

PRESSEINFORMATION

PRESSEINFORMATION

3. Juni 2024 || Seite 1 | 4

Medizintechnik

Gehirnstimulation mit 3D-Ultraschall gegen neurologische Erkrankungen

Fraunhofer-Forschende haben eine Technologie entwickelt, mit der sich Ultraschallsignale für die gezielte Stimulation von Gehirnarealen nutzen lassen. Ein spezielles Ultraschallsystem mit 256 einzeln ansteuerbaren Ultraschallwandlern ist in der Lage, einzelne Punkte in der Tiefe des Gehirns mit Schallsignalen exakt anzusteuern und zu stimulieren. In Zukunft könnte die innovative 3D-Schalltechnologie des Fraunhofer-Instituts für Biomedizinische Technik IBMT bei der Behandlung von Krankheiten wie Epilepsie, Parkinson, Depression, Suchterkrankungen oder auch der Folgen von Schlaganfällen zum Einsatz kommen.

Die elektrische Aktivität von rund 86 Milliarden Nervenzellen ist die Grundlage für die Fähigkeiten des Gehirns, Sinneseindrücke zu verarbeiten, Informationen zu speichern, Entscheidungen zu treffen und Funktionen des Körpers zu steuern. Dementsprechend hängen auch Erkrankungen wie Parkinson, Epilepsie oder Tremor von der Signalverarbeitung und dem Zusammenspiel der Nervenzellen ab. Seit Jahrzehnten versuchen Forschende daher, neurologische Erkrankungen durch elektrische oder elektromagnetische Stimulation der entsprechenden Gehirnareale zu therapieren. Doch Methoden wie die Stimulation mittels von außen angelegter Magnetfelder bringen aufgrund der relativ geringen Präzision, mit der sie einwirken, derzeit noch keine optimalen Ergebnisse. Das operative Platzen von Elektroden im Gehirn ist dagegen sehr riskant.

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vom Fraunhofer IBMT im saarländischen St. Ingbert arbeiten an einer nicht-invasiven Neurostimulation der Gehirnareale auf Basis von Ultraschall. Der entsprechende Applikator (Schallkopf) wird über ein flexibles Pad auf den Kopf gesetzt. Dessen Ultraschallsignale sind von so niedriger Intensität, dass sie das Zellgewebe nicht schädigen, zugleich lassen sie sich durch eine 3D-Steuerung des Schallstrahls (3D-Beam-Steering) sehr genau fokussieren. Mediziner und Forschende setzen daher große Hoffnungen in die Technologie. In Zukunft könnte sie für die Therapie von verschiedensten neurologischen Erkrankungen wie beispielsweise Epilepsie oder zur Behandlung der Folgen von Schlaganfällen eingesetzt werden. Die Fraunhofer-Forschenden entwickeln das Verfahren im Rahmen verschiedener öffentlicher und industrieller Forschungsprojekte und arbeiten dabei mit Partnern aus Deutschland, der EU, USA, Kanada und Australien zusammen.

Kontakt

Monika Landgraf | Fraunhofer-Gesellschaft, München | Kommunikation | Telefon +49 89 1205-1333 | presse@zv.fraunhofer.de
Annette Maurer-von der Gathen | Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT | Presse und Öffentlichkeitsarbeit
Telefon +49 6897 9071-102 | Joseph-von-Fraunhofer-Weg 1 | 66280 Sulzbach | www.ibmt.fraunhofer.de
annette.maurer-von.der.gathen@ibmt.fraunhofer.de

3D-Schallsignale stimulieren in der Tiefe

Die Fraunhofer-Forschenden im Team von Abteilungsleiter Steffen Tretbar haben für die Technologie einen einzigartigen Aufbau entwickelt. Dieser ermöglicht es, die Ultraschallwellen auf einzelne Punkte im Gehirn zu richten und sie auch dann gezielt anzusprechen, wenn sie tief im Gewebe liegen. Dafür hat das Team einen speziellen Schallkopf mit 256 Einzelementen, einen Ultraschalltransducer entwickelt. Jedes der 256 Einzelemente des Schallwandlers lässt sich einzeln ansteuern. Steffen Tretbar erklärt die Grundidee: »Durch eine individuelle Ansteuerung der 256 elektronischen Kanäle wird die Ultraschall-Behandlung 3D-fähig. Die schachbrettartig angeordneten Elemente des Schallwandlers bestrahlen das gewünschte Gehirnareal aus unterschiedlichen Winkeln. Daher kann der Fokus, also der Punkt, an dem sich die Strahlen treffen, auf eine bestimmte Tiefe im Gehirngewebe gesetzt werden. So ist die Behandlung für Patientinnen und Patienten individuell anpassbar.«

Für die Schallwandler nutzen die Fraunhofer-Forschenden piezoelektrische Elemente. Diese verändern ihre Oberfläche, wenn eine Spannung angelegt wird, und produzieren so den Ultraschall. Die Forscher arbeiten derzeit an einer weiteren Erhöhung der Genauigkeit, indem sie zwei Ultraschalltransducer gleichzeitig einsetzen und die Schallstrahlen dynamisch im Zielareal kreuzen. Die Kombination aus einem sehr kleinen Fokus zwischen drei und fünf Millimetern und nahezu beliebiger Platzierung des Fokus in der Tiefe des Gehirns schafft die Möglichkeit zielgerichteter und gleichzeitig schonender Modulation der Gehirnareale. Die Ultraschallfrequenzen bewegen sich im niederfrequenten Bereich unter 1 MHz, beispielsweise bei etwa 500 kHz. »Der Mensch merkt nichts, und der Ultraschall ist aufgrund seiner geringen Intensität nach derzeitigem Stand der Forschung unbedenklich«, erklärt Tretbar. Für eine Behandlung, die nach Einschätzungen von Medizinerinnen und Medizinern pro Sitzung nur wenige Minuten dauern wird, muss das Haar nicht abrasiert werden. Vor dem Aufsetzen des Pads mit dem Ultraschall-Modul auf den Kopf muss lediglich ein Kontaktgel in das Haar einmassiert werden.

Markerpunkte aus der Magnetresonanztomografie

Das Team des Fraunhofer IBMT hat neben dem Ultraschalltransducer und der Elektronik auch die Software entwickelt, mit der die 256 Elemente des Schallwandlers einzeln angesteuert werden. Die für die Planung nötigen Daten erhält die Software aus den Ergebnissen einer Magnetresonanztomografie des Patienten oder der Patientin. Darin werden die für die jeweilige neuronale Erkrankung verantwortlichen Gehirnareale und deren Position markiert. Die Markierungen fließen in einen Datensatz ein, der in die Steuerungssoftware eingespeist wird. Mit diesen Positionsdaten lassen sich die Ultraschallsignale exakt ausrichten. Es ist darüber hinaus möglich, das Ultraschallgerät so zu programmieren, dass die Strahlen in einer vordefinierten Sequenz gesendet werden oder bestimmten Bewegungsmustern folgen. Damit könnten die Ärztinnen und Ärzte in Zukunft alle Parameter individuell für den Menschen festlegen. »Das ist noch ein recht neues, aber sehr vielversprechendes Forschungsfeld. Derzeit arbeiten weltweit Kliniken und Forschende daran, solche Ultraschallsequenzen zu entwickeln und zu erproben«, ergänzt Tretbar.

PRESSEINFORMATION

3. Juni 2024 || Seite 2 | 4

Das Fraunhofer IBMT hat jahrelange Erfahrung in der Entwicklung von Ultraschall-Arrays, mehrkanaligen Ultraschallsystemen und der Formung von Schallstrahlen via Beam-Steering. Auf Basis dieser Expertise ist eine universal einsetzbare Technologie-Plattform entstanden, die laufend weiterentwickelt wird. »Forschende können unsere Technologie-Plattform nutzen, um ganz verschiedene Therapien zu entwickeln und in Zukunft auch in klinischen Testreihen zu erproben«, sagt Tretbar.

Linderung von Symptomen

Ärztinnen und Ärzte erwarten von der Ultraschall-Behandlung bei Erkrankungen wie beispielsweise Parkinson und Epilepsie zwar keine vollständige Heilung, aber zumindest eine spürbare Linderung der Symptome. Zudem stellt Ultraschall eine vielversprechende Alternative zu klassischen Medikamenten dar. Langfristig sind mit der neuen Technologie auch Szenarien wie das Lösen von Plaque in den Gehirnzellen bei Alzheimer-Erkrankungen oder die Behandlung von Depressionen und neuronal bedingten Suchterkrankungen denkbar.

Das Fraunhofer-Team arbeitet mit Forschenden verschiedener Projektpartner und Universitäten zusammen. Prof. Christian Melzer, Direktor des Innovation Center Computer Assisted Surgery ICCAS Universität Leipzig, setzt große Hoffnungen auf die neuartige Technologie: »Die Möglichkeit, auch tiefliegende Punkte im Gehirn exakt zu treffen sowie die Sequenzierung der Ultraschallsignale öffnen in Zukunft ganz neue Möglichkeiten, die individuelle Neurostimulation zu erproben und zu entwickeln.«

PRESSEINFORMATION

3. Juni 2024 || Seite 3 | 4



Abb. 1 Der 3D-Matrix-Ultraschalltransducer für die transkranielle Neurostimulation ist in der Lage, exakt bestimmte Punkte in der Tiefe des Gehirns zu stimulieren.

© Fraunhofer IBMT / Bernd Müller

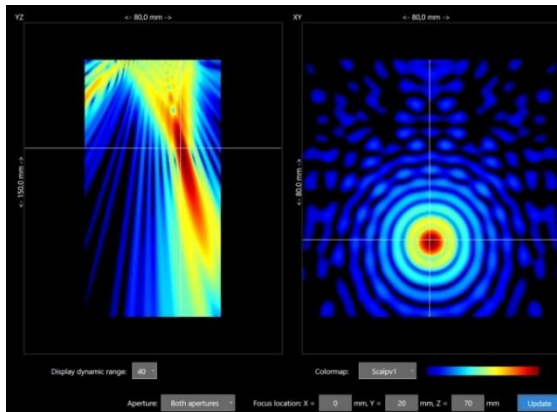


Abb. 2 In der Therapieplanung werden die Schallfelder für eine bestimmte Region im Gehirn berechnet und festgelegt.

© Fraunhofer IBMT

PRESSEINFORMATION

3. Juni 2024 || Seite 4 | 4



Abb. 3 Ultraschall-Therapiesystem für die Neurostimulation.

© Fraunhofer IBMT / Bernd Müller