

# Evaluation eines Bioimpedanzmesssystems zur automatisierten Schluckerkennung

Seidl RO<sup>1</sup>, Schauer Th<sup>2</sup>, Nahrstaedt H<sup>2</sup>, Schultheiss C<sup>1</sup>

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

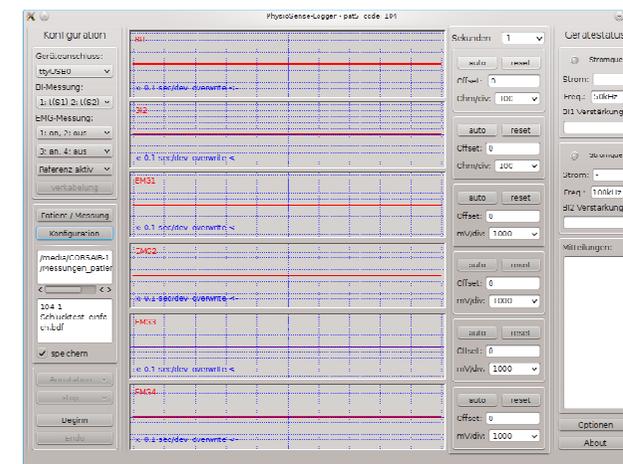
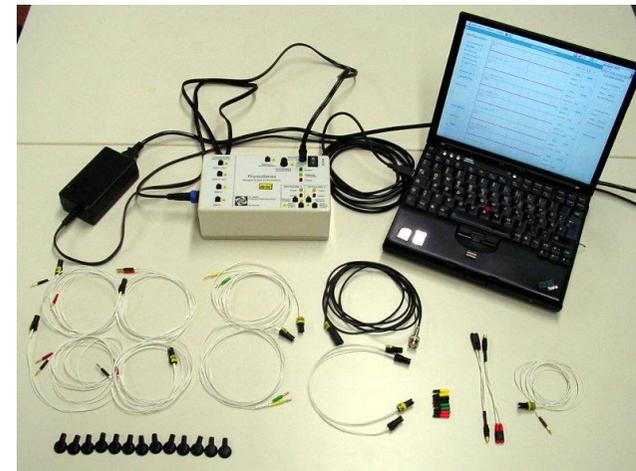
<sup>2</sup>Fachgebiet Regelungssysteme, TU Berlin

## Forschungsziel BMBF-Projekt BigDysPro

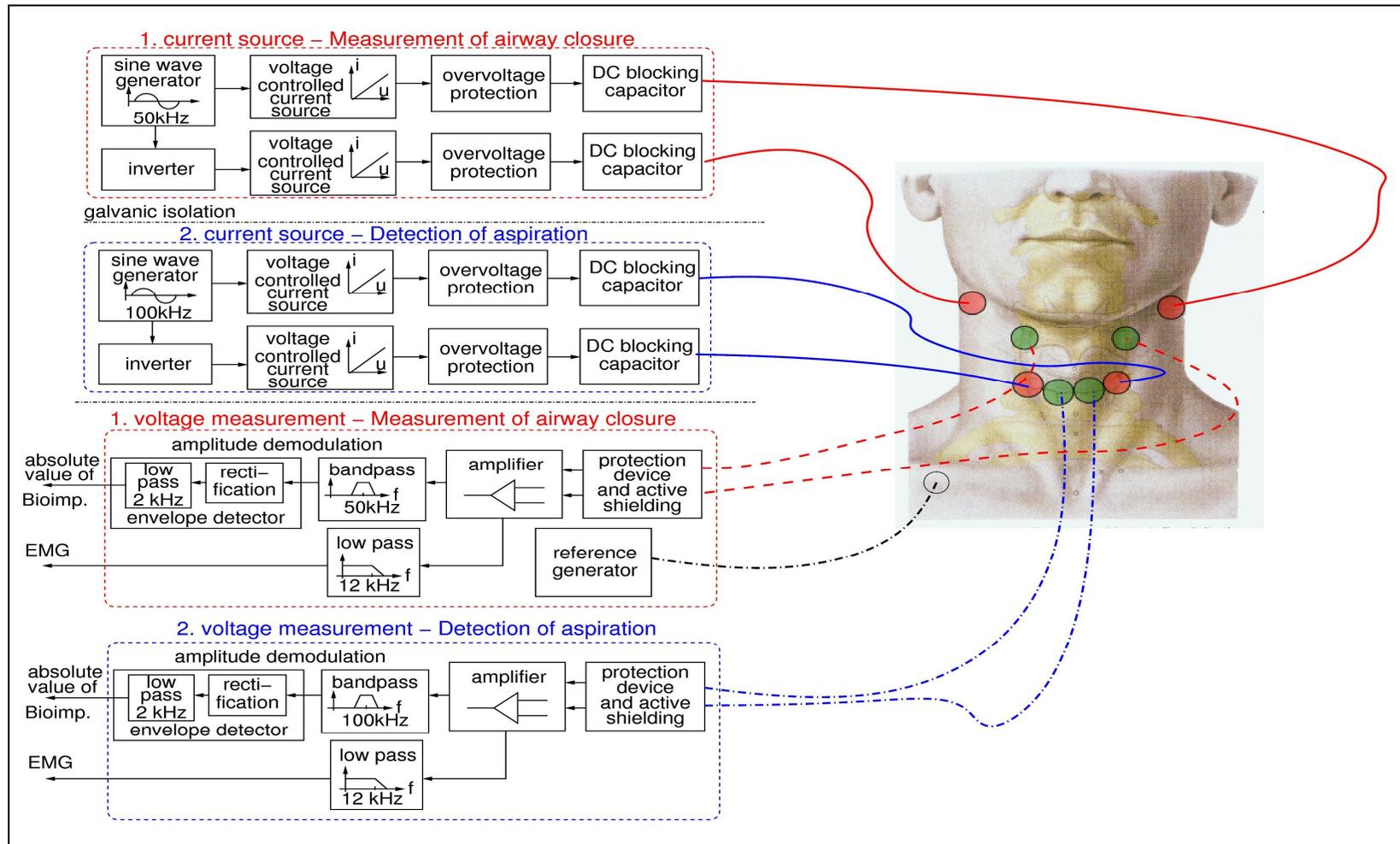
- Entwicklung einer Neuroprothese für die Behandlung von Schluckstörungen
- Messsystem notwendig das eine sichere Erkennung und Klassifizierung von Schluckvorgängen ermöglicht
- Evaluation Bioimpedanz- EMG-Messsystems
  - Aufbau Messsystem
  - Strategien zur Aus- und Bewertung der Messwerte
  - Überprüfung von
    - Reproduzierbarkeit
    - Einflussfaktoren auf die Messungen

## Aufbau Bioimpedanz- EMG-Messsystem

- 2 Stromquellen (50kHz, 100kHz)
- 4- und 2- Punkt Messmethode
- Bis zu 2x BI & bis zu 4x EMG
  - Stimulationssicher
  - Stromstärke und Verstärkung wird vom Gerät eingestellt
- EN 60601 Typ BF
- Nadel- und Klebeelektroden
- 4kHz Abtastzeit
- Echtzeit (USB)

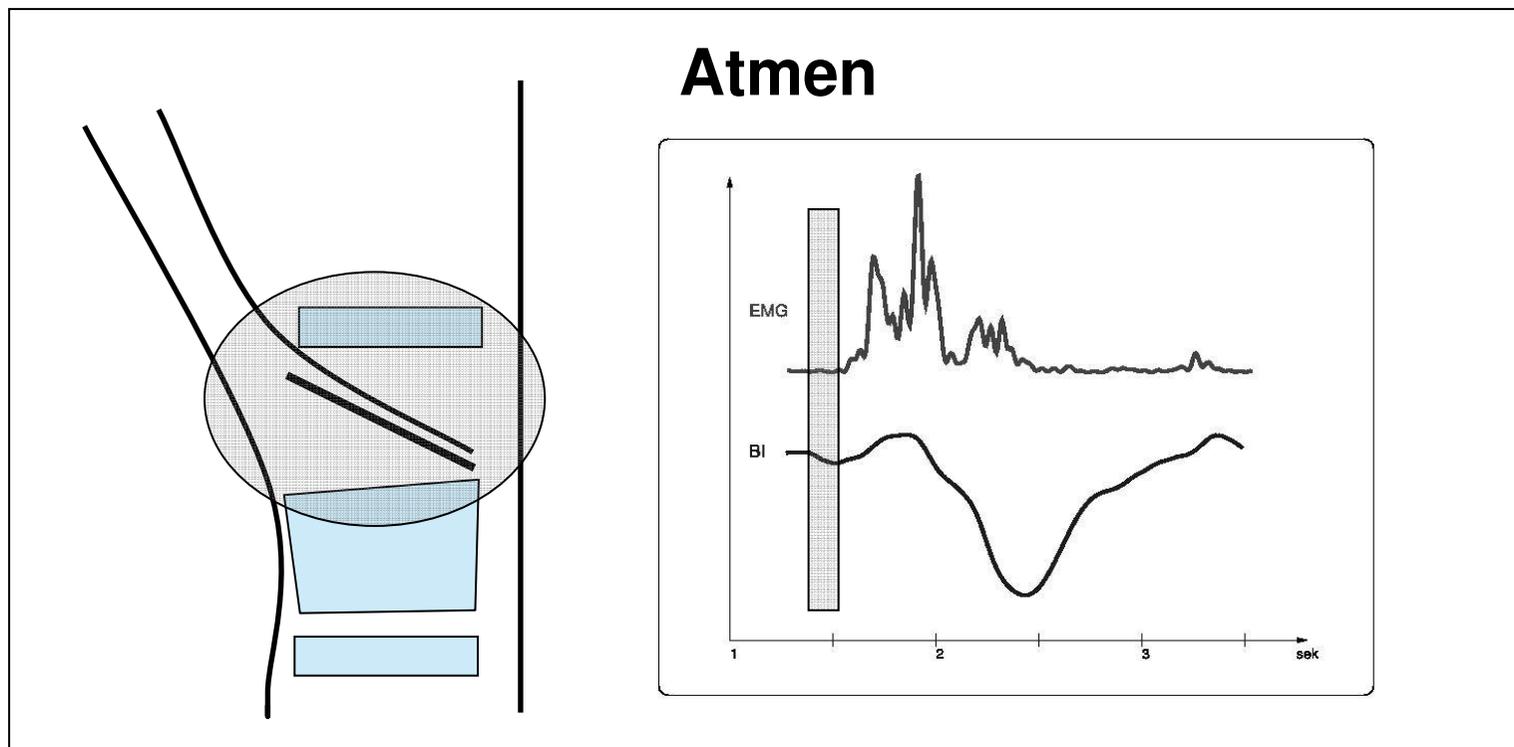


## Aufbau Bioimpedanz- EMG-Messsystem



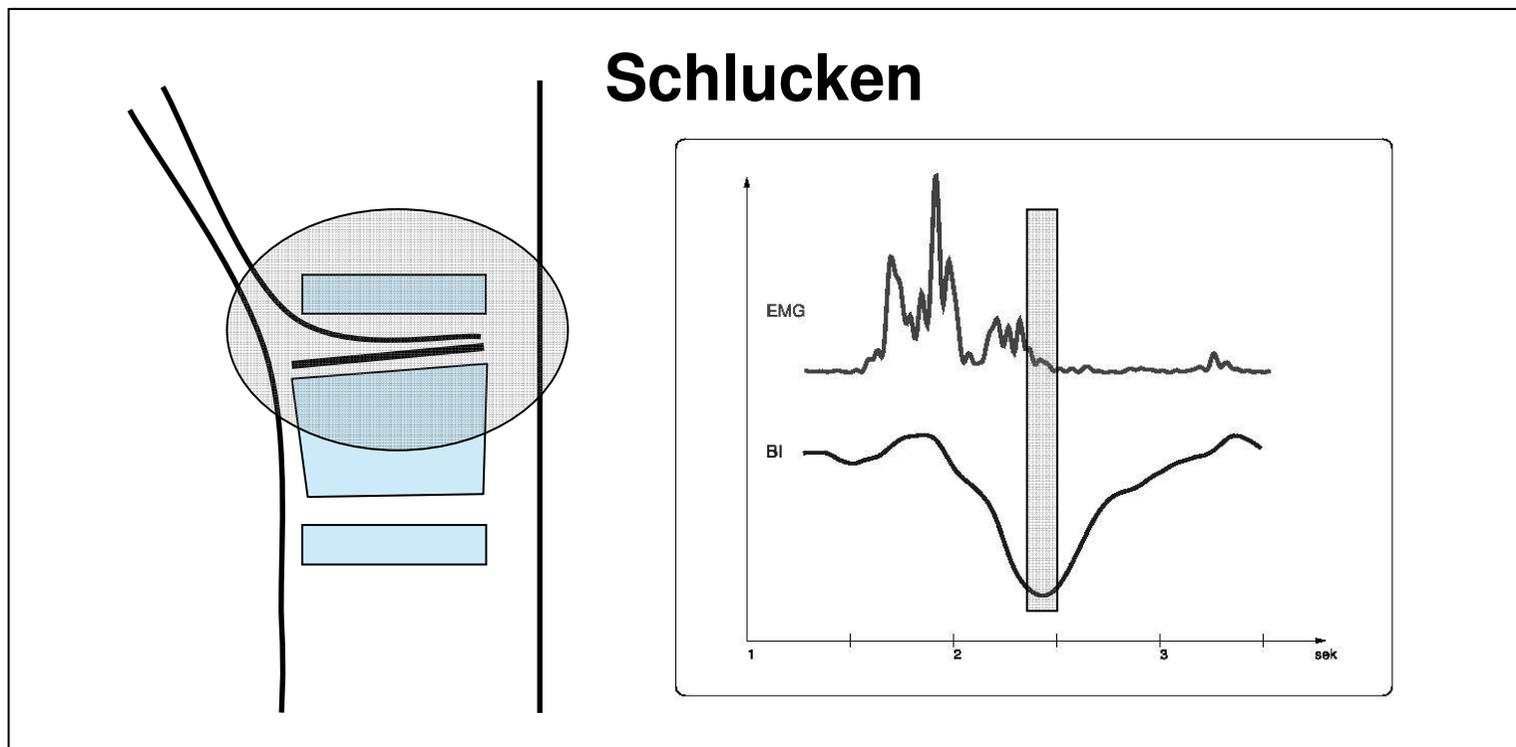
## Prinzip Bioimpedanzmessung beim Schlucken

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



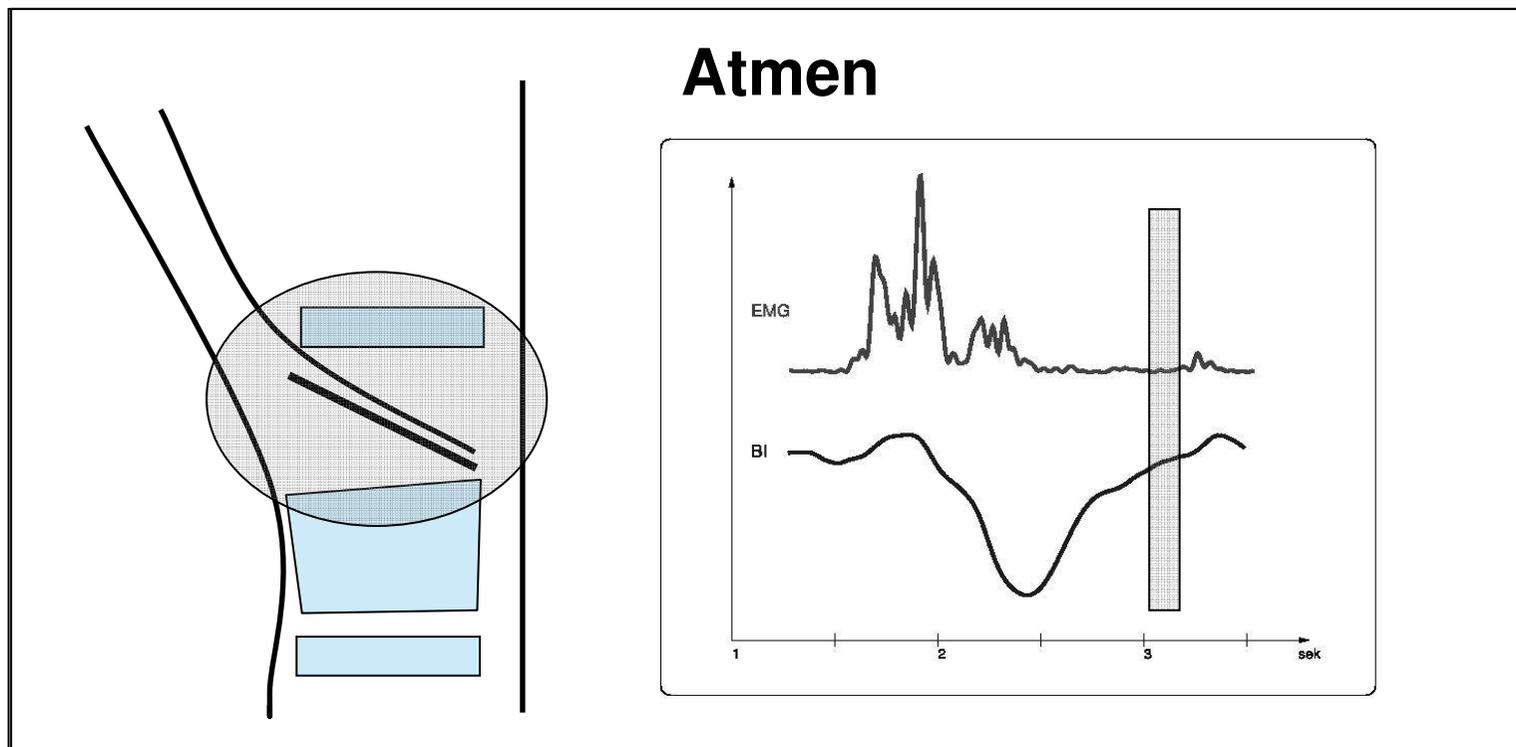
## Prinzip Bioimpedanzmessung beim Schlucken

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

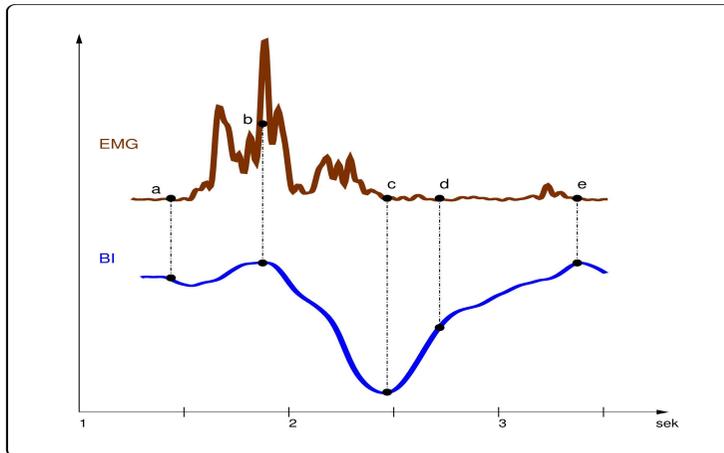


## Prinzip Bioimpedanzmessung beim Schlucken

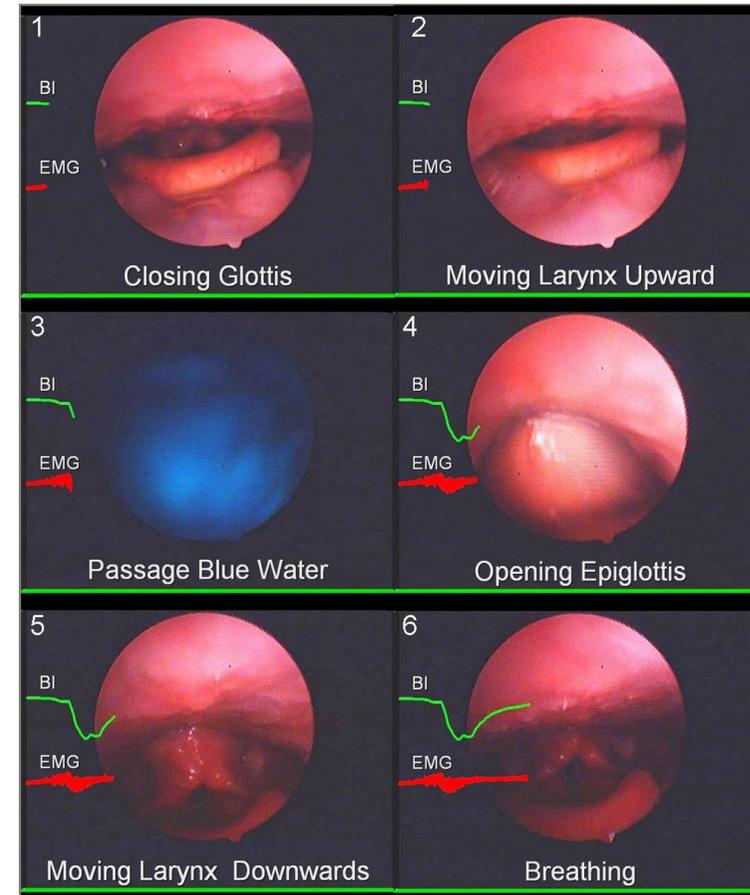
- Einleiten von Strom in das Gewebe (M. sternocleidomastoideus)
- Messen des Stroms im Raum zwischen Zungenbein und Schildknorpel
- Stromfluss abhängig von Gewebewiderstand (Luft, Gewebe)



# Auswahl anatomischer Merkmale

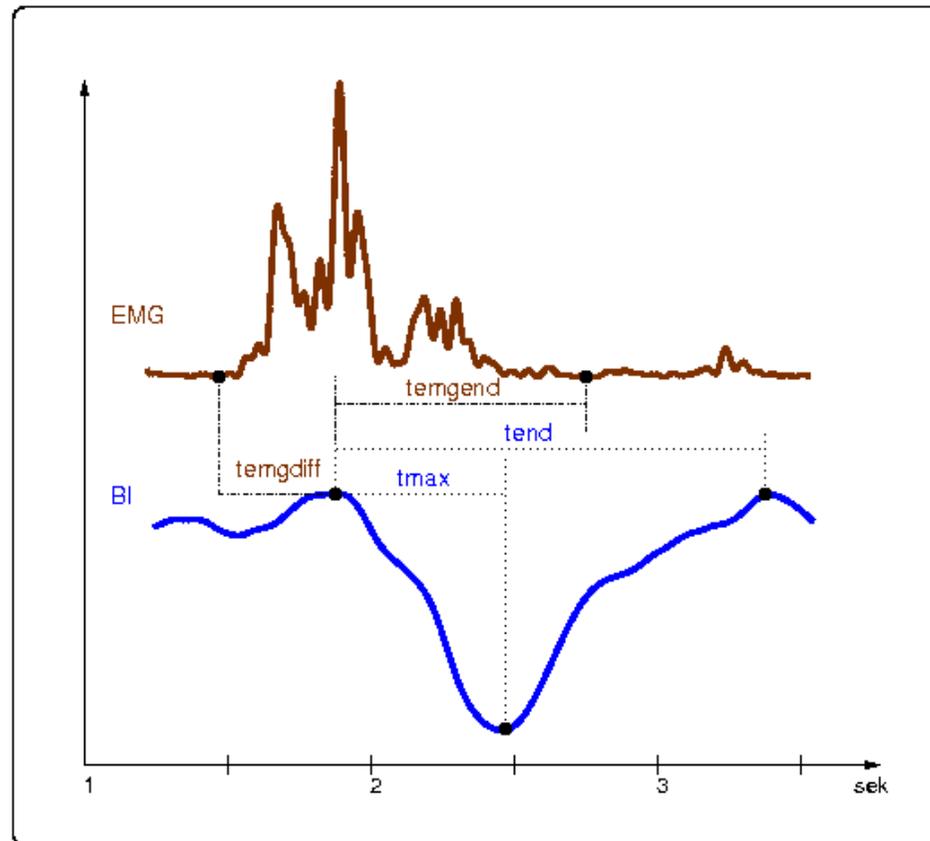


- A Beginn Muskelaktivität
- B Beginn Larynxelavation
- C Pharynxverschuß
- D Ende muskuläre Tätigkeit
- E Ende Larynxsenkung



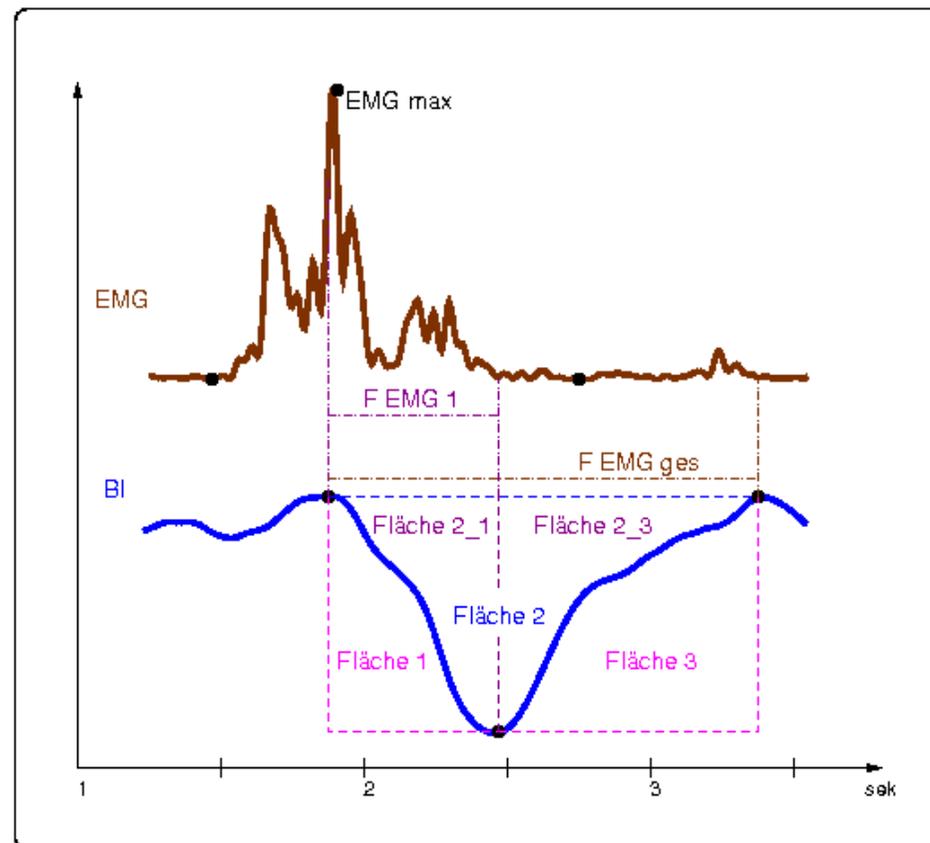
# Berechnung der Messmerkmale

Zeitabhängige Merkmale	
	Maximum Zeit
	Endpunkt Zeit
	Zeitliche Differenz zum nächsten EMG
	Maximum Zeit vom nächsten EMG
	Endpunkt Zeit vom nächsten EMG



## Berechnung der Messmerkmale

Mengenabhängige Merkmale	
	Fläche 1
	Fläche 2_1
	Fläche 2
	Fläche 2_3
	Fläche 3
	Maximum Bewegung
	Endpunkt Bewegung
	Steigung 1
	Steigung 2
	Maximum EMG
	Fläche EMG_1
	Fläche EMG_gesamt



## Evaluation Bioimpedanz und EMG-Messsystem

- Reproduzierbarkeit Messsignale
- Einflussfaktoren auf das Messsignal
  - Leitfähigkeit der Nahrung
  - Konsistenz der Nahrung
  - Mengen der Nahrung
  - Geschlecht der Probanden
- Unterscheidung von Schluck- und Kopfbewegungen

## Methoden

- 20 gesunde Probanden beiderlei Geschlechts
- Konsistenzen Speichel, Wasser, Joghurt, Brot
- Mengen 5, 10 und 20ml
- Leitfähigkeit durch verschiedene Kochsalzlösungen
- Wiederholte Messungen im Abstand von Wochen
  
- Auswertung an Hand von 17 Messmerkmalen
- Statistische Berechnung (SPSS)
- Cronbach's Alpha,  $> .600$  akzeptabel

## Ergebnisse Reproduzierbarkeit der Messung

- Bioimpedanzmesssignal weist sehr gute Reproduzierbarkeit auf
- (Videofluoroskopie und Endoskopie bei ca 60%)
- Große Varianz bei Joghurt  
auf Grund der Konsistenz nicht immer deutliches Ende der oralen Phase

	Bioimpedanz	EMG & Bioimpedanz
Speichel (n=421)	.884	.873
20ml H <sub>2</sub> O (n=208)	.727	,712
Joghurt (n=308)	.907	,586

## Ergebnisse Leitfähigkeit der Konsistenz

- Leitfähigkeit nimmt keinen Einfluss auf das Bioimpedanzmesssignal
- Veränderungen eher aufgrund von Geschmack (z.B. bei NaCl)

	Mann-Whitney Test (Asymp. Sig.)			
	20 ml 0.9%NaCl	20ml 0.45% 1:1	20ml destilliertes H <sub>2</sub> O	20ml Mineralwasser
Maximum Zeit	<b>,012*</b>	,196	,446	,809
Endpunkt Zeit	,110	<b>,048*</b>	,486	,826
Fläche 2	,725	,331	,792	,509
Fläche 2_3	,386	,708	,714	,340
Fläche 3	,449	,061	,660	,883
Maximum Bewegung	,839	,453	,598	,781
Steigung 1	,096	,824	,792	,872
Fläche EMG 1	,797	,647	,074	,192

## Ergebnisse Konsistenzen und Mengen

- Geprüft wurden
  - Speichelschluck gegen verschiedene Mengen (5, 10, 20ml)
  - Normalschluck (Wasser) gegen verschiedene Mengen
  - Verschiedene Mengen gegeneinander
- Unterschiede wurden gefunden
  - Speichel vs. Mengen (z.B. Maximum Zeit, Endpunkt Zeit, Steigung1)
  - Normalschluck vs. Mengen (z.B. Steigung1, Fläche EMG 1)
  - Mengen untereinander (z.B. Fläche3, Steigung1, Fläche EMG 1)
- Konsistenzen und Mengen nehmen Einfluss auf das Bioimpedanzmessergebnis
  - Modifizierte Algorithmen für die automatische Erkennung und Bewertung notwendig

# Ergebnisse Schluckererkennung

- Prüfung der Erkennung von Schluckbewegungen gegen Sprechen, Kauen, Kopfbewegungen etc.
- Stufenweise Merkmalsreduktion, Diskriminanzanalyse

Offline Erkennung			
Merkmale	Cronbach's Alpha	Prüfung der Merkmale zur automatischen Schluckererkennung	
Maximum Zeit	<b>,631</b>		
Endpunkt Zeit		true positive	false positive
Fläche 2		<b>94,9</b>	<b>5,7</b>
Fläche 2_3		true negative	false negative
Fläche 3		<b>91,5</b>	<b>7,5</b>
Maximum Bewegung			
Steigung 1			
Fläche EMG 1			

Online Erkennung			
Merkmale	Cronbach's Alpha	Prüfung der Merkmale zur automatischen Schluckererkennung	
Fläche 1	<b>,651</b>		
Fläche 2_1		true positive	false positive
Fläche 2		<b>91,2</b>	<b>7,3</b>
Maximum Bewegung		true negative	false negative
Steigung 1		<b>95,9</b>	<b>5</b>
Fläche EMG 1			
Maximum EMG			

## Zusammenfassung

- Messsystem erlaubt reproduzierbare Messungen
- Erstmals reproduzierbarer Parameter beim Schlucken
- Physiologische Parametrierung der Messkurven möglich
- Parametrierung erlaubt sichere Schluckererkennung
- Messergebnis von Menge und Konsistenz abhängig
  
- Physiologischer Bioimpedanzmesswerte erlaubt Bewertung von Schluckvorgängen
- Ermöglicht situations- und zeitgerechte Stimulation

## Ausblick

- Zur Zeit technische Entwicklung einer Umgebung für die Diagnostik und Bewertung von Schluckvorgängen
- Therapie
  - **Visuelles Feedback** als Therapievorlage für den Patienten (und Therapeuten)
  - **Elektrische Stimulation**
    - Kutan zur sensorischen Unterstützung der kortikalen Arealen
    - Intramuskulär für die direkte Unterstützung des Schluckvorgangs (Neuroprothese)

## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

- Unterstützt durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) innerhalb des Projektes BigDysPro
- Weitere Informationen unter [www.bigdyspro.de](http://www.bigdyspro.de)

**bigdyspro**  
[www.bigdyspro.de](http://www.bigdyspro.de)



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung