

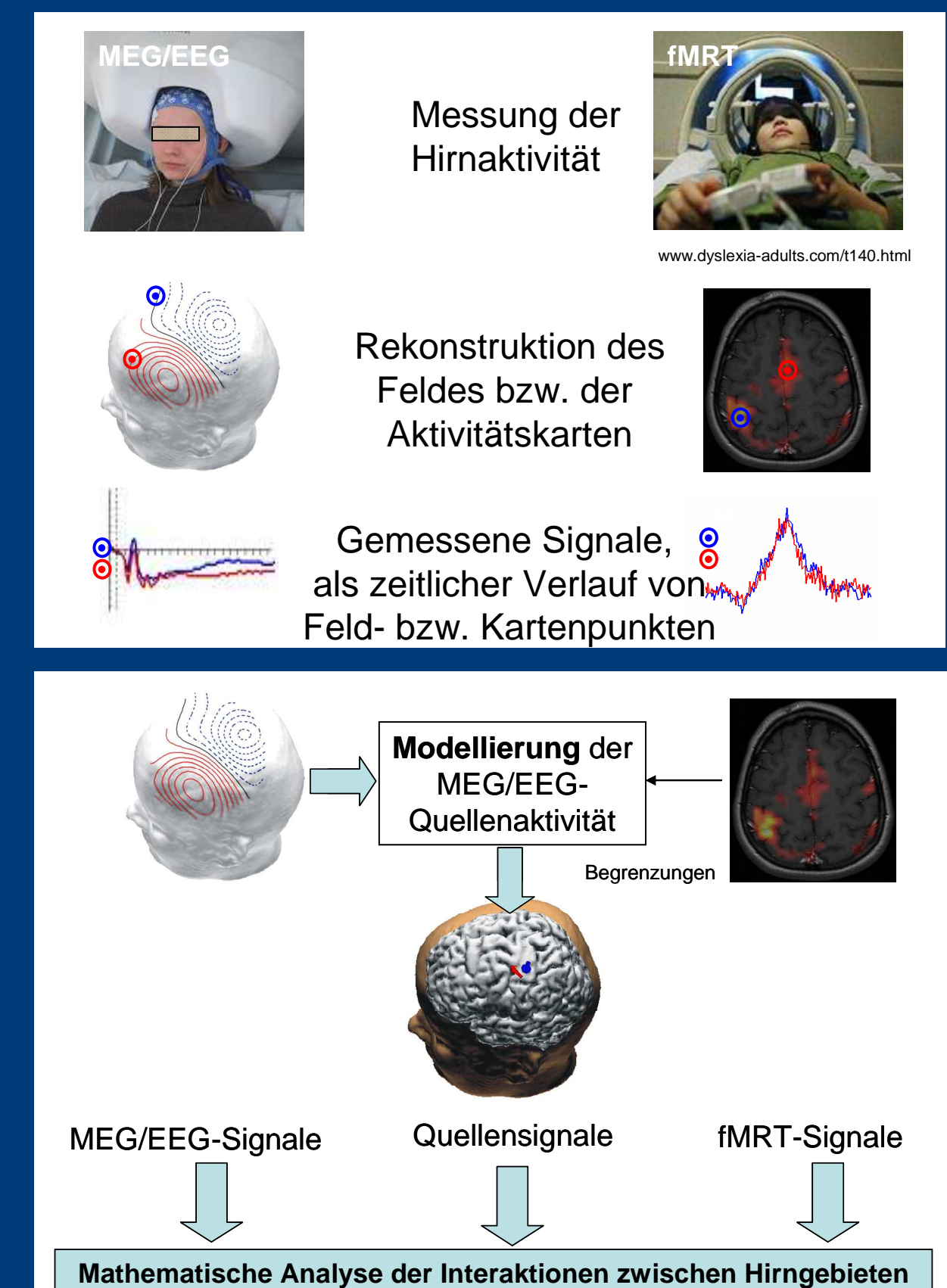


# Wie kommunizieren Hirnregionen?

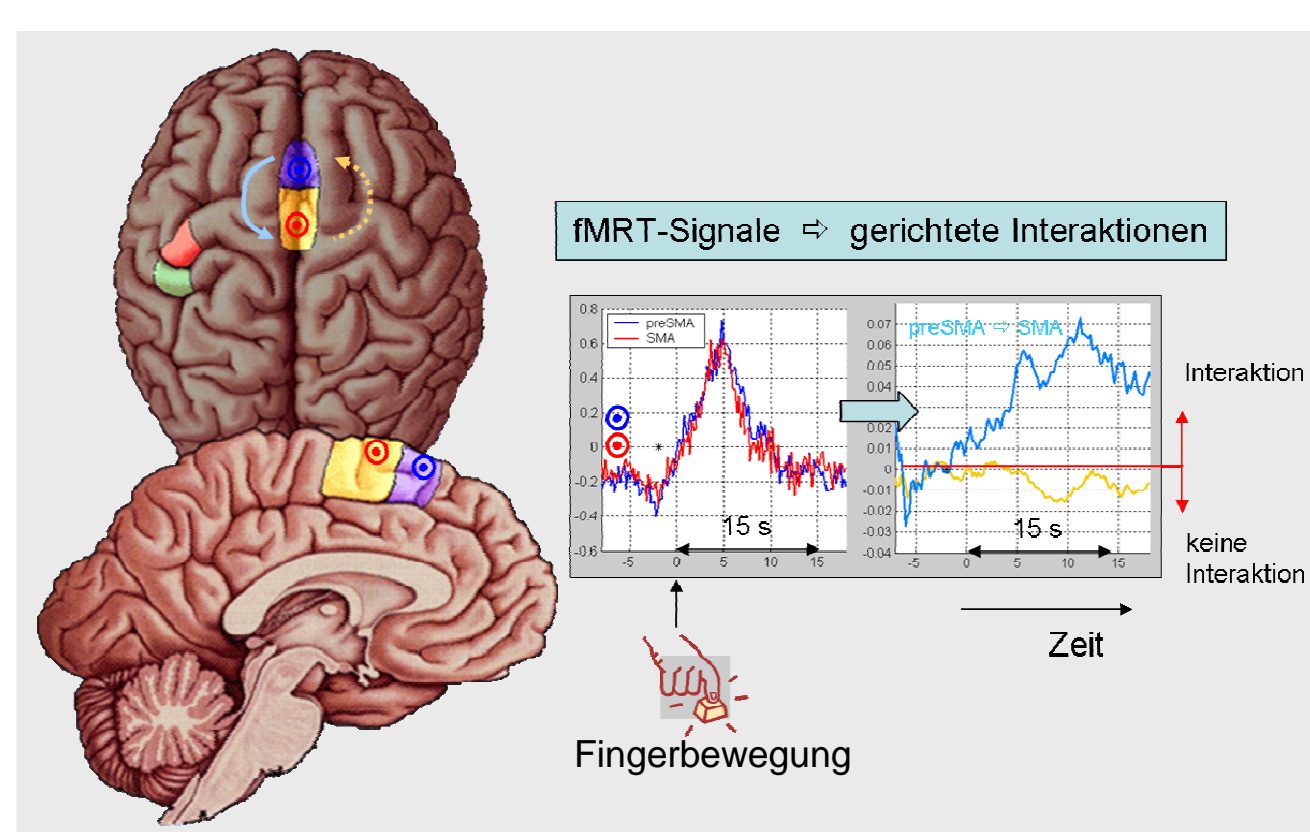
Das menschliche Gehirn ist ein komplexes System, das sich aus vielen separierbaren Subsystemen zusammensetzt. Bereits für einfache Hirnfunktionen ist es notwendig, dass diese Subsysteme verkoppelt sind und miteinander kommunizieren. Die Bernstein-Gruppe „Computational Neuroscience“ Jena hat die Zielstellung, mathematische Analysemethoden zu entwickeln, um Interaktionen zwischen Hirnregionen untersuchen zu können.

Elektrische Aktivitätsveränderungen können als Potentialschwankungen an der Kopfoberfläche gemessen werden. Die gewonnenen Signale nennt man Elektroenzephalogramm (EEG). Das Magnetoenzephalogramm (MEG) misst das magnetische Feld der Hirnaktivität. Das EEG kann mit Elektroden auf der Kopfhaut und das MEG mit einem über der Kopfoberfläche positionierten Spulensystem simultan gemessen werden. Ein anderes Messverfahren ist die funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT), welches den summierten Energieverbrauch durch die Aktivierung der Nervenzellen messen und diesen in allen Regionen des Gehirns nachweisen kann.

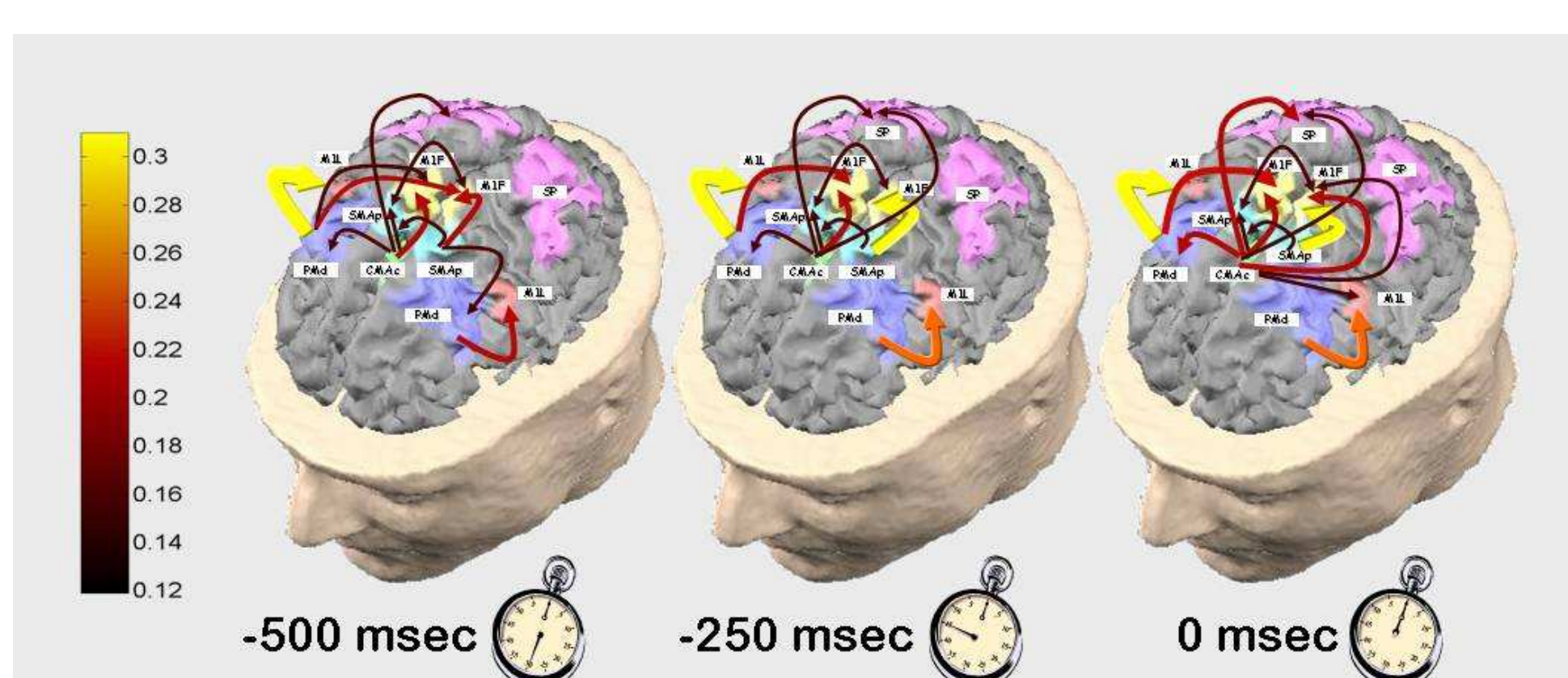
Aus EEG/MEG-Signalen können über mathematische Modelle Quellenaktivitäten berechnet werden. Dafür können aus den fMRT-Aktivitätskarten zusätzliche Informationen für die Quellenlokalisierung gewonnen werden. Auf der Grundlage der gemessenen Signale und der berechneten Quellenaktivitäten erfolgt die Analyse der wechselseitigen Interaktionen zwischen den Hirnregionen. Durch die neu entwickelten Analysemethoden ist es möglich, Hirnfunktionen und deren Veränderungen besser zu charakterisieren.



## Anwendungsbeispiele



Während Bewegungen des Zeigefingers werden fMRT-Aktivitätskarten gemessen, aus denen Signale gewonnen werden, die die Aktivierung von beteiligten Hirnregionen beschreiben (rot, blau). Daraus werden die zeitlichen Verläufe, die Richtung und die Stärke der Interaktionen vor, während und nach der Fingerbewegung berechnet. In der Abbildung wird gezeigt, dass die mit preSMA bezeichnete Hirnregion kurz vor und während der Fingerbewegung mit einer benachbarten Region (SMA) kommuniziert. In der anderen Richtung (SMA ⇒ preSMA) erfolgt kein Informationsaustausch.



In einem anderen Experiment führten Versuchspersonen eine sich wiederholende Bewegungskombination (Fuß und Lippen) aus. Dabei wurde fortlaufend das EEG gemessen. Mit den EEG-Signalen wurden Quellenaktivitäten modelliert, aus denen die Interaktionen zwischen den Quellen berechnet worden sind. Die Abbildung zeigt die Interaktionen zwischen Regionen der Hirnrinde für drei Zeitpunkte vor der Bewegungsausführung. Die für die Vorbereitung der Bewegungskombination stattfindende Kommunikation kann so charakterisiert werden.