

Kognition

2.1 Theoretische Ansätze – 24

2.1.1 Grundlagen der Kognitionspsychologie – 24

2.1.2 Wahrnehmung – 26

2.1.3 Aufmerksamkeit – 33

2.2 Empirische Befunde – 41

2.2.1 Kognitive Leistungen in Abhängigkeit von sportlicher Expertise – 42

2.2.2 Auswirkungen von körperlicher Aktivität auf kognitive Prozesse – 45

2.3 Zusammenfassung – 48

Literatur – 50

Ein Fußballtorwart soll einen Elfmeter abwehren und beobachtet dafür den Elfmeterschützen. Ein Sportschütze blendet beim Schießen alle Umgebungsgerausche aus und konzentriert sich nur auf die Scheibe. Eine Handballspielerin dribbelt mit dem Ball auf das gegnerische Tor zu und wird dabei von Gegenspielerinnen bedrängt. Sie muss sich entscheiden, ob sie selbst den Torwurf versucht oder den Ball zu einer Mitspielerin passt. Dabei muss sie einerseits die Kontrolle über den Ball behalten, andererseits sowohl statische (z. B. das Tor) als auch dynamische, d. h. sich bewegende Objekte (z. B. Mit- und Gegenspielerinnen) erfassen und sich dann für eine Handlungsmöglichkeit entscheiden. Die Beispiele machen deutlich, dass Handeln in meist komplexen und dynamischen sportlichen Situationen nicht möglich wäre ohne Wahrnehmungs-, Aufmerksamkeits- und Gedächtnisprozesse, also solche psychischen Prozesse, die die Außen- und Innenwelt „erkennen“ (Kuhl 2010). Das vorliegende Kapitel beschäftigt sich mit diesen kognitiven Prozessen und gibt u. a. Antworten auf folgende Fragen: Womit beschäftigt sich die Kognitionspsychologie (► Abschn. 2.1)? Was versteht man unter Wahrnehmung (► Abschn. 2.1.2), was unter Aufmerksamkeit (► Abschn. 2.1.3)? Wie unterscheiden sich Experten und Laien im Sport in Bezug auf ihre kognitiven Prozesse (► Abschn. 2.2.1)? Wirkt sich sportliche Aktivität positiv auf kognitive Prozesse aus (► Abschn. 2.2.2)?

2.1 Theoretische Ansätze

Im Folgenden wird zunächst dargestellt, mit welchen Themen sich die Kognitionspsychologie allgemein und in Bezug auf sportwissenschaftliche Fragestellungen beschäftigt (► Abschn. 2.1.1). Im Anschluss werden mit der Wahrnehmung (► Abschn. 2.1.2) und der Aufmerksamkeit (► Abschn. 2.1.3) zwei Themengebiete der Kognitionspsychologie ausführlicher beschrieben.

2.1.1 Grundlagen der Kognitionspsychologie

Die Kognitionspsychologie (manchmal allgemeiner auch Kognitionswissenschaft genannt) zählt ebenso wie die Emotions- und die Motivationspsychologie zum Teilgebiet der Allgemeinen Psychologie

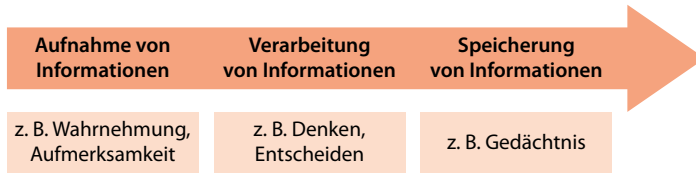
(► Abschn. 1.4). Sie wird oft als **interdisziplinäre** oder **multidisziplinäre** Wissenschaft bezeichnet, die sich nicht nur auf Theorien und Erkenntnisse der Psychologie, sondern z. B. auch die der Linguistik, der Informatik (künstliche Intelligenz), der Philosophie, Physik oder der **Neurowissenschaften** (Hirnforschung und **Physiologie**) stützt (Spring und Schmidt 2009; Gerrig 2015, S. 287).

Kognition

Der Begriff „Kognition“ (vom lateinischen *cognitio* für „Erkenntnis“) ist ein Sammelbegriff für Prozesse und Strukturen, die sich auf die Aufnahme, Verarbeitung und Speicherung von Informationen beziehen. Dazu zählen u. a. Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Gedächtnis, Sprache, Denken und Problemlösen sowie Intelligenz.

Darüber hinaus wird im wissenschaftlichen Sprachgebrauch der Begriff „Kognition“ auch für die *Produkte der Erkenntnis*, also die erlangten Wissensinhalte, verwendet (z. B. „Ich bin ein guter Sportler“). Diese stehen allerdings nicht im Mittelpunkt der psychologischen Kognitionsforschung.

Die Definition macht deutlich, dass mit dem Begriff „Kognition“ eine ganze Reihe von Phänomenen zusammengefasst wird. Die Kognitionspsychologie beschäftigt sich damit, wie Menschen wahrnehmen, denken, planen, Entscheidungen treffen und schließlich Handlungen generieren. Gemeinsam ist diesen Phänomenen, dass sie zwischen einem von außen kommenden Reiz (Inputreiz) und dem Verhalten vermitteln (► Abb. 2.1) und damit als Teil eines Systems verstanden werden können, das Informationen aufnimmt, verarbeitet und speichert (Hagendorf et al. 2011, S. 22). Prozesse der Informationsaufnahme (Wahrnehmung, Aufmerksamkeit), der Informationsverarbeitung (Denken, Entscheiden) sowie das Wissen (Gedächtnis) bilden somit einerseits die Grundlage für die sensomotorische Kontrolle von Bewegungen. Andererseits basieren z. B. auch taktische Handlungen im Sport, also kurzfristige, situative Problemlösungs- und Entscheidungsprozesse des Sportlers, auf diesen Prozessen, „mit denen der Sportler (...) eine optimale Nutzung der eigenen konditionellen, koordinativen



▣ **Abb. 2.1** Vereinfachte schematische Darstellung der Themen der Kognitiven Psychologie

und psychischen Ressourcen anstrebt“ (Roth 2003, S. 577).

Wichtig ist an dieser Stelle, dass eine Trennung der oben genannten Themengebiete aus didaktischer Sicht zwar sinnvoll ist, dass die kognitiven Prozesse in der Realität aber natürlich wechselseitig miteinander verbunden sind und zusammenspielen und dass z. B. Wahrnehmungsprozesse nicht ausschließlich der Informationsaufnahme zuzuordnen sind, sondern dass auch für Wahrnehmungsprozesse auf bereits gespeicherte Informationen zurückgegriffen wird (► [Abschn. 2.1.2.1](#)).

Im *Grundschemata des psychischen Systems* (► [Abschn. 1.3](#)) kommt den Kognitionen innerhalb der aktuellen Prozesse eine besondere Bedeutung zu. Im Vordergrund stehen Prozesse des Wahrnehmens und Denkens und die ihnen zugrunde liegenden **Dispositionen**. Informationen bezüglich der Situation werden durch kognitive Prozesse aufgenommen (z. B. andere Menschen, Räume, Objekte) und dann (denkend) verarbeitet. Umgekehrt wirken kognitive Prozesse auf das Verhalten, indem (denkend) Pläne gemacht, Entscheidungen oder Urteile gefällt oder Ideen für eine Problemlösung generiert werden. Diese beeinflussen wiederum direkt das gezeigte Verhalten bzw. die Handlungen des Individuums. Die **Interaktion** des Menschen mit seiner Umwelt kann also als Ausdruck eines kontinuierlichen Informationsaustauschs angesehen werden (Nolting und Paulus 2009, S. 186). Prozesse der Informationsverarbeitung ermöglichen es dem Individuum, sich an sich verändernde Bedingungen anzupassen (Munzert und Raab 2009, S. 105).

In der Sportpsychologie werden kognitionspsychologische Fragestellungen insbesondere in den Anwendungsfeldern des Leistungs- und des Gesundheitssports bearbeitet. In Bezug auf den *Leistungssport* standen bislang vor allem Wahrnehmungs-, Aufmerksamkeits- und Entscheidungsprozesse im Fokus. Es wird einerseits untersucht, wie diese Prozesse

sportliche Leistungen limitieren, andererseits wird erforscht, inwiefern diese Prozesse genutzt und trainiert werden können, um Leistungssteigerungen zu ermöglichen (Zentgraf und Munzert 2014). Man unterscheidet Interventionen (► [Kap. 16](#)), die sich auf mehrere kognitive Prozesse gleichzeitig beziehen bzw. eine übergreifende kognitive Perspektive einnehmen, von Interventionen, die eine sehr spezifische Form der Kognition trainieren. Zu den übergreifenden Interventionen zählt man etwa das mentale Training (Bewegungsvorstellungstraining) oder Interventionen zur Förderung des Zusammenspiels in Mannschaftssportarten (z. B. Hänsel und Baumgärtner 2014), während das Training der Augenbewegungen ein Beispiel für eine eher spezifische Intervention darstellt (z. B. Rienhoff und Strauß 2014). In den meisten Untersuchungen stehen die Athleten selbst im Vordergrund (bisher wurden vor allem Mannschaftssportler oder Sportler aus Rückschlag- und Präzisionssportarten untersucht; ► [Abschn. 2.2.1](#)), aber kognitive Prozesse können auch aus der Sicht anderer Teilnehmer untersucht werden (z. B. Urteils- und Entscheidungsforschung von Schieds- und Kampfrichtern). Aus eher *gesundheitspsychologischer* Perspektive steht die Frage im Mittelpunkt, ob und unter welchen Bedingungen körperliche und sportliche Aktivität zu einer Verbesserung oder Erhaltung kognitiver Prozesse führen (z. B. bei älteren Menschen; ► [Abschn. 2.2.2](#)).

An dieser Stelle kann nur ein kleiner Ausschnitt aus dem weiten Feld der kognitiven Prozesse im Sport behandelt werden (weiterführende Informationen z. B. in Munzert und Raab 2009). Im Folgenden wird der Schwerpunkt auf *Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsprozesse* gelegt. Auf die Darstellung von Theorien und Befunden der kognitiven Neurowissenschaften, d. h. die den Kognitionen zugrunde liegenden elektrochemischen Prozessen im Gehirn und Nervensystem, wird im vorliegenden Kapitel weitgehend verzichtet (deutschsprachige Einführung z. B. in Karnath und Thier 2012; englischsprachige Einführung z. B.

in Gazzaniga et al. 2013). ► Kap. 11 behandelt darüber hinaus solche Kognitionen, die in besonderer Art und Weise durch soziale Bedingungen beeinflusst werden bzw. bei denen Fragestellungen der Kognitionsforschung auf soziale Inhalte angewandt werden (soziale Kognitionen). Allerdings sind die Übergänge zwischen den im vorliegenden und den in ► Kap. 11 behandelten Themen fließend, da viele Situationen im Sport zugleich auch soziale Situationen sind.

2.1.2 Wahrnehmung

Sportliche Handlungen sind ohne Wahrnehmungsprozesse nicht denkbar: Ein Tennisspieler fühlt den Schläger in seiner Hand, er sieht das Spielfeld mit Netz, seinen Spielpartner und den Ball, er hört das Geräusch des Balls, wenn er auf den Schläger trifft, und er nimmt wahr, wie sein Herz im Verlauf des Matches schneller schlägt als normalerweise.



Foto: Julia M. Kornmann

Wahrnehmung

Unter Wahrnehmung versteht man in einem engeren Begriffsverständnis *bewusste sensorische Erfahrung* (Goldstein 2008, S. 6). In einem weiteren Verständnis bezieht sich Wahrnehmung auf den Prozess, mit dem die von den Sinnesorganen bereitgestellten Informationen organisiert und interpretiert werden (Hagendorf et al. 2011, S. 5).

Wahrnehmungsprozesse befähigen also den Sportler, Informationen aufzunehmen. Wie das obige Beispiel deutlich macht, ist Wahrnehmung multimodal, d. h., sie geschieht auf verschiedenen Ebenen. Klassischerweise unterscheidet man (z. B. Spering und Schmidt 2009):

- Visuelle Wahrnehmung (Sehen)
- Akustische oder *auditive* Wahrnehmung (Hören)
- Taktile Wahrnehmung (Tastsinn)

- Olfaktorische Wahrnehmung (Riechen)
- Gustatorische Wahrnehmung (Schmecken)

Darüber hinaus werden je nach Autor weitere Wahrnehmungsebenen genannt. Von diesen sind zusätzlich zu den genannten klassischen Wahrnehmungsebenen für sportliche Bewegungen besonders bedeutend:

- *Propriozeptive* Wahrnehmung (Wahrnehmung von Körperbewegung und -lage im Raum bzw. der Lage der einzelnen Körperteile zueinander)
- *Vestibuläre* Wahrnehmung (Gleichgewichtssinn)

Im Gegensatz zu den zuerst genannten Wahrnehmungsebenen werden bei den beiden zuletzt genannten die Informationen, die verarbeitet werden, in erster Linie nicht durch die Außenwelt, sondern durch den eigenen Körper bereitgestellt. Wahrnehmung kann also nach außen (Fremdwahrnehmung) oder nach innen (Selbstwahrnehmung) gerichtet sein.

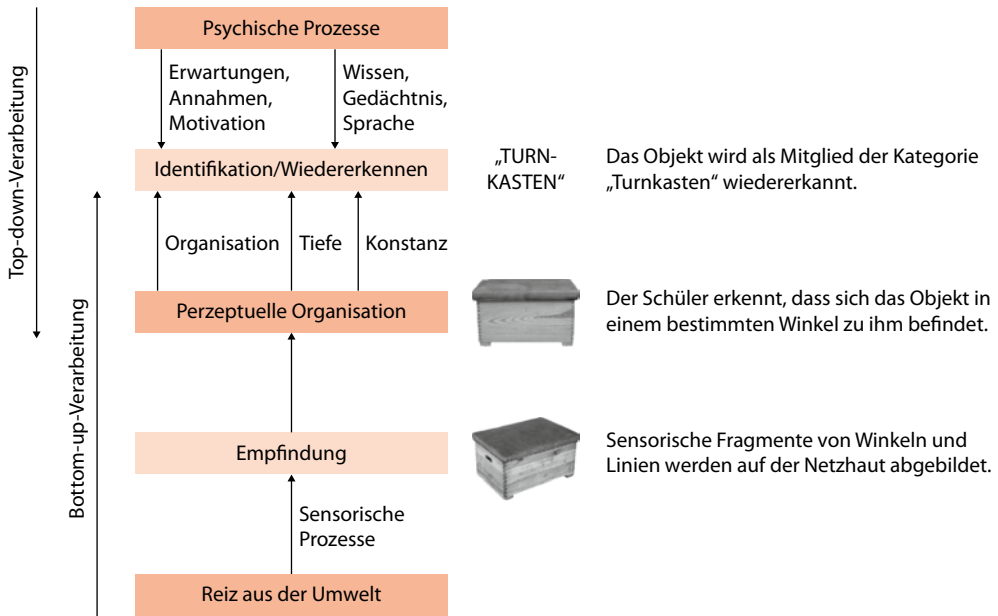
Der menschliche Körper ist mit unterschiedlichen Sinnesorganen bzw. *Sensoren* für unterschiedliche Arten von Reizen ausgestattet. Wenn ein Reiz auf ein Sinnesorgan (z. B. Auge) trifft, wird er im Gehirn verarbeitet und interpretiert. Daraus folgt, dass Menschen nur das wahrnehmen können, wofür sie Sensoren besitzen (z. B. kann Ultraschall von einem Menschen nicht wahrgenommen werden). Zudem können die menschlichen Sensoren nur bestimmte Reize wahrnehmen. So können Schallwellen beispielsweise nur im Bereich von ca. 16–20 kHz verarbeitet werden. Andere Lebewesen (z. B. Hunde, Fledermäuse) können dagegen auch Reize oberhalb dieser Schwelle wahrnehmen. Das heißt, dass unser Abbild der Umwelt immer begrenzt ist, da von ihr physikalische Reize ausgehen, die von der menschlichen Wahrnehmung nicht verarbeitet werden können (Hagendorf et al. 2011, S. 14).

2.1.2.1 Stufen des Wahrnehmungsprozesses

In einem weiteren Begriffsverständnis bezeichnet Wahrnehmung nicht nur die bewusste sensorische Erfahrung eines physikalischen Reizes, sondern den

allgemeinen Vorgang, Ereignisse, Objekte und Personen in der Umwelt zu „begreifen“, d. h. sie zu identifizieren, zu klassifizieren und sich ggf. auch vorzubereiten, auf diese zu reagieren (Gerrig 2015, S. 112 ff.). Dieser komplexe Wahrnehmungsprozess lässt sich in drei Stufen unterteilen, die einerseits durch die hereinkommenden Informationen gesteuert werden (*bottom-up*), andererseits aber auch von psychischen Prozessen auf Seiten des Wahrnehmenden beeinflusst werden (*top-down*) (■ Abb. 2.2):

1. *Empfindung* (sensorische Prozesse): Ein Reiz aus der Umwelt wird durch die Sensoren (z. B. in den Augen oder Ohren) aufgenommen. Physikalische Energie (z. B. Licht- oder Schallwellen) wird in neuronal kodierte Informationen umgewandelt. Nervenzellen in der Hirnrinde leiten dann aus diesem Input erste Merkmale ab. Ein Schüler, der sich in der Sporthalle einem Turnkasten von der Seite nähert, nimmt aus physiologischer Sicht zunächst nur ein fragmentarisches Bild von Winkeln und Linien auf der Netzhaut wahr (■ Abb. 2.2).
2. *Perzeptuelle Organisation*: Die nächste Stufe der Wahrnehmung erfolgt weitgehend unbewusst und schnell. Hier werden die einfachen sensorischen Merkmale der ersten Stufe (z. B. Farbe, Kanten, Linien) zu einer inneren Repräsentation des äußeren Reizes (Perzept) kombiniert. Während dieser Prozesse werden erste Einschätzungen von Größe, Entfernung, Bewegung und Ausrichtung eines Objekts getroffen. Dies geschieht auf der Grundlage von mentalen Berechnungen, in denen das Vorwissen und die aktuell eintreffenden Sinnesinformationen kombiniert werden. Der Schüler bemerkt z. B., dass der Turnkasten sich nicht bewegt, also ein starres Objekt sein muss, und „erkennt“ ihn auf dieser Stufe als ein rechteckiges Objekt, das sich in einer gewissen Entfernung und in einem bestimmten Winkel zu ihm befindet (■ Abb. 2.2).
3. *Identifikation und Wiedererkennen*: Den Perzepten werden in dieser letzten Stufe Bedeutungen beigemessen. Aus rechteckigen Objekten in bestimmten Entfernungen



Beispiel: Ein Schüler läuft im Sportunterricht schräg auf einen Turnkasten zu.

▣ **Abb. 2.2** Die drei Stufen des Wahrnehmungsprozesses: Empfindung, perzeptuelle Organisation und Identifikation/Wiedererkennen. (Adaptiert nach Gerrig 2015, S. 115)

„werden“, je nach Situation, Turnkästen, Schuhkartons oder Bücher; Personen werden als männlich oder weiblich identifiziert. Es steht nicht mehr die Frage im Vordergrund, wie das Objekt aussieht, sondern die Frage, um welches Objekt es sich handelt und welche Funktion dieses Objekt erfüllt. Hierzu sind höhere kognitive Prozesse notwendig (z. B. Vorwissen im Sinne von Erinnerungen, Theorien, Erwartungen in Bezug auf das Objekt). Im Beispiel wird das Rechteck als Mitglied der Kategorie „Turnkasten“ erkannt (▣ Abb. 2.2), was u. a. dadurch geschieht, dass der Schüler bereits früher gelernt hat, wie ein Turnkasten aussieht, und dass er in einer Turnhalle eher einen Turnkasten erwartet als ein anderes rechteckiges Objekt.

In diesem Modell wird die enge Verknüpfung von Dispositionen, aktuellen Prozessen (wie Motivation) und der Situation deutlich (► Abschn. 1.3).

Viele Kognitionswissenschaftler gehen davon aus, dass Wahrnehmen und Handeln zwei nicht trennbare Prozesse sind, die voneinander abhängen und sich gegenseitig direkt beeinflussen. In eine ähnliche Richtung gehen auch die Annahmen einer anderen, neueren Forschungsrichtung, des *Embodied-Cognition-Ansatzes* (auch: Embodiment). Die Vertreter dieses Ansatzes nehmen an, dass Kognitionen nicht nur durch das Gehirn gesteuert und beeinflusst werden (der Mensch als abstrakter Informationsverarbeiter), sondern dass der Körper, in dem Individuen leben, mit der Umwelt interagiert und dass diese Interaktion wiederum Kognitionen und Emotionen beeinflusst (Betsch et al. 2011, S. 62; Überblick zum Embodiment-Ansatz in der sportpsychologischen Forschung in Beilock und Hohmann 2010). Ein Beispiel findet sich in ► Exkurs 3.1. In einem anderen Experiment konnten Eerland et al. (2011) zeigen, dass die Körperhaltung Größenschätzungen beeinflusst: Personen, die unter einem Vorwand leicht nach links geneigt standen, schätzten

die Höhe des Eiffelturms niedriger ein als Personen, die in aufrechter Haltung oder nach rechts geneigt standen. Erklärt wird dieser **Effekt** damit, dass Größen mental von klein (links) nach groß (rechts) repräsentiert sind.

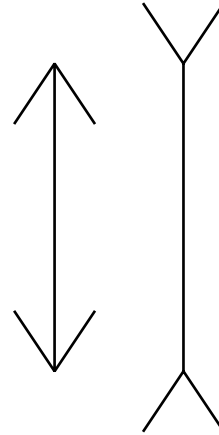
Im Folgenden wird mit der visuellen Wahrnehmung diejenige Wahrnehmungsebene betrachtet, die in der Sportpsychologie bisher am intensivsten untersucht wurde (zu Untersuchungen im Bereich der auditiven Wahrnehmung vgl. z. B. Schaffert und Mattes 2015).

2.1.2.2 Visuelle Wahrnehmung

Die visuelle Wahrnehmung hat beim Menschen den größten Anteil am Wahrnehmungsprozess. Sie wurde in der Sportpsychologie bisher am häufigsten untersucht, da visuelle Reize in den meisten Sportarten dem Athleten als dominante Informationsquelle sowohl für die Orientierung in der entsprechenden Situation und das eigene Handeln als auch für die Antizipation (► [Abschn. 2.1.2.3](#)) von Fremdbewegungen dienen. Visuelle Wahrnehmung kann sich auf die Wahrnehmung von Objekten, Farben, Tiefe und Größe sowie Bewegung beziehen. Auch das Phänomen optischer Täuschungen (z. B. Müller-Lyer-Täuschung; ► [Abb. 2.3](#)) wird untersucht, mit dem Ziel, diejenigen Mechanismen zu identifizieren, die für eine Täuschung verantwortlich sind (Goldstein 2008).

Die Forschung zur *Objektwahrnehmung* beschäftigt sich u. a. mit den Fragen, wieso wir bestimmte visuelle Reize bevorzugt verarbeiten (so werden Objekte, die horizontal oder vertikal ausgerichtet sind, schneller wahrgenommen als Objekte mit anderer, z. B. diagonaler Ausrichtung), welche Rolle die Perspektive für die visuelle Wahrnehmung spielt (z. B. treffen Linienrichter Abseitsentscheidungen in Abhängigkeit davon, wie sie zu den Spielern stehen; Oudejans et al. 2000; ► [Exkurs 2.1](#)) und welche Regionen im Gehirn an der Objektwahrnehmung beteiligt sind.

In Bezug auf die *Farbwahrnehmung* steht vor allem die Frage im Vordergrund, wie diese physiologisch im Auge und Gehirn abläuft (damit einhergehend werden auch Farbfehlsichtigkeiten, wie die Farbenblindheit, untersucht). Zum Beispiel wird der Frage nachgegangen, wie Merkmale der Umgebung oder Gedächtnisinhalte die Farbwahrnehmung



► **Abb. 2.3** Müller-Lyer-Täuschung. (Adaptiert nach Goldstein 2008, S. 206)

beeinflussen. So beurteilen Menschen etwa ein Stoppschild als „roter“ (gesättigter und reichhaltiger) als dasselbe Rot bei einem unbekanntem Objekt, das sie im Gedächtnis nicht unter „ist (generell) rot“ (wie ein Stoppschild) abgespeichert haben. Umgekehrt kann die Farbwahrnehmung auch (soziale) Urteile und Entscheidungen beeinflussen (► [Exkurs 11.2](#)).

Im Zentrum der Forschung zur *Tiefen- und Größenwahrnehmung* stehen die Fragen, wie Menschen trotz eines ebenen Abbilds auf der Netzhaut räumliche Tiefe wahrnehmen können und wie die Wahrnehmung von Größe von der Tiefenwahrnehmung abhängt (so unterliegen Menschen z. B. Fehlurteilen bei der Größenwahrnehmung, wenn ihnen keine zuverlässigen Tiefeninformationen vorliegen).

Die *Wahrnehmung von Bewegung* spielt im Sport eine besondere Rolle. Bewegungswahrnehmung kann unterschiedliche Ursachen haben (z. B. Scheinbewegung, die dadurch entsteht, dass zwei Reize leicht versetzt kurz hintereinander dargeboten werden). Bei realen, also tatsächlich stattfindenden Bewegungen sind drei mögliche Situationen denkbar (Goldstein 2008, S. 220):

1. Der Betrachter steht still, schaut geradeaus, und ein Objekt bewegt sich durch sein Blickfeld.
2. Der Betrachter steht still und verfolgt das sich bewegende Objekt mit den Augen.
3. Der Betrachter bewegt sich durch eine stationäre (also sich nicht verändernde) Umgebung.

Exkurs 2.1

Aus der Forschung: Abseitsentscheidungen

Im Fußball kommt es vor, dass der Linienrichter eine Abseitsentscheidung trifft, obwohl sich der angreifende Spieler nicht im Abseits befindet (*Flag Error*; [Tab. 2.1](#)), oder dass der Linienrichter fälschlicherweise keine Abseitsentscheidung trifft, obwohl eine solche vorliegt (*No-Flag Error*; [Tab. 2.1](#)). Oudejans und Kollegen (2000) untersuchten, ob diese Fehlentscheidungen mit der relativen Position des Linienrichters zu den

Spielern erklärt werden können. Sie ließen in einem Feldexperiment drei erfahrene Linienrichter insgesamt 200 potenzielle Abseitsituationen beurteilen und maßen gleichzeitig objektiv mithilfe von Kameras, ob tatsächlich ein Abseits vorlag oder nicht. Die Linienrichter waren bei der Beurteilung hinter dem letzten Verteidiger positioniert (in Richtung Tor). Sie trafen insgesamt 40 Fehlentscheidungen (also in 20 % der Fälle). Die Autoren konnten zeigen, dass die Perspektive des

Linienrichters seine Wahrnehmung der Spieler verzerrt: Fehlurteile entstanden in Abhängigkeit davon, ob (1) die Spieler auf der dem Linienrichter nahen Spielfeldseite, in der Mitte oder auf der gegenüberliegenden Spielfeldseite Richtung Tor liefen und ob (2) über Innen oder Außen bzw. in der Mitte links oder rechts angegriffen wurde ([Abb. 2.4](#)). Es zeigte sich, dass die Linienrichter öfter dann fälschlicherweise auf Abseits entschieden, obwohl sich die

Tab. 2.1 Mögliche Entscheidungen des Linienrichters

		Objektive Messung	
		Abseits	Kein Abseits
Entscheidung des Linienrichters	Abseits	Korrekte Entscheidung	Flag Error (Flagge wird gehoben, obwohl kein Abseits vorliegt)
	Kein Abseits	No-Flag Error (Flagge wird nicht gehoben, obwohl ein Abseits vorliegt)	Korrekte Entscheidung

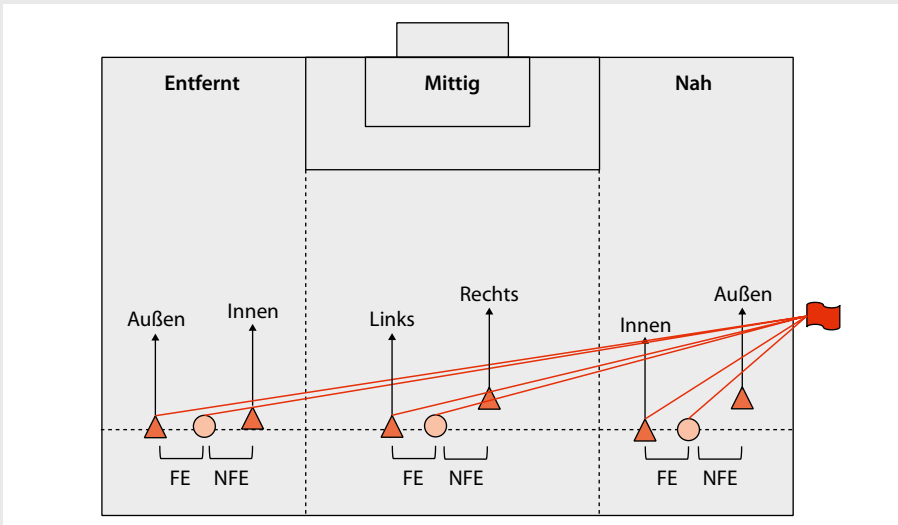


Abb. 2.4 Wahrnehmung des Linienrichters in der Studie von Oudejans et al. (2000). Die Dreiecke stellen die Angreifer, die Kreise die Verteidiger dar. FE = Flag Error, NFE = No-Flag Error. (Adaptiert nach Oudejans et al. 2000)

Spieler noch auf einer Linie befanden (Flag Error), wenn der Angreifer vom Linienrichter aus gesehen *hinter* dem Verteidiger lief (Angriff über Außen auf der gegenüberliegenden Spielfeldseite, Angriff links über die Mitte des Spielfelds, Angriff über Innen auf der dem Linienrichter nahen Spielfeldseite). Umgekehrt „übersahen“ die Linienrichter tatsächlich vorliegende

Abseitssituationen öfter (No-Flag Error), wenn der Angreifer vom Linienrichter aus gesehen vor dem Verteidiger lief. Vermutlich sah es von ihrer Position so aus, als befänden sich beide Spieler noch auf einer Linie (Angriff über Innen auf der gegenüberliegenden Spielfeldseite, Angriff rechts über die Mitte des Spielfelds, Angriff über Außen auf der dem Linienrichter nahen Spielfeldseite).

Die Autoren schließen aus ihren Ergebnissen, dass Fehler bei Abseitsscheidungen durch eine perspektivisch verzerrte Projektion der Spieler auf die Netzhaut des Linienrichters entstehen und plädieren daher für ein alternatives Vorgehen bei der Beurteilung von Abseitssituationen (z. B. Videomessungen von einem geeigneten Standpunkt aus).

Zur Erklärung der Wahrnehmung von Bewegung in diesen drei Situationen gibt es verschiedene Theorien, von denen der *ökologische Ansatz* beispielhaft herausgegriffen werden soll (zur Erläuterung des Reafferenzprinzips als alternativen, physiologischen Erklärungsansatz vgl. Goldstein 2008, S. 221 ff.). Im ökologischen Ansatz nehmen Umweltinformationen eine zentrale Rolle ein, insbesondere solche Informationen, die trotz situativer Veränderung unverändert (invariant) bleiben. Das *optische Feld* bezeichnet die Struktur, die durch Oberflächen, Texturen und Konturen in der Umwelt entsteht. Wenn der Betrachter oder etwas in der Umwelt sich bewegt, liefert das optische Feld unterschiedliche Informationen. Die oben beschriebene erste Situation erklärt der ökologische Ansatz mit einer lokalen Bewegung im optischen Feld: Ein Objekt bewegt sich relativ zur Umwelt. Dabei wird der statische Hintergrund durch die sich bewegende Person auf- und zugedeckt. Obwohl der Betrachter in der zweiten Situation die Person mit den Augen verfolgt und die Person damit im Zentrum des Blickfelds des Betrachters bleibt, wird ebenfalls eine lokale Bewegung im optischen Feld erzeugt, d. h., die Person deckt dennoch den Hintergrund auf und zu. In der dritten Situation dagegen bewegt sich der Betrachter selbst durch die Umgebung. Dies führt dazu, dass sich das gesamte optische Feld bewegt. Dieser globale optische Fluss zeigt an, dass der Betrachter und nicht die Umwelt in Bewegung ist.

Eine Sonderrolle bei der Bewegungswahrnehmung nimmt die Wahrnehmung *biologischer Bewegung* ein, d. h. die Wahrnehmung eines lebenden

Organismus. Menschen sind auf die Wahrnehmung solcher Bewegungen spezialisiert. Die Bewegung eines gehenden Menschen ist beispielsweise so charakteristisch, dass eine nur sehr geringe Menge an Informationen (z. B. die Darbietung von Lichtpunkten, die an einer gehenden Person aufgezeichnet wurden; sog. Lichtpunktläufer-**Stimulus**) ausreicht, um diese „Lichtpunktwolke“ als gehenden Menschen zu identifizieren. Versuchspersonen konnten sogar erkennen, ob es sich bei der Person um einen Mann oder eine Frau handelte (Spering und Schmidt 2009; Demonstration unter <http://www.biomotionlab.ca/Demos/BMLwalker.html>). Die Wahrnehmung von Bewegung spielt auch beim Modelllernen eine große Rolle, das wiederum wichtig für das Bewegungslernen ist (► Abschn. 13.2.3).

Vorstellungen können als ein Sonderfall von Wahrnehmungsprozessen aufgefasst werden. Eine Vorstellung ist ein wahrnehmungsartiger Prozess einer Person, der nicht auf externe Wahrnehmungsreize zurückgeführt werden kann (Annett 1995). Das mentale Training (Bewegungsvorstellungstraining) kann damit als eine Intervention angesehen werden, die stark kognitiv ausgerichtet ist (► Abschn. 16.1).

2.1.2.3 Antizipation

Leistungssportler beeindruckten oft durch Wahrnehmungsleistungen, die bei genauerer Betrachtung auf fast übermenschliche Reaktionsleistungen schließen lassen. So erreichen Bälle im Tennis nach dem Aufschlag Durchschnittsgeschwindigkeiten von 190 km/h, was bedeutet, dass der Ball den

2 Gegenspieler (bei einer Entfernung von 27 m) nach etwa 500 ms erreicht. Da zwischen der Wahrnehmung eines Reizes und der Initiierung einer darauffolgenden Reaktion bereits ca. 200 ms verstreichen, ist es umso erstaunlicher, dass Tennisspieler dennoch in der Lage sind, diese schnellen Aufschlagbälle erfolgreich zurückzuspielen. Ähnliches

gilt für die Leistungen von Torhütern im Hand- oder Fußball (Loffing et al. 2014). Aktuelle Forschungsergebnisse deuten darauf hin, dass erfahrene Sportler den Ausgang einer gegnerischen Handlung auf der Basis der ihnen zur Verfügung stehenden Informationen frühzeitig vorausahnen und entsprechend darauf reagieren können.



Foto: Julia M. Kornmann

Antizipation

Antizipation ist „die gedankliche Vorwegnahme eines (Bewegungs-)Ereignisses mit dem Ziel, die eigene motorische Handlung zeitlich adäquat daran ausrichten zu können“ (Hagemann und Loffing 2013, S. 562).

Antizipationsprozesse stehen damit an der Schnittstelle von Wahrnehmung und Aufmerksamkeit. Im Sport werden sie etwa seit den 1970er Jahren verstärkt erforscht. Untersucht wird dabei vor allem, wie sich Prozesse der Wahrnehmung und Informationsverarbeitung von sportlichen Experten von denen von sportlich weniger erfahrenen Personen

unterscheiden. Obwohl sich Antizipation sowohl auf geschlossene (z. B. Tennisaufschlag, Elfmeterschießen) als auch auf offene Situationen (z. B. Laufweg eines Mitspielers) beziehen kann, wurden bisher vermehrt geschlossene Situationen untersucht (Loffing et al. 2014).

Meist werden Antizipationsleistungen kontrolliert im Labor und mithilfe von Videoaufzeichnungen untersucht. Loffing et al. (2014; vgl. auch Farrow und Abernethy 2007) unterscheiden fünf Arten methodischer Vorgehensweisen:

1. *Zeitliche Verschluss technik (temporal occlusion)*: Die Menge an verfügbaren Informationen wird so variiert, dass die Darstellung der Bewegung (z. B. Tennisaufschlag des

- Gegners) zu unterschiedlichen Zeitpunkten abgebrochen wird. Untersuchen lässt sich so, zu welchen Zeitpunkten einer Bewegung es Athleten gelingt, Handlungseffekte wie die Schuss- oder Schlagrichtung überzufällig gut vorherzusagen. Unabhängig von der Erfahrung der Teilnehmer verbessert sich die Vorhersage, je später die Bewegung abgebrochen wird. Allerdings können Experten den Ausgang einer Bewegungshandlung besser aufgrund früher verfügbarer Informationen vorhersagen als weniger erfahrene Athleten.
2. *Räumliche Verdeckungstechnik (spatial/event occlusion)*: Die Menge an verfügbarem Informationsmaterial wird so variiert, dass bestimmte Bereiche unsichtbar bzw. unkenntlich gemacht werden (z. B. Rumpf, Schläger). Die in diesen Bereichen enthaltenen Informationen können so nicht für die Antizipationsleistung genutzt werden. Durch gezielte Manipulation von Bewegungsinformationen kann man so Bereiche ableiten, die für die Antizipationsleistung von besonderer Bedeutung sind. Verschlechtert sich z. B. die Vorhersageleistung unter einer bestimmten Bedingung deutlich (etwa wenn der Tennisschläger verdeckt ist), kann man annehmen, dass in diesem Bereich besonders antizipationsrelevante Informationen enthalten sind (► [Exkurs 2.2](#)).
 3. *Kombination von zeitlicher und räumlicher Verschlussstechnik*: Durch eine Kombination beider Verfahren untersucht man, welche Informationen zu welchem Bewegungszeitpunkt besonders antizipationsrelevant sind. Man kann davon ausgehen, dass nicht jeder Information zu jedem Zeitpunkt gleiche Bedeutung zukommt. Hagemann und Strauß (2006) konnten z. B. zeigen, dass bei der Vorhersage der Schlagrichtung von Badmintonschlägen zum Auftakt der Schlagbewegung (bis 160 ms vor Ballkontakt) vor allem Informationen aus dem Bereich des Rumpfs und zum Ende der Schlagbewegung (bis zum Ballkontakt) vor allem Informationen aus dem Bereich des Arms und des Schlägers zur Vorhersage genutzt werden.
 4. *Blickbewegungsmessung (eye-tracking)*: Durch die Aufzeichnung der Blickbewegungen von Versuchspersonen versucht man ebenfalls, auf die Bedeutung unterschiedlicher Informationsquellen zu schließen (**empirische** Befunde in ► [Abschn. 2.2.1](#)). Interessant sind zum einen hohe bzw. niedrige durchschnittliche Häufigkeiten, mit denen bestimmte Stellen fixiert werden. Erhoben werden weiterhin die Anzahl visueller Fixationen und die durchschnittliche Fixationsdauer. Zudem gibt die Analyse der Blickbewegung über die Dauer der gesamten Bewegung hinweg Hinweise darauf, welche Informationen zu welchem Zeitpunkt für die Versuchsperson besonders relevant zu sein scheinen.
 5. *Virtuelle Realitäten*: Immer häufiger kommen inzwischen auch virtuelle Realitäten bei der Untersuchung der Antizipation zum Einsatz. Mit ihrer Hilfe kann die Situation deutlich realistischer und in einem dreidimensionalen Raum präsentiert werden. Teilweise wird dabei die Präsentation mit einem Bewegungsmesssystem kombiniert, das synchron **kinematische** Bewegungsparameter der Versuchsperson aufzeichnet (z. B. Abwehrreaktion eines Torhüters bei der Präsentation eines Siebenmeterwurfs im Handball).

2.1.3 Aufmerksamkeit

Aufmerksamkeit ist eng verbunden mit der Wahrnehmung. Im Sport bestimmen Aufmerksamkeitsprozesse beispielsweise, ob ein Fußballspieler seinen freistehenden Mitspieler bemerkt, ob es einer Handballspielerin gelingt, das pfeifende gegnerische Publikum bei der Ausführung eines Siebenmeterwurfs auszublenden, oder ob ein Basketballanfänger in der Lage ist, den Ball weiterhin sicher zu prellen, während er einem Gegenspieler ausweicht.

Der Mensch ist nicht in der Lage, sämtliche Informationen aus seiner Umgebung aufzunehmen und zu verarbeiten, da seine Wahrnehmungskapazitäten begrenzt sind. Daher fokussieren sich Wahrnehmungsprozesse notwendigerweise auf ausgewählte und als wichtig eingestufte Informationen. An dieser Stelle spielen Aufmerksamkeitsprozesse eine