

Daniel Carius, Elisabeth Kaminski, Rouven Kenville, Tom Maudrich, Eric Noack, & Patrick Ragert

Im Einklang: Sport, Training, Bewegung und die Entdeckung der neuronalen Landschaft

Summary

Since 2015, the department of movement neuroscience has been successfully integrating neuroscience into sports science research and teaching under the direction of Professor Patrick Ragert. The department emphasizes the interdisciplinary synthesis of traditional and modern approaches. Research focuses on the interaction between the brain and sport, in particular through the analysis of sport-specific brain activity, as well as the modulation of athletic performance through brain stimulation. With dedicated staff and external collaborations, the department strives to create a comprehensive learning environment and to continuously expand the research horizon.

Zusammenfassung

Die Abteilung für Bewegungsneurowissenschaften integriert seit 2015 unter der Leitung von Professor Patrick Ragert erfolgreich Neurowissenschaften in sportwissenschaftliche Forschung und Lehre. Die Abteilung betont dabei die interdisziplinäre Synthese von traditionellen und modernen Ansätzen. Forschungsarbeiten konzentrieren sich auf die Wechselwirkung zwischen Gehirn und Sport, insbesondere durch die Analyse sportartspezifischer Hirnaktivität, sowie der Modulation sportlicher Leistung durch Hirnstimulation. Mit engagierten Mitarbeitern und externen Kooperationen strebt die Abteilung danach, ein umfassendes Lernumfeld zu schaffen und den Forschungshorizont kontinuierlich zu erweitern.

Schlagnworte: Trainingswissenschaft, Bewegungswissenschaft, Neurowissenschaft, Forschung, Lehre

1. Einleitung

Im Jahr 2015 erfuhr das Institut für Allgemeine Bewegungs- und Trainingswissenschaft durch die Neubesetzung mit Professor Patrick Ragert ein Rebranding zur Professur: *Bewegung, Training und Leistung unter neurowissenschaftlichem Schwerpunkt*. Als Biologe und Neurowissenschaftler kreuzt Professor Ragert seit Beginn seiner Tätigkeit Tradition und Moderne, Geistes- und Naturwissenschaft, Eminenz und Evidenz. Diese Synthese und deren bestehende Verwirklichung wurden durch die damalige Professur um Professor Jürgen Krug begünstigt und gefördert – solide Wurzeln nähren prächtige Blüten. Der frische Kurs im Zuge der Neubesetzung umfasste vor allem die Integration neurowissenschaftlicher Inhalte innerhalb trainings- und bewegungswissenschaftlicher Lehre und Forschung. *Quo vadis?*, zweifelten manche zurecht, schließlich war die Neurowissenschaft bisher ein traditionell umschiffter Hafen. *Qui vivra, verra.*, bemerkten andere gespannt – neuer Hafen neue Schätze.

2. Eine Symbiose aus Sport- und Neurowissenschaften

Die Besonderheit an den Disziplinen Trainings- und Bewegungswissenschaft ist deren Interdisziplinarität. Geistes- und naturwissenschaftliche Erkenntnisse verschmelzen hier zu einer dynamischen Wissenschaftsdisziplin, die sich stetig weiterentwickelt und das aus gutem Grund. Es ist demnach nicht verwunderlich, dass der neurowissenschaftliche Anstrich traditioneller Trainings- und Bewegungswissenschaften zu einem Trend im Bereich nationaler und insbesondere internationaler Sportwissenschaft reifte. Mit der Modernisierung messmethodischer Möglichkeiten im 21. Jahrhundert begann das Interesse an der Funktionsweise des Gehirns auch außerhalb neurowissenschaftlicher Disziplinen zu steigen. Die zunehmende Validierung bildgebender Verfahren führte zu einer Integrationswelle dieser Methoden in mehreren Fachbereichen, darunter auch die Sportwissenschaft (Jansen-Osmann, 2008). Zum heutigen Zeitpunkt beinhalten die meisten sportwissenschaftlichen Studiengänge in Deutschland mindestens ein Modul unter Einbeziehung neurowissenschaftlicher Sichtweisen. In diesem Kontext steht das thematisierte Rebranding auch für die Plastizität sportwissenschaftlicher Entwicklung, einen Gedanken den sowohl Professor Jürgen Krug als auch Professor Patrick Ragert verkörpern. So ersuchte Professor Krug während seiner Amtszeit kollaborative Schnittstellen mit dem Max-Planck-Institut für Kognitions- und Neurowissenschaften in Leipzig (MPI-CBS), dem damaligen Arbeitgeber von Professor Ragert, um Ideen und Konzepte auszutauschen und Wissensstände zu ergänzen. Dieser Impuls mündete letztlich in einer fachlichen Erweiterung der Professur, im Einklang mit den zu dieser Zeit aufkommenden wissenschaftlichen Entwicklungen. Diese Professur war eine der ersten auf nationaler Ebene mit einem neurowissenschaftlichen Schwerpunkt in Forschung und Lehre im Bereich der

Sportwissenschaft. Innerhalb der von Professor Ragert vertretenen Module im Bereich der Bachelor-, Master- und Lehramtsausbildung, werden zusätzlich zu klassischen trainings- und bewegungswissenschaftlichen Inhalten auch neurowissenschaftliche Themen, anatomische und physiologische Grundlagen, belastungsspezifische Anpassungen sowie Pathologien des menschlichen Nervensystems vorgestellt und diskutiert. Im Rahmen von Seminaren und Übungen erlangen die Studierenden zusätzlich erste Einblicke in neurowissenschaftliche Arbeitsweise samt Vermittlung moderner neurowissenschaftlicher Methodenkompetenz.

3. Forschungsarbeit

Ein zentrales Anliegen der Abteilung besteht darin, traditionelle und moderne Inhalte zu synthetisieren. Diese Haltung zeigt sich besonders in der Forschungsausrichtung. Wissenschaftliche Projekte der vergangenen acht Jahre befassten sich grundlegend mit der Wechselwirkung zwischen Gehirn und Sport. Einen initialen Beitrag zum Verständnis sportartspezifischer Hirnaktivität lieferte die Forschungsarbeit von Dr. Daniel Carius. Mit Hilfe von Nah-Infrarot-Spektroskopie enthüllte er kortikale Aktivierungsmuster verschiedener Sportarten, darunter Basketball (Carius, Seidel-Marzi, et al., 2020), Tischtennis (Carius et al., 2022) und Bouldern (Carius, Hörnig, et al., 2020). Die Analyse sportartspezifischer Hirnaktivität erlaubt Rückschlüsse über die notwendige Koordination mehrerer Hirnregionen zur erfolgreichen Ausführung einer motorischen Aufgabe – man sieht dem Gehirn sozusagen bei der Arbeit zu. Trotz grundlegender Gemeinsamkeiten präsentiert sich das Gehirn so einzigartig wie ein Muskel, keines gleicht dem anderen. Ähnlich einem Muskel, unterliegt auch das Gehirn Veränderungen durch äußere Reize, wodurch sowohl seine anatomischen als auch physiologischen Eigenschaften modifiziert werden. Einen solchen äußeren Reiz stellt der Sport dar. Selbiger kann auf unterschiedlichsten Niveaus betrieben werden – ein Schauspiel, welches im Rahmen abteilungsinterner Krafttrainingseinheiten ausgiebig beobachtet werden kann. Gemäß dieser Devise, erweiterte Dr. Carius seine Studien um den Vergleich zwischen Sportlern verschiedener Leistungsniveaus und Nicht-Sportlern. Kurz gesagt verzeichnen die Ergebnisse eine gewisse Ambiguität bezüglich sportlicher Expertise und Hirnaktivität. Beispielsweise konnten für einfache Schlagbewegungen im Tischtennis unterschiedliche kortikale Aktivierungsmuster zwischen Experten und Novizen festgestellt werden (Carius et al., 2022), wohingegen kein solcher Zusammenhang für Gleichgewichtsfähigkeiten während des Slacklinens beobachtet wurde (Seidel-Marzi et al., 2021). Die Identifizierung von Aktivierungsmustern, welche spezifisch für Sportarten und Expertise sind, wirft insbesondere im Hinblick auf praktische Anwendungen einige Fragen auf. Wie kann man sich beispielsweise solche Erkenntnisse zu Nutzen machen? Mit möglichen Antworten auf diese Frage haben sich vor allem Dr. Tom Maudrich und Dr. Rouven Kenville in den letzten Jahren auseinandergesetzt. Be-

trachtet man die Identifikation aufgabenrelevanter Bereiche des Gehirns, impliziert dies, dass eine Modulation dieser Bereiche auch die Leistungsfähigkeit innerhalb der Aufgabe beeinflussen könnte. Es dreht sich also um die klassische Frage nach der Verbindung zwischen Korrelation und Kausalität. Um diesem Gedanken nachzugehen, nutzten Dr. Maudrich und Dr. Kenville Hirnstimulationsmethoden zur Steigerung der Erregbarkeit zuvor identifizierter Hirnareale während sportlicher Betätigung. Führt nun die Modulation aufgabenrelevanter Hirnareale zur Leistungssteigerung innerhalb der Aufgabe? Eine endgültige Antwort ist zu diesem Zeitpunkt nicht möglich. Einzelne Ergebnisse unserer Abteilung deuten jedoch auf positive Effekte hin, beispielsweise eine Steigerung der Maximalkraftleistung (Kenville et al., 2020) sowie eine Verringerung von Ermüdungseffekten während wiederholter Kontraktionen (Seidel-Marzi & Ragert, 2020). Trotzdem ist der Gültigkeitsbereich dieser Forschungsarbeiten bislang eingeschränkt, was auch eine Meta-Analyse unserer Abteilung unterstreicht (Maudrich et al., 2022). Aktuelle und zukünftige Studienvorhaben haben das Ziel zur schrittweisen Beantwortung dieser Frage beizutragen. Aufgrund der zunehmenden Alltagsrelevanz körperlicher Aktivität, speziell im Kontext gesunden Alterns, beschäftigen sich mehrere Projekte unserer Abteilung mit dem Einfluss von Hirnstimulation zur Unterstützung alltagsrelevanter Bewegungsaufgaben. Untersuchungen von Dr. Elisabeth Kaminski konnten diesbezüglich positive Effekte einer Hirnstimulation auf feinmotorische Fertigkeiten der Hände in älteren Probanden feststellen (Kaminski et al., 2021). Weitere Ergebnisse ihrer Arbeit verdeutlichten die motorische Lernfähigkeit älterer Menschen und somit die Notwendigkeit sich auch mit zunehmendem Alter motorischen Aufgaben zu stellen (Predel et al., 2020). In jedem Lebensabschnitt lohnt sich also die Investition in Bewegung – auch im Alter. Zusammenfassend kann attestiert werden, dass die Forschung auf dem Gebiet der Sport- und Neurowissenschaften in den letzten Jahren wichtige Erkenntnisse zur Wechselwirkung zwischen Gehirn und Sport liefern konnte. Faszinierend zeigt sich besonders die Spezifik der Hirnaktivitäten, sowohl zwischen Sportlern verschiedener Leistungsstufen als auch in verschiedenen Sportarten. Künftige Studien beschäftigen sich damit, ob und wenn ja, in welchem Rahmen eine Modulation bestimmter Hirnareale die Leistung während sportlicher Aktivitäten beeinflussen kann. Zudem wird untersucht, inwiefern Hirnstimulation älteren Menschen helfen kann, ihre feinmotorischen Fertigkeiten zu verbessern um Alltagsmotorik und somit das Lebensgefühl aufzuwerten.

4. Das Team

Das Fundament jeder Abteilung bilden die Mitarbeiter. Dr. Daniel Carius, seit 2015 Teil des Teams, bringt seine Expertise aus einem Diplomstudium in Sportwissenschaft (Universität Leipzig) und einer erfolgreichen Promotion, ebenfalls in Sportwissenschaft, ein. Eric Noack, M. Sc. in Sportwissenschaft (Universität Leipzig) und seit 2018 Mitglied unserer Abteilung, ist maßgeblich

für die Lehraufgaben unserer Abteilung zuständig und koordiniert die Ausbildung der Studierenden mit großem Geschick. Seit 2018 ist auch Dr. Elisabeth Kaminski Teil unserer Abteilung. Als Promovendin von Professor Ragert und Alumni des MPI-CBS, bringt sie insbesondere im Bereich der Neurowissenschaften wichtige Kenntnisse mit. Zwei weitere Promovenden von Professor Ragert und ebenfalls Alumni des MPI-CBS sind Dr. Tom Maudrich und Dr. Rouven Kenville. Aufgrund ihres akademischen Werdegangs (M. Sc. in Sportwissenschaft und Promotion in Neurowissenschaften) ergänzen beide seit 2020 die kombinierte Thematisierung von Sport- und Neurowissenschaft. Frau Aline Lischke, als effiziente Organisatorin, Frau Kathrin Döge als technische Assistentin, Frau Karoline Hofmann als Laboringenieurin und Hartmut Domröse als leitender Techniker gewährleisten die optimale Umsetzung aller wissenschaftlichen Projekte. Die gute Zusammenarbeit und das harmonische Zusammenspiel aller Teammitglieder bilden das Fundament für den Erfolg unserer Abteilung. Dank des Engagements und der Expertise jedes Einzelnen sind wir in der Lage, anspruchsvolle Forschungsfragen zu bearbeiten und innovative Lösungen zu entwickeln.

5. Perspektive

Zusätzlich zur internen Struktur legt unsere Abteilung großen Wert auf externe Kooperationen, die unser wissenschaftliches Profil bereichern und unseren Studierenden einzigartige Lernmöglichkeiten bieten. Seit 2023 pflegen wir eine fruchtbare Zusammenarbeit mit dem Institut für Anatomie an der medizinischen Fakultät der Universität Leipzig unter der Leitung von Professor Ingo Bechmann, Dekan der medizinischen Fakultät. In Zukunft planen wir Sportstudierenden einen erweiterten Zugang zu anatomischen Kursen an der medizinischen Fakultät zu bieten, was eine innovative und interdisziplinäre Perspektive auf die Sportwissenschaft eröffnet. Weiterhin pflegen wir unsere enge Bindung zum Max-Planck-Institut für Kognitions- und Neurowissenschaften in Leipzig. Sowohl Professor Ragert als auch Dr. Elisabeth Kaminski, Dr. Tom Maudrich und Dr. Rouven Kenville arbeiteten und/oder promovierten in dieser Einrichtung und sind dort aktuell als Wissenschaftler affiliert. Diese Verbindung ist nicht ausschließlich historischer Natur, sondern der Schlüssel zur Entstehung einer effektiven Schnittstelle zwischen beiden Institutionen. Die Kooperation eröffnet unseren Studierenden einzigartige Einblicke in die Neurowissenschaften, die in Deutschland ihresgleichen suchen. Diese vielschichtigen Partnerschaften unterstreichen die Offenheit unserer Abteilung für interdisziplinäre Ansätze und demonstrieren ein Engagement für die Schaffung eines umfassenden Lernumfelds. Durch die Zusammenarbeit mit renommierten nationalen und internationalen Einrichtungen erweitern wir kontinuierlich unseren Forschungshorizont und ermöglichen unseren Studierenden den Zugang zu hochwertigen Lehrinhalten aus verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen.

Literatur

- Carius, D., Hörnig, L., Ragert, P., & Kaminski, E. (2020). Characterizing cortical hemodynamic changes during climbing and its relation to climbing expertise. *Neuroscience letters*, 715, 134604.
- Carius, D., Kenville, R., Maudrich, D., Riechel, J., Lenz, H., & Ragert, P. (2022). Cortical processing during table tennis-an fNIRS study in experts and novices. *European journal of sport science*, 22(9), 1315–1325.
- Carius, D., Seidel-Marzi, O., Kaminski, E., Lisson, N., & Ragert, P. (2020). Characterizing hemodynamic response alterations during basketball dribbling. *PLoS One*, 15(9), e0238318.
- Jansen-Osmann, P. (2008). The importance of neuroscience for the science of sports. *Sportwissenschaft*, 38(1), 24–35.
- Kaminski, E., Engelhardt, M., Hoff, M., Steele, C., Villringer, A., & Ragert, P. (2021). TDCS effects on pointing task learning in young and old adults. *Scientific Reports*, 11(1), 3421.
- Kenville, R., Maudrich, T., Maudrich, D., Villringer, A., & Ragert, P. (2020). Cerebellar Transcranial Direct Current Stimulation Improves Maximum Isometric Force Production during Isometric Barbell Squats. *Brain Sciences*, 10(4), 235. <https://www.mdpi.com/2076-3425/10/4/235>
- Maudrich, T., Ragert, P., Perrey, S., & Kenville, R. (2022). Single-session anodal transcranial direct current stimulation to enhance sport-specific performance in athletes: A systematic review and meta-analysis. *Brain Stimul*, 15(6), 1517–1529. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2022.11.007>
- Predel, C., Kaminski, E., Hoff, M., Carius, D., Villringer, A., & Ragert, P. (2020). Motor skill learning-induced functional plasticity in the primary somatosensory cortex: a comparison between young and older adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 12, 596438.
- Seidel-Marzi, O., Hähner, S., Ragert, P., & Carius, D. (2021). Task-related hemodynamic response alterations during slacklining: an fNIRS study in advanced slackliners. *Frontiers in Neuroergonomics*, 2, 4.
- Seidel-Marzi, O., & Ragert, P. (2020). Anodal transcranial direct current stimulation reduces motor slowing in athletes and non-athletes. *BMC Neurosci*, 21, 1–12.

Verfasser*in

Carius, Daniel, Dr., Bewegungsneurowissenschaft, Sportwissenschaftliche Fakultät, Universität Leipzig

Kaminski, Elisabeth, Dr., Bewegungsneurowissenschaft, Sportwissenschaftliche Fakultät, Universität Leipzig

Kenville, Rouven, Dr., Bewegungsneurowissenschaft, Sportwissenschaftliche Fakultät, Universität Leipzig

Maudrich, Tom, Dr., Bewegungsneurowissenschaft, Sportwissenschaftliche Fakultät, Universität Leipzig

Noack, Eric, M.Sc., Bewegungsneurowissenschaft, Sportwissenschaftliche Fakultät, Universität Leipzig

Ragert, Patrick, Prof. Ph.D., Bewegungsneurowissenschaft, Sportwissenschaftliche Fakultät, Universität Leipzig