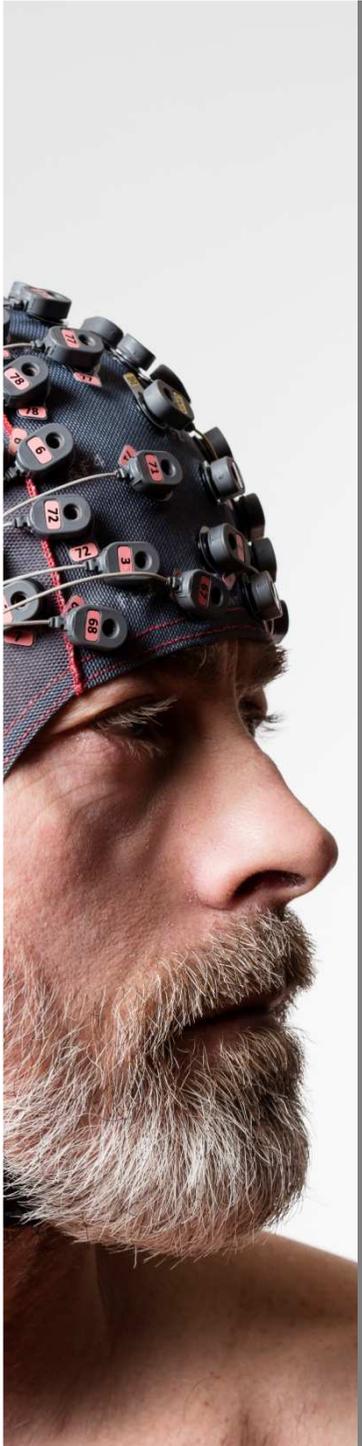




mind**BEAGLE**[®]
CONSCIOUSNESS ASSESSMENT & COMMUNICATION

**Neurotechnologie zur Bewertung,
Kommunikation und zum Training bei schwerer
Hirnschädigung und Bewusstseinsstörung**

Katrin Mayr



Neurotechnologie

- künstliche Mittel, die mit der Funktion des Gehirns interagieren
- elektronischer Hilfsmittel für Patienten, die an bestimmten Ausfällen oder Defekten von Leistungen einzelner nervöser Organe leiden
- Beispiele
 - Elektrostimulation von Nerven
 - Neuroprothesen
 - Ableitung von Hirnströmen über Elektroden → BCI

Bothe, H.-W., Engel, M.: Neurobionik. Frankfurt am Main 1998
<http://www.neurotechnology.uni-freiburg.de/definon>

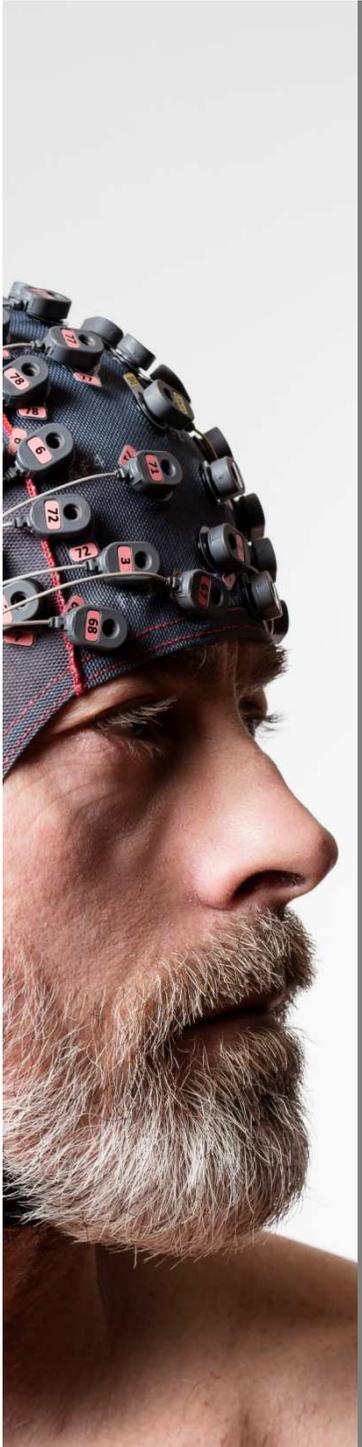
Neurotechnologie bei Hirnschädigung und Bewusstseinsstörung

... manche Patienten sind in der Lage Sprache zu verstehen, aber sind in ihrem Körper eingesperrt!

- herkömmliche Tests erfordern Rückmeldung des Patienten
- ca. 40% der Patienten, die mit SRW diagnostiziert werden, werden als minimal bewusst reklassifiziert

Schnakers et. al (2009) Diagnostic accuracy of the vegetative and minimally conscious state: clinical consensus versus standardized neurobehavioral assessment. BMC Neurology 2009 9:35. doi: 10.1186/1471-2377-9-35.





Wer sind wir?

- Hard- & Software zur Biosignalverarbeitung
- **Messung der Hirnaktivität (EEG)**
- **Brain-Computer Interface (BCI)**
- Anwendung im Forschungsbereich
- Anwendung im klinischen Bereich



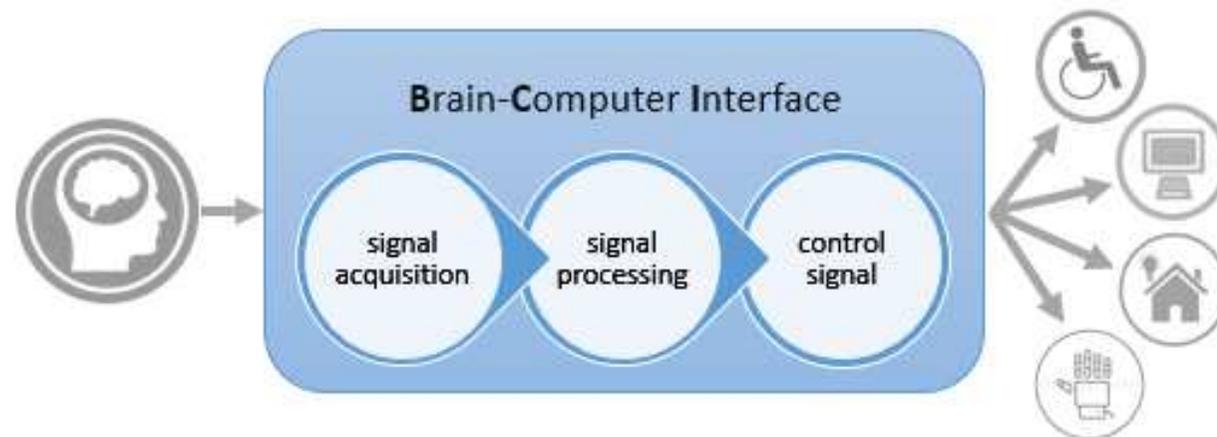
Guger Technologies OG, Österreich, Graz
g.tec medical engineering GmbH, Österreich, Schiedlberg
g.tec medical engineering Spain LC, Spanien, Barcelona
g.tec neurotechnology USA Inc., USA, Albany



Brain-Computer Interface

DAS FUNKTIONSPRINZIP

- System zur Kontrolle eines Endgeräts nur durch die menschliche Vorstellungskraft ohne von den „normalen“ motorischen oder sprachlichen Fähigkeiten abhängig zu sein
- Messung der Hirnaktivität mit EEG → Datenverarbeitung → Steuerung eines Endgeräts



Wolpaw et al. (2002) Brain-computer interfaces for communication and control. Clin Neurophysiol. 2002 Jun;113(6):767-91.



Brain-Computer Interface

4 METHODEN

- Langsame kortikale Potentiale (slow cortical potential)
lang anhaltende Verschiebungen des gesamten EEG-Spektrums
- Dauerhaft evozierte Potentiale (steady-state evoked potentials)
durchgängige Reizauslösung mit bestimmter Frequenz
- Evozierte Potentiale (evoked potentials) / P300
Reizauslösung durch Fokus auf bestimmte Aufgabe
- Bewegungsvorstellung (motor imagery)
Vorstellung einer Hand- oder Fußbewegung



Brain-Computer Interface

4 METHODEN

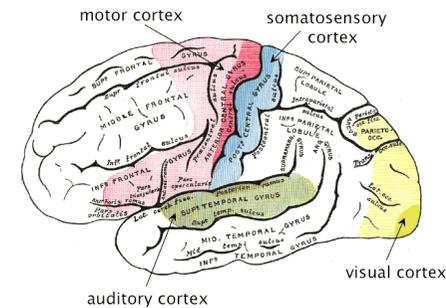
- **Langsame kortikale Potentiale (slow cortical potential)**
lang anhaltende Verschiebungen des gesamten EEG-Spektrums
- **Dauerhaft evozierte Potentiale (steady-state evoked potentials)**
durchgängige Reizauslösung mit bestimmter Frequenz
- **Evozierte Potentiale (evoked potentials) / P300**
Reizauslösung durch Fokus auf bestimmte Aufgabe
- **Bewegungsvorstellung (motor imagery)**
Vorstellung einer Hand- oder Fußbewegung



Brain-Computer Interface

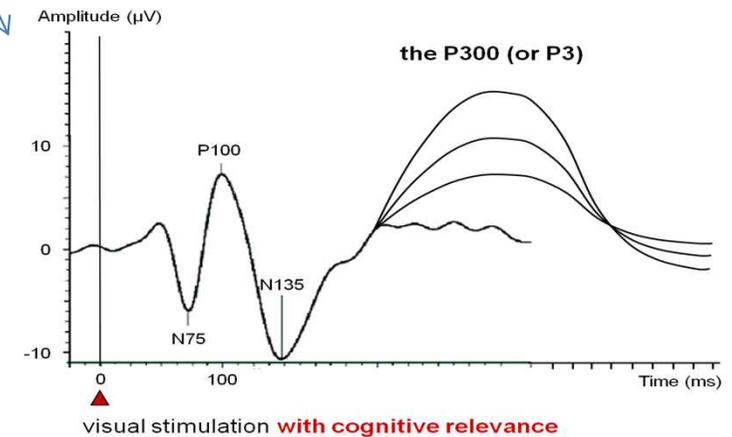
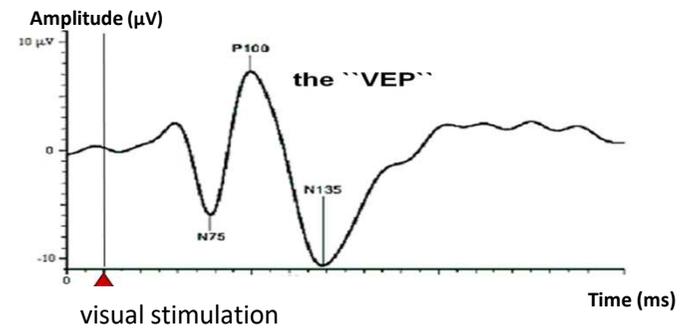
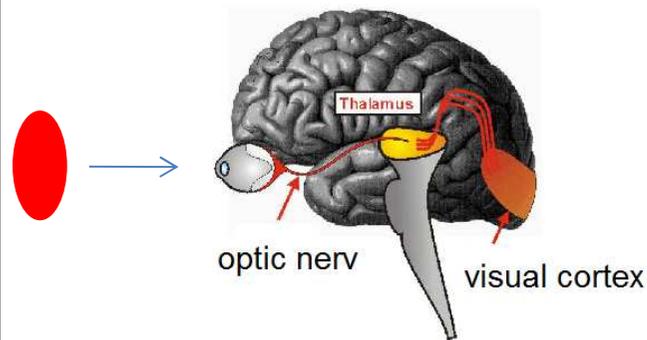
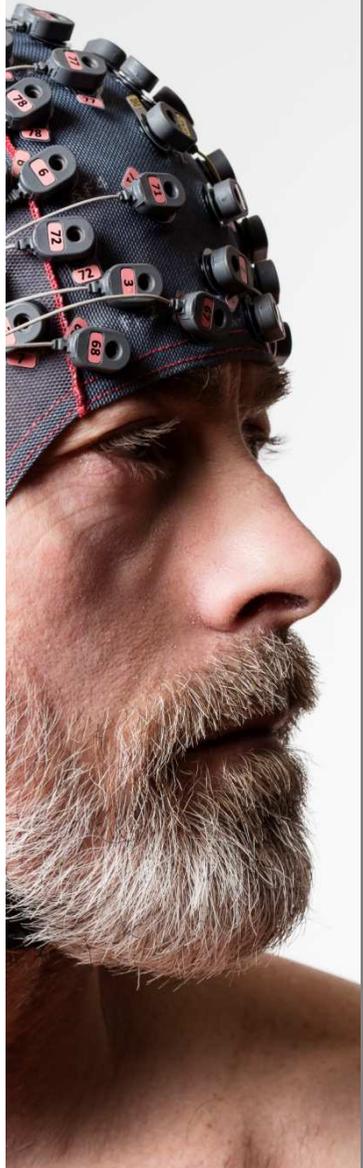
EVOZIERTE POTENTIALIA / P300

- direkt aus dem EEG auslesbar
 - ausgelöst durch speziellen Reiz
 - visuell
 - auditiv
 - taktil
 - Reihe von STANDARD-Reizen wird unterbrochen von einzelnen ZIEL-Reizen
- ➔ P300 wird durch aktive Unterscheidung von ZIEL-Reiz und STANDARD-Reiz ausgelöst



Brain-Computer Interface

EVOZIERTE POTENTIALIA / P300



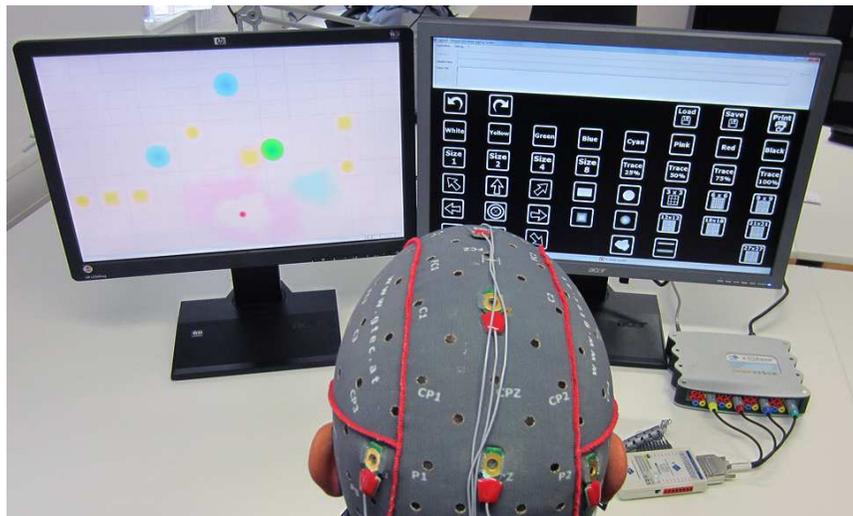
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | B | C | D | E | F |
| G | H | I | J | K | L |
| M | N | O | P | Q | R |
| S | T | U | V | W | X |
| Y | Z | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

Brain-Computer Interface

ANWENDUNG – visuelle EPs / P300

intendiX

zur Kommunikation



angepasste Oberfläche
ermöglicht weitere
Anwendungsmöglichkeiten
z.B. BrainPainting,
Steuerung von SmartHome

Brain-Computer Interface

ANWENDUNG – auditive & taktile EPs / P300

mind **BEAGLE**[®]
CONSCIOUSNESS ASSESSMENT & COMMUNICATION

auditiv

Konzentration auf hohe Töne

niedrige Töne ignorieren

→ **Beurteilung**



taktil

Konzentration auf Vibrationen an bestimmter Körperstelle

Vibrationen an anderen Körperstellen ignorieren

→ **Beurteilung & Kommunikation**



Brain-Computer Interface

UMSETZUNG DURCH 4 VERSCHIEDENE TYPEN

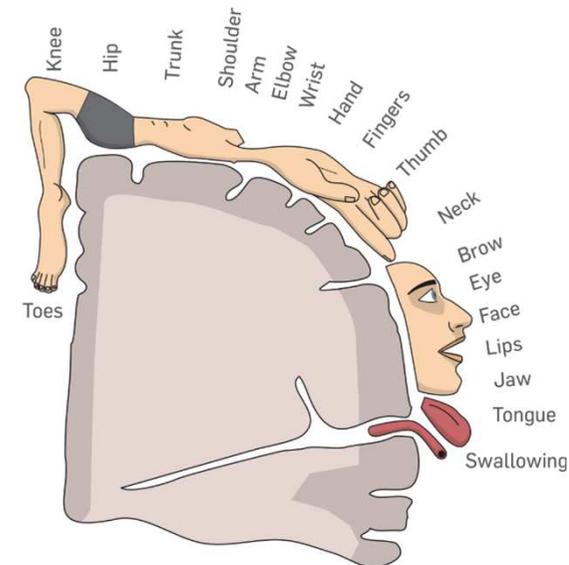
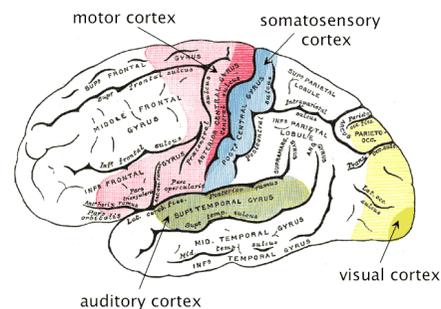
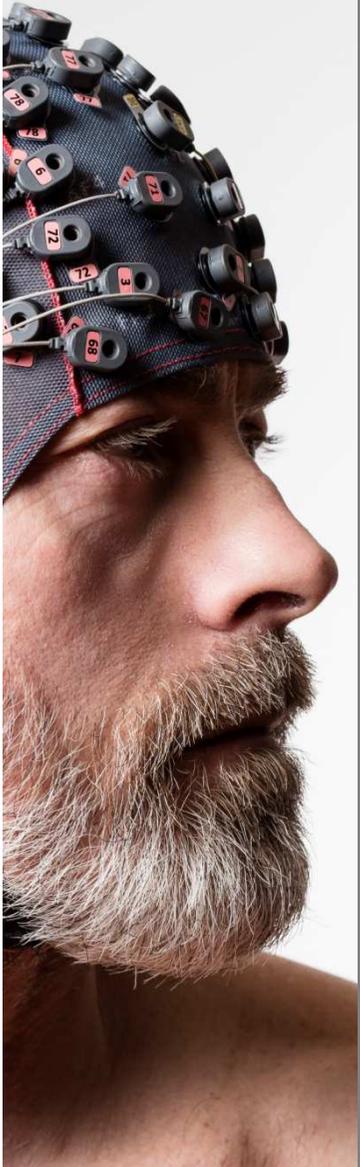
- Langsame kortikale Potentiale (slow cortical potential)
lang anhaltende Verschiebungen des gesamten EEG-Spektrums
- Dauerhaft evozierte Potentiale (steady-state evoked potentials)
durchgängige Reizauslösung mit bestimmter Frequenz
- Evozierte Potentiale (evoked potentials) / P300
Reizauslösung durch Fokus auf bestimmte Aufgabe
- **Bewegungsvorstellung (motor imagery)**
Vorstellung einer Hand- oder Fußbewegung



Brain-Computer Interface

BEWEGUNGSVORSTELLUNG

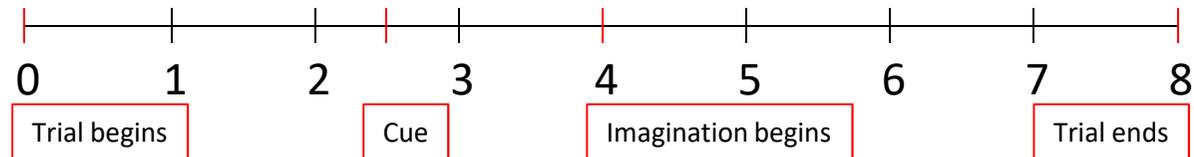
- nicht direkt aus dem EEG auslesbar → Aufteilung in Frequenzbänder
- eine Gehirnhälfte ist für die jeweils gegenüberliegende Körperhälfte zuständig



Brain-Computer Interface

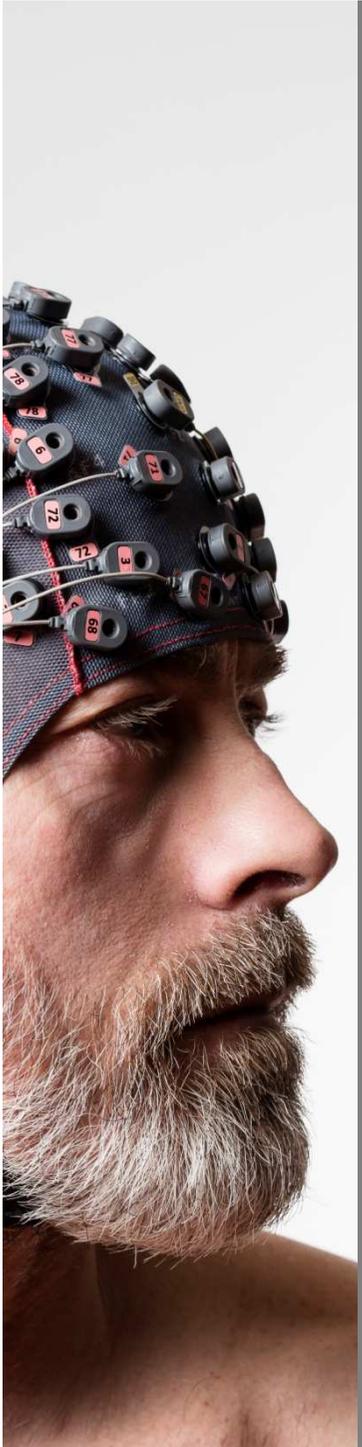
ANWENDUNG – Bewegungsvorstellung

mind **BEAGLE**[®]
CONSCIOUSNESS ASSESSMENT & COMMUNICATION



- **Beurteilung** = Anweisungen (cue) zur Bewegungsvorstellung befolgen
- **Kommunikation** = Bewegungsvorstellung der rechten Hand bedeutet „NEIN“





mindBEAGLE®

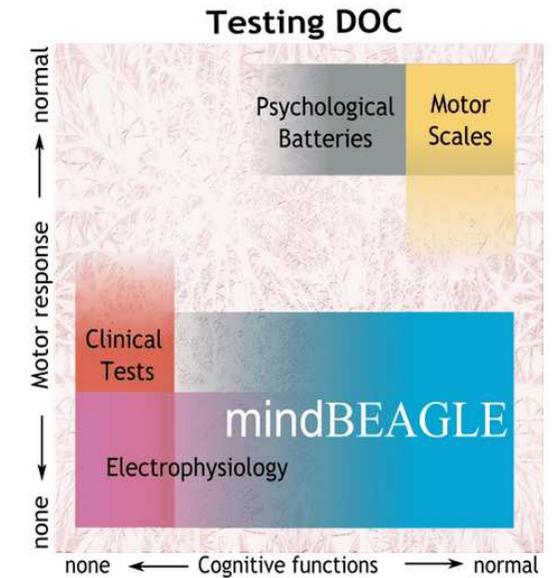
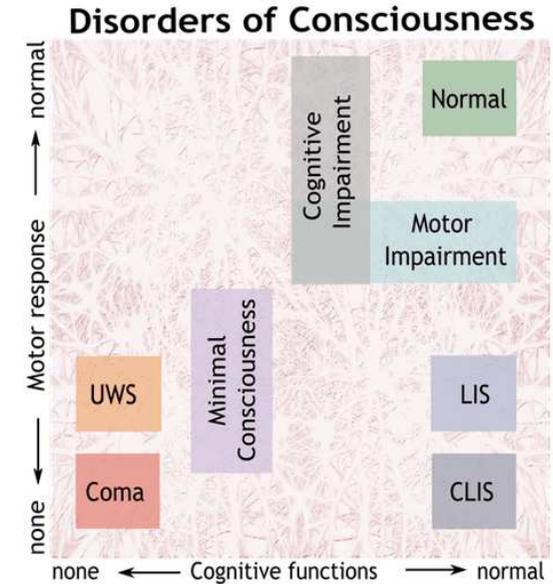
CONSCIOUSNESS ASSESSMENT & COMMUNICATION

TESTPARADIGEN

- auditiv P300
- taktil P300
 - Vibrationen an 2 Körperstellen
 - Vibrationen an 3 Körperstellen
- Bewegungsvorstellung

mindBEAGLE als zusätzliches Assessment Tool

- Hirnaktivität bewerten und vergleichen
- herausfinden, ob Patient hört, fühlt und versteht
- Kommunikation



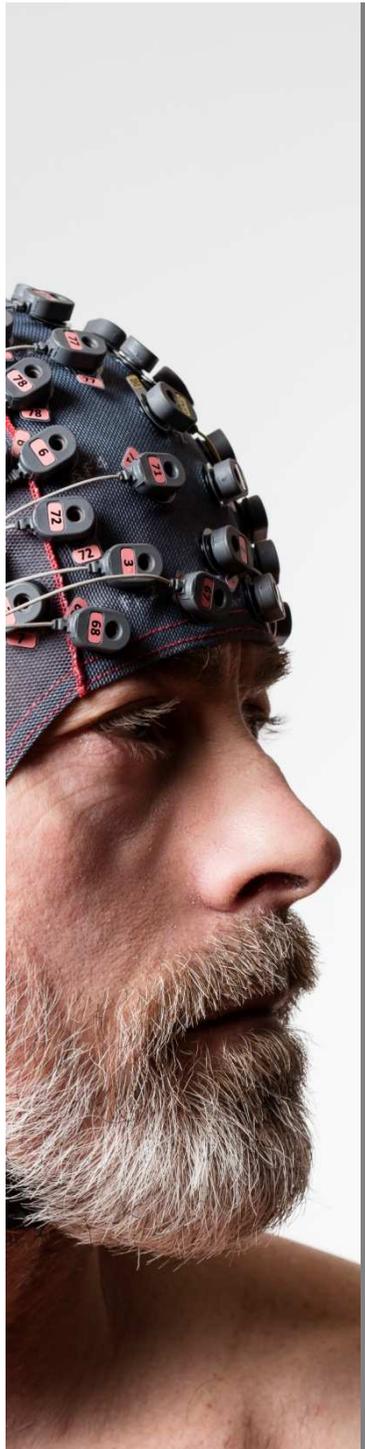
Complete Locked-in and Locked-in Patients: Command Following Assessment and Communication with Vibro-Tactile P300 and Motor Imagery Brain-Computer Interface Tools.

Guger C, Spataro R, Allison BZ, Heilinger A, Ortner R, Cho W and La Bella V (2017) *Front. Neurosci.* 11:251. doi: 10.3389/fnins.2017.00251

| Pat. | Sess. # | VT2, 4 instructions [%] | VT3, 4 instructions [%] | VT3 Com | MI, 60 instructions [%] | MI Com | Total recording time [min] |
|---------|---------|-------------------------|-------------------------|---------|-------------------------|--------|----------------------------|
| P1 | 1 | 100 | 100 | 9/10 | 51 | - | <15 |
| P2 | 1 | 100 | 70 | 7/10 | 73 | 4/5 | <15 |
| P3 | 1 | 100 | 90 | 8/10 | 59 | - | <15 |
| P4 | 1 | 20 | 70 | 7/10 | 47 | - | <15 |
| P5 | 1 | 99 | 100 | 9/10 | 83 | 5/5 | <15 |
| P6 | 1 | 80 | 100 | 9/10 | 56 | - | <15 |
| P7 | 1 | 40 | 40 | - | - | - | <10 |
| | 2 | - | 20 | - | - | - | |
| P8 | 1 | 70 | 100 | 8/10 | 49 | - | <15 |
| P9 | 1 | 40 | 10 | - | - | - | 5 |
| P10 | 1 | 100 | 50 | - | 54 | - | <20 |
| | 1 | - | 90 | 8/10 | - | - | |
| P11 | 1 | 70 | 20 | - | 52 | - | <10 |
| | 1 | - | 20 | - | - | - | |
| P12 | 1 | 100 | 60 | - | 42 | - | <10 |
| | 1 | - | 70 | 7/10 | 74 | 5/5 | |
| Average | | 76.6 | 63.1 | 8/10 | 58.2 | 4.7/5 | |

Communication accuracy is also presented as the number of questions answered correctly out of 10 questions (VT3) or 5 questions (MI). As an example 9/10 means that 9 answers out of 10 questions were given correctly and 1 answer was either undetermined or wrong in VT3 communication mode and wrong in MI communication mode. Runs are shown in different rows for a session. A "-" shows that the paradigm was not performed. The VT2 and VT3 assessment runs last 2.5 min (4 instructions with 15 targets each), the MI assessment runs lasts 9 min (60 instructions). In VT2 and VT3 communication it takes 38s to answer 1 question and in MI communication it takes 8s to answer 1 question.





mind **BEAGLE**[®]
CONSCIOUSNESS ASSESSMENT & COMMUNICATION

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!