



D-5013-2014

## Einfluss von Frischgasflow auf Feuchtigkeit in Atem- und Schlauchsystem und die Wahl des Beatmungsfilters

Urban Staubli

**Herausgeber**

Drägerwerk AG & Co. KGaA  
Moislinger Allee 53–55  
23558 Lübeck, Deutschland

[www.draeger.com](http://www.draeger.com)

**Wichtige Hinweis**

Das medizinische Fachwissen ist aufgrund von Forschung und klinischen Erfahrungen beständiger Veränderung unterworfen. Der Autor dieses Booklets war darauf bedacht sicherzugehen, dass die hier dargestellten Ansichten, Meinungen und Annahmen, insbesondere diejenigen mit Bezug auf Anwendungen und Wirkungen, dem aktuellen Wissensstand entsprechen. Dies befreit allerdings den Leser nicht von der Verpflichtung, für klinische Maßnahmen selbst Verantwortung zu tragen.

Alle Rechte an diesem Buch, insbesondere das Recht auf Reproduktion und Kopie, liegen bei der Drägerwerk AG & Co. KGaA. Kein Teil dieses Buches darf ohne die vorherige schriftliche Genehmigung der Drägerwerk AG & Co. KGaA mechanisch, elektronisch oder fotografisch reproduziert oder gespeichert werden.

# **Einfluss von Frischgasflow auf Feuchtigkeit in Atem- und Schlauchsystem und die Wahl des Beatmungsfilters**

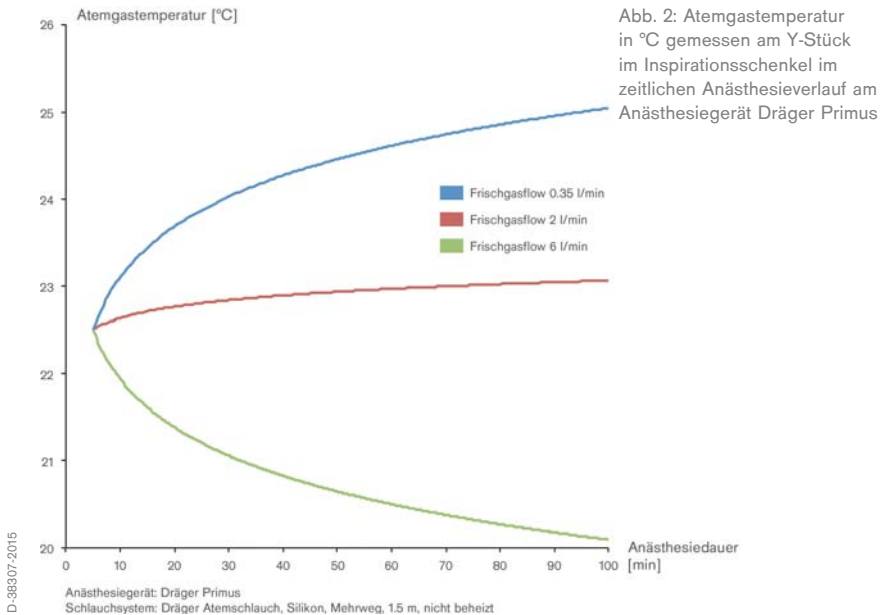
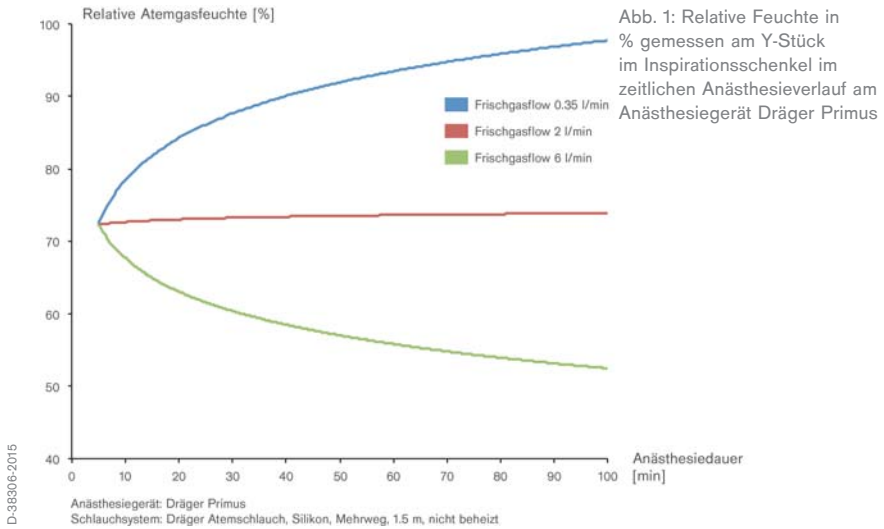
Urban Staubli

Lange Zeit war es üblich, in der Anästhesie mit höherem Frischgasflow zu arbeiten. Moderne Anästhesiegeräte (z.B. Dräger Primus IE, Perseus, Zeus) machen es möglich, mit einem sehr niedrigen Frischgasflow die Narkose zu steuern und so eine wesentliche Einsparung von Anästhesiegasen zu erreichen. Man unterscheidet zwischen Low-Flow-, Minimal-Flow- und Metabolic-Flow-Anästhesien.

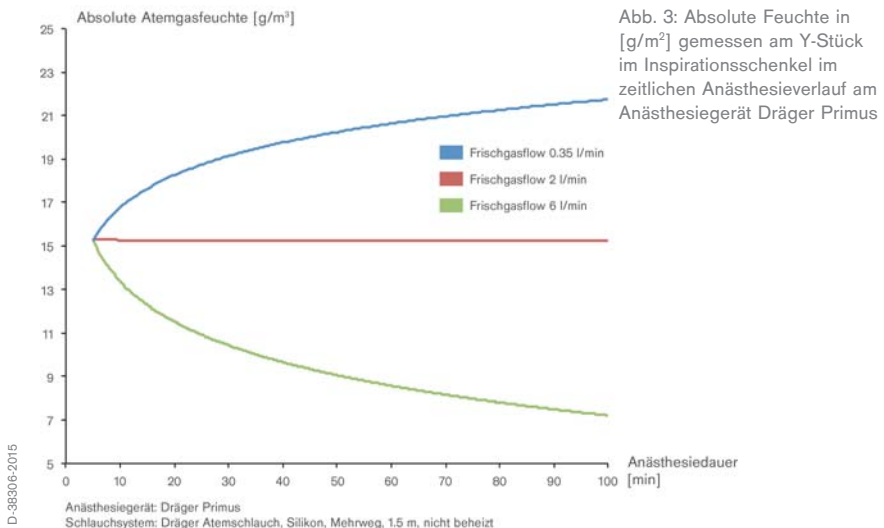
Bei der Low-Flow-Anästhesie, dem Niedrigflussnarkoseverfahren, wird der Frischgasflow auf 1.0 l/min reduziert. Dieses Verfahren wurde erstmalig von Foldes et al. 1952 beschrieben<sup>1</sup>. Bei der von Virtue 1974 erstmals beschriebenen Minimal-Flow-Anästhesie wird der Frischgasflow sogar auf 0.5 l/min reduziert<sup>2</sup>.

Mit einem Frischgasflow von 2 Litern ist es unumgänglich, ein System einzusetzen, das der Austrocknung der Atemwege entgegenwirkt. Dazu wird mit einem sogenannten Filter/HME gearbeitet. Dieser Filter besteht aus zwei Komponenten. HME steht für Heat Moisture Exchanger (Wärme und Feuchtigkeitsaustauscher), welcher patientenseitig positioniert ist. Dieses Medium hat die Fähigkeit der Erwärmung und Anfeuchtung der Einatemluft. Der Feuchterückhalt liegt zwischen 34 - 39 mg H<sub>2</sub>O/ l Luft, je nach Größe und Art des Filters. Die zweite Komponente besteht aus bipolar aufgeladenen Kunststofffasern, welche auf der Basis der Elektrostatik funktionieren. Mit dem Filter/HME kann einerseits einer Austrocknung des Atemweges entgegengewirkt werden und andererseits schützt er vor einer Kontamination des Atemkreises.

Low-Flow- und Minimal-Flow-Anästhesie verändern nun zwei Parameter im gesamten Atemkreislauf: Die Temperatur und die relative Atemgasfeuchte. In den beiden nachfolgenden Grafiken<sup>3</sup> ist ersichtlich, dass sowohl die Temperatur als auch die relative Atemgasfeuchtigkeit schon nach 30 Minuten einen deutlich höheren Wert aufweisen. Bei einem Frischgasflow von 2 l/min bleibt die relative Feuchtigkeit sehr konstant.



Die Bedeutung der Atemgasklimatisierung beim anästhesierten Patienten ist seit längerer Zeit bekannt. Die Notwendigkeit zur Durchführung der Atemgasklimatisierung ist heute bei intubierten oder tracheotomierten Patienten auf der Intensivstation unstrittig. Das Ausschalten des oberen Respirationstraktes durch eine Larynxmaske oder einen endotrachealen Tubus verhindert seine physiologischen Leistungen (Anfeuchtung und Erwärmung des Atemgases) vollständig. Eine ungenügende Atemgasklimatisierung gefährdet die Funktion des respiratorischen Flimmerepithels und damit die mukoziliäre Clearance. Die Konsequenzen einer ungenügenden Atemgasklimatisierung können morphologische Schäden am respiratorischen Flimmerepithel hervorrufen, deren Folgen Sekretrückstau, Obstruktion der Bronchiolen und Begünstigung von Mikroateletasen sein können. Daher sollte bei länger andauernden Anästhesien eine absolute Feuchte von 17 bis 30 mg H<sub>2</sub>O/l, bei einer Anästhesiegastemperatur von mindestens 28 °C, gewährleistet sein. Diese Forderungen werden durch eine Anästhesie im Minimal-Flow-Modus erreicht: So stellen sich im klinischen Einsatz bereits nach 15 Minuten (vergleiche nachfolgende Grafik) die gewünschte absolute Feuchte und nach ein bis zwei Stunden die gewünschte Erwärmung des Atemgases ein<sup>3</sup>.



Sichtbar wird die Anwendung von Low-Flow- respektive Minimal-Flow-Anästhesie insbesondere durch das Entstehen von Kondensat in den Beatmungsschläuchen. Ursächlich für die Kondensatbildung ist der obligatorische Kohlendioxidabsorber in Narkosekreissystemen. Dieser entfernt ausgeatmetes Kohlendioxid chemisch aus dem Atemkreissystem und bindet es. Bei dieser Elimination entstehen unter anderem Wärme ( $\Delta T$ ) und Feuchtigkeit ( $H_2O$ ). Diese tragen zur Klimatisierung des Atemgases im Kreissystem bei. Zur Absorption des  $CO_2$  wird Atemkalk genutzt, der heutzutage hauptsächlich aus Kalziumhydroxid ( $Ca(OH)_2$ ) besteht. Die Absorption verläuft als exotherme Reaktion, wobei als Endprodukte Kalziumkarbonat, Wasser und Wärme entstehen:  $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O + \Delta T$  (Wärme)<sup>3</sup>. Mit dieser Ausgangslage muss der Einsatz des Atemfilters einer gesonderten Betrachtungsweise unterzogen werden. Der HME Filter basiert auf einem elektrostatischen Medium, das die Keime am Filter haften lässt. Durch den Anstieg von relativer Feuchtigkeit besteht die Gefahr von Kondensat im gesamten Atemkreislauf, so dass sich der Filter mit Wasser benetzen kann und dabei seine Wirkung verliert, da durch Wasser eine Depolarisation des Gewebes stattfindet. In der ersten Grafik sehen wir, dass die relative Feuchtigkeit von 90% schon nach ca. 30 min. erreicht wird. A.R. Wilkes kommt zum Schluss, dass auch bei durchsichtigen Filter/HME es schwierig sein kann, die Bildung von Kondensat im Filter zu identifizieren.<sup>4</sup>

Es ist daher notwendig, einen Filter zu verwenden, der auf einer anderen Basis funktioniert. Dies ist ein mechanischer Filter, welcher aus keramikumantelter Faser besteht, die dicht gewoben ist. Die Filterung basiert auf 3 Prinzipien: Siebfiltration, Trägheitsfiltration, Diffusionsfiltration. Diese Art Filter sind hydrophob, sprich wasserabweisend. Diese Hydrophobizität muss laut DGAI/DGKH für Flüssigkeit Retentionswerte bis zu Drücken von mindestens 60 hPa (=60 mbar) oder 20 hPa oberhalb des gewählten maximalen Beatmungsdrucks im Narkosesystem standhalten.<sup>5</sup> Ein elektrostatischer Filter erfüllt diese Kriterien nicht.

Durch diese Hydrophobizität des mechanischen Filters wird verstärkt Kondenswasser im Beatmungssystem zurückgehalten, da kein Wasser die Barriere durchschreiten kann. Deshalb ist die Wahl des Beatmungsschlauches von besonderer Bedeutung. In der Pädiatrie und Neonatologie müssen bei der Wahl des Filters zusätzliche Parameter beachtet werden, da dort der Totraum und auch die Resistance zusätzlich eine Rolle spielen.

Beide Filter, ob mechanisch oder elektrostatisch, haben die geforderten Filterleistungen bezüglich des Rückhaltes von Bakterien und Viren, sofern die Filtrationsleistung am elektrostatischen Filter nicht durch Feuchtigkeit vermindert bzw. aufgehoben wird.

2011 beschreiben A.R. Wilkes et al. ausführlich die Anwendung von Atemwegsfilter in der Anästhesie und kommt zum Schluss: „Circle breathing systems can contain condensation: this liquid can pass through low-density electrostatic filters under pressures typically encountered in anaesthesia, so the use of electrostatic filters with circle breathing systems cannot be recommended.”<sup>6</sup>

Sowohl die Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin, in Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Krankenhaushygiene (DGAI/DGKH)<sup>5</sup>, als auch die Société Française d'Anesthésie et Réanimation (SFAR)<sup>7</sup>, empfehlen die Verwendung eines hydrophoben bzw. eines Filters mit der oben genannten hydrostatischen Belastungsfähigkeit. Im englischsprachigen Raum hat diese Empfehlung ebenfalls ihren Niederschlag gefunden. Einen entsprechenden Hinweis findet man in der Richtlinie der Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland (AAGBI).<sup>8</sup>

Basierend auf diesen Empfehlungen weisen wir unsere Kunden auf die Anwendung eines hydrophoben, mechanischen Atemsystemfilters hin wie auch auf die Anwendung von Schlauchsystemen mit Wasserfallen und legen unser Augenmerk auf die Verminderung von nosokomialer Infektionen durch Verhinderung von Kreuzkontaminationen. Mit diesen ganzheitlichen Ansätzen möchten wir, zusammen mit der Aufbereitungsstandardisierung von Anästhesiearbeitsplätzen, unseren Beitrag zur Hygiene im Krankenhaus leisten.



**Autor:**



**Urban Staubli**  
**Product Manger**  
**dipl. Experte Intensivpflege NDS HF**

**Dräger Schweiz AG**  
**Waldeggstrasse 30**  
**CH-3097 Liebefeld, Switzerland**

## Literaturverzeichnis:

- 1 Foldes F, Ceravolo A, Carpenter S. The administration of nitrous oxide - oxygen anesthesia in closed systems. *Ann Surg.* 1952;136:978-81
- 2 Virtue R. Minimal flow nitrous oxide anesthesia. *Anesthesiology* 1974;40:196-8
- 3 Ch. Hönemann, B.Mierke; Low-Flow, Minimal-Flow und Metabolic-Flow Anästhesien; Klinische Techniken zur Nutzung von Rückatemsystemen; 2015; Drägerwerk AG & Co. KGaA
- 4 A.R. Wilkes et al.; Heat and moisture exchangers and breathing system filters: their use in anaesthesia and intensive care. Part 2 - practical use, including problems, and their use with paediatric patients; *Anaesthesia*, 2011, 66, pages 40–51, doi:10.1111/j.1365-2044.2010.06564.x
- 5 Infektionsprävention bei der Narkosebeatmung durch Einsatz von Atemwegsfiltern (ASF): Gemeinsame Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Krankenhaushygiene e. V. (DGKH) und der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e. V. (DGAI); 2010; GMS Krankenhaushygiene interdisziplinär; Vol. 5(2). ISSN 1863-5245
- 6 A.R. Wilkes et al.; Heat and moisture exchangers and breathing system filters: their use in anaesthesia and intensive care. Part 1 - history, principles and efficiency; *Anaesthesia*, 2011, 66, pages 31–39, doi:10.1111/j.1365-2044.2010.06563.x
- 7 SFAR Société Française d'Anesthésie et Réanimation; l'hygiène en anesthésie; 1998; Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation no 10 du volume 17
- 8 AAGBI The Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland ; Infection control in anaesthesia; *Anaesthesia* 2008, 63, pages 1027–1036, doi:10.1111/j.1365-2044.2008.05657.x



Nicht alle Produkte, Funktionen oder Dienstleistungen sind in allen Ländern verfügbar.  
Genannte Marken sind nur in bestimmten Ländern eingetragen und nicht unbedingt in dem Land, wo dieses Material herausgebracht wurde. Den aktuellen Stand finden Sie unter [www.draeger.com/trademarks](http://www.draeger.com/trademarks).

#### UNTERNEHMENSZENTRALE

Drägerwerk AG & Co. KGaA  
Moislinger Allee 53–55  
23558 Lübeck, Deutschland

[www.draeger.com](http://www.draeger.com)

#### Hersteller:

Drägerwerk AG & Co. KGaA  
Moislinger Allee 53–55  
23558 Lübeck, Deutschland

#### DEUTSCHLAND

Dräger Medical  
Deutschland GmbH  
Moislinger Allee 53–55  
23558 Lübeck  
Tel 0800 882 882 0  
Fax 0451 882 720 02  
[dsc@draeger.com](mailto:dsc@draeger.com)

#### ÖSTERREICH

Dräger Austria GmbH  
Perfektastraße 67  
1230 Wien  
Tel +43 1 609 04 0  
Fax +43 1 699 45 97  
[office.austria@draeger.com](mailto:office.austria@draeger.com)

#### SCHWEIZ

Dräger Schweiz AG  
Waldeggstrasse 30  
3097 Liebefeld  
Tel +41 58 748 74 74  
Fax +41 58 748 74 01  
[info.ch@draeger.com](mailto:info.ch@draeger.com)

Ihren Ansprechpartner vor  
Ort finden Sie unter:  
[www.draeger.com/kontakt](http://www.draeger.com/kontakt)

