

Karen Zentgraf · Jörn Munzert (Hrsg.)

Kognitives Training im Sport

SPORTPSYCHOLOGIE



HOGREFE



Kognitives Training im Sport

Sportpsychologie

Band 8

Kognitives Training im Sport

herausgegeben von Prof. Dr. Karen Zentgraf
und Prof. Dr. Jörn Munzert

Herausgeber der Reihe:

Prof. Dr. Bernd Strauß, Prof. Dr. Wolfgang Schlicht,
Prof. Dr. Jörn Munzert, Prof. Dr. Reinhard Fuchs

Kognitives Training im Sport

herausgegeben von
Karen Zentgraf und Jörn Munzert

HOGREFE



GÖTTINGEN · BERN · WIEN · PARIS · OXFORD · PRAG
TORONTO · BOSTON · AMSTERDAM · KOPENHAGEN
STOCKHOLM · FLORENZ · HELSINKI

Prof. Dr. Karen Zentgraf, geb. 1972. 1991-1992 Studium der Biologie an der Indiana University, USA. 1992-1999 Studium der Medizin, Universität Tübingen. 1994-1999 Studium der Sportwissenschaft, Universität Tübingen. 1999-2001 Mitarbeiterin am Institut für Sportwissenschaft in Tübingen. 2001-2009 Lehrkraft für besondere Aufgaben und akademische Rätin am Institut für Sportwissenschaft, Universität Gießen. 2006 Promotion. 2009-2011 Dozentin für Trainingswissenschaft und Sportbiologie am Institut für Sportwissenschaft, Universität Bern. Seit 2011 Professorin für Leistung und Training im Sport, Universität Münster. Forschungsschwerpunkte: Aufmerksamkeit beim motorischen Lernen, neuronale Korrelate der Bewegungsbeobachtung und -vorstellung, Wahrnehmungs-Handlungs-Kopplung, Zusammenhang von Bewegung und Kognition, Kraft- und Hypertrophietraining.

Prof. Dr. Jörn Munzert, geb. 1958. 1978-1983 Studium der Psychologie an der FU und TU Berlin. 1984-1989 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Humanwissenschaft in Arbeit und Ausbildung der TU Berlin. 1988 Promotion. 1989-1995 Wissenschaftlicher Assistent am Institut für Psychologie der Deutschen Sporthochschule Köln. 1995 Habilitation. 1995-1996 Lehrstuhlvertretung an der Universität Bielefeld für den Arbeitsbereich „Bewegung und Motorik“. Seit 1997 Professur für Sportpsychologie und Bewegungswissenschaft an der Justus-Liebig-Universität Gießen. Forschungsschwerpunkte: Motorikforschung, Kognition und Bewegung.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

© 2014 Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG
Göttingen · Bern · Wien · Paris · Oxford · Prag · Toronto · Boston
Amsterdam · Kopenhagen · Stockholm · Florenz · Helsinki
Merkelstraße 3, 37085 Göttingen

<http://www.hogrefe.de>

Aktuelle Informationen · Weitere Titel zum Thema · Ergänzende Materialien

Copyright-Hinweis:

Das E-Book einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar.

Der Nutzer verpflichtet sich, die Urheberrechte anzuerkennen und einzuhalten.

Umschlagabbildung: © Getty Images, München
Format: PDF

ISBN 978-3-8409-2440-8

Nutzungsbedingungen:

Der Erwerber erhält ein einfaches und nicht übertragbares Nutzungsrecht, das ihn zum privaten Gebrauch des E-Books und all der dazugehörigen Dateien berechtigt.

Der Inhalt dieses E-Books darf von dem Kunden vorbehaltlich abweichender zwingender gesetzlicher Regeln weder inhaltlich noch redaktionell verändert werden. Insbesondere darf er Urheberrechtsvermerke, Markenzeichen, digitale Wasserzeichen und andere Rechtsvorbehalte im abgerufenen Inhalt nicht entfernen.

Der Nutzer ist nicht berechtigt, das E-Book – auch nicht auszugsweise – anderen Personen zugänglich zu machen, insbesondere es weiterzuleiten, zu verleihen oder zu vermieten.

Das entgeltliche oder unentgeltliche Einstellen des E-Books ins Internet oder in andere Netzwerke, der Weiterverkauf und/oder jede Art der Nutzung zu kommerziellen Zwecken sind nicht zulässig.

Das Anfertigen von Vervielfältigungen, das Ausdrucken oder Speichern auf anderen Wiedergabegeräten ist nur für den persönlichen Gebrauch gestattet. Dritten darf dadurch kein Zugang ermöglicht werden.

Die Übernahme des gesamten E-Books in eine eigene Print- und/oder Online-Publikation ist nicht gestattet. Die Inhalte des E-Books dürfen nur zu privaten Zwecken und nur auszugsweise kopiert werden.

Diese Bestimmungen gelten gegebenenfalls auch für zum E-Book gehörende Audiodateien.

Anmerkung:

Sofern der Printausgabe eine CD-ROM beigelegt ist, sind die Materialien/Arbeitsblätter, die sich darauf befinden, bereits Bestandteil dieses E-Books.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	7
Bewegungsvorstellungstraining im Sport <i>Jörn Munzert, Mathias Reiser & Karen Zentgraf</i>	9
Training des Zusammenspiels in Sportspielen <i>Frank Hänsel & Sören D. Baumgärtner</i>	37
Training kognitiver Anteile des Gruppenhandelns im Sport <i>Roland Seiler</i>	63
Training von Routinen im Sport <i>Matthias Weigelt & Yvonne Steggemann</i>	91
Training der Aufmerksamkeitsausrichtung und -lenkung im Sportspiel <i>Daniel Memmert</i>	117
Antizipationstraining im Sport <i>Florian Löffing, Rouwen Cañal-Bruland & Norbert Hagemann</i>	137
Training der Augenbewegungen im Sport <i>Rebecca Rienhoff & Bernd Strauß</i>	162
Entscheidungstraining im Sport <i>Markus Raab</i>	192
Training von Schiedsrichterentscheidungen <i>Geoffrey Schweizer, Henning Plessner & Ralf Brand</i>	213
Training bei aufgabenspezifischen Bewegungsstörungen im Sport <i>Christian Marquardt & Joachim Hermsdörfer</i>	235
Die Autorinnen und Autoren des Bandes.....	260

Vorwort

Wenn komplexe Leistungen im Anwendungsfeld Sport und Bewegung optimiert und häufig systematisch gesteigert werden sollen, so beziehen sich die Trainings- und Interventionsprozesse meist auf motorische Fähigkeitsbereiche wie z. B. Kraft- und Ausdauerleistungen oder das Erlernen, Variieren oder Anwenden sportartspezifischer Techniken. Bei sportlichen Leistungen sind kognitive Prozesse nicht nur ein limitierender Faktor, sondern sie werden im modernen Training gezielt mit einbezogen und explizit genutzt, um Leistungssteigerungen zu ermöglichen. In vielen Bereichen hat sich in den letzten drei Jahrzehnten zudem psychologisches Training etabliert. Hier werden im weitesten Sinne mentale Fertigkeiten geübt, von der Emotionsregulation im Wettkampf, über Entspannungsverfahren bis hin zu Selbstwirksamkeitstrainings. Zum psychologischen Training, im Sport häufig auch mentales Training genannt, liegen zahlreiche, vornehmlich praxisorientierte Werke vor. Es fehlen allerdings für den deutschsprachigen Raum Lehrbücher, die den aktuellen internationalen Forschungsstand abbilden, die theoretisch-grundlagenwissenschaftliche und anwendungsorientierte Forschung zu integrieren versuchen und die zudem spezifisch auf die kognitiv handlungsleitenden Anteile sportlicher Leistungen fokussieren. Mit diesem Buch soll diese Lücke geschlossen werden. In jedem einzelnen Beitrag ist das Ziel, integrierend zwischen Theorie und Praxis zu wirken und den aktuellen Stand der Forschung kritisch zu würdigen. Dabei wird speziell eingegangen auf die kognitiven Anteile von komplexen Leistungen, wie Entscheidungen, Antizipationen oder Aufmerksamkeitsprozesse, die in und durch physische und psychische Trainingsprozesse gezielt anvisiert und nachhaltig verändert werden sollen.

Den Herausgebern ist dabei durchaus bewusst, dass Kognition sich auf ein breites Spektrum an Prozessen auf verschiedenen Verarbeitungsebenen bezieht. Daher wurde bei der Auswahl der Beitragsthemen Wert darauf gelegt, dieser Heterogenität des Kognitionsbegriffs Rechnung zu tragen. Am Anfang des Buches sind Beiträge zu finden, die stärker übergreifende, sich aus mehreren kognitiven Prozessen konstituierende „Makrokognitionen“ in den Blickwinkel nehmen (z. B. Förderung des Zusammenspiels, Bewegungsvorstellungstrainings etc.). Im Weiteren finden sich Beiträge, die deutlicher einen spezifischen kognitiven Prozess (Aufmerksamkeit, Antizipieren, Entscheiden etc.) aufgreifen. Dies wird abgerundet durch Beiträge, die bestimmte Personengruppen (Schiedsrichter, Personen mit Funktionsstörungen) im Hinblick auf kognitive Anteile ihrer Handlungen und entsprechende relevante Trainingsverfahren beleuchten.

Dieses Buch, als Band 8 der Reihe Sportpsychologie, hat zahlreiche Unterstützer und Mitstreiterinnen und Mitstreiter gefunden. Großer Dank gilt Herrn Dr. Vogtmeier, Frau Rothauge, Herrn Reins und Frau Schwanke vom Hogrefe-Verlag und den Reihenherausgebern Prof. W. Schlicht, Prof. R. Fuchs und Prof. B. Strauß.

Alle Beiträge dieses Buches haben einen ausführlichen Begutachtungsprozess durchlaufen, an dem Gutachterinnen und Gutachter, Studierende und Hilfskräfte tatkräftig beteiligt waren. Vor diesem Hintergrund sei an dieser Stelle sehr herzlich Prof. M. Raab, Prof. B. Strauß, Prof. M. Tietjens, Prof. D. Memmert, Prof. M. Weigelt, Prof. N. Hagemann, Prof. R. Brand, Dr. F. Löffing, Dr. G. Schweizer, H. Heppel, J. Wagener, H. von Lehmden und M. Wisniewski (für seine „Liebe zum Detail“ und sein Durchhalten bis zum Schluss) gedankt. Allen beteiligten Autorinnen und Autoren ergeht selbstverständlich der größte Dank: ohne ihre Beiträge hätten alle oben Erwähnten keine Aufgabe gehabt.

Wir wünschen spannende Lektüre.

Die Herausgeber

Karen Zentgraf und Jörn Munzert, Münster und Gießen, April 2013

Bewegungsvorstellungstraining im Sport

Jörn Munzert, Mathias Reiser & Karen Zentgraf

Viele erfolgreiche Athletinnen und Athleten berichten, dass sie die spezifischen Fertigkeiten, die sie zum Ausüben ihrer Sportart benötigen (z. B. die Freiwurfbewegung beim Basketball) und deren Effekte (das Treffen des Korbes), neben dem physischen Training auch gedanklich nachvollziehen. Diese mentale Übung findet sowohl im Training wie auch zur Vorbereitung des Wettkampfes statt. Während der Vorstellung wird die Bewegung nicht ausgeführt, sie wird allerdings intern „simuliert“: Propriozeptive, taktile und/oder visuelle Informationen, die typischerweise bei der Bewegungsausführung auftreten, werden imaginiert, auch wenn keine physische Stimulation vorliegt. Der Schwimmer Michael Phelps benutzt Bewegungsvorstellungen, um das *Wasser zu fühlen*. Der Golfer Tiger Woods meint „You have to see the shots and feel them through your hands“ und stellt sich aus der Innenperspektive seinen nächsten (perfekten) Schlag vor, um diesen dann direkt im Anschluss auszuführen. Andere Sportlerinnen und Sportler trainieren bei Krankheit oder Verletzungen mental, da physisches Training nicht möglich ist. Ihr Ziel ist es, das Leistungsniveau ihrer Fertigkeiten auch ohne körperliches Training aufrechtzuerhalten.

Dieses Kapitel will einen Beitrag zur Klärung folgender Fragestellungen leisten: Was wird unter Bewegungsvorstellungen verstanden, welche Erklärungsansätze zur Wirkungsweise wurden erarbeitet, welche Untersuchungsansätze werden in der Forschung verwendet, welche empirische Befundlage zur Verhaltenswirksamkeit eines Bewegungsvorstellungstrainings (BVT) im Sport liegt derzeit vor und was konkret sollte bei der Implementierung von BVT beachtet werden? Im folgenden Abschnitt wird erläutert, warum dem Begriff des „Bewegungsvorstellungstrainings“ der Vorzug vor dem des „mentalen Trainings“ gegeben wird. Auch wenn die Begriffe nicht völlig trennscharf abgegrenzt werden können, möchten wir mit der gewählten Begrifflichkeit deutlich machen, dass es in diesem Kapitel schwerpunktmäßig um kognitiv-motorische Aspekte der systematischen Anwendung von Bewegungsvorstellungen im Training geht.

1 Grundlagen der Bewegungsvorstellung und des Bewegungsvorstellungstrainings im Sport

Mentales Training gilt als eine der zentralen Methoden zur Optimierung der Leistung im Leistungssport (Mayer & Hermann, 2009; Stoll, Pfeffer & Alfermann, 2010; Weinberg & Gould, 2010). In neuerer Zeit zeigt sich allerdings auch ein verstärktes Interesse, mentales Training bei der Rehabilitation neurologisch bedingter motorischer Störungen anzuwenden (Zentgraf, Lorey, Reiser & Munzert, 2009; Zentgraf, Naumann & Lorey, 2011). Im Verlaufe der Zeit hat der Begriff des mentalen Trainings einen Bedeutungswandel durchgemacht. War er vor allem im deutschsprachi-

gen Raum zu Beginn vornehmlich auf die Optimierung motorischer Lernprozesse bezogen (Ulich, 1967; Volpert, 1983), wurde er im Weiteren auf vielfältige Aspekte der Leistungssteigerung angewandt (Weinberg & Gould, 2010). Wir werden im Folgenden zur Kennzeichnung der eigenen Position von Bewegungsvorstellungstraining (BVT) sprechen und auf Lernprozesse im kognitiv-motorischen Bereich fokussieren. BVT wird in unterschiedlichen Situationen eingesetzt. Klassischerweise fokussiert es auf Trainingsprozesse im Sport und bei der motorischen Rehabilitation von Patienten. Werden Bewegungsvorstellungen in der unmittelbaren Wettkampfvorbereitung eingesetzt, geht es in der Regel um die Stärkung von Motivationsprozessen und des Selbstvertrauens, sowie um die Optimierung des Abrufs von Handlungsrouninen. Der systematische Einsatz von Bewegungsvorstellungen kann also motivationale Effekte initiieren, allerdings werden diese in diesem Beitrag nicht zentral thematisiert.

Im deutschsprachigen und im internationalen Bereich werden viele der hier besprochenen Prozesse als „mentales Training“, „Mental Imagery“ oder „Mental Practice“ bezeichnet. In klassischen Arbeiten (Ulich, 1967; Volpert, 1983) war damit mehr oder minder das von uns jetzt vorgeschlagene Konzept des BVT gemeint. Inzwischen hat der Begriff des mentalen Trainings eine Erweiterung erfahren. Wir wollen mit der Verwendung des Konzepts des BVT unsere Wurzeln in den „klassischen“ Arbeiten deutlich machen und uns darauf in diesem Kapitel konzentrieren.

1.1 Konzepte zu Motor Imagery und Bewegungsvorstellungstraining

BVT basiert auf dem systematischen Hervorrufen von Bewegungsvorstellungen im Spezifischen und von Vorstellungen im Allgemeinen. In der Kognitionspsychologie versteht man unter Vorstellungen allgemein wahrnehmungsartige Prozesse einer Person, die nicht auf externe Wahrnehmungsstimuli zurückgeführt werden können (Annett, 1995). Wahrnehmungsartige Prozesse werden intern generiert, d. h. es wird auf Gedächtnisrepräsentationen zurückgegriffen. Man kann dabei explizites und implizites Hervorrufen von Bewegungsvorstellungen unterscheiden. BVT basiert auf expliziten Vorstellungsprozessen. Ein Tennisspieler wird z. B. vom Trainer aufgefordert, sich seinen Tennisaufschlag vorzustellen. Dies kann auch vom Spieler selbst motiviert sein, z. B. nach einem fehlerhaften Aufschlag. Es besteht jeweils die Intention, eine Vorstellung zu bilden. Davon zu unterscheiden sind implizite Vorstellungsprozesse, bei denen Aufgaben mit Hilfe von Vorstellungen gelöst werden, ohne dass hierzu eine spezifische Instruktion vorliegt (Beispiel: Erinnern an den Ort eines verlegten Gegenstandes).

Vorstellungen bilden zwar im Erleben einen ganzheitlichen Prozess. Allerdings haben bereits frühe Arbeiten im Bereich der visuellen Neuropsychologie deutlich gemacht, dass der Vorstellungsprozess aus Teilprozessen besteht und somit dekomponierbar ist. Wesentliche Impulse sind dabei von Martha Farah (1984) ausgegangen. Sie unterscheidet Prozesse der Generierung, der Aufrechterhaltung, der Manipulation und der Inspektion von Vorstellungen. Da Vorstellungen nicht durch einen Wahrnehmungsinput entstehen, sondern intern generiert werden, müssen sie auf Gedächtnisrepräsentationen beruhen. In Farahs Modell (siehe Abbildung 1) ist dies dadurch repräsentiert, dass die Generierung von Vorstellungen erfordert, dass

Informationen aus dem Langzeitgedächtnis in das Arbeitsgedächtnis übermittelt werden. Dort rufen sie die „wahrnehmungsartigen Erscheinungen“ hervor. Dies beinhaltet auch, dass der subjektive Eindruck einer Vorstellung einige Zeit aufrechterhalten werden muss. Die Vorstellungen können auch transformiert werden (man kann sich z. B. in der Vorstellung auf bestimmte Details konzentrieren, sie vergrößern, verstärken oder ausblenden). Die Person kann dann die Vorstellungen introspektiv betrachten, darüber berichten oder Vergleiche mit aktuellen Wahrnehmungsprozessen anstellen.

In der Trainer-Athlet-Kommunikation stehen die Instruktion zur Bewegungsvorstellung („Stelle Dir die Ausholbewegung beim Tennisaufschlag vor und konzentriere Dich dabei auf die Dynamik des Armdurchzugs“) und der verbale Report des Athleten, was er oder sie beim Vorstellen der Aufschlagbewegung spürt, im Mittelpunkt. Die anderen Teilprozesse des Modells sind nicht beobachtbar. Auch die Verbalisierung der Vorstellungen ist limitiert. Beispielsweise ist das Bewegungsgefühl beim Vorstellen des Tennisaufschlags u. U. sehr differenziert, lässt sich aber vielleicht sprachlich nicht präzise ausdrücken. Die Verbalisierung von Bewegungsvorstellungen stellt aber keine prinzipielle Grenze dar, sondern kann ggf. erlernt werden.

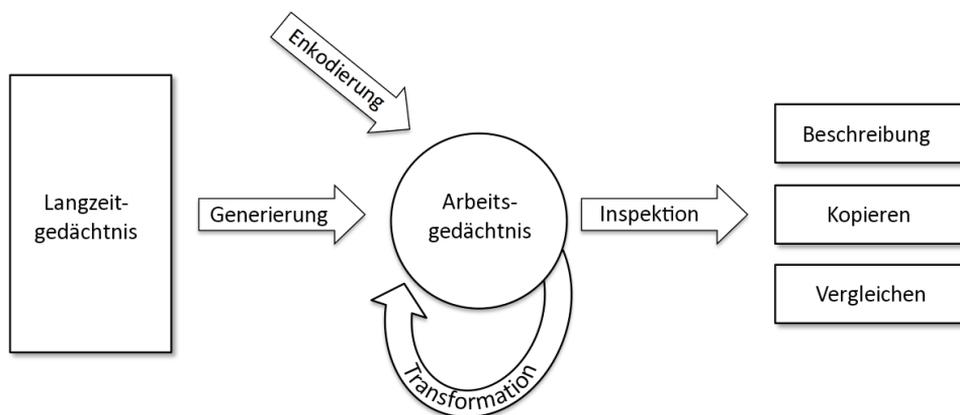


Abbildung 1: Modell von Teilprozessen einer Vorstellung (adaptiert n. Farah, 1984). Sensorische Informationen werden aus dem Langzeitgedächtnis in das Arbeitsgedächtnis gebracht, wo sie die Vorstellungen hervorrufen. Diese können dann verbal berichtet, kopiert und mit anderen Sinnesindrücken verglichen werden.

Farahs Modell bezieht sich auf visuelle Vorstellungsprozesse und beinhaltet Bewegungsvorstellungen nur indirekt. Bewegungsvorstellungen sind vor allem dadurch definiert, dass sie eine dynamische Repräsentation einer Person beinhalten. Bewegungsvorstellungen sind jedoch nicht auf diesen Aspekt beschränkt, sondern beinhalten in unterschiedlicher Form auch Umweltaspekte. Munzert, Dültgen und Möllmann (2000) haben in einer Studie mit 102 Badmintonspielern gezeigt, dass die Vorstellung von Techniken und Spielabfolgen in unterschiedlichem Ausmaß z. B. den Schläger, den Ballflug, das Netz oder das (gegnerische) Feld beinhalten. In den meisten Sport-

arten erscheint dieser Zusammenhang trivial, weil Bälle gespielt, Sportgeräte benutzt oder Gegnerreaktionen für die eigene Aktion berücksichtigt werden müssen. Grundsätzlich können Bewegungsvorstellungen von solchen Umweltaforderungen abstrahieren. Inwieweit das funktional ist, hängt von den Bedingungen der Sportart und den Zielstellungen des BVT ab. Beim mentalen Üben einer Turnkür kann der Fokus nahezu vollständig auf der Form der Bewegung liegen. Aber auch dabei kann die Interaktion mit dem Sportgerät (der Reckstange, dem Balken oder der räumlichen Orientierung bei der Bodenkür) nicht völlig ausgeblendet werden.

Vorstellungen allgemein, und damit auch Bewegungsvorstellungen, können Aspekte aller Sinnesmodalitäten beinhalten. Es ist naheliegend, dass bei Bewegungsvorstellungen die visuelle und die kinästhetische Vorstellungsmodalität im Mittelpunkt des Interesses stehen. In einigen Sportarten spielen auch fertigkeitsspezifische Geräusche und damit die akustische Vorstellung eine nicht unbedeutende Rolle: z. B. Geräusche beim Eintauchen der Ruderblätter, beim Kantengriff der Skier auf harter Piste oder bei rhythmischen Bewegungen in Tanz und Gymnastik. Instruktionen zur Bewegungsvorstellung können auf eine spezifische Sinnesmodalität fokussieren. Das bedeutet jedoch nicht, dass die Bewegungsvorstellung nur diese Modalität abbildet. Eher scheint es so zu sein, dass Bewegungsvorstellungen im Allgemeinen mehrere Sinnesmodalitäten berücksichtigen (Munzert et al., 2000).

Eng verbunden mit der Frage, wie verschiedene Inhalte und insbesondere spezifische Sinnesmodalitäten in der Bewegungsvorstellung integriert sind, ist die Unterscheidung zwischen *Mental Imagery* und *Motor Imagery*. *Mental Imagery* wird meist mit einer externen visuellen Vorstellungsperspektive verbunden (Jeannerod, 1997, S. 95; allgemein: Mahoney & Avenier, 1977). Das bedeutet z. B., dass eine Golfspielerin eine visuelle Vorstellung bildet, wie ihr Putt durch einen externen Beobachter wahrgenommen würde. Im Gegensatz dazu bezieht sich *Motor Imagery* auf eine interne Perspektive und fokussiert darauf, dass man selber der Akteur in der Bewegungsvorstellung ist. Dies beinhaltet den Gefühlseindruck, dass der eigene Körper die Kräfte erzeugt, die für die Bewegung notwendig sind (Jeannerod, 1997) und betont die Bedeutung kinästhetischer Vorstellungen. Hier würde sich die Vorstellung z. B. auf die Griffkraft beim Putt beziehen. Die interne Simulation der Bewegungen bei motor imagery basiert auf der Aktivierung motorischer Repräsentationen und impliziert u. a. die neuronale Aktivierung des primären motorischen Kortex bei dieser Form der Bewegungsvorstellung (Lotze & Zentgraf, 2010; Munzert, Lorey & Zentgraf, 2009; Munzert & Zentgraf, 2009).

BVT zielt auf die Optimierung der individuellen und/oder kollektiven Leistung. Ganz gleich ob von Anfängern, Fortgeschrittenen oder Top-Athleten in einer Sportart, ob von Patienten, von Akteuren im Arbeitsleben oder von Musikern angewandt: Leistungsverbesserungen erfolgen über die Optimierung psychischer Prozesse, die den Leistungen zugrunde liegen. BVT fokussiert dabei auf kognitive wie auch auf motorische *Lernprozesse*. Darüber hinaus werden aber auch Prozesse der *Regulation der autonomen Erregung und des Angstabbbaus*, des *Aufbaus von Selbstwirksamkeit und Selbstsicherheit* und allgemein der *Motivation* angezielt. Die unterschiedlichen Optimierungsbereiche schließen einander nicht von vornherein aus. Ein BVT, das primär auf die Optimierung motorischer Prozesse ausgerichtet ist, kann daneben auch zu einer Stärkung der Motivation und der Selbstwirksamkeit führen.

1.2 Warum kann Bewegungsvorstellungstraining wirken? Aktuelle Theorien zur Wirkungsweise

Seit Leistungsfortschritte infolge von BVT beobachtet und systematisch untersucht werden, wurden auch eine Reihe von Hypothesen und Theorien formuliert, um entsprechende Effekte zu erklären. Frühe „neuromuskuläre Theorien“ (Carpenter, 1894) des BVT nehmen dabei Bezug zum ideomotorischen Prinzip. Dieses besagt, dass bereits die Vorstellung einer Bewegung zu einer entsprechenden – wenngleich gegenüber einer physischen Ausführung auch deutlich geringeren – Aktivierung der betroffenen Muskulatur führt. Kleine Mitbewegungen, wie man sie häufig bei Trainerinnen und Trainern beobachten kann, die aufmerksam und emotional involviert die Bewegungen ihrer Schützlinge verfolgen, verweisen auf die enge Verbindung von Wahrnehmung, Vorstellung und Bewegung.

Tatsächlich konnten bereits vor über 80 Jahren unterschwellige muskuläre Aktivierungen bei der Imagination von Bewegungen im Elektromyogramm beobachtet werden (Jacobson, 1931). Allerdings können solche peripheren Begleiterscheinungen von Bewegungsvorstellungen nicht als ursächlich für Leistungsverbesserungen durch BVT gelten. So gehen neuromuskuläre Theorien zum mentalen Training davon aus, dass diese unterschweligen Muskelaktivierungen zu ähnlichen sensorischen Rückinformationen führen wie sie auch bei tatsächlicher Ausführung auftreten und daher in gleicher Weise genutzt werden, um die motorische Programmierung weiter zu optimieren. Da sich jedoch die Rückinformationen bei physischer und mentaler Ausführung u. a. hinsichtlich der zu erfassenden Längen- und Spannungsänderungen der Muskulatur gravierend unterscheiden, erscheint dieser Wirkmechanismus wenig plausibel. Gegen neuromuskuläre Erklärungsansätze sprechen zudem große Vorstellungseffekte in Studien, bei denen sichergestellt wurde, dass während der mentalen Übung keine muskuläre Aktivität auftrat (z. B. Yue & Cole, 1992).

Neuere Theorien zur Wirkungsweise von BVT lassen sich in zwei Kategorien einteilen, die Heuer (1985) vorgeschlagen hat. Zum einen finden sich Theorien, die kognitive Wirkmechanismen hervorheben und zum anderen solche, die postulieren, dass durch BVT im engeren Sinne motorische Prozesse initiiert werden. Es soll an dieser Stelle festgehalten werden, dass beide Erklärungsansätze zwar historisch als Alternativen diskutiert wurden, dass sie sich aber grundsätzlich nicht gegenseitig ausschließen müssen.

Kognitive Erklärungstheorien postulieren, dass das mentale Üben den Aufbau und die Ausdifferenzierung einer zentralen Bewegungsrepräsentation unterstützt. Sie beziehen sich auf kognitiv zugängliche Anteile von Bewegungsaufgaben. Kognitive Repräsentationen können raum-zeitliche Merkmale einer Bewegung sowie begriffliche Kodierungen von Knotenpunkten einer Bewegungsfertigkeit beinhalten. Diese Repräsentationen können – und darüber wird die Wirkung von BVT durch kognitive Theorien erklärt – durch wiederholte, vor allem visuelle Bewegungsvorstellungen gestärkt werden. Allerdings ist zu bedenken, dass eine im Verlauf eines BVT gestärkte kognitive Repräsentation nur dann die Bewegungsausführung verbessert, wenn das für die Ausführung letztlich erforderliche Innervationsmuster auch direkt umgesetzt werden kann. Hierzu müssen jedoch relevante Regelmäßigkeiten zwischen der kognitiven und der motorischen Repräsentationsebene bekannt sein (Heuer, 1985). Diese

Transformationsregeln müssen in vorangegangenen *physischen* Lernsituationen erworben werden. Vor dem Hintergrund der kognitiven Erklärung ist unmittelbar eingängig, dass durch mentale Übung eine spezifische Abfolge bereits beherrschter Teilbewegungen neu gelernt werden kann.

Interessanterweise finden sich nach BVT aber auch Leistungssteigerungen bei Aufgaben, die keine oder nur sehr geringe kognitive Anforderungen aufweisen, z. B. bei solchen, die eine Maximierung der Kraftproduktion verlangen. Verbesserungen der Krafterleistung nach imaginierten Muskelkontraktionen sind im Rahmen kognitiver Theorien nicht schlüssig einzuordnen. Plausibel können solche Befunde jedoch erklärt werden, wenn man annimmt, dass die Vorstellung einer Bewegung auch deren motorische Programmierung bedingt. Der Erklärungsansatz der Programmierung Hypothese (Heuer, 1985) baut genau auf der Annahme auf, dass auch mentale Ausführungen bis auf die Ebene efferenter Muskelkommandos spezifiziert werden. Der Unterschied zu tatsächlich ausgeführten Bewegungen besteht also lediglich darin, dass die entsprechenden Efferenzen beim mentalen Ausführen mehr oder weniger vollständig gehemmt werden (Jeannerod, 1994; Munzert & Zentgraf, 2009).

Verbesserungen der Bewegungsausführung durch BVT können entsprechend der Programmierungshypothese zum einen mit dem „Einschleifen“ des motorischen Programms durch wiederholtes Üben erklärt werden. Zum zweiten dadurch, dass der zentrale Prozess der Programmierung auf der Grundlage interner Rückmeldungen fortlaufend optimiert wird. Ist z. B. ein Basketball-Spieler in der Lage, bei einem mental ausgeführten Freiwurf sich hinreichend genau vorzustellen, wo der Ball am Korb landen würde, so kann er diese Information nutzen, um die motorische Programmierung des nachfolgenden Wurfs anzupassen. Ergebnisse einer Studie von Mendoza und Wichman (1978) mit einer Zielwurfaufgabe stützen die Annahme, dass beim mentalen Training solche Effektantizipationen wirksam werden.

Tabelle 1: Theoretische und angewandte Modelle zur Erklärung und Beschreibung von Wirkungsweisen des BVT

Theorien zur Wirkungsweise von BVT	Autor(en) bzw. relevante Literatur	Kurzcharakteristik
Psychoneuromuskuläre Theorien	Carpenter (1894); Jacobson (1931); Richardson (1969)	Es wird postuliert, dass die mit einer BV einhergehende geringe Muskelaktivierung verantwortlich dafür ist, dass die motorische Programmierung verbessert wird. Die Erklärung ist wenig plausibel, weil die Aktivierungen bei tatsächlicher und mentaler Ausführung sich gravierend unterscheiden können und Leistungsverbesserungen durch BVT auch ohne muskuläre Begleiterscheinungen stattfinden.
Programmierungshypothese	Heuer (1985); Yue & Cole (1992)	Es wird angenommen, dass die Vorstellung einer Bewegung zu deren zentraler Programmierung führt. Durch BVT wird dieser Prozess geübt und die motorische Programmierung dadurch optimiert.

Kognitive Theorien	Feltz & Landers (1983); Heuer (1985); Ryan & Simons (1981)	Kognitive Erklärungsansätze unterstellen, dass Bewegungen (auch) durch Verbesserung einer räumlich-bildhaften oder verbalen Repräsentation gelernt werden können.
Simulations-Theorie	Jeannerod (1994, 1997); Miall (2003)	Neurophysiologisches Modell, das BVT-Effekte mit der Simulation bzw. Emulation sogenannter „interner Modelle“ erklärt.

In einer in der Motorikforschung derzeit einflussreichen Theorie wird versucht, die Wirkung von BVT mit der Simulation sogenannter „interner Modelle“ zu erklären (Miall, 2003). Dabei werden zwei Teilsysteme unterschieden: das inverse und das Vorwärts-Modell. Das inverse Modell spezifiziert die Muskelbefehle, die eine spezifische Bewegung erzeugen. Der Output des inversen Modells geht zusätzlich in das Vorwärtsmodell ein, das die Bewegungskonsequenzen vorausberechnet. Miall (2003) hat ein neurophysiologisches Modell vorgestellt, wie diese Prozesse für motor imagery eingesetzt werden können und wie sie neurophysiologisch implementiert sind (Munzert & Zentgraf, 2009). Die grundlegenden Ansätze zu Wirkungsweisen von BVT sind in Tabelle 1 dargestellt.

1.3 Methodische Herangehensweisen für die Untersuchung von Bewegungsvorstellungen

Bewegungsvorstellungen und Effekte von BVT werden mit unterschiedlichen Methoden untersucht (Moran, Guillot, MacIntyre & Collet, 2012). Dies reicht von neurowissenschaftlichen und peripher-physiologischen Untersuchungszugängen bis zu qualitativen Analysen subjektiv berichteter Vorstellungsinhalte. Auf behavioraler Ebene stehen Lerneffekte im Mittelpunkt der Untersuchungen. Im Folgenden werden die verschiedenen Methodenzugänge zur Untersuchung von Bewegungsvorstellungen und BVT kurz charakterisiert:

- (1) *Neuronale Korrelate der Bewegungsvorstellung*: In neurowissenschaftlichen Untersuchungen werden mit Hilfe bildgebender Verfahren die spezifischen Aktivierungen in Gehirnarealen bei der Bewegungsvorstellung untersucht. Einen Schwerpunkt stellen Untersuchungen mittels funktionaler Magnetresonanztomographie (fMRT) dar. Die neuronale Aktivierung wird mit dieser Methode indirekt über die Erhöhung des Blutflusses infolge der Aktivitäten in den entsprechenden Gehirnarealen analysiert (siehe Box 1). Die Studien zu motor imagery zeigen Aktivierungen in einem fronto-parietalen Netzwerk, das relativ ähnlich dem bei physischer Ausführung ist (Munzert et al., 2009). Lotze et al. (1999) haben eine grundlegende Arbeit vorgelegt, die die Aktivierung von motorischen Arealen bei der Bewegungsvorstellung aufzeigte. fMRT ermöglicht eine relativ genaue Bestimmung der Lokalisation neuronaler Aktivierung, ist aber unter zeitlichen Gesichtspunkten eher „träge“. Für die Elektroenzephalographie (EEG) gilt das Gegenteil. Sie ermöglicht zeitlich differenzierte Aussagen zur neuronalen Aktivierung, ermöglicht aber eine eher geringe räumliche Auflösung. Eine dritte häufig verwendete Methode

zur Analyse neuronaler Aktivierung bei Bewegungsvorstellung stellt die Transkranielle Magnetstimulation (TMS) dar. Dabei wird der primäre motorische Kortex durch externe magnetische Felder während der Bewegungsvorstellung stimuliert. Es wird an Zielmuskeln der vorgestellten Hand untersucht, wie sich die Erregbarkeit des kortikomotorischen Pfades (gemessen über ein Elektromyogramm am Zielmuskel, sogenannte motorisch evozierte Potenziale) bei Vorstellungen im Vergleich zu einer Kontrollbedingung verändert.

- (2) *Periphere Physiologie*: Von spezifischem Interesse ist die Frage, ob Bewegungsvorstellungen ähnliche Änderungen im autonomen Nervensystem hervorrufen, wie sie bei der Bewegungsausführung beobachtet werden können. Üblicherweise werden Herz- und Atemfrequenz, Hautwiderstand und der H-Reflex als Indikatoren für peripher-physiologische Effekte der Vorstellung herangezogen. Diese hängen mit dem tatsächlichen oder dem (im Rahmen einer Simulation) erwarteten physischen Aufwand für die Bewegungsproduktion zusammen (Jeannerod, 1997).
- (3) *Psychophysik*: Mentale Rotationen von Objekten beruhen auf impliziten Vorstellungsprozessen. Dieses experimentelle Paradigma (Shepard & Metzler, 1971) wurde von Parsons (1987) auf die Rotation von Körpern bzw. von Körperteilen übertragen. Dabei werden z. B. zwei Arme in unterschiedlicher räumlicher Orientierung gezeigt, die dann zu vergleichen sind. Der Vergleich setzt voraus, dass die Stimuli so rotiert werden, dass sie die gleiche Orientierung aufweisen. Reaktionszeiten werden als Indikator für interne Verarbeitungsprozesse in Folge der mentalen Rotation herangezogen. Je stärker der Unterschied in der räumlichen Orientierung beider Stimuli ist, desto länger werden die Reaktionszeiten.
- (4) *Mentale Chronometrie*: Die hier verwendeten Methoden sind denen der Psychophysik relativ ähnlich. Es geht dabei um die zeitliche Genauigkeit der Bewegungsvorstellung. Es wird die Übereinstimmung bzw. die Abweichung von aktueller und vorgestellter Bewegungszeit untersucht. Im Gegensatz zur mentalen Rotation handelt es sich bei diesem Ansatz um explizite Vorstellungsprozesse. Die Versuchspersonen werden aufgefordert, sich eine Bewegung vorzustellen und den Beginn und das Ende der vorgestellten Bewegung zu signalisieren. Es gehen hier also stärker auch introspektive Komponenten der Vorstellung in die Methodik ein.
- (5) *Behaviorale Lern- und Trainingseffekte*: Effekte des BVT interessieren unter praktischen Gesichtspunkten vor allem hinsichtlich längerfristiger Lerneffekte. In Experimenten werden Versuchsgruppen mit und ohne BVT verglichen. Aktives Üben sollte alleinigem BVT überlegen sein. Für die Praxis relevant sind aber vor allem potenzielle Vorteile der Kombination von aktivem Training und BVT (Volpert, 1983). Behaviorale Effekte können veränderte Kraftleistungen, Genauigkeitsleistungen und Bewegungsgeschwindigkeiten sein.
- (6) *Testung der Bewegungsvorstellungsfähigkeit* (siehe Box 2): Eine Voraussetzung für BVT ist, dass sich die Akteure Bewegungen überhaupt vorstellen können. Dieser Aspekt ist nicht trivial, da in der Literatur von einem nicht unbeträchtlichen Anteil an Personen berichtet wird, die keine (Bewegungs-)

Vorstellungen bilden können (Richardson, 1969). Auch wenn es dafür nicht kaum Daten gibt, zeigen sich z. T. starke individuelle Differenzen bezüglich der Lebendigkeit und Genauigkeit von Bewegungsvorstellungen. Zur Überprüfung der individuellen Vorstellungskompetenzen liegen psychologische Tests vor (siehe Box 2), deren psychometrische Kennwerte zumindest im internationalen Bereich veröffentlicht sind. Ein historisch früher Test für Vorstellungskompetenzen, der schon kinästhetische Vorstellungsmerkmale erfasst, ist der 1909 entwickelte Betts Test (revidierte Fassung von Sheehan, 1967).

- (7) *Befragung zu Vorstellungspräferenzen*: Es liegen im angelsächsischen Bereich eine Reihe von Befragungsinstrumenten vor, die Präferenzen, Gelegenheiten und Zielstellungen des nicht instruierten, also naiven Einsatzes von Bewegungsvorstellungen von Athleten bei unterschiedlichen Sportarten untersuchen. Ein weit verbreitetes Instrumentarium ist das *Sport Imagery Questionnaire* (Hall, Mack, Paivio & Hausenblas, 1998). Typischerweise werden Unterschiede zwischen verschiedenen Sportarten und zwischen Athleten einer Sportart mit unterschiedlichem Expertiseniveau untersucht.
- (8) *Inhaltsanalyse von Vorstellungsinhalten*: Relativ selten sind inhaltliche Analysen von Vorstellungsinhalten bei der Bewegungsvorstellung. Dabei geht es um die Frage, welche Aspekte einer Bewegung in der Vorstellung enthalten sind, welche Vorstellungsmodalitäten akzentuiert werden und welchen subjektiven Status die Bewegungsvorstellungen erreichen (Munzert et al., 2000).

Box 1: Bildgebende Verfahren in der kognitiven Neurowissenschaft

Ein nicht-invasives und daher prominentes Verfahren zur indirekten Abbildung von Hirnaktivität ist die sogenannte funktionelle Magnetresonanztomografie (fMRT). „Indirekt“ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass nicht auf direktem Wege neuronale Aktivität gemessen, sondern ein Indikator für neuronale Aktivität als Maß verwendet wird. Im Fall der fMRT ist dies der Sauerstofflevel eines lokalen Blutkreislaufs im Gehirn. Wenn Neurone aktiv sind, verbrauchen sie Sauerstoff und Glukose. Daher verändert sich der Sauerstoffgehalt im Blut in Gehirnregionen, die bei der Bearbeitung bestimmter Aufgaben im Vergleich zu anderen experimentell angelegten Versuchsbedingungen stärker involviert sind („Subtraktionslogik“ bildgebender Verfahren). Da das sauerstofftragende Hämoglobinmolekül unterschiedliche magnetische Eigenschaften im oxygenierten und desoxygenierten Zustand hat, können die Signale in einem fMRT-Scanner nach aufwändigen Analyseschritten zur Operationalisierung von Hirnaktivität verwendet werden. Hier wird von dem sogenannten BOLD-Signal (blood oxygen level dependent) gesprochen. Bei der Auswertung der Daten werden u. a. die funktionellen Aktivierungskarten auf ein anatomisches Gehirnbild der Versuchsperson gelegt („Koregistrierung“), sodass die Lokalisation des veränderten BOLD-Signals im Gehirn untersucht werden kann. In einer Studie von Munzert, Zentgraf, Stark und Vaitl (2008) zeigen die Ergebnisse, dass bei der Vorstellung und Beobachtung menschlicher Bewegungen in verschiedenen prämotorischen und parietalen Regionen eine höhere BOLD-Antwort im Vergleich zur Kontrollbedingung (Fixierung eines Kreuzes in der Mitte des Monitors) gemessen werden kann.

Die im Vorangehenden skizzierten Methodenzugänge zur Analyse von Bewegungsvorstellungen zeigen eine große Breite und Unterschiedlichkeit. Allerdings existiert derzeit kein integrierendes methodisches Konzept. Bisher ist es kaum möglich, neurowissenschaftliche und subjektiv-introspektive Methodenansätze zu kombinieren. Eine Ausnahme stellt eine Studie von Lorey et al. (2011) dar, die demonstriert, dass die subjektive Einschätzung der Lebendigkeit der Bewegungsvorstellung die neuronale Aktivierung in motorik-relevanten Gehirnarealen moduliert.

Box 2: Wie werden Bewegungsvorstellungsfähigkeiten psychometrisch erhoben?

Obwohl es ausführliche Debatten über die Angemessenheit der Messung von Bewegungsvorstellungen gibt (z. B. Dean & Morris, 2003), hat sich inzwischen das Konstrukt der „Lebendigkeit“ von Bewegungsvorstellungen als ein Maß zur Beurteilung von BV-Fähigkeiten etabliert. Die Lebendigkeit soll die Reichhaltigkeit eines Vorstellungsbildes, das im Arbeitsgedächtnis aktiviert wurde (siehe Abbildung 1), abbilden. Die Messung von BV-Fähigkeiten ist bedeutsam für die Frage, ob bestimmte Vorstellungsfähigkeiten mit den durch ein BVT induzierbaren Effekten zusammenhängen (Isaac, 1992).

Die aktuellste Fassung des *Vividness of Movement Imagery Questionnaire* (VMIQ-2) wurde 2008 von Roberts, Callow, Hardy, Markland und Bringer vorgestellt. Er besteht aus 12 Items und misst die individuelle Fähigkeit, sich visuell und kinästhetisch Bewegungen vorstellen zu können. Zudem wird die visuelle Modalität noch in zwei Perspektiven unterteilt, in eine externe und eine interne visuelle Vorstellung. Die Personen haben die Aufgabe, die jeweilige Bewegung in den drei verschiedenen Vorstellungsmodi zu imaginieren und dann auf einer Skala von 1 bis 5 (1 = „perfectly clear and vivid“ bis 5 = „no image at all“) anzugeben, wie lebendig sie ihre Vorstellung beurteilen. Im Folgenden einige Beispiele der Items, die in der gut validierten englischen Fassung vorliegen (bisher existiert keine testtheoretisch überprüfte deutsche Übersetzung):

Walking	1	2	3	4	5
Running	1	2	3	4	5
Kicking a stone	1	2	3	4	5
Bending to pick up a coin	1	2	3	4	5
Running up stairs	1	2	3	4	5
Jumping sideways	1	2	3	4	5
etc.					

1.4 Muskuläre und autonome Antworten bei Motor Imagery

Es zeigt sich, dass durch Bewegungsvorstellungen nicht nur kortikale und subkortikale Aktivierungen in motorischen Arealen erhöht werden (Lotze & Zentgraf, 2010; Poirel, Zago, Petit & Mellet, 2010), sondern auch auf spinaler (Stinear, 2010), muskulärer (Guillot, Lebon & Collet, 2010) und vegetativer Ebene (Collet & Guillot, 2010) entsprechende Einflüsse gemessen werden können. Alle diese Effekte werden vor allem dann nachgewiesen, wenn der Fokus auf Motor Imagery gelegt wird (Munzert et al., 2009).

Die Idee, dass bei Bewegungsvorstellungen geringe, aber signifikante Muskelaktivierungen messbar sind, hat eine lange Tradition (Shaw, 1938; Wasburn, 1916). Trotzdem bleibt natürlich festzuhalten, dass sich die Muskelaktivierungen und die Stimulation des sensorischen Apparates zwischen der Ausführung und Vorstellung sehr stark unterscheiden. Diskutiert wurde auf Basis der Untersuchungen des Physiologen Jami (1992), dass Golgi-Sehnenorgane auch die bei Bewegungsvorstellungen auftretende Aktivierung kleinster motorischer Einheiten detektieren und so neuromuskuläres Feedback verursachen. Jeannerod (1994) argumentierte, dass eine die Bewegungsvorstellung typischerweise begleitende Inhibition der motorischen Efferenzen unvollständig sein und die erhöhte EMG-Aktivierung erklären könnte. Studien von Bakker et al. (1996) und Boschker (2001) scheinen zu bestätigen, dass sich beim BVT Signale im Muskel verändern. Die Probanden mussten sich Bewegungen eines Armes in unterschiedlichen Vorstellungsperspektiven und mit verschiedenen Gewichten vorstellen. Es zeigten sich höhere EMG-Aktivitäten bei internalen (gegenüber externalen) und bei Vorstellungen mit höheren (im Vergleich zu niedrigeren) Gewichten. Das EMG des während der Bewegungsvorstellung nicht-vorgestellten Armes ist niedriger als das des vorgestellten Armes. Guillot et al. (2007) untersuchten EMG-Aktivierungen bei unterschiedlichen Kontraktionsformen des Bizeps brachii (isometrisch, konzentrisch leicht und schwer, exzentrisch) im Rahmen von Kraftübungen. Die Versuchspersonen waren instruiert, während der Bewegungsvorstellung den Arm nicht zu bewegen. Trotzdem zeigten sich während der Bewegungsvorstellung eine erhöhte subliminale EMG-Aktivität der beteiligten Muskelgruppen im Vergleich zur Ruhe (d. h. keine Bewegungsvorstellung und keine Bewegung) und in Abhängigkeit von der Kontraktionsform.

Methodologisch besteht allerdings oft die Notwendigkeit, dass während einer Bewegungsvorstellung keine Bewegung(saktivität) detektierbar sein darf, da sonst z. B. bei fMRT-Untersuchungen die gemessenen zentralnervösen Aktivierungen nicht auf die Bewegungsvorstellung, sondern auf die wenn auch nur geringfügig ausgeführte Bewegung selbst zurückführbar sein könnten (Lorey et al., 2010). Daher werden in diesen grundlagenorientierten Studien die Probanden durch Rückmeldung des aktuellen EMGs trainiert, keine EMG-Erhöhung während der Bewegungsvorstellung zu produzieren. Nach relativ wenig Übung gelingt es fast allen Probanden Bewegungsvorstellungen zu erzeugen, ohne dass im EMG eine vorstellungsassoziierte muskuläre Aktivität sichtbar ist. Ganz offensichtlich können zentrale Muskelkommandos auf dem Weg zur Muskulatur willentlich vollständig gehemmt werden. Vor dem Hintergrund der Lern- und Verhaltenswirksamkeit von BVT sind diese Zwänge allerdings zu vernachlässigen, sodass in BVT-begleitenden Muskelaktivierungen unter Anwendungsgesichtspunkten sogar ein noch nicht ausgeschöpftes Potenzial liegen könnte (für eine ähnliche Überlegung, siehe MacIntyre & Moran, 2010). Das bedeutet, dass man Athletinnen und Athleten sogar auffordern kann, begleitend zur Bewegungsvorstellung aktive Bewegungen zu integrieren.

Zentrale Prozesse werden aber nicht nur durch neuromuskuläre Reaktionen begleitet, sondern auch durch Reaktionen im autonomen Nervensystem (ANS), also dem System, das das innere Milieu kontrolliert und die vitalen Funktionen steuert. Das ANS besteht aus afferenten (von den Organen kommenden) Pfaden, Zentren im Hirnstamm, dem Hypothalamus, kortikalen Zentren sowie efferenten Pfaden, die die

Transmitterausschüttung an relevanter Stelle vermitteln. Besondere Bedeutung auf der efferenten Seite haben der sympathische und parasympathische Ast des ANS. Heute liegen zahlreiche Untersuchungen zu autonomen Reaktionen (u. a. zu Herzaktivität, Hautwiderstand, Atemrate, Hauttemperatur etc.) von Sportlerinnen und Sportlern während Bewegungsvorstellungen vor (Collet, Guillot, Bolliet & Dittmer, 2006; Deschaumes-Molinario, Dittmar & Vernet-Maury, 1991; Jennings & van der Molen, 2005).

Aus Anwendungsperspektive ist besonders bemerkenswert, dass einige Studien Zusammenhänge zwischen Leistungsmaßen und autonomen Reaktionen finden (Deschaumes-Molinario et al., 1991, bei Luftgewehrschützen); die Datenlage bzgl. der Leistungsrelevanz ist insgesamt aber recht uneinheitlich (Guillot & Collet, 2010). Aus methodologischer Sicht werden autonome Reaktionen inzwischen häufig im Sinne eines „Manipulation Checks“ verwendet, um sicher zu sein, dass Versuchspersonen tatsächlich während der Untersuchung auch Bewegungsvorstellungen aufbauen (Papadelis, Kourtidou-Papadeli, Bamidis & Albani 2007). Dies erweist sich in Untersuchungen als sehr hilfreich. Denn es ist nicht direkt messbar, ob und wie Probanden Instruktionen zum BVT wirklich umsetzen. Gerade autonome Reaktionen stellen einen relativ validen Indikator dar, ob sich die Probanden tatsächlich eine Bewegung vorgestellt haben.

2 Bewegungsvorstellungstraining im Sport

In diesem Abschnitt werden folgende Fragen bearbeitet: Was genau soll im Sport durch ein BVT verbessert werden und welche Modelle sind relevant? Welche empirischen Befunde liegen vor, die die Verbesserung von Bewegungsfertigkeiten und motorischen Fähigkeiten verfolgen? Was sollte konkret bei der Implementierung eines BVT berücksichtigt werden?

2.1 Rahmenmodelle zum Bewegungsvorstellungstraining

In einem frühen Rahmenmodell schlug Paivio (1985) vor, dass BVT sowohl kognitive als auch motivationale Funktionen adressiert. Während sich kognitive Faktoren auf die Verbesserung von motorischen Fertigkeiten und taktisch-strategischen Kompetenzen beziehen, bilden motivationale Faktoren Aspekte von Aufmerksamkeits- und Erregungsregulierung sowie der Zielfokussierung ab. Im Folgenden werden wir uns stärker auf die kognitiven Funktionen beziehen, ohne allerdings immer auszuschließen, dass an den Effekten auch motivationale Komponenten beteiligt sind. Derzeit werden drei Modelle favorisiert, die empirische Befunde zu integrieren suchen und die vor allem Richtlinien für den praktischen Einsatz eines BVT implementieren.

Mit einem qualitativen Forschungsansatz hatten Munroe und Kollegen bereits im Jahr 2000 die vier „Ws“ eines BVT vorgestellt. Dafür wurden Athletinnen und Athleten ausführlich dazu befragt, wie sie ein BVT durchführen. Das „What“ soll spezifizieren, was genau, was wie lange und wie oft in welcher Perspektive vorgestellt wer-

den soll. Das „Where“ bezieht sich hier etwas missverständlich auf die Anwendung im Wettkampf oder im Training. Das „Why“ soll die Funktion des BVT (kognitiv oder motivational) klären und das „When“ steht hier für die Anwendung der Bewegungsvorstellungen während oder vor/nach der sportlichen Aktivität. Dieses Modell kann den praktischen Einsatz eines BVT gut beschreiben, weist allerdings Lücken auf, wenn entschieden werden soll, welche Komponente denn nun die wichtigste ist, um einen spezifischen Effekt zu erzielen.

Das PETTLEP-Modell von Holmes und Collins (2001) stellt solche Richtlinien für den Einsatz von BVT vor, und zwar bezogen auf sieben verschiedene Dimensionen der Bewegungsvorstellung, deren Anfangsbuchstaben das Akronym PETTLEP bilden: „Physical“ (die Körperhaltung), „Environment“ (die Umgebung, in der Bewegungsvorstellungen aufgebaut werden), „Timing“ (die Geschwindigkeit, mit der die Bewegung vorgestellt wird), „Task“ (d. h. die konkrete Fertigkeit, die imaginiert wird), „Learning“ (die Anpassung der Bewegungsvorstellung an das Experteniveau des Durchführenden), „Emotion“ (d. h. die Gefühlssituationen, die mit der Bewegungsvorstellung verbunden werden) und „Perspectives“ (d. h. die interne oder externe Vorstellungsperspektive). Erste Validierungsstudien deuten darauf hin, dass ein BVT, das nach den PETTLEP-Leitlinien durchgeführt wird, wirksamer ist als ein nach dem „traditionellen“ Ansatz durchgeführtes BVT (Smith, Wright, Allsopp & Westhead, 2007, mit Hockeyspielern).

Guillot und Collet haben 2008 das „Motor Imagery Integrative Model in Sport“ (MIIMS) vorgestellt (siehe Abbildung 2 und Box 3). Auf der Effektebene unterscheiden die Autoren vier verschiedene Wirkungsbereiche, die durch ein BVT adressiert werden sollen. Es werden hierbei eher sportliche Techniken und Fähigkeiten, Motivation, Angst und Selbstwirksamkeit, Strategien und Problemlösen sowie die Rehabilitation nach Verletzungen unterschieden. In Abbildung 2 sind die Wirkungsbereiche und die relevanten Schlüsselkomponenten dargestellt. Es zeigt sich, dass Athletinnen und Athleten, die mit BVT vertraut sind, Vorstellungen in sehr unterschiedlichen Situationen und Funktionen einsetzen (Boyd & Munroe, 2003), z. B. auch im Rahmen ihrer Handlungsrouninen vor der eigentlichen Bewegungsausführung (Weigelt & Steggemann, in diesem Band; White & Hardy, 1998).

2.2 Verbesserung von sportlichen Fertigkeiten und taktischen Verhaltensweisen durch Bewegungsvorstellungstraining

Das Erlernen und stabile Anwenden von sportlichen Techniken, seien es eher offene Fertigkeiten wie ein Angriffsschlag im Volleyball oder eher geschlossene Fertigkeiten wie der leichtathletische Weitsprung, sind zentrale Leistungskomponenten im Sport – viele sprechen hier vom „Voraussetzungscharakter“ von Techniken im engeren Sinne: Ohne ihren gekonnten Einsatz ist eine erfolgreiche Teilnahme, zumindest an leistungssportlich orientierten Wettkämpfen, gar nicht möglich. Gleiches gilt für taktische Fertigkeiten im Sportspiel: Ohne ein Verständnis der Spielidee und der im Regelwerk erlaubten Handlungen zum Erzielen und Verhindern von Toren, Körben oder Punkten sind sportliche Leistungen kaum möglich.

In diesem Abschnitt soll der Frage nachgegangen werden, ob durch BVT Techniken und Taktiken im Sport verbessert werden können, welche empirischen Befunde hierzu vorliegen und wie diese Befunde einzuordnen sind (Hänsel & Baumgartner, in diesem Band). Ziel ist es, auf solche Studien zu fokussieren, die tatsächlich ein BVT, d. h. eine systematische, mehrere Wochen dauernde mentale Übungsphase mit dem Ziel der Leistungsverbesserung von technischen bzw. taktischen Fertigkeiten im Sport durchgeführt haben. Leider liegen genau hierzu nur wenige experimentelle Studien vor.

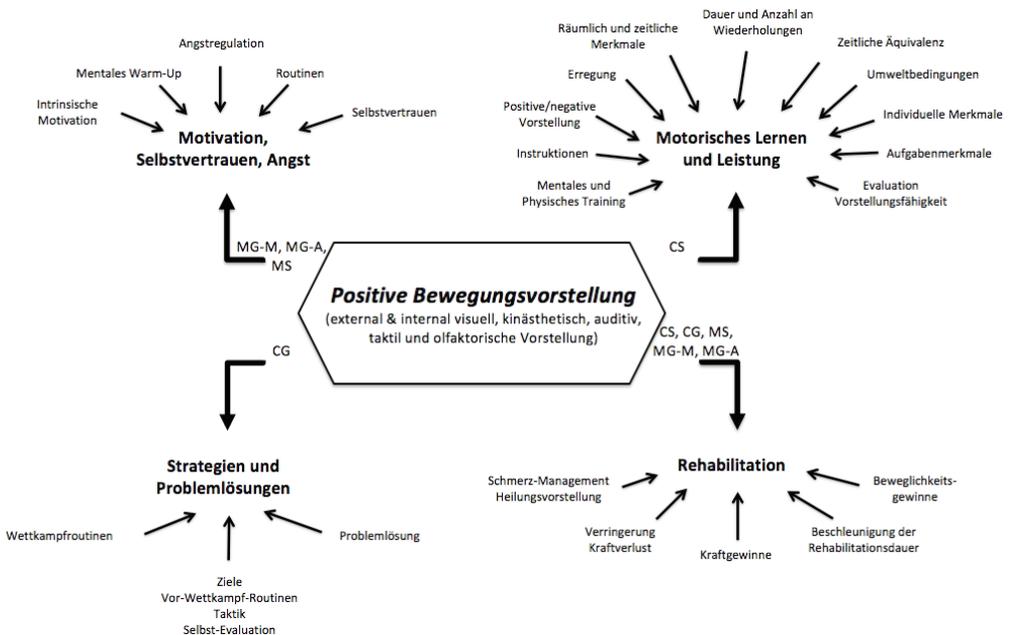


Abbildung 2: Das Motor Imagery Integrative Model in Sport (MIIMS) (aus Guillot & Collet, 2008, S. 36). Das Modell strukturiert den Bereich zunächst nach den Grundsituationen, bei denen BVT angewandt wird. Für jede der Situationen wird gemäß dem erweiterten Paivio-Modell (1985) spezifiziert, welche Basisfunktionen für BVT relevant sind. CS steht für Cognitive-specific, CG für Cognitive-general, MG-M für Motivational general-mastery, MG-A für Motivational general-arousal und MS für Motivational-specific.

Viele der Studien verwenden kurzfristige Vorstellungsvorstellungen, die auf akute Leistungsveränderungen abzielen (siehe dafür z. B. Callow, Roberts & Fawkes, 2006, im Skifahren; Wrisberg & Anshel, 1989 beim Basketballfreiwurf). Andere Studien wiederum untersuchen Leistungsveränderungen durch komplexe Treatments, in denen BVT kombiniert mit Entspannungsverfahren, selbstwert- oder copingbezogenen bzw. videoinduzierten Vorstellungen eingesetzt wird (siehe hierzu die Studien zu Wirkungen von „visuo-motor behavior rehearsal (VMBR)“ von Noel,

1980, zur Wettkampfvorbereitung beim Tennisaufschlag; Onestak, 1997, beim Basketballfreiwurf), sodass die erzielten Wirkungen nicht auf spezifische Aspekte der Intervention zurückgeführt werden können. Studien, die diese Treatments isoliert über mehrere Wochen anwenden und dann vergleichen (VMBR bei Karateka: Weinberg, Seabourne & Jackson, 1981), sind dann aber oftmals in der Treatmentphase schlecht kontrolliert oder verwenden als abhängige Variable nicht-verblindete, subjektive Einschätzungen. Limitiert ist zudem der Erkenntnisgewinn von Studien, die darauf verzichten, BVT-Gruppen mit weiteren kognitiv trainierenden Kontrollgruppen zu vergleichen. Der traditionelle Ansatz, eine reine BVT-Gruppe mit einer nur körperlich trainierenden Gruppe zu vergleichen (Robin, Dominique, Toussaint & Blandin, 2007, beim Tennisreturn; Olsson, Jonsson & Nyberg, 2008, bei Hochspringern), kann kaum Erkenntnisse über die spezifische Wirkung oder die optimalen Bedingungen für den Einsatz von BVT generieren. Aufgrund dieser uneinheitlichen und z. T. zu einfachen Designs sind die Ergebnisse nicht systematisch interpretierbar und lassen kaum verallgemeinerbare Schlussfolgerungen zu.

Feltz und Landers (1983) argumentierten auf Basis einer Metaanalyse, dass BVT mit den kognitiv-symbolischen Elementen einer Aufgabe verbunden sei und daher besonders Aufgaben mit hohen kognitiven Anteilen vom BVT profitieren. Unsere Darstellung von Ergebnissen zur Verbesserung von Kraftleistungen durch BVT stellt diese generelle Aussage allerdings in Frage. Zudem bleibt weitestgehend unklar, was genau diese „kognitiven“ Anteile sind.

Eine weitere Diskussion hat die anwendungsbezogene Imagery-Forschung beeinflusst: die Debatte, ob bei der Durchführung von offenen und geschlossenen Fertigkeiten gleichermaßen von einem BVT profitiert werden kann. Hier wurde häufig auf die Interaktion mit der einzunehmenden Vorstellungsperspektive (internal/external) und der Vorstellungsmodalität (visuell/kinästhetisch) verwiesen: Hardy und Callow (1999) postulierten z. B., dass internale Bewegungsvorstellungen effektiver bei geschlossenen Fertigkeiten und externale effektiver bei offenen Fertigkeiten seien. Guillot, Collet, Molinaro und Dittmar (2004) hingegen stufen bei der Untersuchung von Tennisspielern, die eher eine offene Fertigkeitscharakteristik zeigen, und Gymnastinnen, die eher den geschlossenen Fertigkeiten zuzuordnen sind, die individuellen Vorstellungsfähigkeiten als relevanten Erfolgsfaktor bei der Anwendung eines BVT ein.

Blair, Hall und Leyshon (1993) haben die Wirkung eines BVT auf die Leistung in einem Fußball-Parcours mit einer anderen kognitiven Maßnahme (Entwicklung eines Wettkampfplanes) verglichen. Die Versuchspersonen stellten sich entweder sechs Wochen lang, zweimal pro Woche, in 15-minütigen Übungen das Durchlaufen des Parcours vor oder arbeiteten an der Ausarbeitung eines Erfolgsplanes zur Vorbereitung des Wettkampfes, zum Aufwärmen und zum Verfolgen einer Strategie während des Spiels. Zwei unterschiedliche Expertisegruppen nahmen an der Untersuchung teil: eine Gruppe des Teams einer amerikanischen Universität und eine Gruppe fortgeschrittener, aber nicht höherklassig spielender Fußballspielerinnen. Die abhängige Variablen (prä-post) waren die realen Parcours-Zeiten sowie ein Genauigkeitsmaß für den Fußballparcours, der aus Passen, Dribbeln und Schießen bestand. Es zeigten sich für beide Imagery-Gruppen signifikante Verbesserungen der Zeiten, nicht aber der Genauigkeit. Für die Strategiegruppen waren weder Verbesserungen für Zeit noch für

Genauigkeit festzuhalten. Befragungen zeigten, dass beide Gruppen vom Nutzen ihres Treatments überzeugt waren, was eine rein motivationale Erklärung des Leistungsunterschieds ausschließt. Interessant ist, dass beide Expertisegruppen vom BVT profitieren. Es bleibt aber unklar, ob diese Verbesserungen auf der gleichen Dimension liegen: Könnern werden möglicherweise im Fußballparcours durch BVT schneller, weil sie prospektiv verschiedene Aufgabenteile integrieren (z. B. Antizipation des Ortes des Rückpasses, früheres Zielfokussieren im Dribbling etc.), während weniger leistungsstarke Personen ggf. schneller bei der Durchführung der elementaren Fertigkeiten werden, ohne dass sich dies auf die Genauigkeit auswirkt. Als Fazit bleibt festzuhalten, dass ein BVT von Fußballfertigkeiten im Vergleich zu einer für den Wettkampfsport im Allgemeinen vergleichbar sinnvollen Intervention sowohl für Könnern als auch für Fortgeschrittene Leistungsverbesserungen in der Ausführungsschnelligkeit zeigt. Allerdings bleibt auch hier die spezifische Wirkungskomponente des BVT im Dunklen, da z. B. das Vergleichstreatment keinen direkten Bezug zum Testparcours hatte.

Den Aspekt einer Vergleichbarkeit von spezifischen BVT-Parametern haben Louis, Guillot, Maton, Doyon und Collet (2008) bei Partner-Katas mit Schwarzgurt-Judoka untersucht. Sie verglichen den Effekt verschiedener imaginerter Ausführungsgeschwindigkeiten auf die tatsächliche Ausführungsgeschwindigkeit in einem Posttest. Eine Gruppe stellte sich die Bewegungen langsam vor, die andere schnell, die dritte Gruppe arbeitete nicht mental, sondern absolvierte in gleicher Zeit ein Dehnprogramm. Alle Treatments dauerten vier Wochen, dreimal wöchentlich nahmen die Judoka an angeleiteten Vorstellungsübungen teil, in denen die Katas nicht aktiv trainiert wurden. Vergleicht man die Katazeiten der schnellen mit der langsam imaginierenden Gruppe, so zeigt sich, dass die schnell imaginierende Gruppe die Kata auch real schneller absolviert, die langsam imaginierende Gruppe wird entsprechend langsamer in der Ausführung, die Kontrollgruppe zeigt allerdings auch eine Reduktion der Katazeiten. Der Effekt der schnell imaginierenden Gruppe zeigt sich allerdings nur bei Katas, die durch die vorstellende Person selbst initiiert wurden, nicht durch die vom Partner initiierten Katas. Ob dies nur ein Instruktionsproblem war oder einen weit reichenden Befund darstellt, bleibt diskussionswürdig. Wichtig scheint in diesem Zusammenhang zu sein, dass viele Einflussfaktoren die Ausführungszeiten verändern können (Schwierigkeitsgrad der Aufgabe, Zeitlimitationen z. B. in der Vorbereitungsphase auf einen Versuch in der Leichtathletik oder bestimmte Aufgabencharakteristika) und dass dieser Effekt klar abgegrenzt werden muss von kurzfristig angewendeten, veränderten vorgestellten Ausführungsgeschwindigkeiten, bei denen keine Effekte auf die direkt anschließende Ausführung zu erwarten sind (z. B. berichten Athletinnen und Athleten bei der Fehlerbehebung in der technischen Ausführung davon, siehe Collet, Guillot, Bolliet & Dittmar, 2006). Dennoch kann konstatiert werden, dass BVT-Charakteristika sportrelevante Ausführungsparameter zu beeinflussen vermögen, auch wenn die Nachhaltigkeit und die Transferwirkung dieser Effekte erst noch spezifischer untersucht werden muss.

Für den taktischen Bereich liegen noch weniger kontrollierte und experimentell angelegte Studien vor. Eine erwähnenswerte aktuelle Studie von Guillot, Nadrowska und Collet (2009) deutet allerdings auf ein mögliches BVT-Anwendungsgebiet hin. Sie untersuchten 10 Basketballspielerinnen in einem Messwiederholungs-Design.