

FlexiTel – Mikrosensoren für den Gewebe-Check

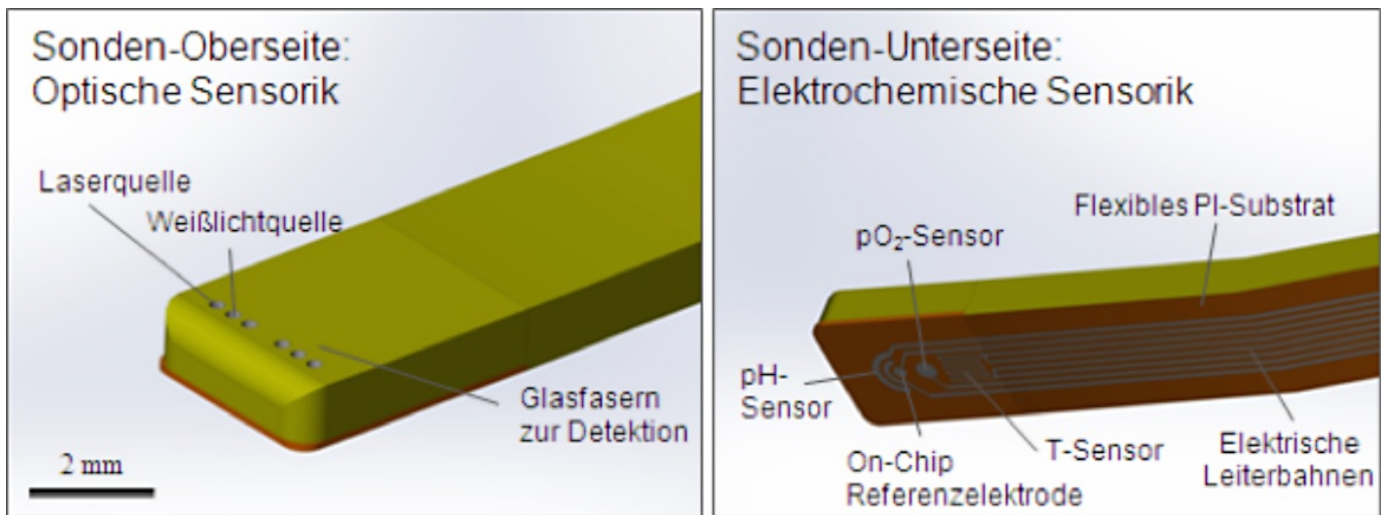
Wenn körpereigenes Weichgewebe verpflanzt wird, zum Beispiel nach Tumor-Operationen, muss der Anschluss an das Blutsystem gewährleistet werden. Wie gut das gelingt, ist bei tief liegenden Defekten schwer zu prüfen. Neue teilimplantierbare Mikrosensor-Sonden namens FlexiTel sollen in den kritischen Tagen direkt nach der Transplantation ein lückenloses Monitoring liefern.

Nach einer Tumorentfernung im Mund-, Kiefer-, Gesichtsbereich oder an der Brust wird häufig Gewebe aus anderen Körperregionen transplantiert, um den operationsbedingten Gewebeverlust auszugleichen. Dabei werden die Blutgefäße des Transplantats an die Blutbahnen vor Ort angeschlossen. Das ist mit einem gewissen Risiko verbunden: Gerade in den ersten Tagen nach der Transplantation können sich Thromben in den versorgenden Blutgefäßen bilden und das kann zum Transplantatverlust führen. Dr. Martin Stelzle, Abteilungsleiter BioMEMS und Sensorik am NMI Reutlingen, umreißt die Tragweite des Problems: „Solche OPs zur Tumorentfernung und Gewebetransplantation können zehn Stunden und länger dauern und sind nicht beliebig wiederholbar – schon allein, weil nicht beliebig viel Gewebe an anderer Stelle entnommen werden kann. Im Mund-, Kiefer-, Gesichtsbereich wird zum Beispiel häufig Gewebe aus dem Schulterblatt verwendet – einem Bereich, der ohnehin nicht allzu großräumig ist.“

Eine Überwachung der Gewebefunktion nach der Transplantation ist deshalb besonders wichtig. Nur dann kann bei Thrombenbildung frühzeitig eingegriffen werden, um das Transplantat zu erhalten. Bei tief liegenden Transplantaten mit geringem Hautanteil ist das jedoch schwierig. „Dann ist nicht durch Tast- und Sichtbefund erkennbar, wie es um das Gewebe steht“, erklärt Stelzle. Teilimplantierbare Sensoren zur Gewebeüberwachung sollen hier Abhilfe schaffen. Ein Team des NMI Reutlingen hat mit fünf weiteren Partnern aus Forschung und Industrie ein Projekt gestartet, um eine flexible Mikrosensorsonde für den kontinuierlichen Gewebe-Check zu entwickeln. Das im Januar 2016 gestartete Projekt ist auf drei Jahre ausgelegt und wird mit insgesamt rund 1,45 Millionen Euro vom BMBF gefördert.

Mikrosensoren messen kontinuierlich mehrere Parameter gleichzeitig

Die etwa sieben Millimeter breite und etwa einen Zentimeter lange Sonde soll nicht nur einen, sondern gleich mehrere Sensoren enthalten, die dem Arzt mit unterschiedlichen Informationen ein Bild der Lage vermitteln. Auf der Oberseite der Sonde wird die optische Sensorik platziert: Mittels Laser wird die Sauerstoff-Sättigung des Blutes bestimmt und per Laser-Doppler-Anemometrie die Geschwindigkeit, mit der sich Blutkörperchen im Blutstrom bewegen. Dafür wird an einer Messstelle Laserlicht auf die Blutbahn gerichtet, das dann von den vorbeiströmenden Blutbestandteilen gestreut wird. Abhängig von der Geschwindigkeit der sich bewegenden Teilchen, in diesem Fall der



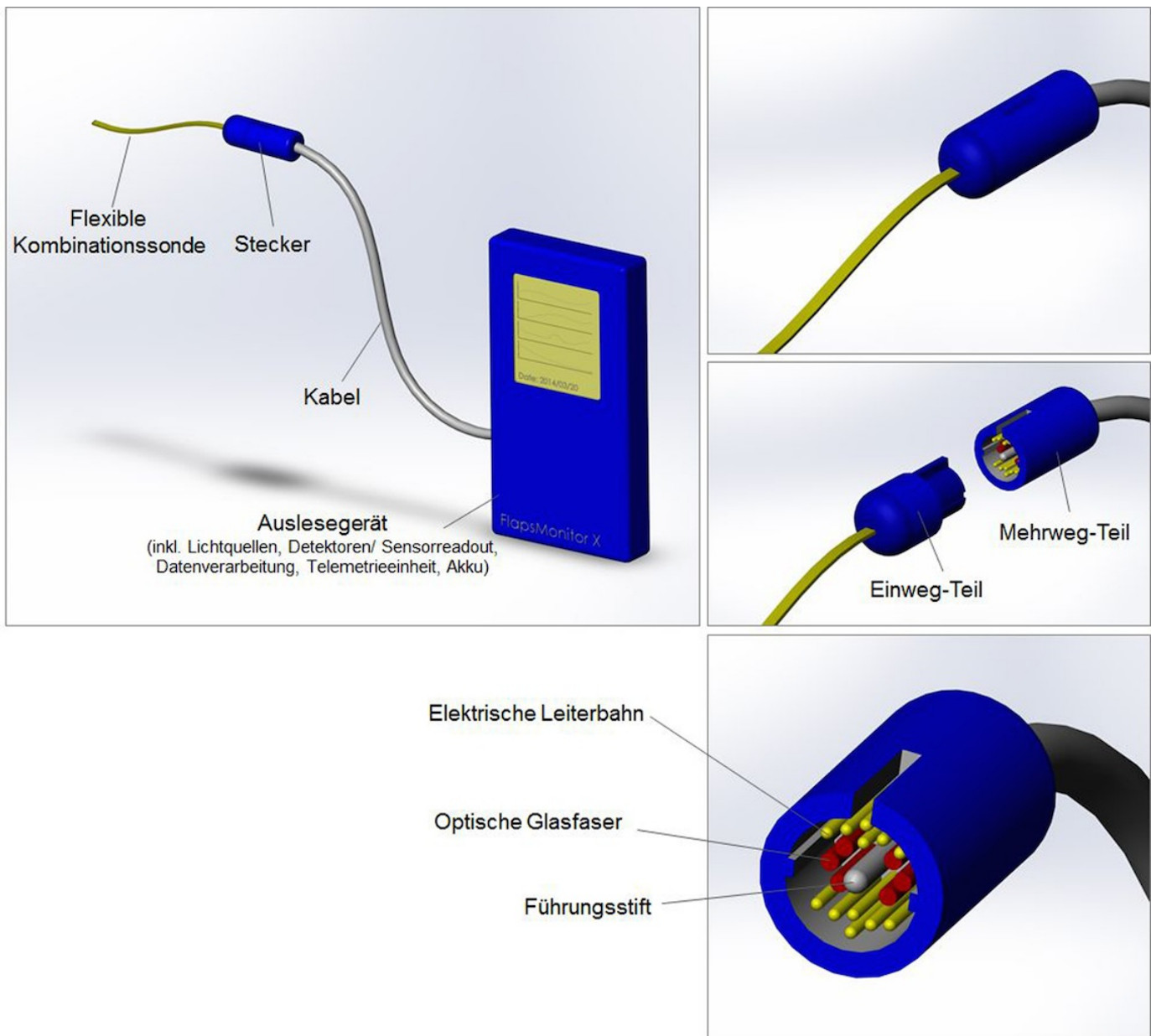
Der flexible Sondenkopf beinhaltet auf der Oberseite die optische und auf der Unterseite die elektrochemische Sensorik.
© NMI Reutlingen

Blutkörperchen im Blut, ändert sich grob gesagt die Frequenz des Streulichts. Diese Frequenzänderung wird erfasst. Sie erlaubt eine Aussage über die Geschwindigkeit des Blutstroms.

Auf der Sondenunterseite soll die elektrochemische Sensorik platziert werden. „Wir wollen einen pH-Sensor einsetzen, um Hinweise auf Entzündungen zu erhalten, denn in dem Fall würde sich der pH-Wert des Gewebes ändern. Zudem soll eine Sauerstoff-Elektrode integriert werden“, erklärt Simon Werner, der verantwortliche Projektleiter am NMI Reutlingen. Der Blutsauerstoff wird also gleich zweifach gemessen, optisch und elektrochemisch. Diese Redundanz ist im Sinne der Betriebssicherheit gewollt: „Das soll zur Robustheit der gesamten Information beitragen. Schließlich wollen wir zuverlässige Messungen über mehrere Tage hinweg gewährleisten“, so Werner. Damit sich die Sonde möglichst gut den unterschiedlichen Gewebegeometrien anpassen kann, wird das Messsystem mit einem flexiblen Substrat aus Polyimid, kurz PI, gekoppelt. „PI ist für uns ideal, denn es ist ähnlich wie Tesafilm kaum dehnbar, aber dennoch flexibel“, sagt Werner. FlexiTel soll dann zusammen mit dem Transplantat in den Körper eingebracht werden, wobei die Sonde über ein Glasfaserkabel mit einer „Bedside-Box“ verbunden wird, die einen Sender und die Auswerteelektronik enthält. „Diese Box soll so konstruiert sein, dass sie direkt am Patientenbett platziert werden kann“, so Stelzle. Der Rest ist Telemetrie: Die Bedside-Box sendet die Daten kontinuierlich an einen Empfänger, sprich Computer, der außerhalb des Bettenbereichs platziert werden kann. Mit der telemetrischen Auslesung wird ein Kabelwirrwarr am Krankenbett vermieden und sie kommt den hohen Hygiene-Anforderungen auf einer Intensivstation entgegen.

Funktion, Handling und Kosten gleichermaßen im Blick

Einige Tage nach der OP sinkt das Risiko des Transplantatverlusts für gewöhnlich und die Sonde kann wieder entfernt werden. Dazu ist zwar ein zweiter Eingriff nötig. Stelzle hält die Belastung dadurch jedoch für absolut vertretbar, wenn man die Folgen eines potenziellen Transplantatverlusts bedenkt. Gemeinsam mit Werner hält Stelzle für das NMI die Fäden des Gesamtprojekts zusammen. Das heißt, hier werden NMI-eigene Sensorentwicklungen mit weiteren Sondenkomponenten zu einem funktionierenden Ganzen integriert, wobei das NMI-Team auf seine kompetenten externen Partner angewiesen ist. Die LEA Medizintechnik GmbH aus Gießen hat bereits optische Oberflächensensoren entwickelt und soll das Gesamtsystem zusammenbauen. Die Elektronik für die Telemetrie und die Software für das Auslesen der Sensoren liefert die Multi Channel Systems MCS GmbH aus Reutlingen. 2E mechatronic aus Kirchheim unter Teck liefert die Steckverbindungen für die Sonden. Die NMI TT GmbH entwickelt Fertigungsverfahren für die kostengünstige Herstellung



Die Grafik links zeigt die Idee des Gesamtkonzepts: Ein implantierbarer Einweg-Sondenkopf, gekoppelt an eine patientennahe Telemetrie-Einheit. Von dieser Telemetrie-Einheit werden die Daten kabellos an das Klinik-Netzwerk übertragen. Rechts sind Details der Steckverbindung zu sehen.

© NMI Reutlingen

elektrochemischer Mikrosensoren, die in Kleinserien gefertigt und vertrieben werden, um FlexiTel dann in einer gewissen Anwendungsbreite zu testen.

Die klinischen Partner beraten während der gesamten Projektlaufzeit das Entwicklerteam und kommen in späteren Phasen auch praktisch zum Zuge. Die Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie MKG in Tübingen soll die ersten klinischen Studien durchführen und zwar mit Patienten, denen im Mund-Kiefer-Gesichtsbereich ein Tumor entfernt werden muss. Prof. Dr. Dr. Siegmund Reinert ist Ärztlicher Direktor der MKG und kümmert sich hier mit seinem Kollegen Prof. Dr. Dr. Joachim Polligkeit um das FlexiTel-Projekt. „Ein ständiger Austausch mit den Medizinern ist für den Erfolg des Projekts und die praktische Anwendbarkeit der FlexiTel-Sonde entscheidend, denn sie geben uns die Informationen aus dem klinischen Alltag, was machbar ist und wie eine handhabbare Sonde gestaltet sein sollte“, sagt Werner.

Auch die zu erwartenden Kosten werden bereits bei der Entwicklung berücksichtigt. FlexiTel soll trotz des hohen Kostendrucks in Kliniken sinnvoll einsetzbar sein. Unter diesem Aspekt ist ein weiteres Anwendungsgebiet interessant, nämlich das Anastomose-Monitoring nach Darmoperationen. „Bei ein

bis zehn Prozent der Patienten, denen ein Stück des Darms entfernt werden muss, kommt es postoperativ zu Undichtigkeiten im Bereich der Anastomose, in dem Endstücke neu miteinander verbunden werden. Undichtigkeiten, die nicht oder zu spät erkannt werden, können gravierende Infektionen bis hin zum Tode auslösen und sollten unbedingt vermieden werden. Das Monitoring mit Flexitel kann hierzu einen wichtigen Beitrag leisten“, sagt Stelzle.

Fachbeitrag

09.05.2016

Dr. Heike Lehmann

© BIOPRO Baden-Württemberg GmbH

Weitere Informationen

NMI Reutlingen

Dr. Martin Stelzle

Markwiesenstr. 55

72770 Reutlingen

Tel.: +49 (0)7121 51530-75

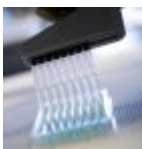
E-Mail: martin.stelzle(at)nmi.de

► [NMI Naturwissenschaftliches und Medizinisches Institut an der Universität Tübingen](#)

Der Fachbeitrag ist Teil folgender Dossiers



Geräteentwicklung - neue Werkzeuge für die Life Sciences



Gesundheitliche Prävention durch bessere Diagnostik

Bioanalytik

Medizintechnik

Prävention

Darm

Entzündung

Blutgefäß

Implantat

Biokompatibilität