

MARIANNE SCHELL

## Praxisnah lehren in der Neuroradiologie

### Ein innovatives Wahlfach zur funktionellen MRT und DTI für Medizinstudierende

#### ABSTRACT

The elective course on functional magnetic resonance imaging (fMRI) and diffusion tensor imaging (DTI) presented here was developed to provide medical students with a practice-oriented and scientifically grounded introduction to modern neuroradiology. Elective courses are designed to give students the opportunity to deepen their knowledge and skills in a freely chosen area of interest beyond the standardized curriculum. Grounded in constructivist and problem-based learning principles, the course combined interactive lectures, group work, hands-on exercises, and critical discussion of scientific publications. The aim was to inspire students to engage with imaging techniques, deepen their understanding of methodologies, and equip them with basic fMRI and DTI data analysis skills. Evaluation results revealed high student motivation, particularly during practical sessions. Intensive support from a teaching duo allowed for individualized guidance but posed significant organizational and time-related challenges. Analysis of the evaluation results highlighted areas for improvement, including reducing group size, expanding the teaching team, and optimizing the scheduling. This course demonstrates how innovative teaching methods can create a practical yet academically reflective learning environment. It underscores the importance of balancing teaching quality with resource management and offers valuable insights for refining similar programs in medical education.

Keywords: teaching methods – case studies – theory-practice transfer – instructor perspective – optimization

#### ZUSAMMENFASSUNG

Das hier vorgestellte Wahlfach zur funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT) und Diffusions-Tensor-Bildgebung (DTI) wurde entwickelt, um Medizinstudierenden einen praxisnahen und wissenschaftlich fundierten Einblick in die moderne Neuroradiologie zu bieten. Wahlveranstaltungen haben das Ziel, den Studierenden die Möglichkeit zu geben, Kenntnisse und Fertigkeiten in einem selbst gewählten Interessensgebiet über den standardisierten Lehrstoff hinaus zu vertiefen. Basierend auf den Prinzipien des konstruktivistischen und problemorientierten Lernens werden interaktive Vorlesungen, Gruppenarbeiten, praktische Übungen und die kritische Analyse wissenschaftlicher Publikationen kombiniert. Ziel war es, die Studierenden für die Bildgebung zu begeistern, ihr Verständnis der Methodologie zu vertiefen und ihnen grundlegende Fertigkeiten in der Analyse von fMRT- und DTI-Daten zu vermitteln. Die Evaluation zeigt eine hohe Motivation der Teilnehmenden, insbesondere bei praktischen Anwendungen. Die intensive Betreuung durch ein Lehrenden-Team ermöglichte eine individuelle Förderung, stellte jedoch eine erhebliche organisatorische und zeitliche Belastung dar. Die Analyse identifizierte

Verbesserungspotenziale, darunter die Reduktion der Gruppengröße, die Erweiterung des Lehrenden-Teams und optimierte Zeitstrukturen. Das Wahlfach zeigt, wie durch innovative Lehrmethoden ein praxisorientiertes und zugleich akademisch reflektiertes Lernumfeld geschaffen werden kann. Es hebt die Bedeutung der Balance zwischen Lehrqualität und Ressourcennutzung hervor und liefert wertvolle Impulse für die Weiterentwicklung vergleichbarer Kurse in der medizinischen Ausbildung.

Schlagwörter: Lehrmethoden – Fallstudien – Theorie-Praxis Transfer – Lehrendenperspektive – Optimierung

## Einleitung

Die funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRI) und die Diffusions-Tensor-Bildgebung (DTI) sind zentrale Technologien in der modernen Neuroradiologie. Sie ermöglichen nicht nur die Darstellung struktureller und funktioneller Gehirnaktivitäten, sondern haben auch erhebliche Bedeutung für die Diagnostik neurologischer Erkrankungen und die neurowissenschaftliche Forschung. Trotz ihrer klinischen und wissenschaftlichen Relevanz finden diese Methoden im Medizinstudium häufig nur begrenzte Berücksichtigung. Studierende erhalten diesbezüglich meist theoretische Grundkenntnisse, haben jedoch selten Gelegenheit, eigene praktische Erfahrungen zu sammeln oder ein tieferes methodisches Verständnis zu entwickeln. Hier besteht ein klar identifiziertes Desiderat in der medizinischen Ausbildung: der Aufbau praxisnaher, methodisch fundierter Lerngelegenheiten, die den Studierenden Einblicke in die moderne Bildgebung ermöglichen und wissenschaftliches Denken fördern.

Um die genannte Lücke zu schließen, wurde ein innovatives Wahlfach zur fMRI und DTI entwickelt. Es ist Bestandteil des Wahlfachtracks „Organspezifische Bildgebung in Klinik und Forschung“ und als Blockkurs konzipiert. Wahlfachtracks setzen sich aus mehreren inhaltlich aufeinander abgestimmten Wahlfächern zusammen, die Studierenden ab dem fünften Fachsemester eine gezielte inhaltliche Vertiefung in einem frei wählbaren Interessensgebiet ermöglichen. Wahlfachtracks bieten so eine größere Wahlfreiheit und fördern individuelle Studienschwerpunkte. Der Track „Organspezifische Bildgebung in Klinik und Forschung“ legt einen besonderen Schwerpunkt auf die Bedeutung der Bildgebung als Querschnittsdisziplin, die für die Diagnostik nahezu aller klinischen Fachbereiche unverzichtbar ist und zunehmend auch therapeutische Interventionen unterstützt.

Das hier beschriebene Wahlfach kombiniert interaktive Vorlesungen, Gruppenarbeiten, praktische Übungen sowie die kritische Analyse wissenschaftlicher Publikationen. Ziel ist es, die Teilnehmenden sowohl mit den theoretischen Grundlagen als auch mit der praktischen Anwendung dieser Bildgebungsmethoden vertraut zu machen. Besonderer Wert wird auf die Entwicklung von Kompetenzen gelegt, die es den Teilnehmenden ermöglichen, wissenschaftliche Publikationen kritisch zu bewerten, Bilddaten zu interpretieren und selbstständig Untersuchungen zu planen und durchzuführen.

Durch praktische Übungen sollen erste eigene Erfahrungen in der Analyse und Interpretation von MRT-Bildgebungen gesammelt werden, um ein grundlegendes Verständnis für die neuroanatomische und funktionelle Bildgebung zu entwickeln. Ein weiterer Schwerpunkt liegt darauf, den Studierenden die Kompetenz zu vermitteln, wissenschaftliche Publikationen kritisch zu lesen und zu hinterfragen, insbesondere im Hinblick auf methodische Vorgehensweisen und die Interpretation von Studienergebnissen. Diese Fähigkeit ist in der Medizin essenziell, da ärztliche Entscheidungen auf evidenzbasierter Grundlage getroffen werden.

Das Wahlfach soll den Studierenden Wissen vermitteln, mit dem sie wissenschaftlich fundiert arbeiten und den Nutzen bildgebender Verfahren für Diagnostik und Therapie tiefer verstehen. So wird nicht nur Interesse an der Neuroradiologie geweckt, sondern auch die wissenschaftliche Denkweise gefördert, die in der Medizin unverzichtbar ist. So bietet dieses Lehrkonzept eine übertragbare Strategie, um Studierende frühzeitig in eigenständiges, methodisch fundiertes Arbeiten und evidenzbasiertes Denken einzuführen.

Im weiteren Verlauf dieses Beitrags werden zunächst die Beobachtungen und Erfahrungen aus der Durchführung des Wahlfachs vorgestellt. Anschließend werden die angestrebten Lernziele sowie die zugrunde liegenden Hypothesen und die Planung und Struktur des Wahlfachs beschrieben. Darauf aufbauend werden die Ergebnisse der Evaluation dargestellt und die Erfahrungen in den Lehr- und Lernprozessen reflektiert. In einem finalen Schritt werden Perspektiven für zukünftige Durchführungen diskutiert, um Anregungen für die Weiterentwicklung und mögliche Übertragbarkeit des Konzepts bereitzustellen.

## Beobachtung

Die Einführung des Wahlfachs basiert auf der Identifikation mehrerer Herausforderungen und Bedürfnisse, die sich sowohl aus der Perspektive der medizinischen Ausbildung als auch aus der praktischen Tätigkeit in der Neuroradiologie ergeben. Eine der zentralen Herausforderungen liegt in der limitierten Vermittlung von spezialisierten Bildgebungsverfahren im regulären Medizinstudium. Die Neuroradiologie als ein hochspezialisiertes Fachgebiet, dessen Methoden und Anwendungen jedoch im Curriculum oft nur oberflächlich behandelt werden. Zwar erwerben die Studierenden Kenntnisse in der Anatomie, Physiologie und Pathophysiologie, doch bleibt der Transfer dieses Wissens auf die komplexen Verfahren der funktionellen Bildgebung und deren praktische Anwendung vielfach unzureichend.

Hinzu kommt, dass Bildgebungsverfahren wie die fMRT und DTI anspruchsvoll in ihrer Methodik sind und ein tiefgreifendes Verständnis sowohl der technischen Grundlagen als auch der neuroanatomischen und funktionellen Zusammenhänge erfordern. Diese interdisziplinäre Natur der fMRT und DTI ist für viele Studierende neu und stellt eine kognitive Herausforderung dar, insbesondere da diese Verfahren nicht nur diagnostische, sondern auch wissenschaftliche Anwendungen haben.

Zusätzlich wurde beobachtet, dass Studierende im Fach Medizin häufig Schwierigkeiten haben, wissenschaftliche Studien kritisch zu lesen und methodische Ansätze zu hinterfragen

(WINDISH & HUOT et al. 2007; BARTLETT & GAGNON 2016; URHAHNE & WIJNIA 2023). Dies gilt insbesondere für technische oder statistisch anspruchsvolle Arbeiten, wie sie im Bereich der funktionellen Bildgebung häufig vorkommen. Während sie in der Theorie die Relevanz solcher Studien erkennen, fehlt es oft an den Fähigkeiten, die Qualität der Methodik und die Validität der Ergebnisse zu bewerten (WINDISH & HUOT et al. 2007).

Ein weiteres Problem besteht darin, dass viele Studierende die Möglichkeit vermissen, eigenständig Paradigmen zu entwickeln oder Daten zu analysieren. Der Zugang zu praxisnahen Übungen bleibt in der Regel begrenzt, wodurch das Verständnis der Studierenden für die Herausforderungen und Feinheiten der Datenaufnahme und -analyse geschwächt wird.

Aus der Perspektive der Lehrenden in der Medizin zeigt sich ebenfalls ein Spannungsfeld. Zum einen besteht der Wunsch, innovative Lehrmethoden einzuführen, die den Studierenden praxisnahe und relevantes Wissen vermitteln. Zum anderen stehen Lehrende – insbesondere im klinischen Bereich – vor erheblichen zeitlichen und organisatorischen Einschränkungen (WRIGHT & KATZ 2018; BARBER & PARK et al. 2019). Der Klinikalltag mit seinen hohen Anforderungen und der Personalmangel erschwert eine intensive Betreuung der Studierenden. Besonders im Kontext der funktionellen Bildgebung, die hoch spezialisierte Software und Geräte erfordert, ist eine intensive Vorbereitung jedoch notwendig, um qualitativ hochwertige Lehre anzubieten.

Schließlich ist auch die Motivation der Studierenden ein entscheidender Aspekt (URHAHNE & WIJNIA 2023). Klassische Frontalvorlesungen fördern häufig eine passive Lernhaltung, in der Studierende nur geringe Eigeninitiative zeigen. Dieses Problem wird verstärkt, wenn die Themen abstrakt oder methodisch anspruchsvoll erscheinen, wie es bei der funktionellen Bildgebung häufig der Fall ist. Gleichzeitig zeigt die Erfahrung, dass praxisorientierte Formate, die den Studierenden die Möglichkeit geben, eigenständig zu arbeiten und sich aktiv einzubringen, oft zu einer höheren Motivation und einem besseren Lernerfolg führen (NIEMIEC & RYAN 2009). Dies unterstreicht die Notwendigkeit, traditionelle Lehrmethoden mit interaktiven und problemorientierten Ansätzen zu ergänzen.

Insgesamt zeigte sich also ein klarer Bedarf an einem innovativen Lehrformat, dass die Vermittlung von Theorie und Praxis verbindet, den Studierenden Eigenverantwortung überträgt und gleichzeitig die notwendige Unterstützung durch die Lehrenden sicherstellt. Das Wahlfach „Funktionelle MRT und DTI“ wurde entwickelt, um diese Bedürfnisse zu adressieren und sowohl die fachlichen als auch die methodischen Kompetenzen der Studierenden zu fördern.

## Lernziele

Auf Basis dieser Ausgangssituation wurden konkrete Lernziele definiert, die sowohl den Erwerb von Fachwissen als auch den Aufbau praktischer Analysefähigkeiten und wissenschaftlicher Urteilskompetenz fördern sollen.

Nach Abschluss des Wahlfachs sollen die Studierenden in der Lage sein:

**1) Wissen und Verständnis**

- a) Die theoretischen Grundlagen der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT) und der Diffusions-Tensor-Bildgebung (DTI) in eigenen Worten zu erklären.
- b) Die Unterschiede zwischen struktureller MRT, fMRT und DTI anhand konkreter Merkmale aufzuzählen und zu erläutern.
- c) Die biologischen und physikalischen Grundlagen der BOLD-Signale sowie der Diffusionsprozesse korrekt zu beschreiben und anhand von Beispielen zu veranschaulichen.

**2) Anwendung und Analyse**

- a) Beispieldatensätze aus fMRT- und DTI-Scans korrekt zu interpretieren und grundlegende Auswertungen (z. B. Aktivierungskarten, Traktografie) mit vorgegebenen Tools durchzuführen.
- b) Die Methodik einer wissenschaftlichen Publikation zur funktionellen MRT systematisch zu analysieren und die verwendeten Verfahren in einer schriftlichen oder mündlichen Präsentation kritisch zu bewerten.

**3) Praktische Fertigkeiten**

- a) Einen Untersuchungsplan für eine einfache fMRT-Studie mit Paradigmenauswahl selbst zu entwerfen und einzelne Schritte der Durchführung aktiv mitzugestalten.
- b) Eigene fMRT- und DTI- Ergebnisse in verständlicher Form zu interpretieren und zu präsentieren.

**4) Kritische Reflexion und Forschungskompetenz**

- a) Zielgerichtete und methodisch fundierte Fragen zur Validität, Limitation und Interpretation von fMRT- und DTI-Daten zu formulieren und diese in Gruppendifussionen einzubringen.
- b) Eine wissenschaftliche Studie zu fMRT-Daten in einem Kurzbericht oder Referat anhand definierter methodischer Kriterien kritisch zu bewerten.

## Hypothesen

Die oben dargestellten Lernziele beruhen auf der Hypothese, dass ein interaktives, praxisorientiertes Wahlfach, das Theorie und Anwendung funktioneller Bildgebung kombiniert, das Verständnis der Studierenden für fMRT und DTI fördert und ihr Interesse an der Neuroradiologie steigert.

Die Anwendung forschungsorientierter Lehrmethoden (FoL) (PHILLIPS 1995; DENNICK 2016; GHANI & RAHIM et al. 2021) und aktiver Lernstrategien erhöht die intrinsische Motivation und den Lernerfolg, da sie die Grundbedürfnisse nach Autonomie, Kompetenz und

sozialer Eingebundenheit befriedigen und so das eigenständige, engagierte Lernen fördern, während die kritische Reflexion wissenschaftlicher Methoden das analytische Denken schult (DECI & RYAN 2000, DECI & RYAN 2008).

Weitere Hypothesen leiten sich aus den in Abbildung 1 dargestellten didaktischen Schwerpunkten, den Lernzielen sowie den Prinzipien des konstruktivistischen Lernens, der aktiven Lernförderung und des FoL ab (PHILLIPS 1995; DENNICK 2016).

Hypothesen	Fokus	Begründete Lehrmethode(n)	Didaktisches Ziel
<b>H1</b>	Praxisbezug	Praktische Übungen, Softwareeinsatz	Wissenstransfer, Problemlösen
<b>H2</b>	Wissenschaftliches Arbeiten	Analyse wissenschaftlicher Artikel	Methodologische Kompetenz
<b>H3</b>	Motivation	Gruppenarbeit, Diskussion	Motivation, Beteiligung
<b>H4</b>	Forschungskompetenz	Durchführung eigener Studien	Vorbereitung auf klinisch-wissenschaftliche Praxis
<b>H5</b>	Struktur	Blockveranstaltung	Lernintensität, Zeitmanagement
<b>H6</b>	Gruppengröße	Kleine Gruppen ( $\leq 10$ )	Individuelle Betreuung, Interaktivität

**Abbildung 1**  
Zusammenfassung der Hypothesen

**1. Hypothese:** Praxisorientierte Übungen verbessern den Wissenstransfer und das methodische Verständnis.

Eine zentrale Annahme ist, dass die Kombination aus theoretischer Vermittlung und praktischer Anwendung den Studierenden ein tieferes Verständnis der funktionellen Bildgebung ermöglicht (PIEDMONT & ROBRA 2015; CHALLA & SAYED et al. 2021). Durch den Umgang mit Bilddaten, die Nutzung von Analyse-Software und die Durchführung eigener Paradigmen wird das theoretisch erworbene Wissen gefestigt und mit praktischen Kompetenzen verknüpft. Der aktive Charakter der Übungen trägt dazu bei, dass die Lernenden die methodischen Herausforderungen eigenständig erkennen und überwinden können (TRIGWELL & MARTIN et al. 2000).

**2. Hypothese:** Die kritische Analyse wissenschaftlicher Publikationen verbessert die methodologischen Kompetenzen und Reflexionsfähigkeit.

Die systematische Analyse und Diskussion von Publikationen ermöglicht es den Studierenden, methodische Stärken und Schwächen zu identifizieren, Forschungsfragen präzise zu formulieren und ein evidenzbasiertes Urteilsvermögen zu entwickeln. Dies unterstützt Lernziele wie die Fähigkeit, wissenschaftliche Methoden kritisch zu bewerten und in eigenen Präsentationen zu reflektieren.

**3. Hypothese:** Interaktive Lehrmethoden fördern die Motivation und aktive Beteiligung der Studierenden.

Eine weitere Hypothese lautet, dass die Integration interaktiver Lehrmethoden – wie Gruppenarbeiten, Diskussionen und problemorientiertes Lernen (GHANI & RAHIM et al. 2021) – die intrinsische Motivation fördern (DECI & RYAN 2000, DECI & RYAN 2008) und ein kooperatives Lernumfeld schaffen. Die Studierenden übernehmen Verantwortung für ihren Lernprozess, was zu höherem Engagement, einem besseren Verständnis der Inhalte und einer stärkeren Identifikation mit dem Fachgebiet führt. Gleichzeitig bietet die aktive Rolle in den Lehrformaten den Studierenden die Möglichkeit, Verantwortung für ihren eigenen Lernprozess zu übernehmen, was sich positiv auf die Selbstwirksamkeitserwartungen und das langfristige Lernen auswirken könnte.

**4. Hypothese:** Forschendes Lernen erhöht die Vorbereitung auf wissenschaftliche und klinische Anforderungen.

Die Planung und Durchführung eigener fMRT-Paradigmen ermöglicht es den Studierenden, komplexe Fragestellungen zu entwickeln, methodische Entscheidungen zu treffen und Daten kritisch zu interpretieren. Dieser Ansatz entspricht dem Konzept des forschenden Lernens (FoL) und vermittelt neben fachlichen Kenntnissen auch überfachliche Kompetenzen wie Teamarbeit, Projektmanagement und analytisches Denken – essenziell für die spätere klinisch-wissenschaftliche Praxis.

**5. Hypothese:** Die Gestaltung des Wahlfachs als Blockveranstaltung verbessert die Lernintensität, birgt jedoch Herausforderungen in der Arbeitsbelastung.

Die Entscheidung, das Wahlfach als Blockkurs zu gestalten, basiert auf der Annahme, dass eine intensive Beschäftigung mit einem Thema in einem kurzen Zeitraum das Lernen effektiver macht (MARINOVIC & HREN et al. 2009). Gleichzeitig könnte die Verdichtung der Inhalte die Arbeitsbelastung erhöhen. Es soll untersucht werden, ob die Vorteile der kompakten Struktur oder die potenziellen Belastungen überwiegen.

**6. Hypothese:** Begrenzte Teilnehmerzahlen fördern die Qualität der Lehre und den Lernerfolg.

Eine weitere Annahme ist, dass eine Beschränkung der Teilnehmerzahl auf maximal 10 Personen die Qualität der Lehre erhöht. Kleinere Gruppen ermöglichen eine intensivere Betreuung, mehr Interaktivität und eine individuellere Förderung der Studierenden (LARSSON & HAKVOORT et al. 2022). Diese Hypothese basiert auf Erkenntnissen aus der Lehrforschung, die zeigen, dass kleinere Lerngruppen eine höhere Lernzufriedenheit und bessere Lernergebnisse erzielen können. Gleichzeitig stellt sich die Frage, ob eine solche Begrenzung mit der Nachfrage nach dem Wahlfach und den Kapazitäten der Lehre vereinbar ist. Die Untersuchung dieser Hypothese könnte Erkenntnisse darüber liefern, wie Lehrveranstaltungen im klinischen Kontext effizient gestaltet werden können.

Die formulierten Hypothesen bildeten die Grundlage für die konkrete Planung des Wahlfachs. Das didaktische Konzept folgt den Prinzipien des konstruktivistischen und problemorientierten Lernens (Problem-Based Learning oder PBL, vgl. GIJBELS & DOCHY et al. 2005; STRITTMATTER-HAUBOLD 2016; GHANI & RAHIM et al. 2021). Beide Ansätze zielen darauf ab, Studierende aktiv in den Lernprozess einzubinden, ihre Selbstständigkeit zu fördern und ein tieferes Verständnis durch praktisches Arbeiten und kritische Reflexion zu ermöglichen. Die durchdachte Kombination aus interaktiven Lehrmethoden und gezielter Medienselektion schafft eine Lernumgebung, die sowohl den Bedürfnissen der Studierenden als auch den Anforderungen der medizinischen Praxis gerecht wird.

Konstruktivistisches Lernen geht davon aus, dass Wissen nicht passiv aufgenommen, sondern aktiv konstruiert wird (PHILLIPS 1995; DENNICK 2016). Die Studierenden erwerben neues Wissen, indem sie es in einen Kontext stellen, mit bestehenden Erfahrungen verknüpfen und in sozialen Interaktionen reflektieren. Ergänzt wird dieser Ansatz durch PBL, bei dem reale medizinische Fragestellungen im Mittelpunkt stehen. Studierende lernen so nicht nur theoretische Inhalte, sondern setzen diese in praxisnahen Szenarien um.

## Planung und Struktur der Lehrveranstaltung

### *Struktur des Wahlfachs*

Für die Vermittlung der Inhalte im Wahlfach wurde ein Blockformat gewählt, um eine intensive, praxisorientierte und tiefere Auseinandersetzung mit den komplexen Themen der funktionellen Bildgebung zu ermöglichen. Die Entscheidung für diese Strukturierung folgte dem Ziel, den Studierenden ausreichend Zeit für praktische Übungen, eigenständige Datenanalysen und interaktive Fallbesprechungen zu geben, ohne den Lernfluss durch zu viele einzelne Termine zu unterbrechen. Durch die komprimierte Zeitplanung können Studierende sich voll auf das Thema einlassen und ihre theoretischen Kenntnisse unmittelbar in der Praxis anwenden.

	BLOCK 1	BLOCK 2	BLOCK 3
45 min	Einführung in MRT und fMRT	Einführung in fMRT-/DTI-Datenanalyse	Planung eigener fMRT-Studien
45 min	BOLD-Signale und neuronale Aktivität	Auswertung von Patientenfällen	Durchführung einer fMRT-Untersuchung
45 min	Grundlagen der DTI		
45 min	Klinische Anwendungen von fMRT und DTI	Peer-Feedback auf Fallpräsentationen	Evaluation wissenschaftlicher Publikation
45 min	Feedback und Reflexion	Abschlussdiskussion zur Datenanalyse	Abschließendes Feedback zur Veranstaltung

Peer-Lernen & Kollaboration
Diskussion & Fallarbeit
Praktisches Arbeiten
Forschendes Lernen
Reflexion & Evaluation

**Abbildung 2**

Übersicht über die Lehrveranstaltung mit Farben zu den übergeordneten Lehrkategorien: Peer-Lernen & Kollaboration (hellblau), Diskussion & Fallarbeit (dunkelblau). Praktisches Arbeiten (hellgrün). Forschendes Lernen (dunkelgrün) sowie Reflexion & Evaluation (rosa)

Die in Abbildung 2 dargestellte Übersicht visualisiert die verschiedenen Lehrkategorien durch Farbcodierung und verdeutlicht deren Integration in das Blockformat: Peer-Lernen und Kollaboration (hellblau) fördert kooperatives, selbstgesteuertes Lernen, während Diskussion und Fallarbeit (dunkelblau) die Analyse realer oder hypothetischer Fälle mit anschließender Reflexion ermöglicht. Praktisches Arbeiten (hellgrün) bietet Hands-on-Erfahrungen und die direkte Anwendung theoretischer Kenntnisse, und forschendes Lernen (dunkelgrün) unterstützt wissenschaftsorientiertes Arbeiten sowie kritisches Denken. Schließlich sorgen Reflexion und Evaluation (rosa) für Rückschau, Metaebene und gezielte Feedbackprozesse, die den Lernprozess nachhaltig begleiten. Eine detaillierte Übersicht der einzelnen Blöcke findet sich im Anhang.

Die Begrenzung des Seminars auf 10 Teilnehmende gewährleistet eine intensive Betreuung und ausreichend Zeit für praktische Übungen. Gleichzeitig berücksichtigt die Planung Pausen und Phasen der Reflexion, um die Arbeitsbelastung für die Studierenden zu regulieren.

### Methodenvielfalt

Die Veranstaltung setzt auf eine Mischung aus unterschiedlichen Lehrmethoden, die gezielt ausgewählt wurden, um die theoretischen Grundlagen zu vermitteln, praktische Kompetenzen zu fördern und kritisches Denken zu schulen – im Einklang mit den in Abbildung 2 dargestellten Kategorien:

- In Kleingruppen analysieren die Studierenden reale fMRT- und DTI-Daten, planen Untersuchungen und diskutieren die Ergebnisse. Durch die Abstimmung von Rollen und Entscheidungen wird Teamfähigkeit gestärkt, das Abwägen methodischer Optionen fördert kritisches Denken, und das Lösen praktischer Analyseprobleme trainiert die Problemlösekompetenz.
- Interaktive Vorlesungen bilden die Grundlage für die Vermittlung theoretischer Inhalte. Sie werden durch Diskussionen, Quizfragen und die Einbindung von Studierendenfragen angereichert. Diese Elemente fördern die aktive Teilnahme und schaffen eine dialogische Lernatmosphäre.
- Die praktische Anwendung steht im Mittelpunkt. Die Studierenden lernen, eigene Untersuchungen zu planen sowie Bilddaten zu erheben und auszuwerten. Dies fördert nicht nur die Verknüpfung von Theorie und Praxis, sondern bietet auch die Gelegenheit, technische Fertigkeiten zu erlernen.
- Die aktive Auseinandersetzung mit aktuellen Studien erfolgt durch das eigenständige Lesen und Zusammenfassen von Publikationen sowie durch die Präsentation der wichtigsten Ergebnisse in der Gruppe. Die Studierenden diskutieren anschließend methodische Ansätze, Bewertungskriterien und Interpretationen der Daten gemeinsam, hinterfragen kritisch die Studiendesigns und ziehen Schlussfolgerungen für die klinische Praxis. Auf diese Weise werden methodologische Kompetenzen geschult und ein tieferes Verständnis für wissenschaftliche Standards vermittelt.
- Die Studierenden werden ermutigt, ihre Lernerfahrungen zu reflektieren und Rückmeldungen zur Lehrveranstaltung zu geben. Dies geschieht beispielsweise durch kurze schriftliche Reflexionsberichte nach jeder Lerneinheit, strukturierte Feedbackrunden in der Gruppe oder individuelle Gespräche mit den Lehrenden. Auf diese Weise wird sowohl ihre persönliche Entwicklung unterstützt als auch die kontinuierliche Verbesserung der Lehre gefördert.

### *Medien und Technologieeinsatz*

Die Wahl der Medien ist ein zentraler Aspekt, um den unterschiedlichen Lernstilen der Studierenden gerecht zu werden und den Lehrprozess zu unterstützen. Verschiedene Medien und Technologien werden gezielt eingesetzt, um die Interaktivität zu fördern und die Inhalte anschaulich zu vermitteln:

Visuelle Medien wie digitale Präsentationen ermöglichen eine strukturierte Darstellung komplexer Inhalte. Grafiken, Diagramme und Fallbeispiele veranschaulichen zentrale Konzepte und unterstützen das Verständnis. Zusätzlich werden Patientenbeispiele anhand von integrierten OP-Videos besprochen.

Für die Analyse von fMRI- und DTI-Daten wird spezialisierte Software verwendet, die es den Studierenden erlaubt, praxisnahe Erfahrungen zu sammeln. Diese Tools sind nicht nur für die Datenanalyse, sondern auch für die Visualisierung von Ergebnissen essenziell.

Die Auswahl relevanter Publikationen bietet die Grundlage für die wissenschaftliche Diskussion. Die Studierenden lernen, Forschungsergebnisse kritisch zu bewerten und deren Implikationen zu erkennen.

Dieses Vorgehen unterscheidet sich vom klassischen Lehrbetrieb, in dem meist frontal vermittelt wird und der Fokus auf passivem Wissenserwerb liegt. Stattdessen fördert das gewählte Medienkonzept aktive Beteiligung, praxisnahes Arbeiten und eigenständige Analyse, sodass die Studierenden nicht nur Informationen aufnehmen, sondern aktiv anwenden, hinterfragen und in einen klinisch-wissenschaftlichen Kontext einordnen.

## Ergebnisse

### *Lernerfolge aus Sicht der Studierenden*

Die Evaluation des Wahlfachs wurde durch eine schriftliche Umfrage durchgeführt und lieferte erste Eindrücke seitens der Studierenden. Diese zeigte, dass das Wahlfach insgesamt sehr positiv bewertet wurde. Besonders die praxisorientierten Elemente wie die eigenständige Planung und Durchführung von Paradigmen sowie die anschließende Datenanalyse wurden als äußerst lehrreich und motivierend empfunden. Diese Aktivitäten boten den Teilnehmenden die Möglichkeit, theoretisches Wissen direkt anzuwenden und technische Fertigkeiten zu erwerben, die in der klinischen und wissenschaftlichen Praxis von Bedeutung sind.

Ein häufiger Kommentar in den Rückmeldungen der Studierenden war, dass sie die Kombination aus Theorie und Praxis als besonders gewinnbringend wahrnahmen. Die Möglichkeit, reale Bilddaten zu analysieren und die Ergebnisse in Gruppendiskussionen zu präsentieren, förderte nicht nur das Verständnis für die Inhalte, sondern auch die Entwicklung von Kommunikations- und Teamfähigkeiten. Darüber hinaus wurde der Fokus auf die kritische Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen Publikationen als wertvoll hervorgehoben. Diese Methodik half den Teilnehmenden, die Qualität von Studien zu beurteilen und deren Relevanz für die klinische Praxis zu erkennen.

Trotz der insgesamt positiven Resonanz gab es jedoch auch Hinweise auf Herausforderungen. Einige Studierende berichteten, dass die Intensität des Blockkurses in Verbindung mit ihren regulären Studienverpflichtungen eine Belastung darstellte. Der straffe Zeitplan erforderte eine hohe Konzentration und Organisation, was insbesondere bei Studierenden,

die parallel andere Prüfungen oder Verpflichtungen hatten, zu Stress führte. Dennoch zeigte die Mehrheit der Teilnehmenden eine hohe Motivation und Zufriedenheit mit dem Kurs.

### *Reflexion der Lehrenden: Chancen und Grenzen*

Die Durchführung des Wahlfachs zur funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT) und Diffusions-Tensor-Bildgebung (DTI) bot den Lehrenden die Möglichkeit, innovative Lehrmethoden auszuprobieren und die Studierenden auf praxisnahe Weise zu fördern. Gleichzeitig brachte der Kurs wertvolle Erkenntnisse, aber auch einige Herausforderungen mit sich, die eine Anpassung der Lehrorganisation und -gestaltung notwendig machen. Der konstruktivistische Ansatz, der den Studierenden eine aktive Rolle im Lernprozess zuwies, erwies sich als zielführend. Die Verbindung von theoretischen Grundlagen mit praxisnahen Anwendungen förderte nicht nur den Lernerfolg, sondern auch die Motivation der Studierenden. Insbesondere die praktische Planung und Durchführung eigener fMRT-Paradigmen verdeutlichte die Relevanz des Gelernten und machte die Inhalte greifbar.

Die Gruppengröße war auf 10 Studierende begrenzt, um eine individuelle Betreuung und eine aktive Teilnahme aller zu gewährleisten. Dennoch zeigte sich, dass insbesondere im praktischen Teil des Kurses eine Reduktion der Gruppengröße auf 5-8 Teilnehmende vorteilhaft wäre, damit alle Studierenden die Bildgebung selbst durchführen und die Datenauswertung intensiv begleiten können. Die intensive Betreuung führte zu einem hohen zeitlichen und organisatorischen Aufwand, sowohl für die Lehrenden als auch für die Studierenden. Das Zeitmanagement stellte eine weitere Herausforderung dar, da die Blockveranstaltung eine sehr dichte Planung erforderte, die teilweise zu verkürzten Pausen und wenig Raum für spontane Vertiefungen führte. Eine Aufteilung der praktischen Übungen auf mehrere Termine oder eine Anpassung der Inhalte könnte hier Abhilfe schaffen.

Die Lehrveranstaltung wurde von zwei Lehrenden gemeinsam durchgeführt, was sich in vielerlei Hinsicht als Vorteil erwies. Während der Blöcke konnten sich die Lehrenden abwechseln, wodurch die Betreuung der praktischen Übungen erleichtert und die Blockzeit effizient genutzt wurde. Beispielsweise konnte ein Lehrender die Bedienung des MRT-Geräts übernehmen, während der andere die Untersuchungsergebnisse mit den Studierenden auswertete. Dieses Vorgehen verkürzte Pausenzeiten und ermöglichte eine effiziente Nutzung der Blockzeit. Das Teamteaching brachte jedoch organisatorische Herausforderungen mit sich, insbesondere die Abstimmung gemeinsamer Termine, die intensive Vor- und Nachbereitung sowie die Koordination der Verantwortlichkeiten, vor allem angesichts der hohen klinischen Arbeitsbelastung. Die intensive Betreuungsstruktur erforderte, dass die Lehrenden parallel mehrere Aufgaben bewältigten, darunter die Betreuung der Datenerhebung, die Organisation der nächsten Kursabschnitte und die Beantwortung individueller Fragen der Studierenden.

Für zukünftige Durchführungen sollte die Reduktion der Gruppengröße priorisiert werden, um eine noch intensivere Betreuung zu ermöglichen. Darüber hinaus könnte eine

Erweiterung des Lehrendenteams oder die Aufteilung der praktischen Übungen auf mehrere Termine die Durchführung des Blockkurses flexibler gestalten. Ergänzend sollte eine Pausenstruktur eingeplant werden, wie auch von den Studierenden angeregt, da Pausen zentral für Gedächtniskonsolidierung und die kognitive Vernetzung von Lerninhalten sind (CEPEDA & PASHLER et al. 2006).

Insgesamt war die Durchführung des Wahlfachs trotz der Herausforderungen eine bereichernde Erfahrung für die Lehrenden. Der direkte Austausch mit den Studierenden und die Möglichkeit, komplexe Inhalte in einem praxisnahen und interaktiven Setting zu vermitteln, stellten eine wertvolle Gelegenheit dar, die eigene Lehre weiterzuentwickeln. Die Reflexion über organisatorische und methodische Aspekte wird zukünftig dazu beitragen, das Wahlfach noch effektiver und nachhaltiger zu gestalten.

### *Perspektiven für zukünftige Durchführungen*

Die Analyse verdeutlicht, dass das Wahlfach ein solides didaktisches Fundament besitzt, jedoch einige strukturelle Anpassungen erforderlich sind, um den Aufwand für die Lehrenden zu reduzieren und gleichzeitig die Lernerfahrung der Studierenden weiter zu optimieren.

Mögliche Ansätze könnten umfassen:

- Kleinere Gruppengrößen: Für eine intensivere Betreuung im praktischen Teil.
- Erweiterung des Lehrenden-Teams: Zur Entlastung der Lehrenden und flexibleren Gestaltung der Blockphasen.
- Optimierte Zeitmanagement: Mit klaren Pausen und ggf. einer Entzerrung der praktischen Übungen.
- Feedbackschleifen: Um kontinuierlich Anregungen der Studierenden in die Planung einfließen zu lassen.

Die erste Analyse zeigt, dass die Kombination aus innovativen Lehrmethoden und praxisnahen Inhalten den Studierenden eine hochwertige Lernerfahrung bot. Gleichzeitig betont sie, dass eine kontinuierliche Anpassung der Struktur und Organisation erforderlich ist, um den Anforderungen sowohl der Lehrenden als auch der Studierenden gerecht zu werden.

Die Erfahrungen aus der Durchführung des Wahlfachs zeigen, dass die Verbindung von praxisnahen Inhalten, interaktiven Lehrmethoden und intensiver Betreuung ein besonders effektives Lernumfeld schaffen kann. Diese Erkenntnisse sind potenziell auch auf andere Lehrveranstaltungen übertragbar, insbesondere auf Kurse, die komplexe theoretische Inhalte mit praktischen Anwendungen verknüpfen. Lehrende in vergleichbaren Bereichen können von den gewonnenen Einsichten profitieren, indem sie ähnliche Konzepte wie kleine, kollaborative Gruppen, strukturierte Blockformate, Teamteaching und gezielte Reflexionsphasen implementieren. Die systematische Dokumentation von Stärken, Herausforderungen und

Anpassungsempfehlungen bietet eine Orientierungshilfe für die Optimierung anderer praxisorientierter Lehrangebote, unabhängig vom konkreten Fachgebiet.

## Bibliographie

- BARBER, J.R.G., PARK, S.E., JENSEN K., MARSHALL, H., McDONALD, P., MCKINLEY, R.K., RANDLES, ALBERTI, H. 2019. „Facilitators and Barriers to Teaching Undergraduate Medical Students in General Practice.“ *Medical Education* 53 (8): 778–787.
- BARTLETT, G., GAGNON, J. 2016. „Physicians and Knowledge Translation of Statistics: Mind the Gap.“ *Canadian Medical Association Journal* 188 (1): 11–12.
- CEPEDA, N.J., PASHLER, H., VUL, E., WIXTED, J.T., ROHRER, D. 2006. „Distributed Practice in Verbal Recall Tasks: A Review and Quantitative Synthesis.“ *Psychological Bulletin* 132 (3): 354–380.
- CHALLA, K., SAYED, A., ACHARYA, Y. 2021. „Modern Techniques of Teaching and Learning in Medical Education: A Descriptive Literature Review [Version 1].“ *MedEdPublish* 10 (18): 1–14.
- DECI, E.L., RYAN, R.M. 2000. „The ‘What’ and ‘Why’ of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior.“ *Psychological Inquiry* 11 (4): 227–268.
- DECI, E.L., RYAN, R.M. 2008. „Self-Determination Theory: A Macrotheory of Human Motivation, Development, and Health.“ *Canadian Psychology / Psychologie canadienne* 49 (3): 182–185.
- DENNICK, R. 2016. „Constructivism: Reflections on Twenty-Five Years Teaching the Constructivist Approach in Medical Education.“ *International Journal of Medical Education* 7: 200–205.
- GHANI, A.S.A., RAHIM, A.F.A., YUSOFF, M.S.B., HADIE, S.N.H. 2021. „Effective Learning Behavior in Problem-Based Learning: A Scoping Review.“ *Medical Science Educator* 31 (3): 1199–1211.
- GIBBELS, D., DOCHY, F., VAN DEN BOSSCHE, P., SEGERS, M. 2005. „Effects of Problem-Based Learning: A Meta-Analysis from the Angle of Assessment.“ *Review of Educational Research* 75 (1): 27–61.
- LARSSON, K., HAKVOORT, I., LUNDSTRÖM, A. 2022. „How Teachers Understand and Strategize about Emerging Conflicts.“ *British Educational Research Journal* 48 (4): 785–802.
- MARINOVIC, D., HREN, D., SAMBUNJAK, D., RASIĆ, I., SKEGRO, I., MARUSIĆ, A., MARUSIĆ, M. 2009. „Transition from Longitudinal to Block Structure of Preclinical Courses: Outcomes and Experiences.“ *Croatian Medical Journal* 50 (5): 492–506.
- NIEMIEC, C.P., RYAN, R.M. 2009. „Autonomy, Competence, and Relatedness in the Classroom: Applying Self-Determination Theory to Educational Practice.“ *Theory and Research in Education* 7 (2): 133–144.

- PHILLIPS, D.C. 1995. „The Good, the Bad, and the Ugly: The Many Faces of Constructivism.“ *Educational Researcher* 24 (7): 5–12.
- PIEDMONT, S., ROBRA, B.P. 2015. „Theory and Practice in Medical Education - Expectations and Development of Skills Experienced by Students of Human Medicine Compared with Students in Other Disciplines.“ *GMS Journal for Medical Education* 32 (1): Doc8. 1–30.
- STRITTMATTER-HAUBOLD, V. 2016. „Problem Based Learning. Eine Methode für wirksame Lernsettings in der wissenschaftlichen Weiterbildung?“ *Hochschule und Weiterbildung* 1: 50–55.
- TRIGWELL, K., MARTIN, E., BENJAMIN, J., PROSSER, M. 2000. „Scholarship of Teaching: A Model.“ *Higher Education Research & Development* 19 (2): 155–168.
- URHAHNE, D., WIJNIA, L. 2023. „Theories of Motivation in Education: An Integrative Framework.“ *Educational Psychology Review* 35 (2): 1–35.
- WINDISH, D.M., HUOT, S.J., GREEN, M.L. 2007. „Medicine Residents’ Understanding of the Biostatistics and Results in the Medical Literature.“ *Journal of the American Medical Association* 298 (9): 1010–1022.
- WRIGHT, A.A., KATZ, I.T. 2018. „Beyond Burnout—Redesigning Care to Restore Meaning and Sanity for Physicians.“ *New England Journal of Medicine* 378 (4): 309–311.

Dr. Marianne Schell ist Oberärztin der Abteilung für Neuroradiologie mit Erfahrung in Bildanalyse und KI-gestützter Diagnostik. Als kommissarische Leiterin der Sektion für Computational Neuroimaging entwickelt sie Algorithmen zur Verbesserung der Bildqualität und der Diagnostik neurologischer Erkrankungen. Sie hat wissenschaftlich publiziert, internationale Vorträge gehalten und engagiert sich in der Lehre, um Studierende und Ärzt\*innen bei der Anwendung moderner Technologien zu unterstützen. Mit ihrer Arbeit verbindet sie Forschung, klinische Praxis und Ausbildung.

Dr. Marianne Schell  
marianne.schell@med.uni-heidelberg.de

## Anhang – Detaillierte Übersicht über die einzelnen Blöcke

### **Block 1: Grundlagen durch Peer-Teaching und Kollaboration**

#### *Inhalt 1: Einführung in die MRT und fMRT*

- Lernziele: Die Studierenden können die physikalischen Grundlagen der Magnetresonanztomographie erläutern und die Unterschiede zwischen struktureller MRT und fMRT erklären.
- Methoden: Peer-Teaching. Studierende arbeiten in kleinen Gruppen und erarbeiten mit Hilfe von vorab bereitgestelltem Material (Artikel, Videos, Präsentationen) die Grundlagen von MRT und fMRT. Jede Gruppe erklärt dann in einer kurzen Präsentation das Thema den anderen Studierenden.
- Aufgabe des Lehrenden: Zurückhaltend agieren, die Gruppen ermutigen, sich selbst Wissen anzueignen. Nur bei Fragen eingreifen und Unklarheiten klären. Materialien bereitzustellen und die Präsentationen moderieren.

#### *Inhalt 2: BOLD-Signale und neuronale Aktivität*

- Lernziele: Die Studierenden können die Entstehung von BOLD-Signalen durch neuronale Aktivität beschreiben und deren Bedeutung für die fMRT interpretieren.
- Methoden: Jigsaw-Methode. Die Studierenden werden in kleine Gruppen aufgeteilt, die jeweils einen Teil des Themas erarbeiten (z.B. physiologische Grundlagen, technische Aspekte, klinische Anwendung). Anschließend stellen sie ihre Ergebnisse den anderen vor, sodass das Wissen gegenseitig vermittelt wird.
- Aufgabe des Lehrenden: Gruppenarbeit organisieren, Materialien zur Verfügung stellen und sicherstellen, dass alle Studierenden ihren Teil beitragen. Die Moderation übernimmt der Lehrende nur minimal.

#### *Inhalt 3: Grundlagen der DTI*

- Lernziele: Die Studierenden können die Prinzipien der Diffusions-Tensor-Bildgebung anwenden und deren Nutzen für die Visualisierung von Nervenbahnen diskutieren.
- Methoden: Gruppendiskussion mit Fallbesprechung. Die Studierenden erhalten verschiedene klinische Fälle mit DTI-Daten. Sie arbeiten in Kleingruppen und erarbeiten, wie die Technik in der Diagnostik verwendet wird. Anschließend diskutieren sie ihre Ergebnisse im Plenum.
- Aufgabe des Lehrenden: Die Fallbesprechung moderieren und bei Bedarf die Diskussion leiten. Hilfestellung bei der Interpretation der Daten anbieten.

#### *Inhalt 4: Klinische Anwendungen von fMRT und DTI*

- Lernziele: Die Studierenden können klinische Anwendungsbereiche von fMRT und DTI kritisch analysieren und ihre Relevanz für unterschiedliche neurologische Fragestellungen bewerten.

- Methoden: Kollaborative Gruppenarbeit. Die Studierenden recherchieren eigenständig klinische Anwendungen von fMRT und DTI in verschiedenen Bereichen (Epilepsie, Tumore, psychische Erkrankungen) und präsentieren ihre Ergebnisse in der Gruppe. Anschließend reflektiert die Gruppe die unterschiedlichen Ansätze.
- Aufgabe des Lehrenden: Nur bei Bedarf beratend eingreifen, Materialien bereitstellen und Fragen klären.

*Inhalt 5: Feedbackrunde und Reflexion*

- Lernziele: Die Studierenden können ihre eigenen Lernerfahrungen reflektieren, konstruktives Feedback geben und Verbesserungsvorschläge für den Kurs ableiten.
- Methoden: Feedbackrunde mit Evaluierungsbogen. Die Studierenden füllen einen Evaluierungsbogen zur Vorlesungsreihe aus und geben Feedback zu den Inhalten und Methoden. Anschließend wird im Plenum über mögliche Verbesserungen diskutiert.
- Aufgabe des Lehrenden: Den Evaluierungsprozess moderieren und die Ergebnisse der Umfrage nutzen, um Anpassungen an den Lehrplan vorzunehmen. Reflektierende Fragen stellen, um eine Diskussion anzuregen.

**Block 2: Praktische Auswertung von fMRT und DTI-Daten durch kollaboratives Arbeiten**

*Inhalt 1: Einführung in die fMRT- und DTI-Datenanalyse*

- Lernziele: Die Studierenden können grundlegende Analyseverfahren für fMRT- und DTI-Daten selbstständig anwenden.
- Methoden: Learning by Doing in Kleingruppen. Die Studierenden erhalten Datenmaterial von fMRT- und DTI-Untersuchungen und arbeiten in Kleingruppen daran, diese mit der zur Verfügung stehenden Software zu analysieren. Sie helfen sich gegenseitig bei Problemen und tauschen ihr Wissen aus.
- Aufgabe des Lehrenden: Die Gruppen unterstützen, wo nötig, aber darauf achten, dass die Studierenden selbstständig Lösungen finden. Den Zugang zu Software und Datenmaterial sicherstellen.

*Inhalt 2: Gruppenarbeit: Auswertung von Patientenfällen*

- Lernziele: Die Studierenden können fMRT- und DTI-Daten von Patientenfällen analysieren, interpretieren und ihre Ergebnisse klar präsentieren.
- Methoden: Gruppenarbeit mit Fallbesprechung. Die Studierenden analysieren in Gruppen fMRT- und DTI-Daten von Patienten und interpretieren die Ergebnisse. Jede Gruppe bereitet eine Präsentation vor, die ihre Analyse vorstellt und Fragen beantwortet.
- Aufgabe des Lehrenden: Die Arbeit in den Gruppen moderieren, jedoch die Eigenverantwortung der Studierenden fördern. Nur bei Unklarheiten eingreifen und durch gezielte Fragen das kritische Denken anregen.

*Inhalt 3: Peer-Feedback auf Fallpräsentationen*

- Lernziele: Die Studierenden können ihre eigenen Analyseergebnisse kritisch reflektieren und konstruktives Feedback an Peers geben sowie annehmen.
- Methoden: Peer-Feedback. Die Studierenden bewerten gegenseitig die Präsentationen der anderen Gruppen und geben Feedback. Ein strukturierter Feedbackbogen hilft, methodische und inhaltliche Aspekte der Präsentationen zu bewerten.
- Aufgabe des Lehrenden: Die Studierenden können typische Herausforderungen und Fehlerquellen in der fMRT- und DTI-Datenanalyse identifizieren und Lösungsstrategien diskutieren.

*Inhalt 4: Abschlussdiskussion zur Datenanalyse*

- Lernziele: Herausforderungen und Fehlerquellen in der fMRT- und DTI-Datenanalyse kritisch zu diskutieren.
- Methoden: Gruppendiskussion. Die Studierenden diskutieren gemeinsam, welche Herausforderungen und Fehler bei der Analyse aufgetreten sind, und überlegen gemeinsam mögliche Lösungen.
- Aufgabe des Lehrenden: Die Diskussion moderieren, ohne sich in den Vordergrund zu stellen. Gezielte Fragen stellen, um Reflexion und Problemlösung zu fördern.

**Block 3: Eigene fMRT-Untersuchung und Evaluation von wissenschaftlichen Publikationen**

*Inhalt 1: Planung einer eigenen fMRT-Studie in Gruppenarbeit*

- Lernziele: Eine fMRT-Studie planen, einschließlich der Auswahl von geeigneten Paradigmen (neurokognitive Tests während der MRT), Probanden und Analysemethoden.
- Methoden: Kollaborative Gruppenarbeit von zwei Studierenden. Die Studierenden planen in Gruppen eine fMRT-Studie, wobei jede Gruppe ein eigenes Paradigma auswählt und die methodischen Schritte festlegt. Sie müssen sich selbstständig ein Konzept erarbeiten und ihr Vorgehen vor der Klasse präsentieren.
- Aufgabe des Lehrenden: Als Berater im Hintergrund agieren, um bei Bedarf Hilfestellung zu geben, aber die Planung den Studierenden überlassen. Feedback nach den Präsentationen geben.

*Inhalt 2: Durchführung einer fMRT-Aufnahme*

- Lernziele: Die Studierenden können eine eigene fMRT-Untersuchung durchführen und Ergebnisse reflektiert auswerten.
- Methoden: Praktische Übung. Unter Anleitung führen die Studierenden eine fMRT-Untersuchung durch, wobei die Gruppen einander bei der Durchführung unterstützen und Probandenrollen übernehmen.
- Aufgabe des Lehrenden: Technische Aspekte erklären und bei Bedarf eingreifen, aber die Durchführung und Interpretation den Studierenden überlassen.

*Inhalt 3: Evaluation wissenschaftlicher Publikationen*

- Lernziele: Die Studierenden können wissenschaftliche Studien methodisch bewerten und kritisch hinterfragen, insbesondere Studiendesign, Analyse und Interpretation.
- Methoden: Gruppenarbeit mit Literaturrecherche. Jede Gruppe analysiert eine wissenschaftliche Publikation und bewertet das Studiendesign und die Ergebnisse. Anschließend wird die Analyse den anderen Gruppen vorgestellt.
- Aufgabe des Lehrenden: Die Diskussion leiten, aber die kritische Auseinandersetzung der Studierenden im Vordergrund stehen lassen. Feedback zur Analyse geben und methodische Schwächen aufzeigen.

*Inhalt 4: Abschließende Diskussion und Feedback zur gesamten Veranstaltung*

- Lernziele: Die Studierenden können ihren Lernprozess reflektieren, ihre Erfahrungen strukturieren und Vorschläge zur Verbesserung der Lehrveranstaltung formulieren.
- Methoden: Offene Diskussion und Feedbackrunde. Die Studierenden füllen den Feedbackbogen zur gesamten Vorlesungsreihe aus und reflektieren im Plenum ihre Erfahrungen.
- Aufgabe des Lehrenden: Die Rückmeldungen sammeln und daraus Schlüsse für die Weiterentwicklung des Kurses ziehen.