

# Beatmung mit Aisys CS<sup>2</sup>:

Technologiekomponenten für Präzisionsbeatmung.

## Zusammenfassung:

Die Hardware- und Softwareelemente des Aisys™ CS<sup>2</sup> Anästhesiesystems, Kreissystems und integrierten patientenseitigen Gasüberwachungssystems wurden optimal aufeinander abgestimmt, um eine präzise und intelligente Beatmungsperformance für Patienten aller Altersklassen, einschließlich Neugeborenen, zu bieten.

## Präzise

### Flowventil-Regelung

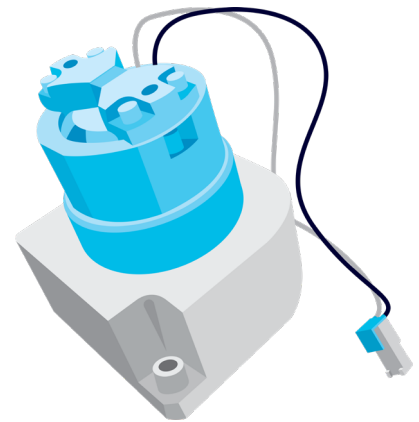
Die Aisys CS<sup>2</sup> Beatmungssystemarchitektur basiert auf einer Proportionalregelventil-Technologie, die der eines Intensiv-Beatmungssystems für kritische Fälle gleicht und bei der Beatmung besonders hohe Präzision und Schnelligkeit bietet. Über die Gasleitung kann dem Beatmungssystem Druckgas mit einem Druck von 2,8 bis 6,0 bar zugeführt werden, der dann vor Erreichen des Proportionalventils des Beatmungsgeräts auf 1,7 bar reduziert wird.

**Dieses Druckgas liefert eine große Menge an Energie, die auf einfache Weise durch präzises Öffnen und Schließen des Proportionalventils in Gasflow-Energie für die Beatmung umgewandelt werden kann.**

Der Flow aus dem Proportionalventil wird zur Außenseite der Balgeinheit geleitet, wodurch der Antriebsdruck entsteht, durch den die Balgeinheit bei der Inspiration nach unten gedrückt wird. Das Proportionalventil kann einen Flow von 0,2 bis 120 l/min mit einer Ansprechzeit von weniger als 30 ms erzeugen. Auf diese Weise erfolgt eine besonders vollständige und schnelle Anpassung an den Bedarf des Patienten. Zudem bleibt die Ventilleistung über die aufeinander folgenden Atemhübe hinweg mit einer Reproduzierbarkeit von 0,05 l/min überaus vorhersehbar.

### Schlauchsystem-Volumenkompensation

Für eine Präzisionsbeatmung von Neugeborenen muss die Compliance des Schlauchsystems zwischen dem Patienten und dem Inspirations- und Expirationsanschluss kompensiert werden, da ansonsten ein Teil des abgegebenen Volumens absorbiert wird und dem Patienten somit ein geringeres Volumen verabreicht wird, als vom System gemessen. Aus diesem Grund ist es wichtig, vor dem Einsatz eine Geräteprüfung durchzuführen, um die Compliance der Beatmungsschläuche zu messen. Bei Neugeborenen sollte ein speziell für Kinder vorgesehenes Schlauchsystem mit kleinem Durchmesser verwendet werden, um Volumenkompensationsfehler aufgrund der Schlauchsystem-Compliance auf ein Minimum zu reduzieren. Die Compliance solcher Schlauchsysteme beträgt in der Regel 0,8 bis 1,0 ml/cm H<sub>2</sub>O.



## Präzise

Regelung des Gas-Flows, Volumens und Drucks



## Schnelle

Ansprechzeit von weniger als 30 ms



## Reproduzierbarkeit

zwischen Atemzügen auf 0,05 l/min genau

## Rückführung von Probengas in das Kreissystem

Das Probengas, das vom Gasmodul entnommen wird, kann in das Kreissystem zurückgeführt werden, damit das Kreissystem nicht durch diesen Volumenverlust beeinträchtigt wird. Dies ermöglicht eine geringe Frischgaszufuhr bei gleichzeitiger Gasprobenentnahme aus dem Atemweg. Zwischen dem Gasmodul und dem Kreissystem befindet sich ein interner Bakterienfilter, um das Risiko von Kreuzkontaminationen des Patienten aufgrund der Rückführung des Probengases in das Kreissystem zu minimieren.

## Pedi-lite Spirometrie-Sensor

Wenn eine patientennahe Volumenüberwachung gewünscht ist, kann der Pedi-lite Sensor eingesetzt werden. Dieser Sensor eignet sich für Atemfrequenzen von 4 bis 70 Atemhübe/min und bietet eine Tidalvolumen-Genauigkeit von  $\pm 6\%$  des Messwertes bzw.  $\pm 4$  ml (der jeweils größere Wert). Der Pedi-lite weist zudem ein geringes Totraumvolumen von 2,5 ml auf.

# Sofortiges Ansprechen

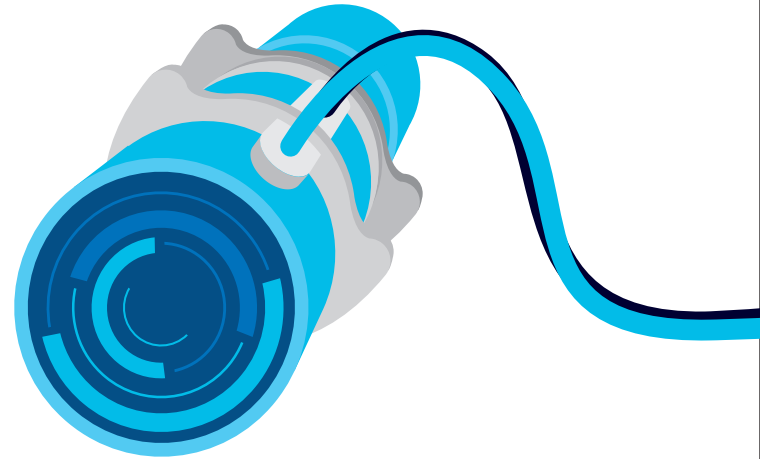
## Flowsensor-Technologie und Genauigkeit

Die am Inspirations- und am Expirationsanschluss verwendeten Flowsensoren nutzen eine Technologie, die den Differenzialdruck durch Flow-Restriktion misst. Zur Maximierung der Genauigkeit bei geringem Flow wird eine variable Öffnungsrestriktion verwendet. Diese Technologie ermöglicht sehr genaue Messwerte bei geringem Flow und eine empfindliche Erkennung von Flow-Änderungen, was wiederum ein schnelles Ansprechen auf inspiratorische und expiratorische Trigger des Patienten gestattet. Bei Verwendung der integrierten patientennahen GE-Gasüberwachung erfolgt an den Flow-Sensoren zudem eine Kompensation in Abhängigkeit von der jeweiligen Gaszusammensetzung. Ferner weist die hochpräzise Druckmessung eine besonders geringe Null- und Messbereichsdrift auf, so dass die Genauigkeit des Flow-Sensors verbessert und der Flow in jeder Richtung mit gleichbleibend hoher Genauigkeit gemessen wird.

## Intelligente Frischgaszufuhr

Das Design des Kreissystems und der Frischgaszufuhr bietet mehrere nennenswerte Vorteile für alle Patientenaltersgruppen:

- 1) Das Frischgas tritt auf der Systemseite des inspiratorischen Ventils in das Kreissystem ein und steht dem Patienten somit gleich in der nächsten Inspirationsphase zur Verfügung. Grundsätzlich bedeutet dies, dass **dem Patienten beim Beginn eines Atemzugs Frischgas zuerst zugeführt wird, so dass er die gewünschten Gaskonzentrationsänderungen schnell erhält.**
- 2) Ein geringes Kreissystemvolumen von nur 2,7 l ermöglicht schnelle Gaskonzentrationsänderungen. Zusätzlich übertrifft der geringe Strömungswiderstand des Kreissystems die Vorgaben der ISO-Normen für Neugeborene, was Patienten eine geringe Atemarbeit abverlangt.
- 3) Auch bei veränderter Frischgaszufuhr wird ein konstantes und wiederholbares Tidalvolumen verabreicht. Da das verabreichte Tidalvolumen der Summe aus Frischgaszufuhr und der Volumenabgabe der Balgeinheit entspricht und da die Aisys CS<sup>2</sup> die Frischgaszufuhr über die elektronische Mischeinheit erhält, kompensiert das System bei der nächsten Atemzugabgabe umgehend jegliche Änderungen bei der Frischgaszufuhr. Die meisten Anästhesiesysteme verabreichen nach einer Änderung der Frischgaszufuhr ein zu hohes oder zu geringes Tidalvolumen und nutzen das Ventilations-Regelungssystem, um das Tidalvolumen auf das Sollniveau zurückzubringen, was mehrere Atemzüge dauern kann.



## Volumen- und druckkontrollierte Beatmung

Bei der volumenkontrollierten Beatmung regelt Aisys CS<sup>2</sup> die Beatmung basierend auf den Flow- und Drucksensoren am Inspirations- und am Expirationsanschluss. In einem volumenregulierten Modus (VCV, PCV-VG, SIMV-VC) wird das abgegebene Tidalvolumen unter Integration des gemessenen Nettoflows am Patienten gemessen. Nettoflow = Flow gemessen vom Inspirations-Flow-Sensor + Flow gemessen vom Expirations-Flow-Sensor. Der gemessene Expirations-Flow ist immer negativ. Das gemessene Tidalvolumen (TV) wird mit dem eingestellten Tidalvolumen verglichen, und die TV-Abweichung wird berechnet. Basierend auf dieser Abweichung wird der Regelungsparameter, entweder der Inspirations-Flow oder -Druck angepasst, um das eingestellte TV beim nächsten Atemzug zu erzielen. Deshalb haben das Gasvolumen und die Compliance auf der Geräteseite des Inspirations- und des Expirationsanschlusses keinen Einfluss auf das dem Patienten verabreichte Volumen und erfordern keine spezielle Kompensation. Darüber hinaus wird dem Schlauchsystem auf der Geräteseite des Inspirations-Flow-Sensors Frischgas zugeführt; dieses wird folglich automatisch kompensiert, da es im gemessenen Nettoflow am Inspirations- und am Expirationsanschluss enthalten ist.

Bei der druckkontrollierten Beatmung (PCV, SIMV-PC) misst das System den Plateaudruck am Ende der Inspirationsphase und vergleicht diesen mit dem eingestellten P<sub>insp</sub>, um den P<sub>insp</sub>-Fehler zu berechnen. Der Zieldruck wird dann angepasst, um den eingestellten P<sub>insp</sub> beim nächsten Atemhub zu erzielen.

# Intelligent

## Probengaskompensation

Die Aisys CS<sup>2</sup> Atemgasüberwachung entnimmt bei jedem Atemzug eine kleine Menge Atemwegsgas am Seitenstrom. Das System kann so konfiguriert werden, dass dieser Volumenverlust kompensiert wird, d. h. der Patient erhält dennoch das eingestellte Tidalvolumen und die eingestellte Zusammensetzung in den volumenregulierten Modi. Das System zeigt weiterhin in allen Beatmungsmodi das richtige TV<sub>insp</sub> und TV<sub>exp</sub> an. Nur GE-Gasmodule dürfen zusammen mit einem System mit konfigurierter Kompensation des Gasmodul-Proben-Flows verwendet werden, da die Seitenstrom-Proben-Flowrate je nach Patientenmonitor abweichen kann. Bei Verwendung von GE Gasmodulen erkennt die Aisys CS<sup>2</sup> das genaue Modell des verwendeten Moduls und kompensiert basierend auf dem richtigen Proben-Flow. (Die Module M und E entnehmen 200 ml/min, und CARESCAPE™ E-s Module entnehmen 120 ml/min).

## Atemzugererkennung

Das gemessene TV<sub>insp</sub> basiert auf dem Volumen, das dem Patienten in der Inspirationsphase verabreicht wird, und TV<sub>exp</sub> basiert auf dem Volumen, das vom Patienten in der Expirationsphase ausgeatmet wird. Beide Werte werden entsprechend der Compliance des Schlauchsystems und dem entnommenen Probengas kompensiert. Da jedoch bei der Beatmung von Neugeborenen oftmals erhebliche Leckagen im Bereich des Atemwegs auftreten, kann aufgrund der Menge des durch die Leckage bedingten Gasverlustes das TV<sub>exp</sub> (gemessen im Nettoflow) unter 5 ml liegen, selbst wenn der Patient korrekt beatmet wird. Dies kann schließlich zu Fehlalarmen wegen niedriger AF oder Apnoe führen. Um das Auftreten dieser Fehlalarme zu reduzieren, basiert der Atemzugererkennungs-Algorithmus auf dem ausgeatmeten Gesamtvolumen (TV<sub>exp</sub> + Schlauchsystem-Kompensationsvolumen).

## Apnoealarm

Wenn am System ein integriertes Patientenüberwachungsmodul konfiguriert ist, erfolgt eine Apnoe-Überwachung durch Erkennung von gültigen Atemzügen auf zweierlei Weise:

- 1) Erkennung von CO<sub>2</sub>-Schwankungen, um mehr als einen festgelegten Wert.
- 2) Erkennung eines Gesamtvolumens von >5 ml.

Wird eines der Kriterien nicht erfüllt, wird der Apnoe-Alarm aktiviert. Um das Auftreten überflüssiger Apnoe-Alarme aufgrund von Leckagen weiter zu minimieren, gestattet die Aisys CS<sup>2</sup> dem Anästhesiepersonal, die Apnoe-Erkennung basierend auf dem ausgeatmeten Gesamtvolumen zu filtern (auszuschalten) und sich nur auf die CO<sub>2</sub>-basierte Apnoe-Erkennung zu stützen. Aus Gründen der Patientensicherheit filtert die Aisys CS<sup>2</sup> keine volumenbasierten Apnoe-Alarme, wenn die Probenleitung blockiert ist oder wenn bestimmte Fehler bei der Gasüberwachung auftreten.

## Verfahren zum Pausieren der Gaszufuhr

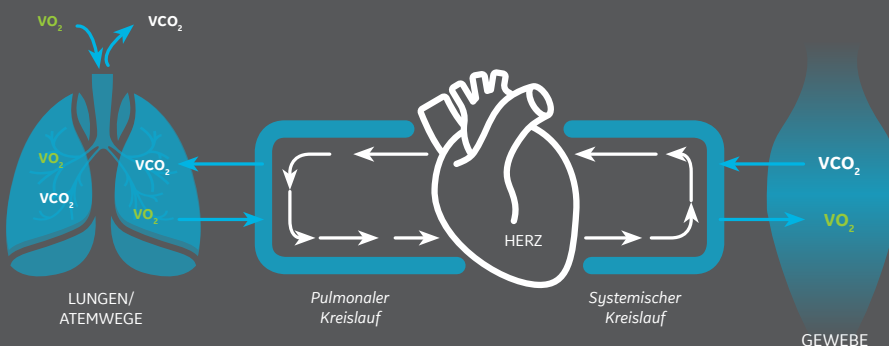
Um die Maskeneinleitung bei Kindern zu erleichtern, bietet die Aisys CS<sup>2</sup> eine Funktion zum vorübergehenden Pausieren der Frischgaszufuhr während eines Falls. Mit dem Verfahren Gasflow Pause wird verhindert, dass der Gasflow in den Raum strömt. Die Funktion Gasflow Pause ist sowohl bei mechanischer Beatmung als auch bei manueller Beatmung verfügbar. Die verbleibende Pausendauer der Gaszufuhr wird auf dem Anästhesiebildschirm angezeigt. Die Gaszufuhr wird eine Minute lang angehalten und nach Ablauf der Minute automatisch wieder aufgenommen. Bei aktivierter mechanischer Beatmung wird diese eine Minute lang ausgesetzt und nach Ablauf der Minute automatisch wieder aufgenommen.

## VO<sub>2</sub>- und VCO<sub>2</sub>-Überwachung

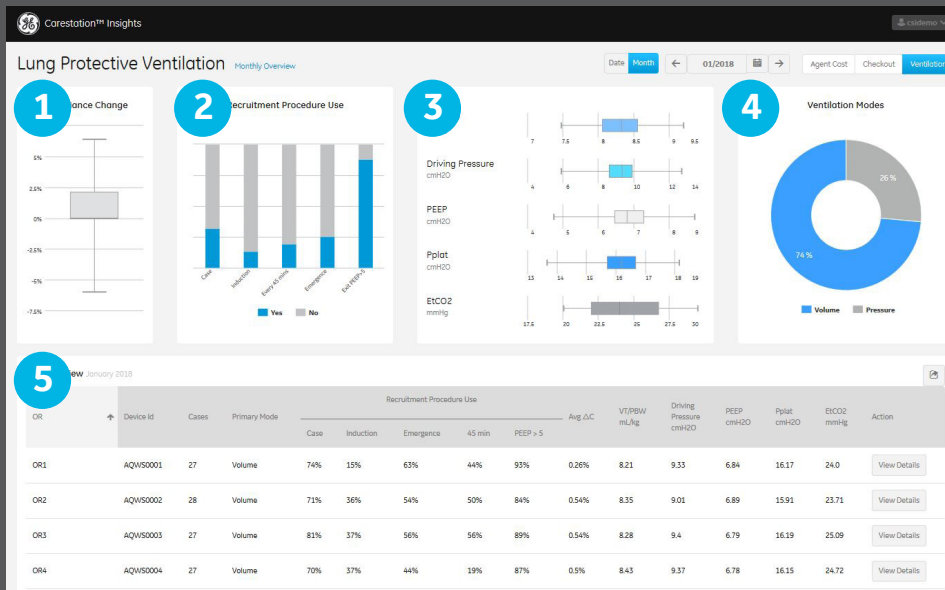
Das in die Aisys CS<sup>2</sup> integrierte CARESCAPE Atemgasmodul (E-sCAiOVX) bietet dem Anästhesieteam die Möglichkeit, die Sauerstoffaufnahme und die Kohlendioxidproduktion unter konstanten und stabilen Bedingungen kontinuierlich zu überwachen. Die Überwachung der Sauerstoffaufnahme (VO<sub>2</sub>) kann bei Patienten unter Narkose überaus sinnvoll sein. Mit ihr können der Stoffwechselstatus des Patienten, die Sauerstoffversorgung der Gewebe sowie die Herz- und Atmungsfunktion des Patienten besser beurteilt werden. Während der Anästhesie **kann die Messung der Sauerstoffaufnahme (VO<sub>2</sub>) nützlich sein für die Beurteilung und das frühzeitige Einschreiten bei Auftreten eines metabolischen, kardiozirkulatorischen oder respiratorischen Problems.**<sup>1</sup>

Es gibt viele Beispiele, in denen ein kontinuierliches VO<sub>2</sub>/VCO<sub>2</sub>-metabolisches Monitoring sinnvoll sein kann:

- Es gibt Auskunft über die Gewebespersion und liefert frühzeitig Hinweise auf mögliche Veränderungen.<sup>1,2</sup>
- Es ermöglicht bei Transplantationen die Prognose der Lebensfähigkeit eines Spenderorgans beim Empfänger.<sup>3,4</sup>
- Es ermöglicht die frühzeitige Detektion einer malignen Hyperthermie bei der Allgemeinanästhesie.<sup>5</sup>
- Es gestattet das Unterscheiden zwischen PaCO<sub>2</sub>-Veränderungen durch den Metabolismus und durch CO<sub>2</sub>-Insufflation bei laparoskopischen Operationen.<sup>6</sup>
- Es liefert zusätzliche Informationen über die alveoläre Ventilation und ermöglicht eine optimale Anpassung der maschinellen Beatmung.<sup>7</sup>



**Messung von VO<sub>2</sub> und VCO<sub>2</sub> zur Bestimmung der O<sub>2</sub>-Versorgung von Gewebe. Ermöglicht frühzeitiges Einschreiten bei unerwarteter Zustandsverschlechterung.**



Die Applikation für lungenprotektive Beatmung (Lung Protective Ventilation Application) liefert einen optimalen Überblick über die Beatmungseinstellungen, die im gesamten OP-Bereich verwendet werden, und kann aufschlussreiche Erkenntnisse zur Optimierung der Ergebnisse in der Klinik bieten.

1. Veränderung der Lungencompliance eines Patienten vom Fallbeginn bis zum Fallende.
2. Anwendung von Rekrutierungsmanövern in jeder Phase des Eingriffs und Anwendung des PEEP direkt nach dem Manöver.
3. Während des Falls verwendete Beatmungseinstellungen und resultierende Messwerte, einschließlich VT/PBW, Driving Pressure, PEEP, Pplat und EtCO<sub>2</sub>.
4. Prozentanteil der Verfahrenszeit im Volumen- und im Druckmodus.
5. Beatmungseinstellung und Mittelwerte, angezeigt pro OP (Sortierung und Aufgliederung für Details auf Fallebene werden unterstützt).

## Verwertbare Daten

Carestation™ Insights ist eine Anwendungsplattform, die die von der Aisys CS<sup>2</sup> erfassten, vernetzten Daten verwertet und auf diese Weise ein digitales Gesamtsystem schafft. Cloud-basierte Algorithmen, die über Dashboards aufgerufen werden, können diese komplexen Daten in konkrete klinische Erkenntnisse verwandeln.

Die Anwendung „Lung Protective Ventilation“ (Lungenprotektive Beatmung) zeigt Beatmungseinstellungen und die gemessenen Werte der Patienten im gesamten Anästhesiebereich an, um lungenprotektive Initiativen zu fördern und zur Optimierung der klinischen Ergebnisse und Reduzierung von postoperativen Komplikationen beizutragen.

## Fazit

Die Spitzenleistung des Aisys CS<sup>2</sup> Anästhesiesystems ist das Ergebnis der ausgereiften Weiterentwicklung und optimalen Abstimmung von Hardware- und Softwaretechnologien. Das Design des Flowventils, das Kreissystem, die Flow-Sensoren, die Gasüberwachung und die unterstützende Software liefern die notwendige Präzision und Schnelligkeit, um ein breites Patientenspektrum zuverlässig zu beatmen und die Versorgung spezifisch auf jede Patientengruppe vom Neugeborenen bis zum Erwachsenen abzustimmen.

1. Stuart-Andrews C, et al. Non-Invasive metabolic monitoring of patient under anesthesia by continuous indirect calorimetry-an in vivo trial of a new method. *BJA* 98:45-52, 2007
2. Vincent J, and Backer D. Oxygen Transport – the oxygen delivery controversy. *Intensive Care Med* 30: 1990-1996, 2004
3. Walsh T.S., et al. Effect of graft reperfusion on hemodynamics and gas exchange during liver transplantation. *BJA* 18:311-316, 1998
4. Wooley J, and Sax H. Indirect Calorimetry: Applications to Practice. *Nutrition in Clinical Practice* 18: 434, 2003
5. Rosenberg H, et al. Malignant hyperthermia: a review. *Orphanet Journal of Rare Diseases*. 10:93, 2015
6. Lind, Lars. Metabolic gas exchange during gynecological laparotomy and laparoscopy. *CJA* 41: 19-22, 1994
7. Takala, J. Gas exchange and indirect calorimetry. *GE Healthcare Appliguide*. DOC1305573.

## Imagination at work

© 2018 General Electric Company – Alle Rechte vorbehalten.

GE Healthcare behält sich das Recht vor, zu einem beliebigen Zeitpunkt und ohne vorherige Ankündigung oder Verpflichtung die genannten Spezifikationen und Funktionen zu ändern oder die Herstellung des Produkts einzustellen. Aktuelle Informationen erhalten Sie von Ihrem Ansprechpartner bei GE Healthcare. GE, das GE-Monogramm, Aisys, CARESCAPE und Carestation sind Marken der General Electric Company. GE Healthcare, ein Geschäftsbereich der General Electric Company. GE Medical Systems, Inc., firmiert als GE Healthcare.

November 2018  
Informationen aus einem GE-internen Dokument DOC2156065.  
JB00499DE



**ANANDIC MEDICAL SYSTEMS AG**  
Stadtweg 24, 8245 Feuerthalen

www.anandic.com  
info@anandic.com  
Tel. 0848 800 900

