



In den Clamp-On-Sensor sind Ultraschallsensorelemente sowie die Sensorprogrammierung integriert

Das Auswerte- und Anzeigerät D.Med Nephroflow nutzt Messdaten der Ultraschallsensoren und kann mit den gängigen Dialysemaschinen und Schlauchsets verwendet werden Bilder: Em-Tec

Ultraschallsensoren: Berührungslose, nicht-invasive Shunt-Fluss- und Rezirkulationsmessung

# Monitor zeigt, wie es um den Dialyse-Shunt bestellt ist

Ein ultraschallbasiertes Messsystem liefert dem Nephrologen Informationen, anhand derer er die Qualität der Dialysebehandlung besser beurteilen kann. Entwickelt wurde die Lösung von einem Sensorspezialisten mit Medtech-Erfahrung.

Herzlungenmaschinen, Hämodialysemaschinen und Organerhaltungssysteme sind komplexe Medizinprodukte, in denen Blut oder Elektrolytlösungen in Schlauchsystemen zirkulieren. Um das störungsfreie Arbeiten der Geräte sicherzustellen, müssen die Flüssigkeiten gemanagt und Luftblasen in den Schlauchsystemen erkannt werden. Der Dialysespezialist D.Med Healthcare Germany AG, Düsseldorf, ist ein international

tätiges Unternehmen mit dem Kerngeschäft Medizinprodukte und Dienstleistungen im Bereich Dialyse. Die Düsseldorfer suchten einen kompetenten Entwicklungspartner für ein ultraschallbasiertes Messsystem: Mit diesem sollten die Parameter Shuntfluss und Rezirkulation online während der Dialyse bestimmt werden. Beide Größen sind wesentlich, um die Dialysequalität zu beurteilen und sicherzustellen. Die messtechnische Herausforderung war dabei, innerhalb eines engen Zeitfensters zu analysieren, wie sich die Schallgeschwindigkeit im Blut nach der Gabe einer bestimmten Menge physiologischer Kochsalzlösung zeitlich ändert. Die konkrete Aufgabe bestand darin, aus empfangenen Ultraschallsignalen von zwei Sensoren nicht nur den Fluss und die Signalqualität zu berechnen, sondern auch die zeitliche Veränderung des Emp-

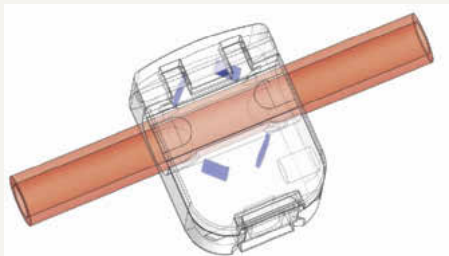
fangssignales mittels komplexer Signalanalyse auszuwerten. Anhand der aus den Messwerten errechneten Verdünnungskurven lassen sich dann je nach Messprotokoll der Shuntfluss oder die Rezirkulation ermitteln. Der Nephrologe kann anhand dieser Daten die Funktionalität des Dialyseshunts beurteilen und bei Bedarf rechtzeitig intervenieren. Für solche Anwendungen eignet sich ein ultraschallbasiertes Flussmesssystem, das bei der Em-Tec GmbH in Finning entwickelt wurde und das heute in den Medizingeräten von D.Med Healthcare Germany eingesetzt wird. Es besteht aus einem Clamp-On-Sensor, in den Ultraschallsensorelemente integriert sind, sowie einem Monitor mit Messelektronik zur Signalauswertung. In den Clamp-on-Sensor wird der Schlauch eingelegt, in dem gemessen werden soll.

## » Weitere Informationen

Die Em-Tec GmbH entwickelt und produziert seit fast dreißig Jahren Produkte und kundenspezifische Lösungen für die Medizintechnik. Zum Portfolio gehört auch die Auftragsentwicklung von Medizinprodukten inklusive Fertigung. [www.em-tec.de](http://www.em-tec.de)

## Durchflussmessung mit Ultraschall

Standard-Clamp-On-Transducer bestehen aus vier Piezokeramiken, die in einer festen Position innerhalb des Sensorgehäuses angebracht sind. Angeordnet sind sie in einer „X“ Konfiguration, die den gesamten Querschnitt des Strömungskanals akustisch mit vier Schallwegen durchleuchtet. Ein elektrischer Impuls regt die Keramiken an, so dass sie Ultraschallwellen von einer Keramik zur jeweils gegenüberliegenden übertragen. Jedes Teil fungiert dabei abwechselnd als Sender und Empfänger. Die Zeit, die das Signal von einer bis zur anderen Keramik benötigt, misst die Auswertelektronik. Die Laufzeitdifferenz aus Upstream („gegen die Strömung“) und Downstream („mit der Strömung“) ist proportional zum Volumenstrom.



Mit vier Schallwegen lässt sich der gesamte Querschnitt des Strömungskanals erfassen

Bild: Em-Tec

nötigt, misst die Auswertelektronik. Die Laufzeitdifferenz aus Upstream („gegen die Strömung“) und Downstream („mit der Strömung“) ist proportional zum Volumenstrom.

Für die Anwendung bei D.Med Healthcare wurde die Geometrie der Clamp-On-Sensoren an die spezifische Einsatzsituation bei der Messung angepasst und in kompakter Leichtbauweise gestaltet. Auch die speziell bei der Hämodialyse verwendeten Schlauchmaterialien wurden berücksichtigt. In der heute vom Medizinproduktehersteller verwendeten Lösung erfassen zwei Sensorköpfe die Parameter in der arteriellen und venösen Linie des Dialysesystems. Die neu programmierte Elektronik wertet diese Daten aus. Wird physiologische Kochsalzlösung appliziert, so ändert sich die Schallgeschwindigkeit im Blut, bis durch Vermischungsprozesse ein Ausgleich entstanden ist. Die gemessene Schallgeschwindigkeitsänderung wird in eine relative Amplitude umgewandelt, deren zeitlicher Verlauf als Verdünnungskurve dargestellt wird. Das Auswerte- und Anzeigegerät mit der

Bezeichnung D.Med Nephroflow wurde ausgehend von einer bereits existierenden Plattform entwickelt. So ließ sich die Lösung auf die vom Auftraggeber sehr eng gesteckten Termine und Kostenziele hin optimieren. Das Bedienkonzept wurde nach den Vorgaben von D.Med Healthcare intuitiv und praxistauglich gestaltet und entwicklungsbegleitend in Dialysepraxen und Kliniken ausgiebig getestet.

Die Clamp-on-Sensoren lassen sich jedoch auch an andere Anwendungen anpassen. Im Sensor können zum Beispiel Kalibrierdaten für bis zu sieben verschiedene Schlauchmaterialien und Medienkombinationen gespeichert werden. Das System wird zur Integration in Geräte oder als Standalone-Lösung mit Display angeboten, was in der Regel für viele medizintechnische Anwendungen ausreicht.

Auf dieser technischen Basis ist auch eine weitergehende und direkte Integration von Sensorelementen in die Struktur bestehender Medizinprodukte und aktiver Implantate möglich. Komplexe Ultraschallsignalanalysen entwickeln die Fachleute von Em-Tec auch anwendungsspezifisch.

### Ihr Stichwort

- Ultraschallsensoren zur Flussmessung in der Dialyse
- Anwendungsspezifische Lösung
- Weitere Einsatzmöglichkeiten der Sensoren in Medizinprodukten

■ **Hubert Jakob, Bernward Reszel**  
Em-Tec, Finning

■ **Holger Böckler**  
D.Med Healthcare Germany, Düsseldorf

# KANN MAN PRÄZISION STEIGERN?

## MAN KANN SIE VERDOPPELN

**KLINGEL**  
medical metal



**JOSEF GANTER**  
Feinmechanik

Klingel und Ganter gehören jetzt zusammen. Passgenau für eine erfolgreiche Zukunft in der Medizintechnik und anderen Branchen. Unter dem Dach der KLINGEL GROUP bieten sie ab sofort ein noch umfangreicheres Produktions- und Dienstleistungsportfolio rund um die Metallverarbeitung.

KLINGEL medical metal GmbH  
Hanauer Straße 5-7 | 75181 Pforzheim  
Telefon +49 7231 / 6519-0  
[www.klingel-med.de](http://www.klingel-med.de)