

sikalische Differentialgleichungen am selben Modell kombinierbar sind. Joachim Wiest hat in seiner Arbeit die Verteilung des Hydroxids mit einem Diffusionsmodell implementiert. Ein Vergleich der Simulationsergebnisse mit einer realen Messung zeigt, dass Diffusion für den Großteil der Potentialverhältnisse am O₂-FET verantwortlich ist. Diese sowie per Literaturrecherche erhaltene Erkenntnisse führten zu Verbesserungsvorschlägen für Geometrie, Auswertung und Beschaltung des O₂-FETs.

Ergebnis der Projekts ist das am Lehrstuhl neu entwickelte mobile bioelektronische Testgerät IMOLA (intelligent mobile lab). Es erlaubt frei programmierbare Beschaltung der NME, verbesserte Auswertelektronik mit Digitalisierung der Messwerte und zusätzliche Aufzeichnung des Stromflusses durch die NME, was eine exaktere Sauerstoffbestimmung zulässt. Die Förderung des BfF hat es möglich gemacht, den neuartigen Sensor in die Arbeit des Lehrstuhls zu integrieren und die Reduktion von Tierversuchen in der Krebsforschung voranzutreiben.

Joachim Wiest

Dipl.-Ing. Joachim Wiest
Heinz Nixdorf-Lehrstuhl für
Medizinische Elektronik
Tel.: 089/289-22954
wiest@tum.de
www.O2-FET.de

Neurologie: Herantasten an die Funktionen des Gehirns

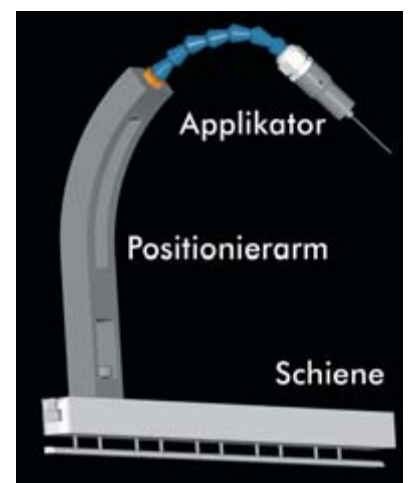
FMRT des Tastsinns

Wie nimmt unser Gehirn Berührungsreize wahr? Drucksensoren in der Haut registrieren eine Berührung, also einen sensorischen Reiz, und melden ihn über Nervenbahnen an die Großhirnrinde. Die Aktivität der Gehirnzellen lässt sich dabei mit Hilfe der funktionellen Magnetresonanztomographie nebenwirkungs- und strahlungsfrei darstellen. Die Arbeitsgruppe Sensomotorik von Dr. Christian Dresel und PD Dr. Bernhard Haslinger an der Neurologischen Klinik der TUM hat mit dieser Methode bereits die motorischen Funktionen bei gesunden Probanden und bei Patienten mit neurologischen Erkrankungen untersucht. Mit der neuen Stimulationsanlage TASTAN, entwickelt in einer Kooperation zwischen dem Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb, Prof. Michael Zäh) und der Klinik und Poliklinik für Neurologie (Prof. Bastian Conrad) der TUM, können die Forscher nun auch sensorische Phänomene und Krankheiten untersuchen.

Wie nimmt unser Gehirn Berührungsreize wahr? Drucksensoren in der Haut registrieren eine Berührung, also einen sensorischen Reiz, und melden ihn über Nervenbahnen an die Großhirnrinde. Die Aktivität der Gehirnzellen lässt sich dabei mittels funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRT) nebenwirkungs- und strahlungsfrei darstellen. Die Arbeitsgruppe Sensomotorik von Dr. Christian Dresel und PD Dr. Bernhard Haslinger an der Neurologischen Klinik der TUM hat mit Hilfe dieser Methode bereits motorische Funktionen bei gesunden Probanden und neurologischen Patienten untersucht. Mit der neuen Stimulationsanlage TASTAN, entwickelt in einer Kooperation zwischen der Klinik und Poliklinik für Neurologie (Prof. Bastian Conrad) und dem Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb, Prof. Michael Zäh) der TUM, können die Forscher nun auch sensorische Phänomene bei neurologischen Krankheiten untersuchen.

Unser Gehirn verarbeitet ständig eine Fülle von Informationen aus dem Körper. Dabei spielt die Wahr-

nehmung äußerer Berührungen (taktile Sensibilität) und der Stellung des Körpers im Raum (Propriozeption) eine wichtige Rolle für alltägliche Funktionen wie Gehen, Greifen von Gegenständen oder Zuknöpfen eines Hemdes. Ohne diese Rückmeldung sensorischer Informationen an die motorischen Zentren im Gehirn würden unsere Bewegungen unkontrolliert ins Leere laufen. Wir könnten keine Tasse mehr zum Mund füh-



Der Applikator, ein Von-Frey-Haar, befestigt an der Positioniervorrichtung

ren, ohne den Kaffee darin zu verschütten.

Ein Beispiel für eine gestörte Interaktion zwischen Sensorik und Motorik ist die Dystonie (zum Beispiel Schiefhals oder Lidkrampf), eine häufige Form der Bewegungsstörung. Studien haben gezeigt, dass bei diesen Patienten nicht nur der Muskeltonus erhöht ist, sondern sensorische Informationen im Gehirn anders repräsentiert werden. Auch bei Hirntumoren oder nach einem Schlaganfall kann die Verarbeitung sensorischer Informationen im Gehirn gestört sein. Durch die funktionelle Magnetresonanztomographie ist es möglich, die Nervenzellen im Gehirn »bei der Arbeit« zu beobachten, indem man die Durchblutung in den verschiedenen Hirnarealen misst und in eine Art »Landkarte« des Gehirns einträgt. So lassen sich beispielsweise vor einer Hirntumor-Operation die funktionstragenden Strukturen des Gehirns mit hoher Genauigkeit lokalisieren und während der Operation schonen.

Die fMRT-Untersuchung ähnelt einer herkömmlichen MRT-Untersuchung und ist nicht mit einer Strahlenbelastung oder Nebenwirkungen verbunden. Für eine standardisierte Untersuchung des Tastsinns benötigt man genau dosierbare Berührungssreize. Sensorisch zu reizen war bislang nur über den Umweg einer elektrischen Erregung der Nervenbahnen in Arm oder Bein möglich. Die Reizung mit elektrischem Strom führt jedoch zu Bildstörungen und hat den Nachteil, dass Schmerzfasern erregt werden können.

Die vollautomatische Taktile Stimulationsanlage TASTAN kann Berührungssreize definierter Länge, Stärke und Frequenz auf die Haut applizieren. Sie wurde im Rahmen einer Studienarbeit am iwB konstru-

iert und beim Deutschen Patentamt zum Patent angemeldet. Zur taktilen Stimulation dienen »Von-Frey-Haare« (Applikator) aus Kunststoff mit normierter Intensität. TASTAN führt diese Berührungssimulationen während der fMRT-Untersuchung automatisch und auf Millisekunden genau durch, während die im Gehirn hervorgerufenen Aktivitätsmuster gemessen werden.

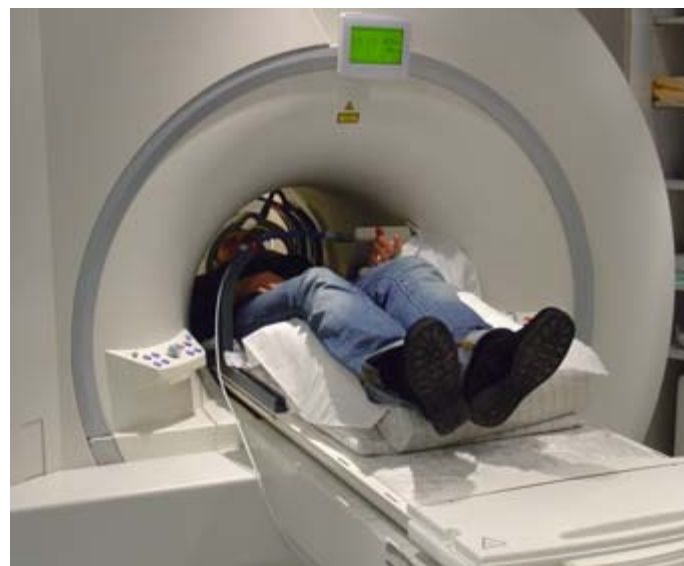


Aktivierung in primär (blaues Kreuz) und sekundär sensorischen Hirnarealen

Ein Hauptproblem bei der Entwicklung dieser elektronisch gesteuerten Vorrichtung war die Funktionsweise der Magnetresonanztomographie: Um ein Schnittbild des Gehirns zu erzeugen, sendet eine Spule schwache elektromagnetische Wellen aus und empfängt das Resonanzsignal aus dem Körper. Damit dieses Signal gemessen werden kann, befindet sich der Patient in einem sehr starken homogenen Magnetfeld von 1,5 Tesla, weshalb sich keine ferromagnetischen oder elektrisch leitfähigen Materialien in unmittelbarer Umgebung des Geräts oder Patienten befinden dürfen. TASTAN besteht aus zwei voneinander getrennten Komponenten: einer elektronischen Steuerung außerhalb des Tomographenraums und einer pneumatischen Antriebseinheit in der Nähe des Tomographen. Die über Bowdenzüge ange-

triebenen Von-Frey-Haare lassen sich mit Hilfe einer speziellen Kunststoffhalterung über jedem beliebigen Hautareal des Patienten platzieren.

In einer Pilotstudie an acht gesunden Probanden wurden die sensorischen Hirnareale genauer gemessen, als es bisher möglich war. Mit TASTAN ist somit eine verbes-



Proband bei einer fMRT-Untersuchung Foto: Christian Dresel

serte Diagnostik bei Patienten mit Bewegungsstörungen, Hirntumor oder Schlaganfall in greifbare Nähe gerückt.

Christian Dresel,
Christoph Rimpau

Dr. Christian Dresel
Klinik und Poliklinik für Neurologie
Tel.: 089/4140-4670/4676
dresel@lrz.tu-muenchen.de