

Automatische und sensorunterstützte Liquordrainage

Bei Hydrocephalus-Patienten verändern sich aufgrund der Erkrankung die Druckverhältnisse im Kopf. Speziell bei Kleinkindern führt der steigende Druck zu einer Verformung des Kopfes. Zur Reduzierung des Druckes werden Drainagen in Form von Kathetern eingesetzt. Die Entlastung des Gehirns durch Drainage des Liquors erfolgt heute im Wesentlichen manuell durch das Pflegepersonal.

Ziel des Projektes ist es, in Kooperation mit einem Partner aus der Industrie und einem Spezialisten aus der Neurochirurgie die Möglichkeiten der Realisierung einer automatischen und sensorunterstützten Liquordrainage zu klären.

Eine wesentliche Fragestellung bezieht sich dabei auf die dynamischen hydraulischen Verhältnisse im menschlichen Kopf mit den angeschlossenen Kathedern. Da die Drainagen selber aus kompressiblen bzw. dehnbaren Materialien bestehen, bilden die mit Liquor gefüllten Katheter bis hin zum Auffangbeutel ein hydraulisch gekoppeltes System. Dieses System wird unter anderem durch Sitzposition, Herzschlag, Husten sowie Atmung etc. beeinflusst.

Ein zusätzlicher erheblicher Einfluss auf die Druckverhältnisse ist durch Bewegungen der Katheterschläuche als Folge der Bewegungen des Patienten zu erwarten. Schwingungen der Katheterschläuche führen zu Volumenänderungen, die Druckänderungen bewirken.

Zur Entwicklung effizienter Systeme müssen genaue Kenntnisse über diese Prozesse vorliegen. Ein Teilziel ist die Entwicklung eines mathematischen Modells, mit dem auch Simulationen durchgeführt werden können. Erforderlich ist dafür eine genaue Kenntnis des dynamischen Verhaltens der Katheter in Abhängigkeit der Druckschwankungen.

Eine wirtschaftliche Problemlösung für die automatische Liquordrainage setzt den Einsatz von Produkten aus dem Consumer-Markt voraus, da hier die nötigen Stückzahlen erreicht werden. Es ist zu klären, ob Sensoren aus dem Bereich Haushalts- oder Medizingeräte mit großen Stückzahlen die Anforderungen erfüllen können. Hier spielt aus hygienischen Gründen die Kopplung der Hydraulik des Drainagesystems an die Sensoren eine große Rolle. Entscheidend ist auch die Frage, ob der Kopfinnendruck mit Hilfe der Katheter außerhalb des Kopfes hinreichend genau gemessen werden kann. Mit Hilfe einer elektronischen Steuerung soll später ein Optimum in Bezug auf die Drainage und den Komfort des Patienten erreicht werden. Hieraus ergeben sich zusätzliche Anforderungen an den Energiebedarf der Sensoren und der Elektronik. Die Messung von Kleinmengen in solchen Einrichtungen stellt ein zusätzliches Problem dar. Die für Kleinmengen üblichen Sensoren sind größtenteils aus hygienischen Gründen unbrauchbar, oder es besteht die Gefahr, dass sie durch die Eiweiße oder Blut verkleben. Die Realisierung einer Volumenstromregelung des Liquors im Katheter ist aus gleichem Grund sehr schwierig.

Kostengünstige Erfassung von kleinen Membranwegen

Edelstahlmembranen bieten in vielen Anwendungsgebieten große Vorteile. Als Beispiel sollen hier nur medizintechnische Anwendungen angeführt werden. Hier kommt es häufig auf die Möglichkeit der Sterilisierung an. Speziell in der Medizintechnik liegen die Anwendungsgebiete jedoch im Feindruckbereich.

Die Federeigenschaften von Edelstahlmembranen lassen sich über die Membranform, die Membranfläche und die Membrandicke einstellen. Bei der Membranform sind neben den flachen Membranen sinusförmige, sägezahnförmige und stufenförmige Wellungen gebräuchlich.

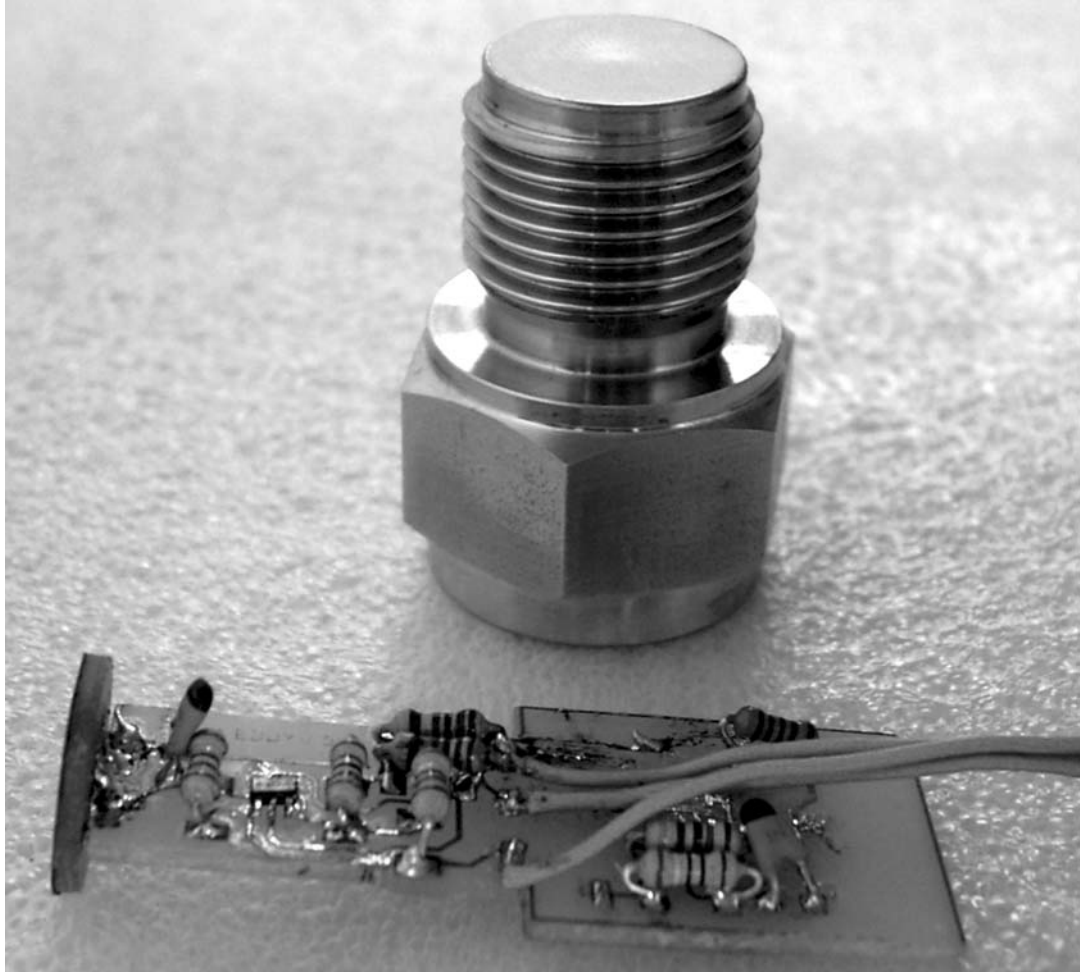
KEY-Words:

Hydrocephalus-Patienten – Veränderungen der Druckverhältnisse im Kopf – Einsatz von Drainagen – Entwicklung eines mathematischen Modells zur Simulation – Sensoreinsatz – Wirtschaftlichkeit – hygienische Voraussetzungen – Edelstahlmembranen in der medizintechnischen Anwendung

KONTAKT:

Prof. Dr.-Ing.
Jörg Himmel
Fachbereich Mathematik und Technik
RheinAhrCampus der
FH Koblenz
Südallee 2
53424 Remagen
T 02642 932-267
himmel@rheinahrcampus.de

Abbildung:
Kostengünstige
Erfassung von
kleinen Membran-
wegen bei
Druckmessung



Wegen der großen Federkonstanten sind relativ große Membranflächen bei kleinen Drücken erforderlich, um eine ausreichende Auflösung des Membranweges in Abhängigkeit des Druckes zu erreichen. Versucht man die Baugröße der Membran deutlich zu verkleinern, verschlechtern sich die Verhältnisse überproportional.

Im Rahmen des Projektes werden in Zusammenarbeit mit einem industriellen Partner verschiedene Konzepte zur Wegerfassung der Membran in Form von Prototypen untersucht. In Laborversuchen mit diesen Prototypen auf der Basis sehr kostengünstiger Schaltungskonzepte konnten bereits Wegauflösungen bis 30nm realisiert werden.

Wichtige Randbedingungen bilden dabei ein möglichst großer Arbeitstemperaturbereich, eine möglichst geringe Leistungsaufnahme und niedrige Herstellungskosten bei mittleren Stückzahlen. Die Abbildung zeigt die Montagehülse mit der Membran und die Elektronik eines Versuchsmusters.