

Kognitive Leistungssteigerung im Fußball

Der NeuroTracker als Trainingsmittel und Diagnosetool der kognitiven Leistungsfähigkeit



Der deutsche Fußball-Nationalspieler Joshua Kimmich versucht beim WM Spiel gegen Schweden den Gegner auszuspielen.

Take-Aways

- Kognitive Fähigkeiten sind ein bedeutsames Merkmal für sportliche Spitzenleistungen.
- Elite-Fußballspieler unterscheiden sich in ihrer Wahrnehmungsfähigkeit von Amateur-Fußballspielern.
- Der NeuroTracker wird zur Schulung von kognitiven Fähigkeiten eingesetzt und umfasst vier Anforderungen (Verfolgung mehrerer Objekte, stereoskopisches 3D, weites Gesichtsfeld, Geschwindigkeitsschwellen).
- Elite-Sportler passen sich den Anforderungen des NeuroTrackers nachweislich schneller an.

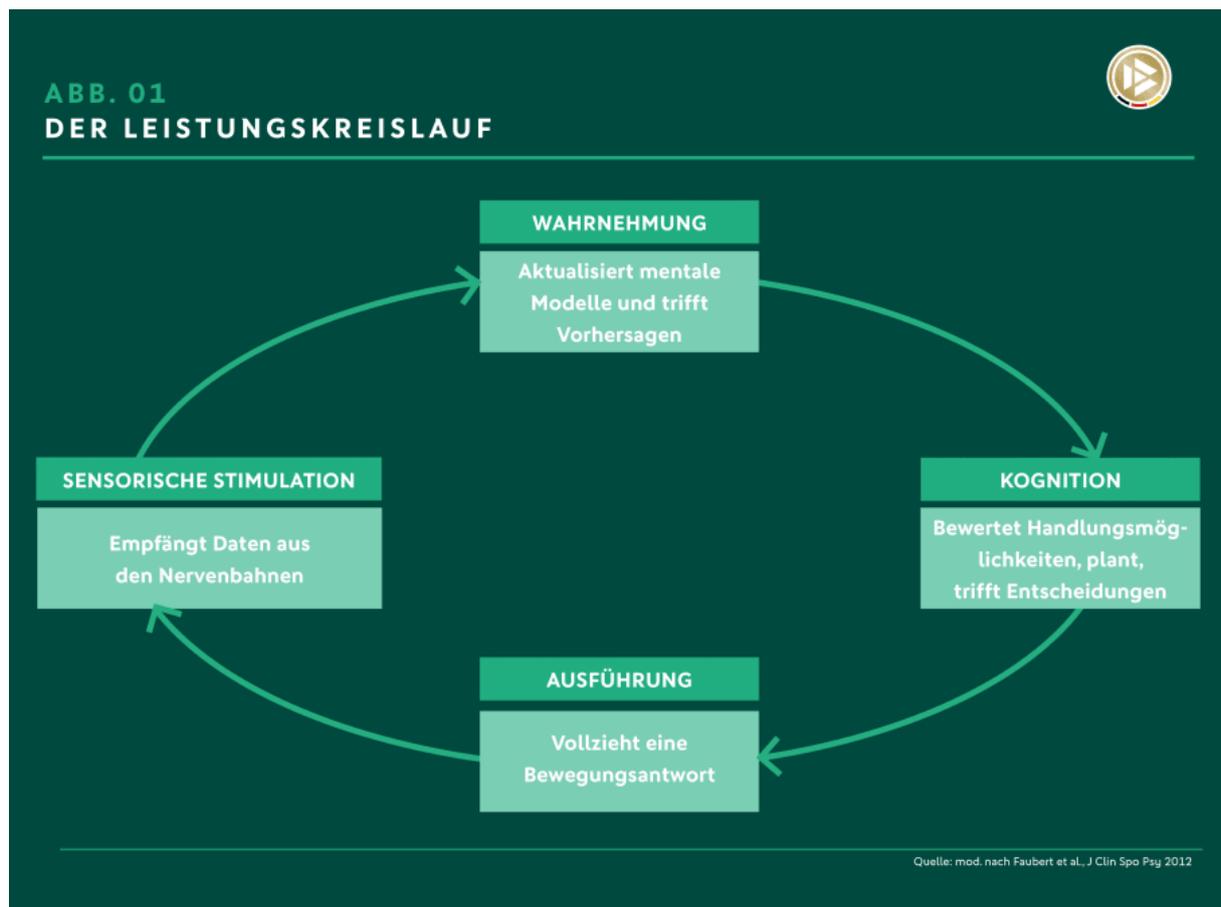
Abstract

Kognitive Fähigkeiten gehören zu den entscheidenden Erfolgsfaktoren im Fußball. Die sportpsychologische Forschung zu kognitiven Leistungsfaktoren ist jedoch noch vergleichsweise jung. Auf der Suche nach geeigneten Trainingsmitteln kann der NeuroTracker ein effektives und praktisches Tool zur Steigerung der kognitiven Leistungsfähigkeit sein. In diesem Beitrag geben Prof. Jocelyn Faubert und Lee Sidebottom von der Université de Montréal einen Überblick über die wichtigsten Prinzipien und praktischen Aspekte des NeuroTrackers und fassen wissenschaftliche Studien über die Rolle dieses neuartigen Trainingsmittels zusammen.

Die kognitive Dimension des Fußballs

Sportarten wie Fußball erfordern, dass die Spieler große Mengen an Informationen unter hohem psychischen und physischen Druck verarbeiten. Komplexe Entscheidungen müssen schnell getroffen werden, während die Spieler gezwungen sind, Ablenkungen zu unterdrücken und versuchen, das sich ständig ändernde Umfeld zu verstehen.

Jahrzehnte sportwissenschaftlicher Forschung haben gezeigt, dass kognitive Fähigkeiten ein ausschlaggebendes Merkmal für sportliche Spitzenleistung sind [1]. Das ist besonders im Teamsport der Fall. Hier trifft ein kontinuierlicher Informationszufluss und die Interaktion sich bewegender Elemente (z. B. Spieler, Ball) auf die Herausforderung, Konsequenzen von Handlungen vorherzusagen und simultan Entscheidungen zu treffen (s. Abb. 01).



Dargestellt wird der Kreislauf zwischen "Wahrnehmung", "Kognition", "Ausführung" und "sensorischer Stimulation".

Mentale Faktoren im Profifußball

Studien zufolge unterscheiden sich Elite-Fußballspieler deutlich in ihren bottom-up Wahrnehmungsfähigkeiten (Verarbeitung von wahrgenommenen Umweltreizen) und kognitiven Skills von Amateur-Fußballspielern. Zum Beispiel verwenden Elitespieler überdurchschnittliche visuelle Scan-Strategien, wenn sie die Aktionen eines Gegners auf der Grundlage ihrer Körpersprache vorhersagen [2]. Studien zeigen aber auch eine top-down-Beziehung (wissensbasiert). Höhere mentale und kognitive Prozesse, wie [exekutive Funktionen](#), haben sich als Prädiktoren für das Niveau von Elite-Fußballspielern und sogar ihre Torerfolgsleistung erwiesen [3].

Wo sind die Trainingsmethoden?

Das Forschungsfeld zu kognitiven Fähigkeiten ist noch vergleichsweise jung und somit auch relativ neu für industrielle Kooperationspartner. Tatsächlich herrscht ein Mangel an wissenschaftlichen Beweisen zur Verbesserung der sportlichen Leistungsfähigkeit durch kognitive Trainingsmethoden. Eine Studie zur systematischen Bewertung der Beweise zu perzeptuell-kognitivem Training von Spitzensportlern aus dem Jahr 2017 [4] ergab, dass nur eine Studie, unter Anwendung des NeuroTrackers, einen verlässlichen Effekt des Trainings nachweisen konnte. Hinsichtlich der wissenschaftlichen Validierung zeigt diese Studie, dass Fußballtrainern, die die geistigen Fähigkeiten ihrer Spieler verbessern wollen, nur wenige Trainingsmittel zur Verfügung stehen. Um diesen Leistungsbereich im Training erschließen zu können, sind nicht nur gute Trainingsmittel in Form neuer neurowissenschaftlicher Trainingsmethoden notwendig, sondern auch der Nachweis einer hohen methodologischen Qualität mit einer entsprechenden Transferleistung der Ergebnisse auf die tatsächliche Fußballleistung.

Der NeuroTracker - ein neues Trainingsparadigma?

Die NeuroTracker-Methode entstand aus jahrelanger neurowissenschaftlicher Forschung am [Faubert Lab](#) (Universität de Montréal). Für seine Entwicklung gab es zwei Hauptziele. Das erste bestand darin, eine Möglichkeit zu finden, die geistigen Anforderungen von "dynamischen Szenen" zu simulieren - wie sie beispielsweise beim Sport, beim Autofahren oder sogar beim Spaziergang durch ein belebtes Einkaufszentrum auftreten. Diese Szenen beinhalten komplexe, sich schnell bewegende und manchmal chaotische visuelle Stimulationen, die erhebliche kognitive Ressourcen in Anspruch nehmen. Das zweite bestand darin, diese Anforderungen so zu simulieren, dass nur die grundlegenden Eigenschaften dynamischer Szenen isoliert wurden. Das ist unerlässlich, um die Leistung zu messen und die kognitive Belastung präzise ändern zu können.

Um diese beiden Ziele zu erreichen, werden die folgenden vier Merkmale in einer einzigen Aufgabe zusammengefasst. **1. Verfolgung mehrerer Objekte**

Um mehrere Blickfänge gleichzeitig zu aktivieren und die Komplexität der Szene zu erhöhen. **2. Stereoskopisches 3D**

Zur realistischen Aktivierung visueller Funktionen höherer Ordnung im Gehirn, was eine Stimulation auf höheren Ebenen ermöglicht, als das mit nicht-stereo 2D möglich wäre. **3.**

Weites Gesichtsfeld

Zur Beanspruchung der peripheren visuellen Systeme, um größere visuelle Netzwerke im Gehirn zu stimulieren. **4. Geschwindigkeitsschwellen**

Zur Optimierung des Schwierigkeitsgrads auf das individuelle Niveau des Spielers und zur Messung der Leistung bei der Bewältigung der Aufgabe mit hoher Präzision.

Die Kombination der vier Merkmalen ergibt eine mögliche Toolbox für das Training übergeordneter kognitiver Fähigkeiten mittels einer neutralen und abstrakten Aufgabe. Gleichzeitig soll die Konzentration und die Entscheidungsfindung trainiert werden.

Wie funktioniert das?

Eine NeuroTracker-Sitzung dauert etwa 6 Minuten. Dafür setzt man eine 3D-Brille auf und führt eine Serie von 20 Mini-Tests durch. Bei jedem Test wird die Konzentration auf rote Kugeln (blinken anfangs kurz rot auf) gerichtet, die sich unter anderen Kugeln ("Ablenkern") bewegen. Dann identifiziert man die eingangs roten Kugeln per Mausklick oder durch die Eingabe von Zahlen über eine Tastatur. Wenn alle Kugeln korrekt sind, hat der nächste Test ein erhöhtes Bewegungstempo. Wenn ein Fehler gemacht wurde, wird das Programm

langsamer. Diese Geschwindigkeiten werden während der gesamten Sitzung angepasst, um sich der individuellen "Geschwindigkeitsschwelle" eines jeden Benutzers anzunähern.

- Ein praktisches Einführungsvideo kann [hier](#) angesehen werden.
- Eine interaktive Demo kann [hier](#) ausprobiert werden (2D-Version).

Was bedeutet die "Geschwindigkeitsschwelle"?

Mit jedem Versuch passt der NeuroTracker den Schwierigkeitsgrad näher an die individuelle 'Geschwindigkeitsschwelle' an. Diese Schwelle gilt als ideale Schwierigkeitszone für die Optimierung der Trainingseffekte, da sie sicherstellt, dass das Training nicht zu schwierig ist, aber dennoch eine ausreichende Herausforderung darstellt, um die Leistungsgrenzen eines jeden Sportlers kontinuierlich zu testen. Die Gesamtgeschwindigkeitsschwelle wird für jede Sitzung berechnet, basierend auf den Durchschnittsgeschwindigkeiten einer Auswahl von Eingangstests.

Was wird mit dem NeuroTracker eigentlich trainiert?

Obwohl die Aufgabe des NeuroTrackers einfach aussieht, beansprucht sie ein breites Spektrum kognitiver Fähigkeiten auf hohem Niveau, einschließlich verschiedener Formen der Aufmerksamkeit (z. B. verteilte, dynamische und selektive Aufmerksamkeit), der exekutiven Funktionen, der Verarbeitungsgeschwindigkeit und des Arbeitsgedächtnisses.

Praktische Aspekte

Normalerweise wird ein 3D-TV, ein 3D-Projektor oder ein VR-Headset verwendet, um ein weites 3D-Stereo-Sichtfeld zu erzeugen. 3D-Stereo kann aber auch auf einem normalen 2D-Display (z. B. einem Standard-Laptop oder Computer) mit der "Anaglyph-Version" des NeuroTrackers mithilfe einer optimierten Rot/Blau-Filterbrille erzeugt werden.

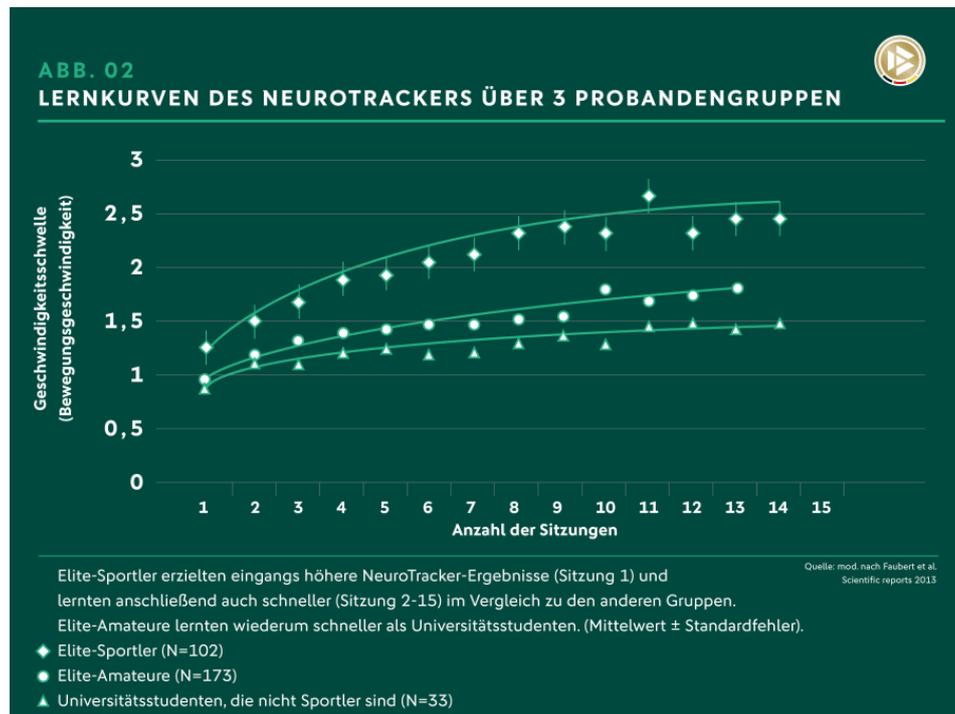
Erstellung kognitiver Profile

Es wurde festgestellt, dass erste Ergebnisse des NeuroTrackers mit der Leistung von NBA-Spielern in Zusammenhang stehen und die Spielstatistik auf dem Platz im Laufe einer Saison vorhersagen [5]. Andere Studien zeigen, dass erste Ergebnisse auch Elitesportler von Amateuren und Nicht-Sportlern unterscheiden [6, 7]. Interessanterweise scheint eine aufschlussreiche Maßzahl in den Unterschieden zwischen den Ergebnissen von einer Sitzung und der nächsten zu liegen - die NeuroTracker-Lernraten [6].

Die Elite-Lernkurve

Eine Reihe von NeuroTracker-Studien mit Sportlern und anderen Probanden zeigen, dass Personen, die mit dem NeuroTracker trainieren, ihre individuelle Geschwindigkeitsschwellen um 50 % oder mehr steigern konnten [7]. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die NeuroTracker-Aufgabe mit vernachlässigbaren technik- oder praxisbezogenen Effekten verbunden ist [7], stellen diese Gewinne einen bemerkenswert großen Zuwachs an Gehirnfunktionen dar. In einer breit angelegten Studie [6] absolvierten 102 Elite-Sportler aus Spitzenteams der NHL, EPL und European Rugby, 173 Elite-Amateure (NCAA) und 33 Universitätsstudenten (keine Sportler) 15 NeuroTracker-Sitzungen über mehrere Wochen. Obwohl die Elite-Sportler mit höheren NeuroTracker-Ergebnissen begannen, lernten sie auch

viel schneller als Elite-Amateure, die wiederum schneller lernten als die Universitätsstudenten (s. Abb 02).



Die Lerneffekte von Elite-Sportlern, Elite-Amateuren und Nicht-Sportlern (Studenten) in Bezug auf den NeuroTracker sind mithilfe einer Lernkurve aufgezeigt. Die Elite-Sportler starteten mit einem höheren Wert und lernten auch schneller.

Die Daten zeigen, dass professionelle Sportler Gehirne haben, die sich den Anforderungen des NeuroTrackers mit höherer Geschwindigkeit anpassen. Die NeuroTracker-Lernkurve deutet darauf hin, dass die Neuroplastizität (= Fähigkeit von Synapsen & Nervenzellen zur Veränderung/Anpassung/Regeneration) des Gehirns bei Elite-Sportlern erhöht sein könnte.

1. Expertenwissen: Übertragung auf kognitive Funktionen höherer Ebenen

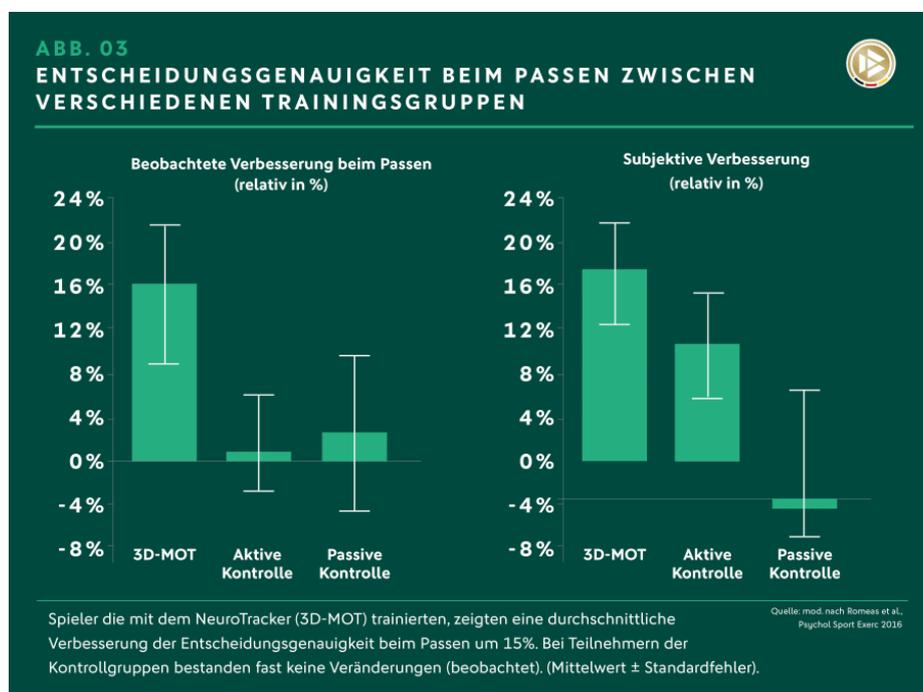
Um die Übertragung auf kognitive Kernfunktionen zu beurteilen, wurden Universitätsstudenten in 30 NeuroTracker-Sitzungen trainiert und sie absolvierten vor und nach dem Training eine Reihe neuropsychologischer Tests [8]. Die Veränderungen der Hirnaktivität wurden durch detaillierte qEEG-Bewertungen ebenfalls untersucht. Nach dem NeuroTracker-Training zeigten die Tests signifikante Verbesserungen bei den standardisierten Messergebnissen der exekutiven Funktion, des Arbeitsgedächtnisses, der Verarbeitungsgeschwindigkeit und verschiedener Arten von Aufmerksamkeit. Einige Komponenten dieser Tests zeigten auch Verbesserungen in der Kontrollgruppe aufgrund von Re-Test-Effekten. Die qEEG-Ergebnisse zeigten jedoch, dass das NeuroTracker-Training die Frequenzen der Gehirnwellen in vielen Regionen des Gehirns (einschließlich der Frontallappen) positiv erhöhte, jedoch nur für die aktive Gruppe und nicht für die Kontrollgruppe. Diese anhaltenden Effekte stehen mit verbesserter Wachsamkeit und geistiger Konzentration sowie einer erhöhten Neuroplastizität, vergleichbar mit der Einnahme von Neuropharmazeutika wie Ritalin, in Zusammenhang [8].

Die Ergebnisse bestätigen, dass eine Schaufgabe die nicht-visuellen kognitiven Funktionen verbessern kann, auch in Gehirnregionen, die mit

Entscheidungsfähigkeiten zu tun haben. Eine Studie mit kanadischen Soldaten [9] zeigte, dass mit einem Trainingsprogramm über zehn Sitzungen ein signifikanter Transfer in das Arbeitsgedächtnis erreicht wurde. Eine weitere Studie mit olympischen Sportlern dreier verschiedener Sportarten untersuchte, ob das NeuroTracker-Training auf optometrische Tests zur Sehfunktion übertragen werden kann. Man fand eine Verbesserung der Tiefenwahrnehmung, des peripheren Sehens und der Sehschärfe [10], sowie Verbesserungen bei der Konzentration.

Übertragung auf die Leistung im Fußball

Fußballspieler auf College-Niveau wurden in 30 NeuroTracker-Sitzungen über fünf Wochen trainiert [11]. Die Leistung bei der Entscheidungsfindung jedes Spielers beim Passen wurde von den Trainern mittels Videoanalyse in einer Reihe von Wettkampfspielen analysiert. Eine aktive Gruppe (NeuroTracker-Training), eine Placebo-Gruppe (3D-Wiedergabe von Fußballvideos) und eine passive Kontrollgruppe (kein Training) wurden in die Studie einbezogen. Den Trainern war unbekannt, welche Fußballspieler in welche Gruppe zugeordnet wurden. Die Spieler führten auch subjektive Selbsteinschätzungen zu ihren Fähigkeiten bei der Entscheidungsfindung beim Passen durch. Nach dem Training zeigten die Kontrollgruppen fast keine Veränderungen auf dem Feld (s. Abb 03). Im Gegensatz dazu hat die Gruppe, die mit dem NeuroTracker (3D-MOT) trainierte, eine Verbesserung ihrer Entscheidungsgenauigkeit beim Passen um 15 % - eine Steigerung von 56,4 % auf 71,8 %. Diese basierte auf durchschnittlich 15 Pässen, die jeder Spieler sowohl vor als auch nach den Bewertungen vollzog. Typischerweise stellte das eine Veränderung von 8 von 15 richtigen Passentscheidungen auf 10,8 von 15 dar. Diese Veränderung könnte auch als signifikante Verringerung von Entscheidungsfehlern oder suboptimalen Entscheidungen beim Passen interpretiert werden.



Es sind zwei Grafiken zu sehen, die zeigen, dass Spieler, die mit dem Neurotracker trainierten eine durchschnittliche Verbesserung der Entscheidungsgenauigkeit beim Passen um 15% erzielten.

Interessanterweise stimmen die Selbsteinschätzungen der Spieler mit den objektiven Trainerbewertungen weitgehend überein. Diese Studie hat erstmals gezeigt, dass perzeptuell-kognitives Training auf messbare Leistungssteigerungen auf dem Sportplatz übertragen werden kann. Allerdings ist weitere Forschung notwendig, da die Genauigkeit der Spieler subjektiv bewertet wurde. Die zukünftige Forschung muss eine objektivere Messmethode definieren und als solche anwenden. Bei der Diskussion der Forschung auf einem Neuronfire-Podcast betonte der renommierte Neurowissenschaftler Dr. David Bach die Bedeutung der Ergebnisse: "*...(der NeuroTracker) kann Spitzensportler befördern, ihr Gehirn bezüglich der Neuroplastizität zu trainieren... und das führt zu einer fünfzehn-prozentigen Verbesserung der Pässeffizienz. Im Profisport, wo ein Vorsprung von 2 % oder 3 % heute eine Entscheidung herbeiführen kann, ist das ein außergewöhnliches Ergebnis... man kann sogar die besten visuellen Gehirne der Welt trainieren, damit sie noch besser werden, und das führt direkt zu einer Leistungssteigerung*".

Zukünftige Forschungsarbeiten

Diese Studie bewertete auch die Dribbel- und Schussfähigkeiten, ohne dass signifikante Veränderungen festgestellt wurden. Die geringe Anzahl der aufgezeichneten Dribblings und Schüsse machte die Auswertung jedoch unschlussig [11]. Eine Studie, die die Dribbel- und Schussfähigkeiten über mehrere Spielzeiten hinweg untersuchen würde, wäre eine nützliche Nachuntersuchung. Betrachtet man die Transfermöglichkeiten allgemeiner, ist es denkbar, dass kommende NeuroTracker-Studien den Transfer in andere Bereiche der sportlichen Leistungsfähigkeit zeigen könnten. Zum Beispiel wurde in nicht-sportlichen Populationen gesehen, wie sich Trainingseffekte auf Fortschritte in der biologischen Bewegungswahrnehmung übertragen [12] - die Fähigkeit, Verhaltensweisen basierend auf menschlichen Bewegungshinweisen zu lesen und vorherzusagen.

Autoren des Textes sind Prof. Jocelyn Faubert und Lee Sidebottom von der Université de Montréal. Die Inhalte basieren auf der Originalstudie "Perceptual-cognitive training of athletes", die 2012 im "Journal of Clinical Sport Psychology" veröffentlicht wurde.