

# Entwicklung einer Neuroprothese zur Therapie von Schluckstörungen – Pilotversuch

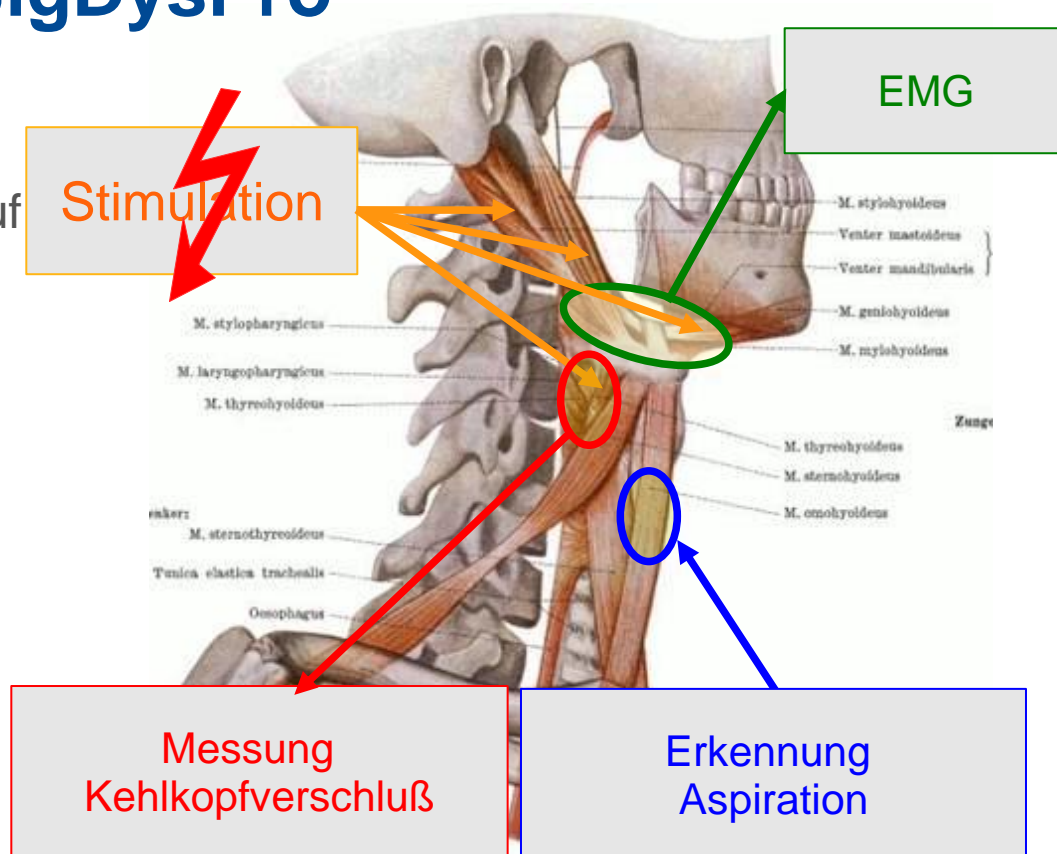
R. O. Seidl<sup>1</sup>, TH. Schauer<sup>2</sup>, C. Schultheiss<sup>1</sup>, H. Nahrstaedt<sup>2</sup>

*<sup>1</sup>Klinik für Hals-Nasen-Ohren-Krankheiten, ukb Berlin*

*<sup>2</sup>Fachgebiet Regelungssysteme, TU Berlin*

# Bioimpedanzgeregelt **Dysphagie** Prothese BigDysPro

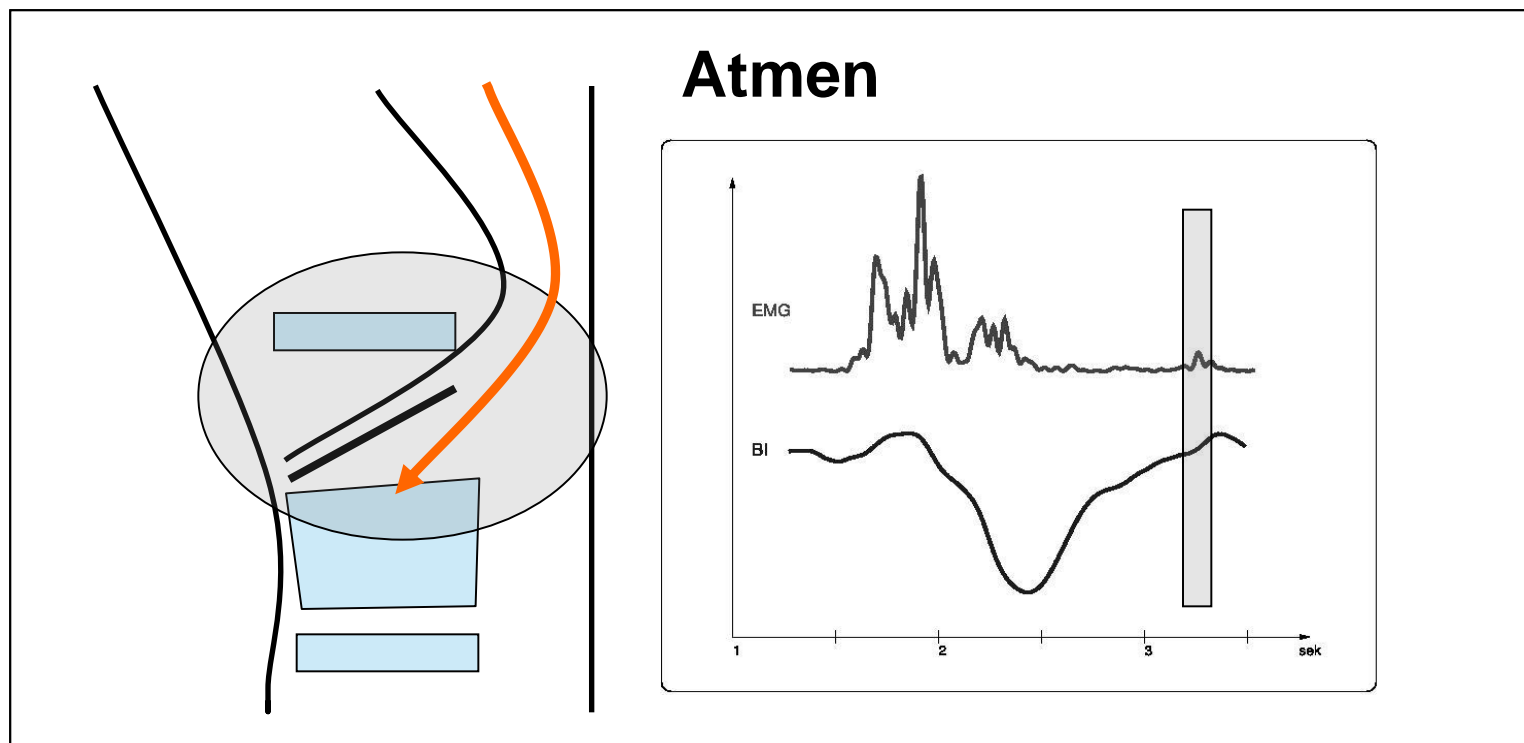
1. Echtzeiterkennung Schluckablauf (Bioimpedanz und EMG)
2. Stimulation von Muskeln
3. Überwachung Schluckerfolg
4. Anpassung der Stimulation
5. Erkennung von Aspiration
6. Auslösen Husten



Voraussetzung ist ein Messsystem!

## Prinzip Bioimpedanzmessung beim Schlucken

- Einleiten von Strom in das Gewebe (M. sternocleidomastoideus)
- Impedanzänderung im Raum zwischen Zungenbein und Schildknorpel
- Stromfluss abhängig von Gewebewiderstand (Luft, Gewebe)



## Automatische Schluckererkennung

### EMG- und BI-Änderungen haben physiologische Ursachen

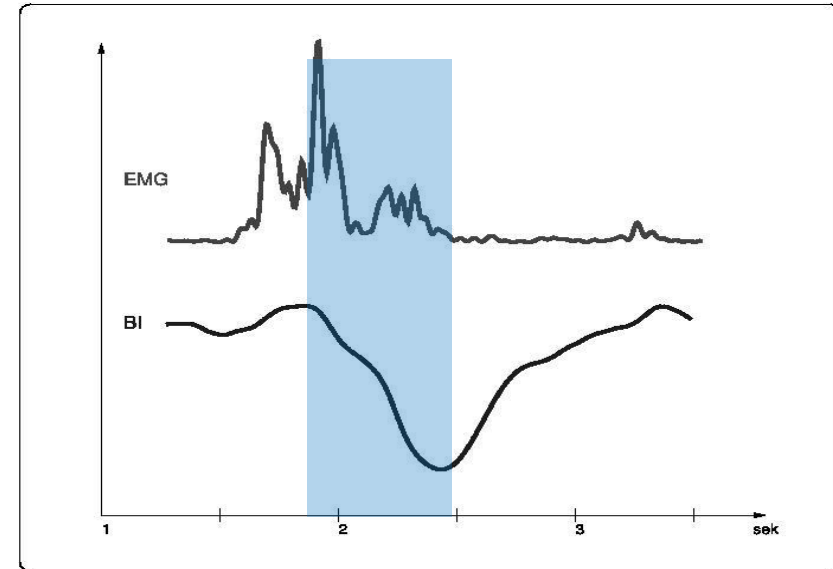
- EMG-Tätigkeit bei Hebung des Kehlkopfs
- BI-Änderung durch Rachenverschluss

### 2-stufiges Verfahren zur Schluckererkennung

#### 1. Physiologischer Ablauf aus EMG-Änderung und BI-Änderung:

*Kein Schluck ohne Muskelarbeit!*

- EMG-Aktivität leitet immer BI-Veränderung beim Schluck ein
- EMG-Aktivität liegt zwischen Start und Minimum der BI-Aktivität



#### 2. Anwendung eines Klassifikators: Support Vector Machine (SVM)<sup>1</sup>

[1] Chang and Lin, LIBSVM : A library for support vector machines. 2011.

## Klassifikation kombiniert mit physiologischen Kriterien (EMG und BI Änderungen)

### Klassifikation Schlucken

Trainingsdatensatz für Klassifikator:

682 Schlucke, 3039 Nicht-Schlucke

Testdatensatz:

662 Schlucke, 1695 Nicht-Schlucke

	Schluck	Kein Schluck
positiv	636	49
negativ	26	1646

Richtig erkannte Schlucke (Sensitivität) =  
**96,1%**

Richtig erkannte Nicht-Schlucke (Spezifität) =  
**97,1%**

### Klassifikation Nahrungskonsistenz

Trainingsdatensatz für Klassifikator:

682 Speichelschlucke, 389 Nahrungsschlucke

Testdatensatz:

231 Speichelschlucke, 404 Nahrungsschlucke

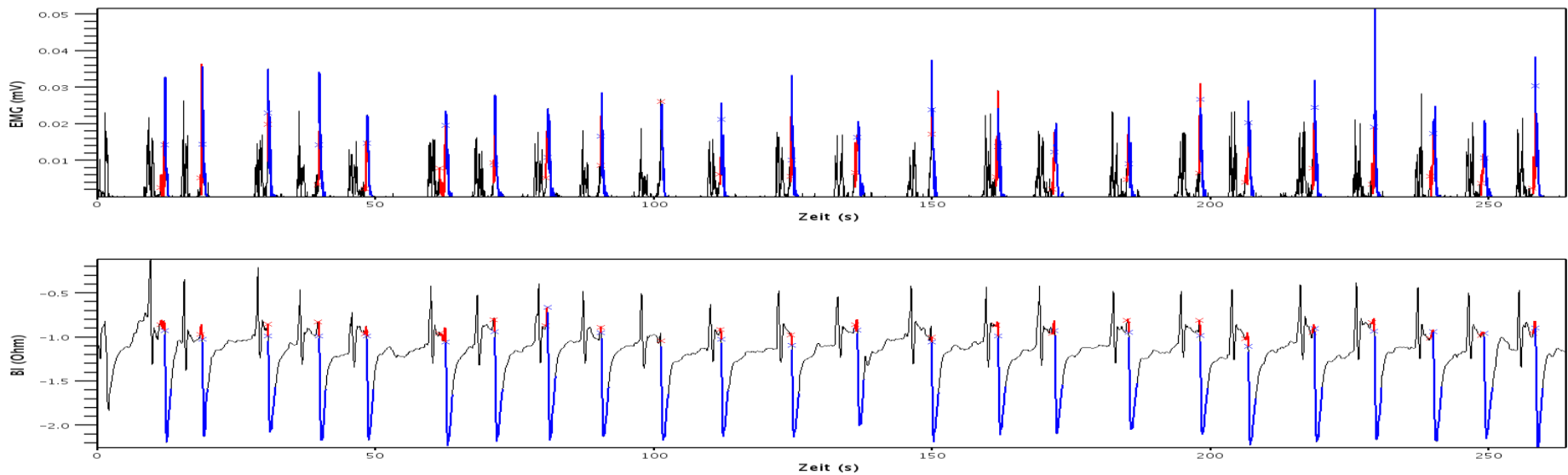
	Speichel	Nahrung
positiv	184	96
negativ	47	308

Richtig erkannter Speichel (Sensitivität) =  
**79,1%**

Richtig erkannte Nahrung (Sensitivität) =  
**76,2%**

## Ergebnis Online Erkennung

- 24 Schluckintentionen erkannt (100%)
- Erkennung immer vor dem Schluck
  - Im Durchschnitt 360ms (0-800)

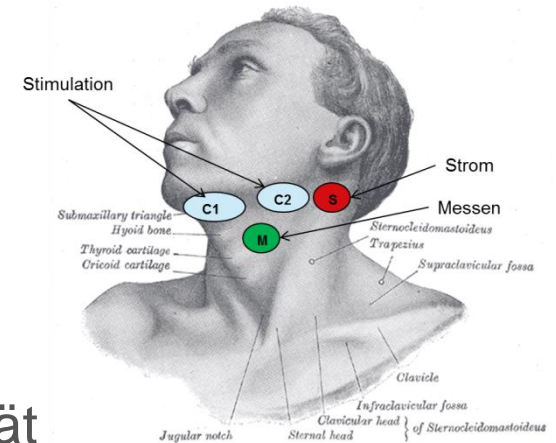


# Pilotversuch kutane Mundbodenstimulation

- Günter M., 62 Jahre
- Locked-In-Syndrom seit mehr als 10 Jahren
- Versorgt mit PEG und Trachealkanüle
- Pilotversuch
  - Schluckererkennung durch kombiniertes EMG- BI- Messgerät
  - Online Erkennung der Schlucke
  - Automatische Stimulation in den Schluckanfang

# Ergebnis

- Zeitgerechte Stimulation
- Signifikanter Effekt
  - Abhängig von Lokalisation und Intensität



	Gesund (MW)	Ohne Stimulation	Stimulation (mA)					
			C1 = 60 C2 = nein	C1 = 40 C2 = 20	C1 = 40 C2 = 40	C1 = 60 C2 = 40	C1 = 80 C2 = 60	C1 = 100 C2 = 60
<b>Anzahl</b>	328	5	6	1	1	1	9	4
<b>maximale Kehlkopfhebung</b>	-1,52	-0,56	-0,55	-0,51	-0,67	-0,51	-0,78	<b>-1,12*</b>
<b>Geschwindigkeit Kehlkopfhebung</b>	-6,43	-1,87	-2,56	-1,90	<b>-3,60*</b>	<b>-3,83*</b>	<b>-2,82**</b>	<b>-3,03**</b>

C1 = hinterer Mundboden, C2 - vorderer Mundboden, \*\* Signifikanzebene  $p = 0,01$ , \* Signifikanzebene  $p = 0,05$



# Fazit und Ausblick

- Fazit
  - Onlineerkennung und Bewertung von Schlucken möglich
  - Zeitgerechte Stimulation möglich
  - Stimulation hat positiven Effekt auf den Schluck
- Ausblick
  - Iterativ lernende Stimulation
  - Therapiestudie zur kutanen Stimulation
    - Direkte/indirekte Stimulationsergebnisse
  - Stimulation von Muskeln und/oder Nerven
- Fortsetzung Forschungsprojekt
  - SelfFEES, Integration in Endoskopiesystem, BMBF
  - BigDys, Entwicklung Diagnostik- und Therapiesystem, BMBF