

Institute of Exercise Training and Sport Informatics

German Sport University Cologne

**Analysis of Human Performance and Adaptation Through the
Lens of Ecological Dynamics**

Doctoral thesis accepted for the degree

Ph.D. Exercise Science

by

David Smith

from

Denver, USA

Cologne (2025)

First reviewer: Univ.-Prof. Dr. Daniel Memmert, Institute of Exercise Training and Sport Informatics, German Sport University Cologne, Germany

Second reviewer: Prof Matthias Weigelt, University of Paderborn

Chair of the doctoral committee: University Professor Dr Mario Thevis

Thesis defended on: 24.03.2026

Affidavits following §7 section 2 No. 9 of the doctoral regulations from the German Sport University Cologne, July 9th, 2024

Hereby I declare:

The work presented in this thesis is the original work of the author, except where acknowledged in the text. This material has not been submitted either in whole or in part for a degree at this or any other institution. Those parts or single sentences, which have been taken verbatim from other sources, are identified as citations.

I further declare that I complied with the actual “guidelines of qualified scientific work” of the German Sport University Cologne.

David Smith, Cologne, November 10th, 2025

Abstract

Exploring the complexities of individual and group behavior within dynamic, real-world environments represents an important evolution in sport science research. Especially in how perceptual action and motor behaviors are influenced based on their coupled relationship within the environment itself and relative to the task context. This thesis challenges the limitations of traditional, reductionist approaches to perception-action behaviors that have caused a notable "applied-research gap," where research often fails to translate effectively to the dynamic and complex nature of competitive sports. Utilizing the ecological dynamics framework rooted in dynamical systems theory that conceptualizes individuals and teams as complex adaptive systems situated within their environment. We explore human behavior as a continuous, dynamic interplay between a person's sensorimotor perceptions and action behaviors as coupled within a continuously changing environment. Through this approach we can present a more holistic and integrated understanding of how athletes and teams perceive, adapt, and coordinate their action behaviors in response to the constraints and opportunities relative to their surroundings.

The thesis is structured around three core aims; each designed to progressively build upon the ecological framework and demonstrate its practical utility. The first aim addresses the individual by investigating the link between visual perception and motor calibration, exploring how an individual's internal perceptual frame of reference is dynamically coupled with the external environment. This research highlights how visual information is not merely a passive input but an active guide that continually calibrates and adjusts an individual's motor actions, ensuring they relative to their environment and the task at hand. The second aim shifts focus to the emergence of coordinative behaviors within a real-world soccer context by replicating and extending previous lab-based findings, providing evidence for how collective actions self-organize and adapt in a complex team sport. This research underscores the importance of recognizing a sports team as an interconnected system, rather than just a collection of individual players and that coordinated perceptual-action

behaviors are the result of emergent processes. The third aim pushes the boundaries of the ecological framework itself by examining psychological and social environments through a detailed case study on the provision of psychological first aid following a catastrophic injury. This work demonstrates the framework's versatility by showing how the principles of ecological dynamics can be used to understand and facilitate adaptive coping mechanisms and social support structures in moments of extreme stress. The successful application of the framework in this context provides compelling evidence for its potential to help bridge the almighty "applied-research gap" and offer practical, effective interventions in real-world settings.

Understanding human performance through a comprehensive, ecologically grounded alternative to traditional research paradigms, this thesis represents a blueprint for future research that prioritizes the study of real people in real-world sports and social contexts. The findings presented across these three aims collectively demonstrate the power of the ecological dynamics framework to highlight the intricate processes of adaptation and coordination in both individual and group settings, paving the way for a more contextually rich and practically relevant science of human behavior.

Deutscher Abstract

Die Erforschung der Komplexität individuellen und kollektiven Verhaltens in dynamischen, realen Umgebungen stellt eine wichtige Weiterentwicklung der sportwissenschaftlichen Forschung dar. Insbesondere wird untersucht, wie Wahrnehmung und motorisches Verhalten durch ihre Wechselwirkung innerhalb der Umgebung und im Kontext der jeweiligen Aufgabe beeinflusst werden. Diese Arbeit hinterfragt die Grenzen traditioneller, reduktionistischer Ansätze zur Wahrnehmungs-Handlungs-Beziehung, die eine deutliche Forschungslücke im Bereich der angewandten Forschung verursacht haben. Forschungsergebnisse lassen sich oft nicht effektiv auf die dynamische und komplexe Natur des Leistungssports übertragen. Wir nutzen den Ansatz der ökologischen Dynamik, der auf der Theorie dynamischer Systeme basiert und Individuen und Teams als komplexe adaptive Systeme in ihrer Umwelt konzeptualisiert. Wir untersuchen menschliches Verhalten als kontinuierliches, dynamisches Zusammenspiel zwischen sensomotorischen Wahrnehmungen und

Handlungsverhalten in einer sich ständig verändernden Umwelt. Mit diesem Ansatz können wir ein ganzheitlicheres und integriertes Verständnis davon vermitteln, wie Athleten und Teams ihre Handlungen in Reaktion auf die Einschränkungen und Möglichkeiten ihrer Umgebung wahrnehmen, anpassen und koordinieren.

Die Dissertation ist in drei Kernziele gegliedert, die jeweils schrittweise auf dem ökologischen Rahmen aufbauen und dessen praktischen Nutzen aufzeigen. Das erste Ziel befasst sich mit dem Individuum, indem es den Zusammenhang zwischen visueller Wahrnehmung und motorischer Kalibrierung untersucht und erforscht, wie der interne Wahrnehmungsrahmen eines Individuums dynamisch mit der äußeren Umgebung verknüpft ist. Diese Forschung verdeutlicht, dass visuelle Informationen nicht nur passive Eingaben darstellen, sondern aktiv die motorischen Aktionen eines Individuums kalibrieren und anpassen, um deren Relevanz für die Umgebung und die jeweilige Aufgabe sicherzustellen. Das zweite Ziel konzentriert sich auf die Entstehung koordinierter Verhaltensweisen im realen Fußballkontext, indem es frühere Laborergebnisse repliziert und erweitert. Es liefert Belege dafür, wie sich kollektive Aktionen in einer komplexen Mannschaftssportart selbst organisieren und anpassen. Diese Forschung unterstreicht, wie wichtig es ist, eine Sportmannschaft als vernetztes System und nicht nur als Ansammlung einzelner Spieler zu betrachten, und zeigt, dass koordinierte Wahrnehmungs- und Handlungsverhaltensweisen das Ergebnis emergenter Prozesse sind. Das dritte Ziel erweitert die Grenzen des ökologischen Rahmens, indem es psychologische und soziale Umgebungen anhand einer detaillierten Fallstudie zur psychologischen Ersten Hilfe nach einer schweren Verletzung untersucht. Diese Arbeit demonstriert die Vielseitigkeit des Rahmens, indem sie zeigt, wie die Prinzipien der ökologischen Dynamik genutzt werden können, um adaptive Bewältigungsmechanismen und soziale Unterstützungsstrukturen in Extremsituationen zu verstehen und zu fördern. Die erfolgreiche Anwendung des Rahmens in diesem Kontext liefert überzeugende Belege für sein Potenzial, die bestehende Kluft zwischen angewandter Forschung und Praxis zu überbrücken und praktische, wirksame Interventionen im realen Leben zu ermöglichen. Indem diese Arbeit das menschliche Verhalten durch eine umfassende, ökologisch fundierte Alternative zu traditionellen

Forschungsparadigmen untersucht, stellt sie einen Entwurf für zukünftige Forschung dar, die die Untersuchung realer Menschen in realen Sport- und sozialen Kontexten priorisiert. Die Ergebnisse dieser drei Ziele verdeutlichen gemeinsam die Stärke des Rahmens der ökologischen Dynamik, die komplexen Prozesse der Anpassung und Koordination sowohl auf individueller als auch auf Gruppenebene hervorzuheben und so den Weg für eine kontextreichere und praxisrelevantere Wissenschaft des menschlichen Verhaltens zu ebnen.