

# Funktionsprinzip eines Luftblasendetektors

Nicole Polnisch und Andreas Klossack, Maquet Cardiopulmonary AG, Hirrlingen

Liebe Leserinnen und Leser,

in der Rubrik Fortbildung stellen wir Ihnen ausgewählte Funktions- oder Messprinzipien von Medizinprodukten aus der Herzchirurgie vor. Für die Vermittlung dieser technischen Basics wenden wir uns an Entwickler und Herstellerfirmen, um Ihnen die Kenntnisse aus erster Hand zu liefern.

Der Redaktion ist es ein großes Anliegen, die Rubrik weiterhin neutral und weitestgehend werbefrei zu gestalten. Aus diesem Grund dürfen Sie erwarten, dass wir Ihnen über den gesamten Zeitraum ein abwechslungsreiches Autorenpektrum bieten und zu den jeweiligen Beiträgen auch Produkte anderer Anbieter erwähnen. Gerne nimmt die Redaktion der KARDIOTECHNIK auch Anregungen und Vorschläge für Beiträge dieser Rubrik entgegen.

Alexander Vehling, Schriftleiter

## MAQUET LUFTBLASENDETEKTOR

Neben den Niveauüberwachungs-, Druck- und Temperatursensoren ist der Luftblasendetektor eines der wichtigsten Überwachungsmodule der Herz-Lungen-Maschine. Luftblasendetektoren von HLM dienen der Erkennung von Luftblasen bestimmter Größen im Schlauchsystem während einer Perfusion.

Um die Gefahr einer Luftembolie beim Patienten auszuschließen, sollten Luftblasendetektoren idealerweise zwischen arteriellem Filter und Patient angebracht werden. Ferner ist ein zusätzlicher Luftblasendetektor in der Kardioplegielinie denkbar.

In der Regel wird der Luftblasendetektor der arteriellen Pumpe zugeordnet. Die Luftblasendetektoren der Firma Maquet Cardiopulmonary erfassen Luftblasen im Bereich von 300 µm bis 5 mm. Kleine Luftblasen unter 5 mm werden vom System detektiert, lösen aber zunächst keinen Alarm aus. Werden jedoch in einer bestimmten Zeiteinheit mehrere kleine Luftblasen detektiert, so führt dies aufgrund des Kumulationsverfahrens ebenfalls zu einem Alarm. Die Erkennung von Luftblasen > 5 mm

führt zum sofortigen Stopp der Interventionspumpe. Der Blutfluss zum Patienten wird unterbrochen. Das Stoppen der Pumpe wird dem Bediener sowohl akustisch als auch optisch signalisiert.

Der Maquet Luftblasendetektor ist ein Ultraschallsensor. Dabei schicken drei Ultraschallsender ein analoges Signal durch den zu überwachenden Schlauch. Dieses Signal wird an den gegenüberliegenden Empfänger übertragen. Die Anordnung der drei Ultraschallsender ermöglicht eine vollständige Detektierung des Blutstroms. Aufgrund der sehr hohen Abtastfrequenz von 400 Hz ist selbst bei hohen Flussraten eine zuverlässige Erkennung jeder spezifizierten Luftblase garantiert.

Befindet sich eine Luftblase im Schlauch, entsteht eine Grenzschicht zwischen Luft und Blut. An dieser Schicht wird das Ultraschallsignal stark reflektiert. Dies hat zur Folge, dass das im Empfänger ankommende Signal deutlich schwächer ausfällt, gegebenenfalls gar nicht ankommt. Anschließend wird das schwache Signal vom Blasen-detektor an das so genannte Luftblasenmodul gesendet. Dort werden die analogen Signale über Pufferbausteine (Sample & Hold) an einen Verstärker weitergeleitet und anschließend in einem AD-Konverter digitalisiert.

Ein Mikroprozessor wertet die Signale aus. Wird hierbei festgestellt, dass vorgegebene Grenzwerte unter- bzw. überschritten werden, erzeugt der Mikroprozessor ein Alarmsignal. Dieses Alarmsignal wird an die Anzeigeeinheit übermittelt und dort optisch und akustisch dargestellt. Wie bereits beschrieben, stoppt die Interventionspumpe sofort den Blutfluss. Ist die Blase eliminiert, kann der Bediener den Alarm mittels Resetfunktion wieder aktivieren.

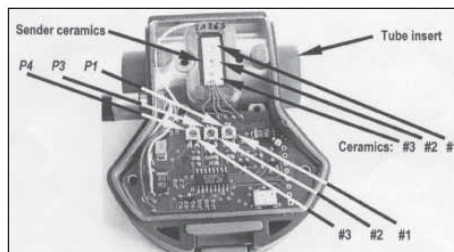


Abb. 1: Aufbau des Maquet Luftblasendetektors  
P1–P3 = Potentiometer zur Justierung des Detektors; P1 = Justierung Kanal 1; P3 = Justierung Kanal 2; P4 = Justierung Kanal 3

Abbildung 1 zeigt den inneren Aufbau des Maquet Luftblasendetektors mit der entsprechenden Drei-Kanal-Senderkeramik und dem dazugehörigen Potentiometer zur idealen Feinjustierung jedes einzelnen Kanals. Diese Feinjustierungen sind Teil eines genau festgelegten und standardisierten Prüfverfahrens in der Produktion. Die in der Produktion gemachte Einstellung erlaubt die ideale Luftblasendetektion aller zu verwendenden Schlauchgrößen.

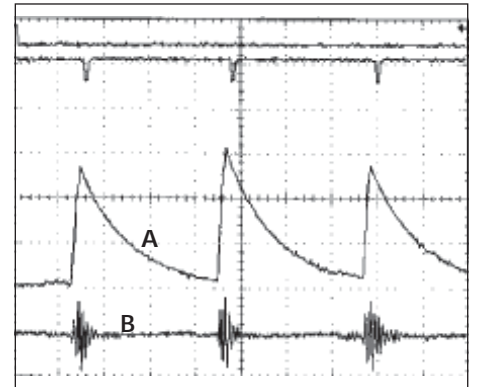


Abb. 2: Darstellung der Signalweitergabe bei der Luftblasendetektion. A = Alarmsignal, B = aktuell gemessenes Signal

Erläuterung des Schaubilds (Abb. 2):

Das eingehende Signal ist in der Abbildung mit „Aktuell gemessenes Signal“ beschrieben. Das heißt, der Impuls vom Sender, der in ein Keramikgehäuse gebettet ist, durchströmt den Schlauch und wird vom Ultraschallempfänger aufgenommen und verstärkt. Die Intensität des Eingangssignals variiert gemäß Dichte und Temperatur des Mediums. Aus diesem Grund gleicht der Verstärker die Schwankungen durch dynamische Verstärkungsfaktoren \*5, \*10, \*20 und \*40 aus. Dieses verstärkte Signal triggert dann das im Schaubild erkennbare Alarmsignal, welches den Benutzer optisch und akustisch warnt.

## Hinweise zum Handling von Luftblasendetektoren:

- Es können alle üblichen Größen von PVC-Schläuchen mit dem Luftblasendetektor verwendet werden, wenn das Insert (Schlaucheinsatzstück) entsprechend eingesetzt wird.
- Durch das Insertsystem wird ein dauerhaft guter Kontakt zwischen Sensor und Schlauch gewährleistet, ein Reparatur-austausch der Inserts entfällt.

- Die Verwendung von Ultraschallgel wird empfohlen, da es die Empfindlichkeit der Blasenerkennung erhöht.
- Der Luftblasendetektor kann ohne Halter direkt an den Schlauch geklemmt werden. Optional gibt es auch die Möglichkeit, einen flexiblen Halter zu benutzen.
- Die Funktionsfähigkeit des Blasendetektors sollte vor der Perfusion zusammen mit dem Oxygenator und dem Reservoir mit einer Flüssigkeit getestet werden.

### **Technische Daten**

Luftblasendetektor der Maquet Herz-Lungen-Maschine HL 30

Gewicht 300 g  
 Abmessungen 85 x 68 x 40 mm  
 Schlauchgrößen 3/16", 1/4", 3/8", 1/2"  
 Abgebende Ultraschallenergie < 0,1 mW

nicole.polnisch@maquet-cp.com

andreas.klosseck@maquet-cp.com

*Auch die Bubble-Sensoren der Firmen Sorin Group, Medtronic und Terumo arbeiten mit Hilfe eines Ultraschallmessverfahrens, bei dem der Ultraschall vom Sender ausgehend einen Empfänger auf der Gegenseite anregt. Ebenso ist die Amplitude des empfangenen Ultraschallsignals ein direktes Maß für den Luftanteil zwischen Sender und Empfänger.*

*Ein Anspruch auf vollständige Nennung sämtlicher Anbieter und Funktionsprinzipien ist nicht gegeben!*

*Die Redaktion*