



**Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg**  
**Medizinische Fakultät Mannheim**  
**Dissertations-Kurzfassung**

**Integration von Elektroenzephalographie (EEG) und funktioneller Kernspintomographie (fMRT) bei somatosensorisch evozierter zerebraler Aktivität**

Autor: Christoph Christmann  
Institut / Klinik: Zentralinstitut für Seelische Gesundheit Mannheim (ZI)  
Doktormutter: Prof. Dr. H. Flor

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden Verfahren entwickelt, die es ermöglichen, gleichzeitig die neuroelektrischen und die metabolisch-vaskulären Konsequenzen somatosensorisch evozierter Aktivität zu erheben. Es wurden drei Experimente mit integrierten Messungen von Elektroenzephalographie (EEG) und funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRT) durchgeführt, wobei Lokalisationen von Äquivalentdipolen und BOLD-Effekten (Blood Oxygenation Level Dependent) erstellt wurden und deren Zusammenhang und Verhalten über die Zeit analysiert wurden. Die Datenanalyse in Experiment 1, das die Wirkung nichtschmerzhafter somatosensorischer Stimulation am Daumen an 6 Versuchspersonen (VPn) prüfte, ermöglichte es, mit beiden Methoden ein differenziertes Bild des frühen Zeitverlaufs und der konkordanten Lokalisation von Quellen im kontralateralen primären (Areal 3b nach Brodmann, S1) und sekundären (Areal 43 nach Brodmann, S2) somatosensorischen Kortex zu ermitteln. Darüber hinaus wurden Prozesse der Vigilanz und Reaktionsvorbereitung in prämotorischen kortikalen Gebieten sowie der vorbewußten Repräsentation im Bereich des Inselkortex nahegelegt. Der Vergleich der Lokalisationen beider Methoden ergab mittlere Abstände von 23.5 mm (SD = 6.9mm) zwischen dem Dipol und dem Schwerpunkt des zugehörigen großflächigen BOLD-Effektes in S1 sowie 15.7 mm (SD = 3.5) in S2. Die systematische, mediale Fehllokalisierung der Dipole in S1 wird als Folge unangemessener Modellannahmen (Annahme einer Punktquelle) bei der Anpassung von Dipolen erklärt.

In Experiment 2 unterzogen sich 6 Versuchspersonen während simultaner EEG- und fMRT-Messung einer schmerzhaften Stimulation am Daumen. Mit Hilfe eines 4-Dipol-Modells für die EEG-Daten und einer Modellanpassung für die fMRT-Daten konnten mit beiden Methoden Quellen im kontralateralen S1, bilateral in S2, und im posterioren Bereich des anterioren Cingulums (ACC) verortet werden. Die fMRT-Analyse lieferte zusätzlich Hinweise auf stimuluskorrelierte Aktivität limbischer (Insula), ventraler und medialer prämotorischer sowie von Kleinhirnstrukturen. Der Verlauf der Dipolstärke über das Experiment weist auf eine systematische Abschwächung der Quelle im ACC, nicht jedoch im Areal 3b nach Brodmann hin. Im Verlauf eines Stimulationblocks dagegen kam es im ACC zur Zunahme der Dipolstärke. Die fMRT-Daten zeigten eine Abnahme des stimulusinduzierten BOLD-Effekts in S1. Es findet sich über die Versuchspersonen eine Korrelation zwischen der Stärke des das Vertexpotential erklärenden Dipols und dem BOLD-Effekt in dem zugehörigen Areal. Die individuellen physikalischen Reizstärken und Schwellen korrelieren über die VPn mit den modellierten, stimulusinduzierten BOLD-Effekten im primären somatosensorischen Areal. Die individuellen Einschätzungen der Stärke und Valenz des Schmerzreizes sowie die individuellen Einschätzungen der affektiven Situation im Scanner korrelierten nicht mit den modellierten, stimulusinduzierten BOLD-Effekten im ACC, sondern mit denen im primären somatosensorischen Areal. Es fand sich aber über die Versuchspersonen eine Korrelation zwischen der Stärke des Dipols und der Stärke des mittleren BOLD-Effekts im posterioren Teil des anterioren Cingulums.

Im dritten Experiment wurden an einem Patienten mit Phantomschmerz nach Amputation der rechten Hand und einer Patientin mit Dysmelie der rechten Hand mit einer kombinierten Messung die evozierten Antworten auf die Stimulation des Nervus medianus am intakten und dem Handgelenk der amputierten Hand, bzw. des intakten und dysplastischen Daumens erhoben. Zusätzlich erfolgte bei beiden eine quantitative sensorische Testung. Bei beiden Personen konnte eine systematisch veränderte Zweipunktschwelle festgestellt werden, die auf der Seite der Amputation - bzw. Dysplasie - mit zunehmender Nähe der zugehörigen kortikalen Repräsentation zum Handareal in S1 im Vergleich zur Gegenseite verringert war. In den fMRT-Daten beider Personen ließen sich bei Analyse aller

Datensätze im kontralateralen S1 sowohl Dipole anpassen als auch BOLD-Effekte nachweisen. Während bei dem Patienten mit Phantomschmerz nach Stimulation am Handgelenk der amputierten Hand keine Effekte im Areal 1 nach Brodmann gezeigt werden konnten und die Effekte in BA3b gegenüber der Gegenseite verringert waren, waren bei der Patientin mit Dysmelie der Hand die BOLD-Effekte nach Stimulation des intakten Daumens deutlich kleiner als die nach Stimulation an der dysplastischen Hand. In S2 ließ sich beim Patienten und der Patientin nur nach Stimulation auf der intakten Körperseite mögliche neuronale Aktivität nachweisen. Der Vergleich der Lokalisationen der Effekte zwischen beiden Körperhälften zeigte beim Patienten mit beiden Methoden eine Verschiebung der Effekte in lateraler Richtung, während bei der Patientin eine Verschiebung in medialer Richtung festzustellen war.