Niederdrucksensorik in der Medizintechnik

Medizinische Drucksensor-Anwendungen

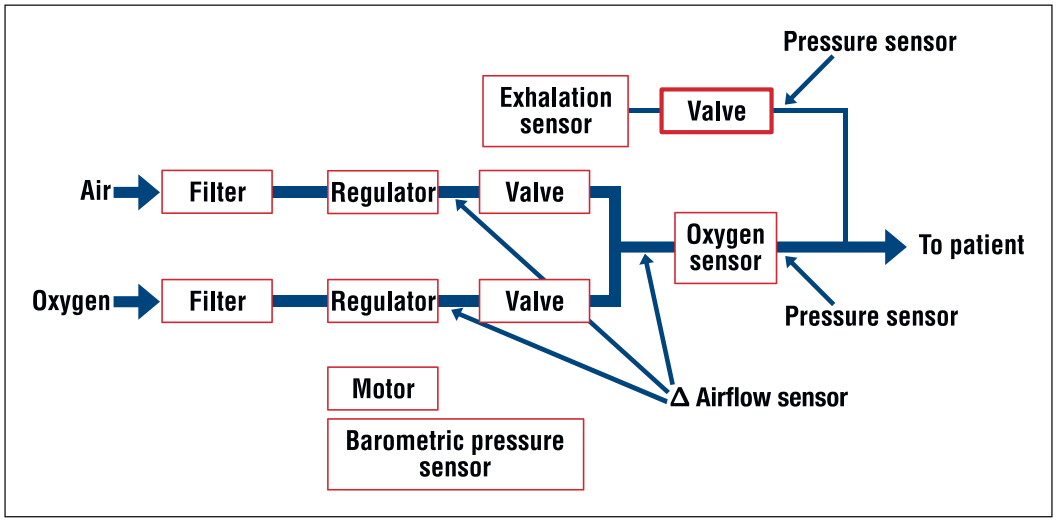


Bild 1: Typische Komponenten und mögliche Positionen für Drucksensoren in einem Beatmungsgerät

Der "Medical Sensors Market by Sensor Type"-Bericht schätzt, dass der weltweite Markt für Sensoren in Anwendungen im Gesundheitswesen bis zum Jahr 2022 15,01 Bio. $ erreichen wird. Diese Analyse beinhaltet die Verwendung von Druck, sowie Temperatur, Chemikalien, Durchfluss, Füllstand, Position, Bild und Biosensoren. Tatsächlich sind kostengünstige MEMS-Drucksensoren einer der entscheidenden Faktoren für die zunehmende Anzahl portabler Gesundheitsüberwachungsprodukte. Laut „Applications for Medical MEMS Pressure Sensors", einer MEMS-Markt-Veröffentlichung vom September 2012 des Marktforschungsunternehmens IHS, sind Drucksensoren die mit Abstand umsatzstärkste Art von MEMS-Sensoren. In medizinischen und gesundheitlichen Anwendungen werden Drucksensoren für verschiedene Messungen verwendet.

Krankenhaus- und tragbare Beatmungsgeräte

All Sensors liefert seit über 10 Jahren Drucksensoren an Beatmungsgeräte-Hersteller auf der ganzen Welt. Die Sensoren

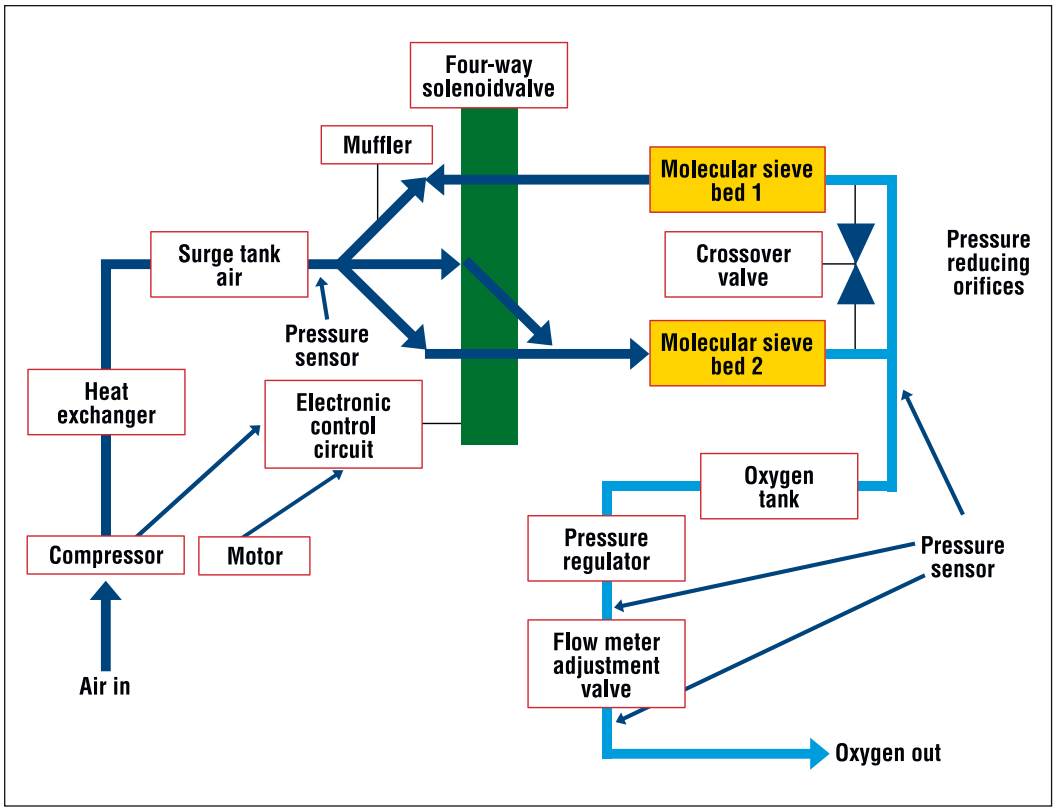


Bild 2: Ein Sauerstoffkonzentrator misst mit der Deltadruckmessungen den Durchfluss und den Druck

All Sensors GmbH
www.allsensors.com

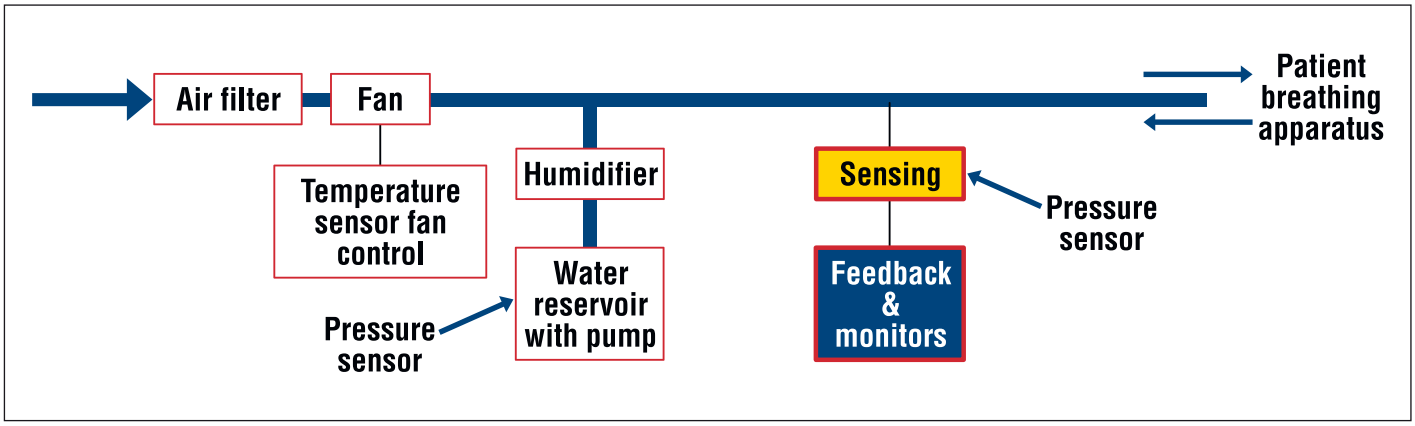


Bild 3: Die Behandlung von Schlafapnoe erfordert Differenzdrucksensoren für Durchflussmessungen und Niederdrucksensoren

werden von führenden Unternehmen der Medizin-Branche in Produkten für die Intensivpflege eingesetzt. Die Beatmungsgeräte bieten Patienten Atemhilfe, die eine schwerer Verletzung erlitten haben oder an einer Krankheit leiden, die eine normale Atmung verhindert. Wie in Bild 1 gezeigt, wird eine Mischung aus Luft und Sauerstoff über eine Röhre in den Mund, die Nase oder die Luftröhre in die Lungen des Patienten eingeführt. Der verhältnismäßig niedrige Druck (typischerweise 10 mbar/cm H_20) wird während dieses Vorgangs überwacht, um die Lungen ordnungsgemäß aufzublasen, wenn Luft an den Patienten abgegeben wird. Beatmungsgeräte werden häufig für Intensiv-Patienten in lebensbedrohlichen Situationen eingesetzt. Es ist zwingend erforderlich, dass die Hersteller von Beatmungsgeräten bei der Entwicklung ihrer Produkte hochwertige Drucksensoren (Wandler) verwenden, um die richtige Leistung und Zuverlässigkeit sicherzustellen.

Sauerstoffkonzentratoren und O_2-Therpie:

Sauerstoffkonzentratoren werden zur Sauerstofftherapie für Patienten verwendet. Die Sauerstofftherapie, auch als O_2-Therapie bekannt, ist eine medizinische Behandlung, die den Sauerstoffgehalt der vitalen Gewebe und Organe im Körper erhöht. Bei Patienten, die eine höhere Sauerstoffkonzentration benötigen, als in der Umgebungsluft natürlicher Weise verfügbar ist, werden Sauerstoffkonzentratoren verwendet, um sauerstoffreiche Luft zuzuführen. Einige häufige Krankheiten, die eine Sauerstoffkonzentrator-Vorrichtung erfordern können, sind Asthma, chronische Bronchitis, Anämie, Lungenödem und Herzinsuffizienz. Der Druchfluss wird in diesen Geräten über den Differenzdruck gemessen, der allerdings nur wenige 10 mbar/kPa beträgt.

Hersteller von Sauerstoffkonzentrationsgeräten benötigen Drucksensoren, die sowohl hochgenau arbeiten und eine hohe Wiederholbarkeit ermöglichen. Dieser Markt besteht aus kommerziellen (Krankenhausqualität) und tragbaren Geräten, die in Privathaushalten verwendet werden. Da die Weltbevölkerung altert und wächst, steigt auch die Nachfrage nach Sauerstoffkonzentrationsgeräten. Zudem werden Sauerstoffkonzentratoren auch für andere Anwendungen wie bei Rauchvergiftung und anderen Lungenverletzungen verwendet. Auch Patienten, die sich chirurgischen Eingriffen unterziehen, benötigen möglicherweise vor und nach der Operation konzentrierten Sauerstoff.

Medizinische Drucksensoren

messen den Sauerstofftankfüllstand (etwa 2000 psi/136 bar oder mehr) sowie den Sauerstofffluss (etwa 40 mbar/4 kPa), der an den Patienten abgegeben wird. Drucksensoren sind auch in dem Modul erforderlich, das Sauerstoff (typischerweise 2 bar) direkt aus der Atmosphäre konzentriert.

Eine andere Form der Sauerstofftherapie ist die hyperbare Oxygenierungs-Therapie (HBOT). HBOT wird erzeugt, indem komprimierter Sauerstoff bei höherem als normalem Atmosphärendruck geliefert wird. Diese Form der Behandlung erfolgt in einer speziell versiegelten Kammer, die entweder eine harte oder eine weiche Schalung aufweist. Die Kammer mit der weichen Schalung wird, mit dem Patienten im Inneren, verschlossen und unter Druck gesetzt (von 4,4 bis 7,3 psi/300 bis 500 mbar über Atmosphärendruck). Die HBO-Therapie wird zur Behandlung von Krankheiten wie

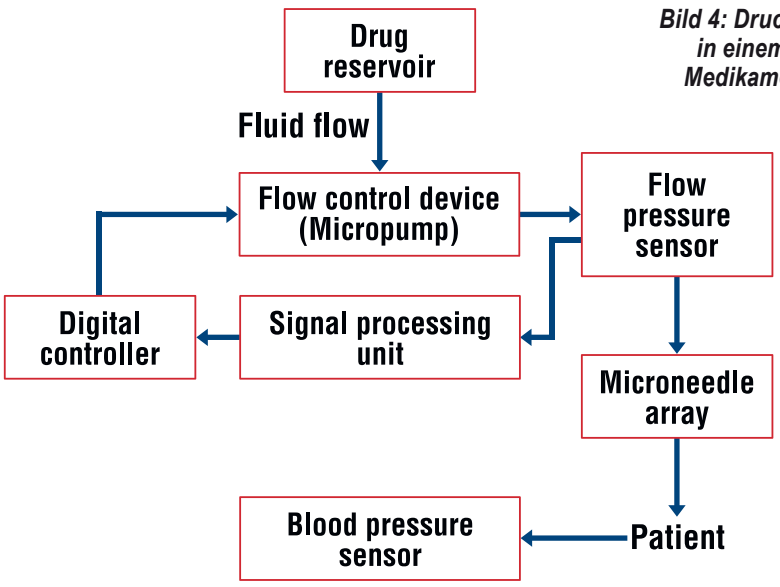


Bild 4: Drucksensormessungen in einem digital gesteuerten Medikamentenabgabesystem

Messung	Druck-Art	Bereich
Luftdruck	absolut	760 Torr (101,3 kPa)
In-vivo-Blutdruck	absolut	80/120 mm (300 mm Hg, max)
Ex-vivo-Blutdruck	Messgerät	80/120 mm (300 mm Hg, max)
Augeninnendruck (IOP)	Messgerät	15 mm Hg
Vakuum (leicht - medium)	Messgerät	760 bis 25 Torr (100 bis 3 kPa)
Flüssigkeits- oder Gasfluss	Unterschied	anwendungsabhängig
Atemschutzmaske (Luftstrom)	Unterschied	4 kPa
Ventilator (Luftstrom)	Unterschied	25 cm H20
Spirometer (Luftstrom)	Unterschied	4 kPa
Sauerstoff-Konzentrator	Messgerät	4 kPa
Hyperbarer Sauerstoff (HBOT) hart	Messgerät	87 psi (6 bar)
Hyperbarer Sauerstoff (HBOT) weich	Messgerät	0,3 und 0,5 bar (4,4 und 7,3 psi)
Sauerstofftank	Messgerät	etwa 2000 psi (136 bar)
Schlafapnoe (CACP)	Unterschied	4 kPa

Tabelle 1: Allgemeine medizinische Druckmessungen, die Art, wie sie gemessen werden und die typischen Werte

Verbrennungen, Blockaden in der Netzhautarterie, arterielle Gasembolie (AGE), Kohlenmonoxidvergiftung, Gasbrand sowie traumatische Hirnverletzungen, chronische Müdigkeit, Immunschwäche und vielem mehr angewandt.

Schlafapnoe:

Schlafapnoe ist eine häufige Erkrankung, die Menschen auf der ganzen Welt betrifft. Schlafapnoe besteht aus Pausen oder flachen Atemzügen während des Schlafens. Eine Atemstörung kann einige Sekunden bis einige Minuten dauern. Diese Pausen unterbrechen Schlafmuster, indem sie den Patienten aus dem Tiefschlaf in einen leichten Schlaf drängen. Wenn dies auftritt, leidet der Patient den ganzen Tag lang über Unruhe und Schläfrigkeit oder Müdigkeit. Diese Störung wird üblicherweise nicht diagnostiziert, da sie während eines normalen Arztbesuchs nicht nachweisbar ist und typischerweise vom schlafenden Partner des Patienten entdeckt wird. Schlafapnoe wird bei Patienten in vielen verschiedenen Altersgruppen gefunden, nicht nur bei Jugendlichen oder älteren Menschen. Es wird angenommen, dass eine unbehandelte Schlafapnoe die Risiken der folgenden Krankheiten erhöhen: Bluthochdruck, Herzinfarkt, Herzversagen und Herzrhythmusstörungen.

Schlafapnoe wird üblicherweise mit einem medizinischen Gerät behandelt, das als CPAP-Gerät (Continuous Positive Airway Pressure) bekannt ist. Wie in Bild 3 gezeigt, funktioniert diese Vorrichtung durch Anlegen von Überdruck an den Atemweg des Patienten. Dieses Gerät wird am Patienten mit einer Gesichtsmaske befestigt, um während des Schlafes Luft mit einem positiven Druck abzugeben. Patienten müssen dieses Gerät jedes Mal tragen, wenn sie schlafen. Medizinische Drucksensoren (typischerweise 4 kPa) werden verwendet, um den positiven Luftstrom zum Patienten zu messen.

Operationssaal und mehr:

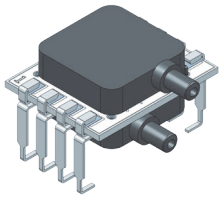
Neben den bereits besprochenen Anwendungen werden Drucksensoren in einer Vielzahl von medizinischen Produkten eingesetzt. Viele dieser Geräte unterstützen Ärzte in Operationssälen im Krankenhaus. Über die Differenzdruckmessung können dann sowohl Volumenströme als auch Fluid-, Gas- oder Luftmengen berechnet werden. Weitere Beispiele für medizinische Produkte, die Druckmessungen zur Überwachung und / oder Kontrolle verwenden, umfassen:

Arzneimittelverabreichungssysteme, Spirometrie-Geräte zur Messung der Lungenkapazität, invasive und nicht-invasive Blutdruckmessung, Überwachung des gastrointestinalen (GI) Drucks während eines chirurgischen Eingriffs im Abdomen und postoperative Behandlung nach Augenoperationen sowie Augeninnendruckmessungen zur Glaukombehandlung. Bild 4 zeigt ein elektronisches Arzneimittelabgabesystem und die damit verbundenen Druckmessungen.

Blutdruckmessung

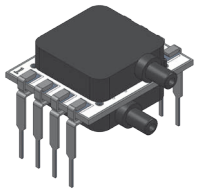
Für Patienten mit Hypotonie (niedrigem Blutdruck) kann der Blutdruck niedriger (90/60 mmHg) als normal (120/80 mmHg) oder bei Bluthochdruck höher als 140/90 mmHg oder höher sein. Bei der stationären Blutdruckmessung wird der höhere Wert als systolisch bezeichnet und misst den Druck, wenn das Herz schlägt. Der niedrigere Wert wird als diastolisch bezeichnet und misst den Druck zwischen den Herzschlägen. Bei bereits zu hohem Blutdruck und anderen medizinischen Anzeigen liefert die Wellenform zusätzliche diagnostische Details.

ELVR



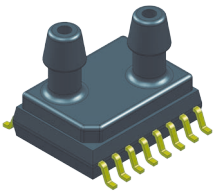
- Druckbereichsendwert von 1 mbar bis 150 mbar
- Miniatur-Packages in SIP-, DIP- und SMT-Konfiguration
- Digitale I²C- oder SPI-Schnittstelle
- analoger Ausgang
- mindestens 12 Bit digitale Auflösung
- Spannungsversorgung mit 3 V und 5 V möglich
- Schnelles Ansprechverhalten (typische Taktzeit 0,25 ms und typische Reaktionszeit 0,5 ms)

DLHR



- Druckbereichsendwert von 1 mbar bis 150 mbar
- Versorgungsspannung von 1,68 V bis 3,6 V
- Digitale I²C- oder SPI-Schnittstelle (automatische Auswahl)
- Hohe Auflösung 16 bis 18 bit

DLC



- Druckbereichsendwert von 2,5 mbar bis 10 bar
- Versorgungsspannung von 1,68 V bis 3,6 V
- Digitale I²C- oder SPI-Schnittstelle (automatische Auswahl)
- Kompakte Gehäusebauform ab 7x7 mm Grundfläche ◄