

# Bioimpedanz-geregelte Schluckneuroprothese – BigDysPro –



H. Nahrstaedt<sup>1</sup>, C. Schultheiss<sup>2</sup>, T. Schauer<sup>1</sup> und R. O. Seidl<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fachgebiet Regelungssysteme (Prof. Dr.-Ing. J. Raisch), Technische Universität Berlin  
<sup>2</sup>Klinik für Hals-Nasen-Ohrenkrankheiten (Prof. Dr. A. Ernst), Unfallkrankenhaus Berlin

## Schluckstörungen (Dysphagien)

Schlucken ist ein lebensnotwendiger Vorgang, über den Menschen sich in der Regel keine Gedanken machen, solange der Ablauf reibungslos funktioniert. Vor allem nach einem Schlaganfall oder einer Schädelhirnverletzung können aber viele Patienten die Schluckabläufe nicht mehr richtig koordinieren. Für sie besteht ständig die Gefahr, dass Nahrung in die Luftröhre statt in die Speiseröhre gelangt. Die Folge kann eine lebensbedrohliche Lungenentzündung sein. Hier hilft oftmals nur eine Ernährung über eine Sonde und ein Luftröhrenschnitt als Schutz vor „Verschlucken“. Dies bedeutet eine Behinderung, welche das Leben und die Lebensqualität der Betroffenen und ihrer Angehörigen schwer beeinträchtigt.

## Stand der Technik

Die Ursache für Schluckstörungen ist in vielen Fällen eine unvollständige oder fehlende Bewegung der beteiligten Muskeln. Hier kann eine elektrische Stimulation der am Schlucken beteiligten Muskeln sinnvoll sein, um den Schluckablauf zu verbessern und den Übertritt von Speisen oder Nahrung durch den Kehlkopf in die Lunge zu verhindern. Dabei können zum Schutz der Atemwege zwei mögliche Stimulationsansätze unterschieden werden:

1. Durch eine Stimulation der äußeren Kehlkopfmuskulatur kann eine Hebung des Kehlkopfs erzielt werden.
2. Durch eine Stimulation der inneren Kehlkopfmuskulatur kann ein Verschluss der Stimmlippen erreicht werden.

Entscheidend für den Erfolg einer Stimulation ist, dass sie zum richtigen Zeitpunkt mit der notwendigen Intensität einsetzt. Dabei muss die Intensität fortlaufend an die wechselnden Ansprüche und Fähigkeiten angepasst werden. Bisher fehlte für diese Aufgabe ein geeignetes Mess- und Regelsystem.

## Bioimpedanz-Messung

Eine Beurteilung des Schluckvorgangs ist derzeit nur mit großem technischen Aufwand in einem klinischen Rahmen durch eine Endoskopie oder eine Röntgenuntersuchung möglich. Beide Verfahren sind für ein dauerhaft arbeitendes Stimulationsystem nicht einsetzbar. Es ist ein einfaches Verfahren notwendig, das in den Körper eingesetzt (implantiert) werden kann, ohne dort weiteren Schaden anzurichten. Eigene Untersuchungen zeigten, dass durch die Messungen des elektrischen Widerstands (Bioimpedanz) am Hals eine Beurteilung des Schluckvorgangs möglich ist. Zur Bestimmung der Bioimpedanz werden kleine sinusförmige elektrische Ströme im Frequenzbereich von 50 bis 100 kHz am Hals ins Gewebe eingespeist. Es kommt bei den Schluckbewegungen zu typischen Spannungsänderungen, die durch einfache Messelektroden erfasst werden können. Durch die Bioimpedanz lassen sich

- ◇ der Grad des Verschlusses der Atemwege und
- ◇ das Auftreten eines Verschluckens (Aspiration) bestimmen.

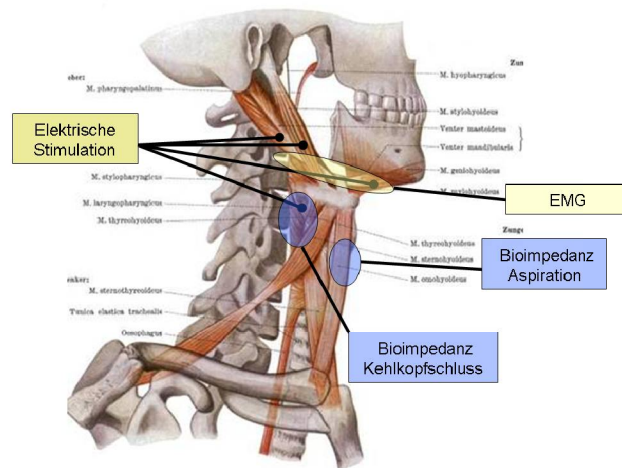
## Ansprechpartner

- Dr. Thomas Schauer  
Fachgebiet Regelungssysteme  
Technische Universität Berlin
- PD Dr. Rainer O. Seidl  
Klinik für Hals-Nasen-Ohrenkrankheiten  
Unfallkrankenhaus Berlin
- <http://www.bigdyspro.de>
- Kontakt: [info@bigdyspro.de](mailto:info@bigdyspro.de)

## Forschungsvorhaben

Das Forschungsvorhaben **BigDysPro** erfolgt als Kooperation zwischen dem Unfallkrankenhaus Berlin und der Technischen Universität Berlin:

- Ziel ist die Entwicklung einer geregelten Schluckneuroprothese, die durch intramuskuläre Elektroden die für das Schlucken notwendigen Muskeln stimuliert und damit den Bewegungsablauf beim Schlucken unterstützt.
- Aktiviert werden sollen äußere Muskeln des Kehlkopfes, die für dessen Hebung verantwortlich sind (siehe Abbildung 1).
- Das neu entwickelte Bioimpedanz-Messsystem prüft ständig den Erfolg der Stimulation und passt diese fortlaufend an.
- Für einen zeitgerechten Start der Stimulation werden die noch erfassbaren Muskeltätigkeiten durch eine Elektromyographie (EMG)-Messung erfasst und zum Auslösen der Stimulation verwendet.
- Verschluckt sich der Patient trotz dieser Maßnahmen, wird dies durch das Bioimpedanzmesssystem ebenfalls erfasst und ein schützendes Husten oder Räuspern durch weitere Stimulationen ausgelöst.



**Abbildung 1:** Modell des geplanten Mess- und Stimulationsystems als Grundlage für eine geregelte Schluckneuroprothese. Gekennzeichnet sind die Stimulationsorte und die Messpunkte für EMG und Bioimpedanz.

Die Machbarkeit einer geregelten Schluckneuroprothese soll im Rahmen von Schlüsselexperimenten untersucht werden:

- Stimulation, EMG- und Bioimpedanzmessung erfolgen durch Nadelelektroden von außen, um das Szenario eines Implantats abzubilden.
- Messelektronik und Stimulator verbleiben im Rahmen der Schlüsselexperimente außerhalb des Körpers.
- Die Stimulations-, Mess- und Regelverfahren werden zunächst mit gesunden Probanden entwickelt.
- Die Machbarkeit einer geregelten Schluckneuroprothese wird dann im Rahmen eines abschließenden Schlüsselexperiments mit betroffenen Patienten geprüft.

Gelingt es, die geplante Prothese umzusetzen, ist dies die Grundlage für die Entwicklung von Implantaten, die es möglich machen, dass betroffene Patienten wieder ohne Angst Essen und Trinken können.