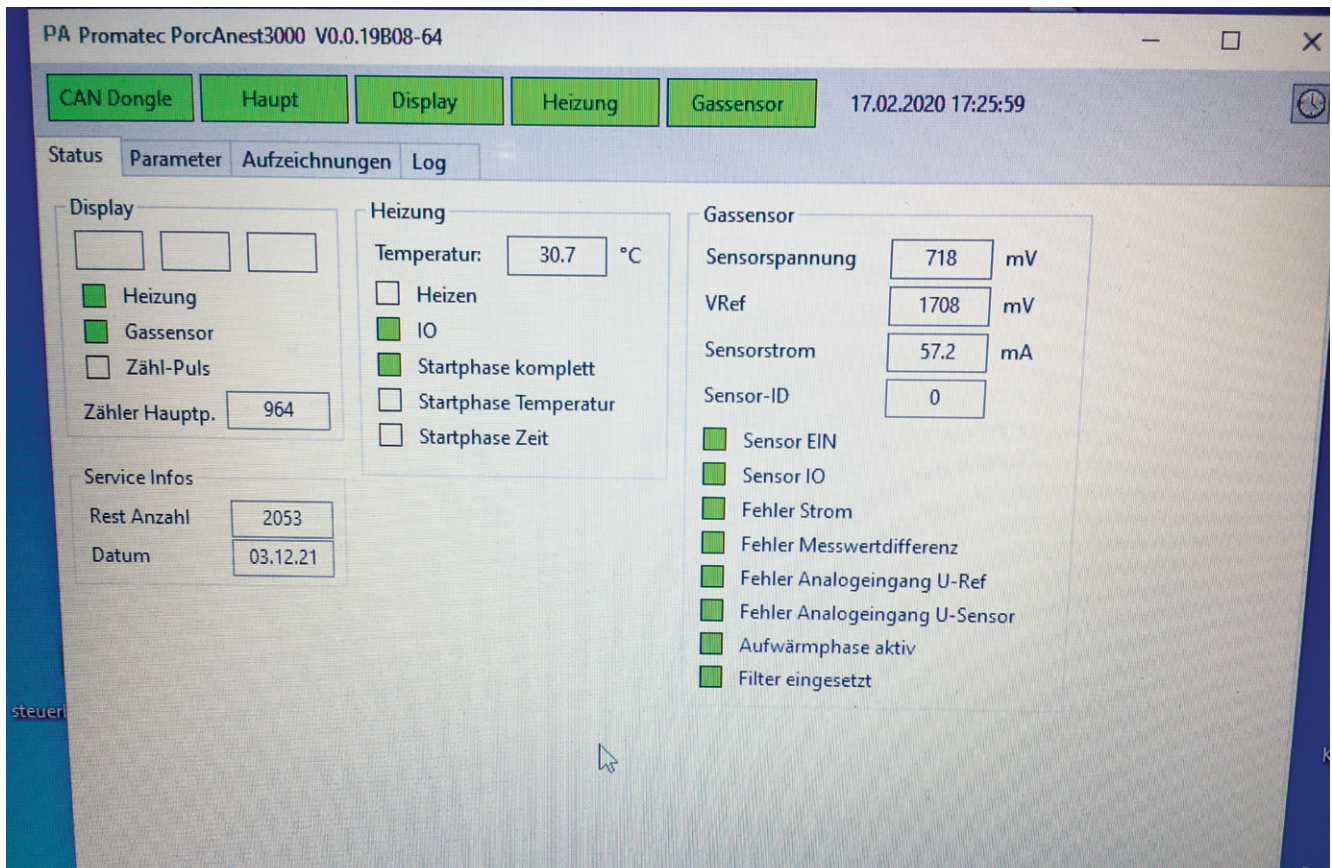


Bild 11:  
Datenaufzeichnung

Narkoseeinleitung. Eine Manipulation sowohl des analogen als auch des elektronischen Zählers ist weder am Gerät noch über die Software möglich. Die Verbindung zum Gerät wird über ein robustes BUS-Kabel zu einem Laptop (landwirtseitig) hergestellt, auf dem die Software installiert sein muss. Neben einer Abfrage des Gerätespeichers können die Daten als csv-Datei per Email versandt und zum Beispiel in Excel eingelesen werden.

Die Speicherkapazität umfasst 5000 Datensätze, wobei 4000 Datensätze für die detaillierte Aufzeichnung von Einzelkastrationen inklusive Sensordaten und 1000 Datensätze für die Speicherung der arbeitstäglichen Anzahl an Kastrationen – vor den letzten 4000 Kastrationen – bestimmt sind.

## Fazit

In dem vorliegenden Test wurde das Isofluran-Narkosegerät PorcAnest 3000 auf seine Funktionlität sowie im Hinblick auf Tierschutz-, Arbeitsschutz- und Umweltschutzaspekte untersucht. Dazu wurden Labormessungen zum gasführenden System und zur Arbeitssicherheit durchgeführt. Desweiteren wurde das Gerät in drei Praxisbetrieben eingesetzt und begutachtet. Im Fokus standen dabei das Verhalten der Ferkel bis zur und während der Betäubung und Kastration, aber auch die Ermittlung funktionaler und ökonomischer Parameter. In einem der Betriebe wurden zusätzlich genormte Isofluran-Arbeitsplatzmessungen durch Eurofins, ein DGUV-gelistetes und akkreditiertes Messinstitut durchgeführt.

Das Gerät erfüllt die Anforderungen des DLG-Prüfverfahrens für Narkosegeräte für die Ferkelkastration, Stand 2019 mit Erweiterungen 2020.

## Weitere Informationen

### Prüfungsdurchführung

DLG TestService GmbH, Standort Groß-Umstadt  
Die Prüfungen werden im Auftrag des  
DLG e.V. durchgeführt.

### DLG-Prüfverfahren

Narkosegeräte für die Ferkelkastration  
(Stand Dezember 2019, mit Erweiterungen 2020)

### Prüfungskommission

Dr. Sophie Gumbert, Klinik für Schweine,  
Ludwig-Maximilian-Universität München  
Dr. Jürgen Harlizius, Landwirtschaftskammer  
Nordrhein-Westfalen, Tiergesundheitsdienste

Prof. Dr. Wilfried Hopp,  
Veterinärdienst Kreis Soest  
Dr. Frederik Löwenstein,  
Landesanstalt für Schweinezucht Boxberg

### Fachbereich

Landwirtschaft

### Bereichsleiter

Dr. Ulrich Rubenschuh

### Prüfingenieurin

Dipl.-Ing. agr. Susanne Gäckler\*

\_\_\_\_\_  
\* Berichterstatte

## DLG. Offenes Netzwerk und fachliche Stimme.

Die DLG e.V. (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 1885 von Max Eyth gegründet, ist eine Fachorganisation der Agrar- und Ernährungswirtschaft. Leitbild ist der Wissens-, Qualitäts- und Technologietransfer zur Förderung des Fortschritts. Dabei fungiert die DLG als offenes Netzwerk und fachliche Stimme in der Agrar- und Ernährungswirtschaft.

Als eine der führenden Organisationen ihrer Branche organisiert die DLG internationale Messen und Veranstaltungen in den Kompetenzfeldern Pflanzenbau, Tierhaltung, Land- und Forsttechnik, Energieversorgung und Lebensmitteltechnologie. Ihre Qualitätsprüfungen für Lebensmittel sowie Landtechnik und Betriebsmittel erfahren weltweit hohe Anerkennung.

Ein weiteres wichtiges Leitmotiv der DLG ist es seit über 130 Jahren den Dialog zwischen Wissenschaft, Praxis und Gesellschaft über Fach- und Ländergren-

zen hinweg zu fördern. Als offene und unabhängige Organisation erarbeitet ihr Expertennetzwerk mit Praktikern, Wissenschaftlern, Beratern, Fachleuten aus Verwaltung und Politik aus aller Welt zukunftsorientierte Lösungen für die Herausforderungen der Agrar- und Ernährungswirtschaft.

### Test-Kompetenz in Agrartechnik und Betriebsmitteln

Das DLG-Testzentrum Technik und Betriebsmittel ist mit seinen Methoden, Prüfrahmen und Auszeichnungen führend in der Prüfung und Zertifizierung von Agrartechnik und Betriebsmitteln. Die Methoden und Testprofile sind praxisbezogen, herstellerunabhängig und von neutralen Prüfungskommissionen erarbeitet. Sie beruhen auf modernsten Mess- und Prüfverfahren, auch internationale Standards und Normen werden berücksichtigt.

Interne Prüfnummer DLG: 2019-833

Copyright DLG: © 2020 DLG

Die DLG-Anerkennung endet mit April 2025.



**DLG TestService GmbH**

**Standort Groß-Umstadt**

Max-Eyth-Weg 1 • 64823 Groß-Umstadt

Telefon: +49 69 24788-600 • Fax: +49 69 24788-690

Tech@DLG.org • www.DLG.org

Download aller  
DLG-Prüfberichte kostenlos  
unter: [www.DLG-Test.de](http://www.DLG-Test.de)