

Visuelles Stimulationssystem für den Einsatz in der Magnetoenzephalographie



Uwe Lippmann



Karsten Friedrich



Stefan Riehemann



Ralf Huonker ¹



Jens Haueisen ^{1, 2}

Bei der Magnetoenzephalographie (MEG) wird die magnetische Aktivität des Gehirns mit Hilfe sehr empfindlicher Sensoren gemessen. Die dabei auftretenden magnetischen Flussdichten liegen im Bereich von wenigen Femtotesla. Diese Messungen sind nur in speziellen Messkammern möglich, die äußere Magnetfelder abschirmen (zum Vergleich: Das Erdmagnetfeld hat an der Oberfläche eine Flussdichte von 20 bis 30 Mikrototesla, ist also um etwa 10 Größenordnungen stärker).

Um gezielt Hirnfunktionen anregen zu können, wurde in einem gemeinsamen Projekt mit dem Biomagnetischen Zentrum der FSU Jena ein visuelles Stimulationssystem entwickelt. Der Zweck dieses Systems ist es, der Versuchsperson verschiedene Bilder oder Testmuster zu präsentieren, um die Reaktion des Gehirns darauf zu messen. Die Schwierigkeit bei der Realisierung eines solchen Systems besteht darin, dass sich das System wenigstens zum Teil innerhalb der Messkammer befindet und es dort keinerlei magnetische Störfelder verursachen darf. Um dieser Anforderung gerecht zu werden, wurde das System in zwei Teile unterteilt: Einen Teil zur Bilderzeugung und einen zur Darstellung des Bildes in der Kammer.

Der für die Erzeugung des Bildes zuständige Teil enthält sämtliche für das System notwendige Elektro- und Elektronikkomponenten und befindet sich außerhalb der Messkammer. Das Bild wird von einem Projektionssystem mit LCOS-Mikrodisplays erzeugt. Die Darstellung der drei Farben Rot, Grün und Blau erfolgt simultan mit drei exakt zueinander justierten Displays. Eine farbsequentielle Projektion kommt wegen unerwünschter sehphysiologischer Nebeneffekte nicht in Frage, da diese die Messungen verfälschen könnten. Das von den drei Displays erzeugte Farbbild wird von einer speziell entworfenen Optik in ein Bildleiterkabel aus geordneten Glasfasern eingekoppelt, das die optische Verbindung ins Innere der Messkammer herstellt.

Im Inneren der Messkammer wird das aus dem Bildleiter kommende Bild von einer zweiten Optik auf einen Schirm projiziert, der sich in etwa 30 cm Entfernung vor der Testperson befindet. An diesen Teil sind hinsichtlich der Materialauswahl extreme Forderungen gestellt: Sämtliche zum Aufbau des Systems erforderlichen Teile, die sich innerhalb der Messkammer befinden, müssen aus unmagnetischen Werkstoffen bestehen und dürfen keine magnetischen Verunreinigungen aufweisen. Neben der richtigen Werkstoffauswahl musste daher auch auf den Einsatz der richtigen Fertigungsverfahren, Werkzeuge und Schleifmittel geachtet werden.

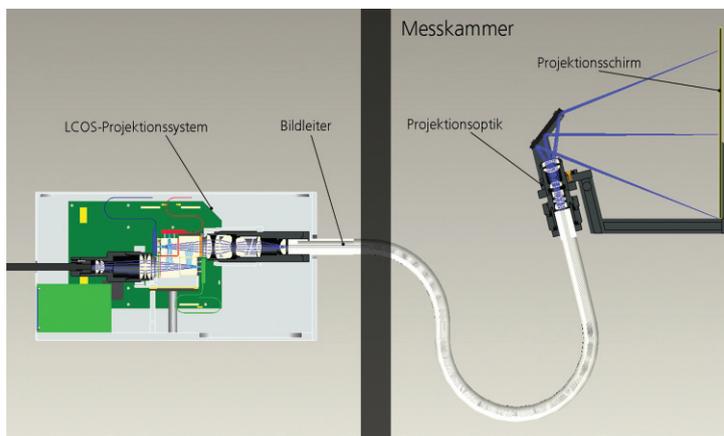


Abb. 1: Gesamtsystem mit LCOS-Projektionssystem zur Bildleitereinkopplung (links) und Projektionssystem zur Bilddarstellung in der Messkammer (rechts). Der Bildleiter ist ca. 4 m lang.

Fig. 1: Complete system with LCOS projection engine (left) and projection system for displaying the image in the measurement chamber (right). The image guide is about 4 m in length.

Visual stimulation system for deployment in magneto-encephalography

Magneto-encephalography (MEG) is used to measure the magnetic activity of the human brain via extremely sensitive detectors. The magnetic flux density generated by brain activity is in the range of a few femtoteslas. Such measurements can only be performed in special measurement chambers that are shielded from outer magnetic fields (for comparison, the magnetic flux density of the Earth's magnetic field at the surface is 20 – 30 microteslas, about 10 orders of magnitude more powerful).

For the purpose of stimulating specific brain functions a visual stimulation system was developed in co-operation with the Biomagnetic Center of the FSU Jena. The purpose of this system is to present images or test patterns to a test person in order to measure the reaction of the brain to these patterns.

The difficulty in implementing this system is that it is at least partly situated inside the measurement chamber and must not generate any interfering magnetic fields. To meet this challenge the system was split into two sub-systems: One for generating images and test patterns and another for presenting the images inside the chamber.

The sub-system generating the images contains all of the necessary electronic components and is placed outside the measurement chamber. The image is generated by a projection engine using LCOS microdisplays. The three colors red, green, and blue are displayed simultaneously on three separate displays, exactly aligned with each other. A color-sequential projection with a single display was ruled out, because it would induce unwanted physiological side effects which could disturb the measurements.

The color image generated by the three displays is projected by a specially designed optical system into a fiber image guide which connects the two sub-systems outside and inside the measurement chamber.

Inside the measurement chamber, the image delivered by the image guide is projected by a second optical system onto a screen approximately 30 cm in front of the test person. The sensitive environment makes heavy demands on the choice of the construction materials of the system. All of the system parts that are inside the measurement chamber must be made of non-magnetic materials and must not contain traces of magnetic impurities. In addition to choosing the right material, the right manufacturing processes, tools, and grinding materials must be applied.

Abb. 2:
Das projizierte Bild wird von der Versuchsperson betrachtet, gleichzeitig wird die Hirnaktivität gemessen.

Fig. 2:
The projected image is viewed by the test person while neural activity is measured simultaneously.

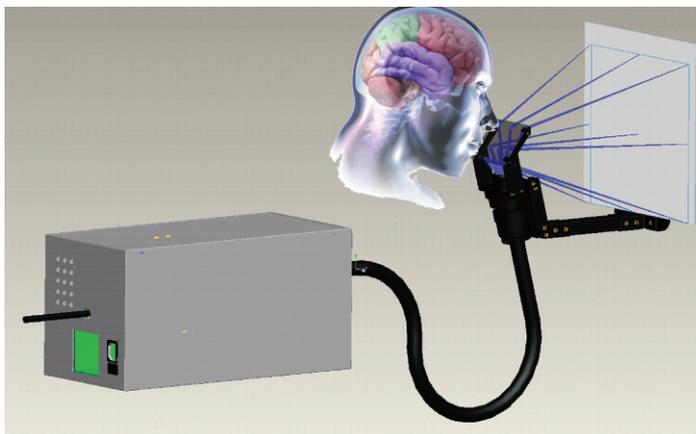


Abb. 3:
Das realisierte System im Laboraufbau.

Fig. 3:
Laboratory set-up of the assembled system.

