

# „Ich sehe was, was du nicht siehst!“

## Das Phänomen Inattentional Blindness im Sport<sup>1</sup>

Im Sportspiel machen gelegentlich Mitspieler oder Trainer einem Spieler, der in Ballbesitz war, den Vorwurf, einen völlig frei stehenden Spieler nicht gesehen und angespielt zu haben, obwohl sich dieser direkt in seinem *Aufmerksamkeitsfokus* befand: Der beschuldigte Spieler weist alle Vorwürfe zurück und beteuert, dass er den besser postierten Mitspieler nicht gesehen habe. Ein Grund für dieses Beispiel könnte das Paradigma *Inattentional Blindness* sein (Mack & Rock, 1998). Nur wenn Aufmerksamkeit auf einen bestimmten Bereich gerichtet ist, wird diese Information bewusst aufgenommen und verarbeitet. Wenn Aufmerksamkeit auf ein anderes Objekt gelenkt wird, dann kann es passieren, dass ein unerwartetes

Objekt nicht wahrgenommen wird, obwohl es im visuellen Blickfeld der Probanden war. In diesem Übersichtsartikel wird zunächst der aktuelle Stand der Inattentional-Blindness-Forschung skizziert. Dazu wird die bisherige empirische Befundlage zusammengefasst, die insbesondere „bottom-up“- und „top-down“-Mechanismen als Erklärungsversuche thematisiert. Aktuelle *Eye-Tracking-Studien* können belegen, dass Probanden die unerwarteten Objekte direkt und über eine längere Zeitspanne fixiert hatten, ohne sie bewusst wahrgenommen zu haben. Als mögliche theoretische Rahmenmodelle werden „*Enactive Theorien*“ beschrieben. Abschließend werden denkbare

Untersuchungsstrategien vorgestellt, die versuchen, das Paradigma Inattentional Blindness auf Aufmerksamkeitsfokussierungen im Taktiktraining zu beziehen. Betrachtet werden noch offene Fragestellungen aus dem Bereich des *Taktik- und Kreativitätstrainings* sowie erste experimentelle Ergebnismuster mit taktischen Stimuli aus dem Sportspiel. Die bisherigen Resultate weisen darauf hin, dass Inattentional Blindness wahrscheinlich auch im Sport von Bedeutung ist.

Eingegangen: 3.5.2005  
Vortrag gehalten beim Symposium „Nicht-bewusste Handlungssteuerung im Sport“ am 5. Februar 2005 in Kassel, das von Prof. Dr. Armin Klöbele ausgerichtet und geleitet wurde.

### 1. Einleitung

Vor Gericht kommt es nicht selten vor, dass zwei Zeugen unterschiedlicher Auffassung darüber sind, welche Objekte sich an einem Unfallort befunden haben, obwohl beide anwesend waren und Angaben, den Unfall genau beobachtet zu haben. Wenn man davon ausgeht, dass beide in ihren Augen, d. h. mit ihrer Wahrnehmung, die Wahrheit sprechen, müssen andere Gründe eine Rolle spielen. Bezogen auf das Sportspiel machen gelegentlich Mitspieler oder Trainer einem Spieler, der in Ballbesitz war, den Vorwurf, einen völlig frei stehenden Spieler nicht gesehen und angespielt zu haben, obwohl sich dieser direkt in seinem *Aufmerksamkeitsfokus* befand. Der beschuldigte Spieler weist alle Vorwürfe zurück und beteuert, dass er den besser postierten Mitspieler nicht gesehen habe.

Ein Grund für beide Beispiele könnte das in den letzten Jahren diskutierte Phänomen „*looking without seeing*“ sein. Als Beschreibungsansatz führen Mack und Rock (1998) das Paradigma *Inattentional Blindness* ein: Blindheit durch Unaufmerksamkeit. Nur wenn Aufmerksamkeit auf einen bestimmten Bereich gerichtet ist, wird diese Information bewusst aufgenommen und verar-

beitet. Bewusste Wahrnehmung scheint somit Aufmerksamkeitsprozesse zu benötigen. Wenn Aufmerksamkeit einem anderen Objekt zugelenkt wird, dann wird oft ein unerwartetes Objekt nicht wahrgenommen, obwohl es im visuellen Blickfeld der Probanden war. Zentrales Ziel dieses Beitrags ist es, einen Überblick über den aktu-

ellen Stand der Inattentional-Blindness-Forschung zu geben und ihre Bedeutung für das Sportspiel zu untersuchen. Dazu wird zunächst auf das Paradigma eingegangen (Abschnitt 2) und die bisherige empirische Befundlage beschrieben (Abschnitt 3). Dabei werden insbesondere „bottom-up“- und „top-down“-Mechanismen als Erklärungsversuche thematisiert. Unberücksichtigt bleibt noch, ob die Probanden überhaupt die unerwarteten Objekte direkt und über eine längere Zeitspanne fixiert hatten. Aktuelle *Eye-Tracking-Studien* können belegen, dass dies der Fall ist (vgl. Abschnitt 4). Die theoretische Aufarbeitung der bisherigen Resultatmuster steht jedoch erst am Anfang. Als mögliche Rahmenmodelle werden zur Zeit „*Enactive Theorien*“ diskutiert, die in Abschnitt 5 skizziert werden. In Abschnitt 6 wird versucht, das Paradigma Inattentional Blindness und die darin enthaltenen Untersuchungsstrategien auf das Forschungsprogramm „Aufmerksamkeitsfokussierung im Taktiktraining“ zu beziehen. Beschrieben werden noch offene Fragestellungen aus dem Bereich des Taktik- und Kreativitätstrainings sowie erste experimentelle Ergebnismuster mit taktischen Stimuli aus dem Sportspiel. Die bisherigen Resultate weisen darauf hin, dass Inattentional Blindness wahrscheinlich auch im Sport von Bedeutung und somit zu berücksichtigen ist.

### 2. Das Paradigma „Inattentional Blindness“

Mack und Rock führen 1998 im Rahmen des „selective looking“-Forschungsansatzes das



„Warum hast Du mich nicht angespielt?“, scheint hier Mehmet Scholl frustriert zu fragen.

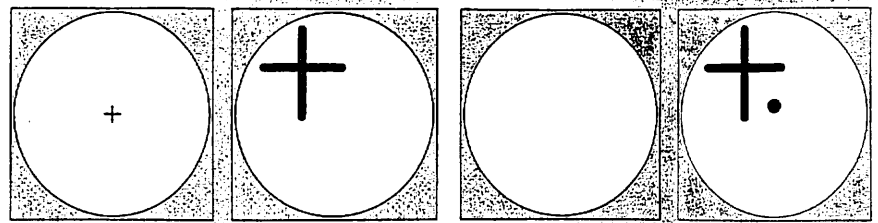
© Imago/action pictures

Paradigma „Inattentional Blindness“ ein. Bewusste Wahrnehmung scheint Aufmerksamkeitsprozesse zu benötigen: „When attention is diverted to another object or task, observers often fail to perceive an unexpected object, even if it appears at fixation – a phenomenon termed ‚inattentional blindness.‘“ (Mack & Rock, 1998, S. 14). Wenn Aufmerksamkeit einem anderen Objekt zugelenkt wird, dann wird oft ein unerwartetes Objekt nicht bewusst wahrgenommen, obwohl es augenscheinlich im Blickfeld lag. Zu dieser Grundüberzeugung gelangen Mack und Rock (1998) aufgrund einer Vielzahl von Studien zum Inattentional-Blindness-Paradigma mit mehr als 5000 Probanden. In zahlreichen Experimenten konnten sie zeigen, dass, obwohl die Aufgabenstellungen in der Art und Weise ausgelegt waren, dass die Beobachter Eigenschaften eines Stimulus in der Nähe eines unerwarteten Objekts zu benennen hatten, die Beobachter das unerwartete Objekt in der Regel nicht bewusst wahrgenommen haben. In einem statischen Basisexperiment (Abb. 1) wurde beispielsweise den Versuchspersonen zunächst ein Fixierungskreuz in der Mitte des Bildschirms 1500 Millisekunden lang dargeboten. Anschließend war im nicht-kritischen Versuch für 200 Millisekunden in einem der vier Quadranten ein vergrößertes Kreuz zu sehen. Über alle Versuche hinweg mussten die Versuchspersonen angeben, welche der vier Seiten des Kreuzes am längsten ist. Im kritischen Versuch war neben dem größeren Kreuz an der Stelle des Fixationskreuzes ein unerwartetes Objekt (z. B. eine andere geometrische Form) zu sehen. Überraschenderweise haben 60 bis 80 Prozent der Probanden das unerwartete Objekt nicht bewusst wahrgenommen, obwohl 200 Millisekunden lang eine mit einem hohen Kontrast versehene geometrische Form in einem Sehwinkel von nur 0,6 Grad von der Fixation entfernt präsentiert wurde. Ohne konkrete Aufgabenstellung sehen abschließend alle Probanden das unerwartete Objekt. Aus diesen ersten Befunden leiten Mack und Rock (1998, S. IV) die folgende Hypothese ab: „No conscious perception without attention“ – keine bewusste Wahrnehmung ohne Aufmerksamkeit.

### 3. Die experimentelle Befundlage: „bottom-up“- und „top-down“-Effekte

Nach der „perceptual-cycle“-Hypothese von Neisser (1976; vgl. auch aktuell Di Lollo, Enns & Rensink, 2000) wird einerseits vermutet, dass Beobachter Schemata oder Erwartungen über bestimmte Aufgabenstellungen besitzen oder aufbauen, die später dann die Aufmerksamkeit steuern können („top-down“-Prozesse). Je ähnlicher ein unerwartetes Objekt dem „attentional set“ ist, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass es bemerkt wird. Andererseits können unerwartete Objekte nur dann bewusst wahrgenommen werden, wenn sie in einen Kreislauf aufgenommen und somit kontinuierlich der visuellen Interpretation und Reinterpretation ausgesetzt werden, die anhaltende Aufmerksamkeit bewirken („bottom-up“-

ABB. 1 Statisches Basisexperiment



Ein typischer Versuchsaufbau der statischen Experimente von Mack und Rock (1998). Nach dem Fixierungskreuz erscheinen zunächst die nicht-kritische Aufgabe und anschließend eine Maskierung. Bei der darauf folgenden kritischen Aufgabe wurde auf der Fixation ein unerwartetes Objekt (hier: Kreis) platziert.

Prozesse). Unerwartete Objekte, die Aufmerksamkeit erregen (z. B. Einzigartigkeit, Bewegung, plötzliches Auftauchen), können einen solchen Prozess in der Regel besser auslösen. In ersten Experimenten wurden die eingesetzten Aufgabenstellungen systematisch variiert, um „bottom-up“-Effekte auf das Erkennen von unerwarteten Objekten analysieren zu können.

- Präsentationseffekte: Wenn reale Situationen statt überlagerte Videosequenzen eingesetzt wurden, werden unerwartete Objekte häufiger bewusst wahrgenommen. Simons und Chabris (1999) präsentierten ihren Probanden dazu zwei verschiedene medial aufbereitete Videos einer Basketballsituation, bei denen die Probanden beispielsweise die Anzahl der Pässe der weißen Spieler untereinander zählen sollten (s. Abb. 2 links). In der Mitte des Videos durchquerte ein unerwartetes Objekt (Gorilla) das Bild.
- Aufgabenschwierigkeitseffekte: Das unerwartete Objekt wird häufiger bemerkt, wenn die Aufgabe vergleichsweise wenig Aufmerksamkeit benötigt (vgl. Most, Clifford, Scholl & Simons, 2004, 2005; Simons & Chabris, 1999). Die Wahrscheinlichkeit der Inattentional Blindness verringert sich also, wenn die zu lösende Primäraufgabe relativ einfach ist, z. B. in der Basketballsituation nur die Pässe und nicht die Pässe und die Bodenkontakte der weißen Spieler zu zählen sind.
- Ähnlichkeitseffekte: Ein unerwartetes Objekt wird häufiger gesehen, wenn sich seine Figur von den zu beobachtenden Objekten nicht unterscheidet (z. B. Most, Simons, Scholl, Jimenez, Clifford & Chabris, 2000). Bei der dynamischen Buchstabenaufgabe von Most, Simons, Scholl und Chabris (2000) mussten die Probanden

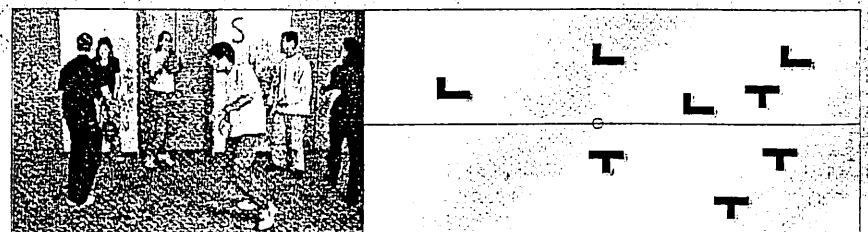
den die Anzahl der Berührungen von Kreisen und Quadraten mit einer horizontalen mittig durch das Display verlaufenden Linie zählen (vgl. Abb. 2 rechts, dargeboten mit Buchstaben statt geometrischen Formen). Während des kritischen Versuchs bewegte sich ein unerwartetes Objekt in unterschiedlichen Abständen (auf der Linie, 2,4/4,8/5,9 cm entfernt) von der horizontalen Aufmerksamkeitslinie durch das Bild. Wenn beispielsweise Quadrate zu beachten waren, wurden Quadrate als unerwartetes Objekt häufiger bewusst wahrgenommen als Kreise.

- Helligkeitseffekte: Ein unerwartetes Objekt wird häufiger identifiziert, wenn sich seine Farbe von den zu beobachtenden Objekten nicht unterscheidet (z. B. Most, Simons, Scholl, Jimenez et al., 2000). In der dynamischen Buchstabenaufgabe von Most, Simons, Scholl und Chabris (2000) wurden beispielsweise schwarze unerwartete Objekte öfter gesehen, wenn schwarze Figuren zu zählen waren.
- Distanzeffekte: Bei der dynamischen Buchstabenaufgabe von Most, Simons, Scholl und Chabris (2000) haben die Probanden unerwartete Objekte seltener gesehen, je größer die Distanz zwischen dem horizontalen Aufmerksamkeitsfokus und dem unerwarteten Objekt war (auf der Linie, 2,4/4,8/5,9 cm entfernt).

Aktuelle Untersuchungen wenden sich verstärkt differenziellen *Personenfaktoren* zu, um „top-down“-Effekte auf das Bemerkens von unerwarteten Objekten bewerten zu können (vgl. Memmert, in revision [i.r.]).

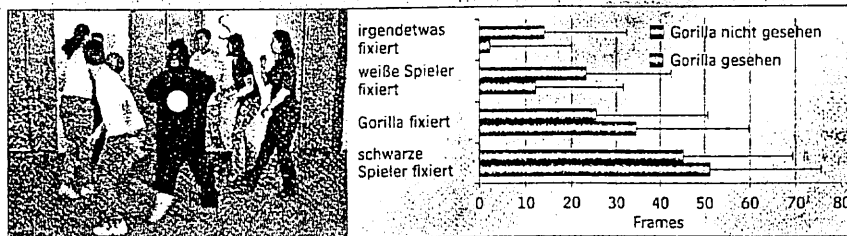
- Alterseffekte: In einer Vielzahl von Entwicklungsstudien werden die Leistungen verschiedener Aufmerksamkeitsstests in Abhängigkeit

ABB. 2 Dynamische Testaufgaben



Dynamische Testaufgaben von Simons und Chabris (1999; links: Basketballsituation) sowie Most, Simons, Scholl und Chabris (2000, rechts: Buchstabenaufgabe) jeweils ohne unerwartetes Objekt.

ABB. 3 Eye-Tracking-Experiment



Überblick über Eye-Tracking-Resultate, die aus der „frame-by-frame“-Analyse resultieren (links: Fixation des Gorillas in einem Frame). Rechts sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der Anzahl der Fixationen auf bestimmte Objekte in der Basketballsituation (ein Frame = 40 ms) angezeigt

zum Alter der Probanden untersucht (z. B. Digit Cancellation Test, Wisconsin Card Sorting Test). Die generelle Befundlage weist darauf hin, dass sich Kinder zwischen dem 8. und 13. Lebensjahr in unterschiedlichen Aufmerksamkeitskomponenten deutlich verbessern (z. B. Rebok, Smith, Pascualvaca, Mirsky, Anthony & Kellam, 1997; Ruff & Lawson, 1990). Diese Ergebnisse konnten auch für das Inattentional-Blindness-Paradigma bestätigt werden. Beispielsweise haben bei der dynamischen Buchstabenaufgabe (vgl. Ähnlichkeitseffekte) 29 Kinder im Alter von 9 Jahren das unerwartete Objekt sowohl bei einem Abstand von 2,4 cm (0,4 vs. 44 Prozent) als auch bei einem von 5,9 cm (0,7 vs. 13 Prozent) zum Aufmerksamkeitsfokus signifikant seltener gesehen als die Studenten bei der Studie von Most, Simons, Scholl und Chabris (2000). In einem Alter von 13 Jahren verschwinden diese Unterschiede.

• **Expertiseeffekte:** Perzeptive Fertigkeiten spielen im Sport eine große Rolle, insbesondere bei sportlichen Höchstleistungen (z. B. Williams, Davids & Williams, 1999). Zahlreiche empirische Befunde bestätigen immense Unterschiede zwischen Experten und Novizen hinsichtlich „advance visual cues“, „pattern recognition“ oder „knowledge of situational probabilities“ (für einen Überblick siehe Williams & Grant, 1999). Die Expertise-Hypothese im Inattentional-Blindness-Paradigma vermutet, dass Beobachter mit basketballspezifischen Wahrnehmungsfähigkeiten mit einer größeren Wahrscheinlichkeit unerwartete Objekte bemerken als Probanden, die weniger Erfahrungen in schnell wechselnden Situationen im Sportspiel haben. In einer ersten Studie hatten Basketball-Experten und -Novizen die Basketballsituationsaufgabe von Simons und Chabris (1999) zu absolvieren (vgl. Präsentationseffekte). Dabei mussten die Spieler nur die Anzahl der Pässe der weißen Spieler zählen. Die Ergebnisse indizieren signifikante Unterschiede zwischen Basketballspielern, die im Durchschnitt seit 5 (Jugendliche; N = 19) bzw. 13 Jahren (Erwachsene; N = 19) Basketball trainieren, und 35 jeweils gleichaltrigen Novizen (61 vs. 36,5 Prozent;  $\chi^2_{(1)} = 4.802$ ;  $p < .05$ ;  $\delta = .44$ ). Mit einer spezifischen Erfahrung in dynamischen Spielhandlungen hatten die Beobachter eine größere Wahrscheinlichkeit, das unerwartete Objekt zu sehen, als Versuchspersonen ohne spezifische Vorerfahrungen im Bas-

ketball. Alterseffekte zwischen den im Schnitt 14- und 22-jährigen Basketballspielern waren nicht vorhanden (60 vs. 62 Prozent).

• **Hochbegabteneffekte:** Eine Reihe von Studien thematisiert den Zusammenhang zwischen generellen Intelligenzfaktoren und Aufmerksamkeitsleistungen (z. B. Schweizer, Zimmermann & Koch, 2000). Da hinsichtlich des Inattentional-Blindness-Paradigmas noch keine Befunde dazu vorliegen, wurden 27 hochbegabte Kinder im Alter zwischen 8 und 9 Jahren rekrutiert, deren Intelligenzquotient über 130 liegt. Diese wurden verglichen mit 29 gleichaltrigen Kindern. Die Ergebnisse zeigen, dass bei der dynamischen Buchstabenaufgabe von Most, Simons, Scholl und Chabris (2000; vgl. Ähnlichkeitseffekte) 33 Prozent der hochbegabten Kinder das unerwartete Objekt gesehen haben (Bedingung: nahe dem Aufmerksamkeitsfokus: 2,4 cm). Im Gegensatz dazu ist nur einem Probanden (3,5 Prozent) der 29 nicht-hochbegabten Kindern das unerwartete Objekt aufgefallen ( $\chi^2_{(1)} = 6.485$ ;  $p < .05$ ;  $\delta = .37$ ). In der Bedingung „sehr weit entfernt von dem Aufmerksamkeitsfokus“ (5,9 cm) gab es keine bedeutsamen Unterschiede zwischen beiden Gruppen.

#### 4. Blickbewegungsstudien: Fixieren heißt nicht bewusst wahrnehmen!

Keines der bisherigen Experimente zum Inattentional-Blindness-Paradigma sicherte das Ergebnis mit einer Registrierung der Augenbewegungen der Probanden ab. Somit kann man nicht mit definitiver Sicherheit sagen, wo die Versuchspersonen hingesehen haben, als das unerwartete Objekt auf dem Bildschirm zu sehen war. Ist es möglich, dass Personen ein unerwartetes Objekt nicht bewusst bemerken, obwohl sie es direkt und über einen längeren Zeitraum fixieren? Aufschluss darüber geben zwei aktuelle Eye-Tracking-Studien mit statischen und dynamischen Stimuli. Koivisto, Hyönä und Revonsuo (2004) haben den Probanden ähnliche statische Stimuli wie Mack und Rock in ihren Basis-Experimenten angeboten. 64 Probanden hatten die Aufgabe, ihre Aufmerksamkeit zwei verschiedenen farbigen Zahlen zuzuwenden, die nacheinander in unterschiedlichen Quadranten des Displays insgesamt 700 Millisekunden lang erschienen (jede Zahl jeweils 350 Millisekunden). Im kriti-

schen Versuch erschien ein schwarzer Kreis in der Bildschirmitte anstelle des Fixierungskreuzes. Zur gleichen Zeit wurde auch die erste Zahl präsentiert. Neben der Benennung der beiden Zahlen mussten die Probanden eine weitere Instruktion befolgen, die ihnen im Vorfeld mitgeteilt wurde. Die Hälfte der Versuchspersonen sollte zusätzlich ihre Augen jeweils auf die Zahlen lenken, die Übrigen mussten immer das zentrale Kreuz in der Bildschirmitte fixieren, worauf später auch das unerwartete Objekt eingeblendet wurde, und lediglich durch peripheres Sehen die Aufgabenstellung lösen. Mit Hilfe der Blickbewegungsregistrierung wurde einzig und allein überprüft, ob sich die Teilnehmer an diese Instruktionen gehalten hatten. Überraschenderweise bemerkten nur 20 Prozent der Beobachter das unerwartete Objekt, obwohl sie es 700 Millisekunden direkt in der Bildschirmitte fixiert hatten. Unabhängig davon, welche Instruktionen sie erhalten hatten, nahmen die Probanden beider Gruppen ungefähr zu 80 Prozent das unerwartete Objekt nicht bewusst wahr.

An einem Eye-Tracking-Experiment mit dynamischen Stimuli nahmen 24 Kinder zwischen 7 und 8 Jahren teil (vgl. Memmert, i.r.). Die Aufgabe der Probanden war es, in der Basketballsituation von Simons und Chabris (1999) alle Pässe der drei schwarz gekleideten Spieler untereinander zu zählen (vgl. Präsentationseffekte). Dabei wurden ihre Augenbewegungen mit einer Blickbewegungskamera aufgezeichnet. Mit Hilfe einer „frame-by-frame“-Analyse (Virtual Dub 1.5.10 von Avery Lee) konnten auf jedem Frame (einzelnes Videobild = 40 Millisekunden) die Objekte bestimmt werden, die von den Versuchspersonen fixiert wurden (vgl. Abb. 3 links). Von besonderem Interesse waren die Fixationen auf das unerwartete Objekt (= Gorilla) sowie auf die schwarz und weiß gekleideten Spieler. Präsentiert wurde den Teilnehmern das ungefähr 24 Sekunden dauernde Video auf einer Großbildleinwand (3,2 x 2,4 m). Die Versuchspersonen saßen in einem Abstand von sechs Metern auf einem Stuhl vor der Leinwand. Sie hatten den Kopf mit ihren Armen auf einem Tisch abgestützt. Zudem hatten sie die Anweisung, nicht den Kopf, sondern nur ihre Augen zu bewegen. Im Anschluss an das Video wurden verschiedene Fragen gestellt (Anzahl der Pässe, „etwas Ungewöhnliches aufgefallen“, „etwas Anderes gesehen“, „Videofilm schon gekannt“).

Zunächst wurde eine Versuchsperson aus den weiteren Analysen ausgeschlossen, da sie – nach eigenen Angaben – in der Mitte des Videos mit dem Zählen aufhörte. Keiner der Probanden gab an, das Video zu kennen. Über alle Teilnehmer hinweg haben acht Kinder das unerwartete Objekt gesehen (40 Prozent), 12 nicht (60 Prozent). In den Leistungen der Primäraufgabe (Pass-Zählaufgabe) unterscheiden sich beide Gruppen nicht ( $t_{(14)} = -1.14$ ,  $p = .28$ ). Dieser Befund deckt sich auch mit der Eye-Tracking-Analyse der schwarz bekleideten Spieler. Die Gruppen, die das unerwartete Objekt gesehen bzw. nicht gesehen haben, unterscheiden sich nicht hinsichtlich der Fixation der

schwarzen Spieler ( $t_{(15)} = .57, p = .58$ ). Beide Probandengruppen haben ungefähr zwei Sekunden lang (= 40 Prozent des fünf Sekunden langen Analyseintervalls) die schwarzen Spieler beobachtet (vgl. Abb. 3 rechts).

Auch konnten keine signifikanten Mittelwertdifferenzen zwischen den Beobachtern, die das unerwartete Objekt gesehen oder nicht gesehen haben, hinsichtlich der Dauer der Fixationen des Gorillas indiziert werden ( $t_{(15)} = .88, p = .40$ ). Der interessante Befund betrifft die „frame-by-frame“-Analyse des unerwarteten Objekts. Die Beobachter, die den Gorilla nicht bewusst gesehen haben, haben ihn durchschnittlich ungefähr 25 Frames direkt angeschaut! Damit schauten diese Versuchspersonen etwa eine Sekunde (= 20 Prozent) das unerwartete Objekt direkt an, ohne es bewusst zu sehen! Die größten – wenn auch nicht signifikanten – Unterschiede zwischen beiden Gruppen liegen in der Zeit, in der sie die weißen Spieler bzw. andere Dinge fixiert haben. Insgesamt blickten die Kinder, die das unerwartete Objekt gesehen haben, nicht länger auf ihn oder auf die schwarz und weiß gekleideten Spieler als die Kinder, die den Gorilla nicht bewusst wahrgenommen haben. Zusammenfassend kommen beide Studien zum Schluss, dass die Probanden, die das unerwartete Objekt sahen, es nicht länger oder häufiger fixiert haben, als die Personen, die es nicht bewusst wahrgenommen haben. Damit konnte nachgewiesen werden, dass die Fixation eines unerwarteten Objektes – auch bis zu einer Sekunde – nicht automatisch bedeutet, dass es bewusst wahrgenommen wird.

## 5. Theoretische Erklärungsansätze

Auf den Organismus strömen kontinuierlich visuelle Reize ein. Diese Flut an Informationen übersteigt bei Weitem die Verarbeitungskapazität des Menschen. Glücklicherweise wurde das menschliche Gehirn im Zuge der Evolution dazu optimiert, durch gezielte Aufmerksamkeitsfokussierungen diejenigen Informationen bewusst zu selektieren und zu verarbeiten, die für die Handlungen im Alltag und auch im Sport benötigt werden. Das Ignorieren von (vielleicht zunächst) unwichtigen Informationen kann also als ein Vorteil und als überlebensnotwendig verstanden werden. Für die Berücksichtigung wichtiger Veränderungen in der Umwelt („Change Blindness“; z. B. Simons & Levin, 1997) oder das Übersehen überraschender und (vielleicht) relevanter Informationen („Inattentional Blindness“) ist jedoch Blindheit durch Unaufmerksamkeit eher als ein etwas unerwünschter Nebeneffekt oder sogar als Nachteil für den Menschen zu werten.

Wenn Bewusstsein immer aus Aktionen eines Organismus resultiert – wie es die enaktiven Theorien annehmen (vgl. Ellis, 2001) –, dann werden jedem Bewusstseins-Status einige vorbewusste selbstorganisierende Aktivitäten im Kortex vorausgehen. Diese versuchen, den resultierenden Bewusstseins-Status für den Zweck des Organismus zu optimieren. Dabei wird ein Selektionseffekt ausgelöst. Selbstor-

ganisierende Prozesse beeinflussen die Aufmerksamkeitsrichtung, bevor bewusste Kenntnisse über das beobachtete Objekt vorliegen. Dies ist deshalb möglich, weil kognitive Funktionen bereits sehr frühzeitig mit emotionalen Gehirnarealen verbunden sind. D. h., nachdem die Informationen vom Sehnerv zum Thalamus gelangen, agieren dieser und das limbische System zusammen, bevor V1 bis V4 (Bereiche des visuellen Kortex) integriert werden (z. B. Watt, 2000). Motivationale Faktoren kontrollieren damit die Aufmerksamkeitsrichtung und beeinflussen den Informationsprozess, bevor der Organismus den spezifischen Input bewusst wahrnimmt. Ellis (2001) kann die enaktiven Theorien zur Aufmerksamkeitsfokussierung sowohl durch die zahlreichen aktuellen Befunde aus der Neuropsychologie (vgl. Ellis & Newton, 2000) als auch durch die Resultatsmuster von Mack und Rock (1998) stützen. Beide Autoren fanden – in statischen Settings (vgl. Abb. 1) – deutlich reduzierte Inattentional Blindness bei emotionalen Stimuli (z. B. ☺ vs. ☹; 85 vs. 15 Prozent) oder bedeutungsvollen Wörtern. Im letztgenannten Experiment erkannten beispielsweise die Probanden ihren eigenen Vornamen als unerwartetes Objekt überzufällig häufiger als die beiden in Amerika am meisten benutzten Wörter „house“ oder „time“ (88 vs. 50 Prozent).

Zusammenfassend leitet Ellis (2001) aus den neuropsychologischen Befunden und den Erkenntnissen aus den Inattentional-Blindness-Studien ein *Dreistufenmodell* ab. Dieses sieht auf einer *ersten* Stufe vor, dass eine vorselektive Auswertung von Reizen durch motivationale Nützlichkeitskategorien bestimmt wird. Selbstorganisierte Prozesse dienen dabei nach Ellis (2001, S. 315) als ein früher „Schleusen-Mechanismus“, der potenziell brauchbare oder emotional interessante Informationen für die weitere Verarbeitung favorisiert. Wenn Stimuli die Anfangsauswertung durchdrungen haben, werden sie auf einer *zweiten* Stufe verstärkt, verarbeitet und enkodiert. Erst auf einer *dritten* Stufe wird Bewusstsein durch Resonanz zwischen anteriorer und posteriorer Aufmerksamkeitsmechanismen erzeugt. Das bedeutet, dass emotionale Gehirnprozesse frühere Selektionsfunktionen für ankommende Stimuli darstellen, während die gleichen emotionalen Gehirnprozesse auch zu einem späteren Zeitpunkt bestimmen können, ob Informationen bewusst werden oder nicht. Dennoch: Ob Informationen einen bewussten Status erreichen, ist weitgehend auf einer frühen Stufe der Verarbeitung bestimmt worden. Enaktive Theorien erlauben es also, dass es frühe und späte Selektionsmechanismen gibt, die wirksam sind, und dass diese durch die gleichen subkortikalen und limbischen Prozesse kontrolliert werden.

Die zentrale Frage bleibt zu klären, welche motivationalen Nützlichkeitskategorien es gibt, die auf der ersten Stufe des Modells wirksam werden. Wenn ein Organismus die Aufmerksamkeit bewusst einer Aufgabe zuwendet, welche zunächst vielleicht irrelevanten Stimuli tendieren dazu, sofort verarbeitet zu werden, und welche nicht? In einem ersten Schritt be-

nennt Ellis (2001, S. 314) drei Arten von – evolutionär gut begründbaren – Stimuli:

- a) emotional hervorstechende,
- b) bedeutungsvolle und
- c) aufgrund der menschlichen Hardware vorinstallierte (z. B. Lärm, plötzliche Lichter).

## 6. Perspektiven für das Taktik-/Kreativitätstraining im Sportspiel

Beim Aneignen von kognitiven bzw. taktischen Kompetenzen im Sport fehlt derzeit weitestgehend eine systematische Berücksichtigung von Aufmerksamkeitsstrategien. Insbesondere durch bestimmte Instruktionmöglichkeiten (vgl. Hänsel, 2002) könnten Aufmerksamkeitsfokussierungen im Sportspiel gezielt gesteuert werden. Kinder und Jugendliche müssen in allen Sportspielen in kürzester Zeit eine Vielzahl von Informationen wahrnehmen und verarbeiten. Sie müssen Sinneseindrücke und Ereignisse aus der Umwelt beachten, die für sie am Anfang neuartig und deshalb z. T. unerwartet sind. Dies spielt mit Sicherheit beim Lernen taktischer Aufgabenklassen eine entscheidende Rolle, die konvergente, aber insbesondere auch divergente Lösungen benötigen. Hier stellt sich die Frage, wie und wann Kinder – möglicherweise effektiver als bisher – kontinuierlich kleinere und größere situative Veränderungen durch das Interagieren von Mit- und Gegenspielern erkennen können, wenn durch Instruktionen des Trainers im Vorfeld die Aufmerksamkeit der Jugendlichen nur auf bestimmte Situationen gelenkt wird. Trainingsziel müsste es sein, dass parallel zur Lösungsvorgabe des Trainers auch andere, unerwartete und möglicherweise bessere Lösungsvarianten wahrgenommen, genutzt und somit gelernt werden können.

In ersten Untersuchungen zur Aufmerksamkeitsfokussierung im Sportspiel wurde zunächst der Einfluss bestimmter Instruktionen auf das taktische Entscheidungsverhalten von Sportspielern analysiert. Ist es möglich, dass völlig freistehende Spieler übersehen werden, die ohne spezifische Instruktionen im Vorfeld angespielt werden würden? In Anlehnung an die Resultatsmuster des Inattentional-Blindness-Paradigmas (vgl. Abschnitte 2 bis 4) wird vermutet, dass die Probanden durch einschränkende Instruktionen, z. B. vom Trainer, nicht immer die optimalen taktischen Lösungen finden, da ihr Aufmerksamkeitsfokus zu gering ist. Oder wie es Roth (2003, S. 10) formuliert: „Frühe taktische ‚Leseinstruktionen‘ führen zu Wahrnehmungseinschränkungen. Spieler, die sofort mit taktischen Regeln konfrontiert werden, werden ‚blind‘ für relevante Aspekte der Situation.“

Zur experimentellen Überprüfung wurde ein Taktiktest konzipiert, der aus 20 – randomisiert dargebotenen – ungefähr 15 Sekunden dauernden handballspezifischen Videosequenzen besteht (vgl. Abb. 4 links), in denen vier Angriffsspieler gegen vier Abwehrspieler agieren. In 16 Sequenzen ist in der abschließenden „eingefrorenen“ Entscheidungssituation ein vollständig freistehender Mitspieler zu sehen.

Mittels Expertenratings wurden aus den 90 Spielsituationen diejenigen ausgewählt, bei denen der freistehende Spieler die beste taktische Lösungsmöglichkeit darstellt. Jede Sequenz endet mit einem Standbild. Die Versuchspersonen müssen nun innerhalb von zwei Sekunden die optimale Lösung für die dargebotenen Situationen benennen. An einer ersten Studie nahmen 32 jugendliche Handballspieler im Alter von durchschnittlich 13 Jahren teil. Ihr Trainingsalter betrug im Schnitt rund 6 Jahre. Die zentrale Aufgabe für alle Probanden lautete wie folgt: „Dein Ziel ist es, mit deiner Mannschaft ein Tor zu erzielen“.

Die Probanden wurden auf drei Gruppen verteilt: Die Gruppe mit Aufmerksamkeitsfokussierung erhielt zusätzlich zwei typische handballspezifische „wenn-dann-Regeln“, die – wenn sinnvoll – berücksichtigt werden sollten: a) Wenn dein Gegenspieler heraustritt, dann versuche ihn mit einer Finte zu übergehen; b) Wenn dein Gegenspieler stehen bleibt, dann schließe mit einem Sprungwurf ab.

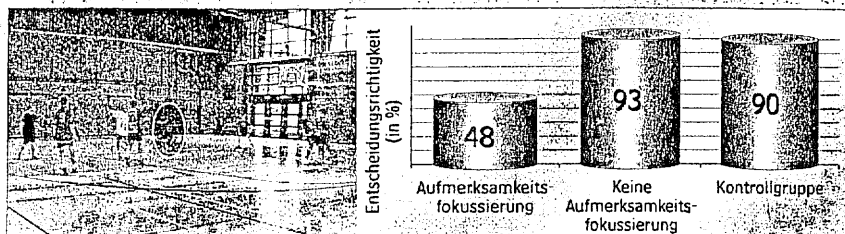
Die Gruppe ohne Aufmerksamkeitsfokussierung bekam die Instruktion, die taktisch bestmögliche Folgehandlung auszuwählen. „Zum Beispiel kannst du 1:1 gehen, gleich einen Sprungwurf machen oder zu einem Mitspieler passen.“

Eine Kontrollgruppe sah die Sequenzen ohne weitere Instruktionen. Erfasst wurden die Entscheidungen in jeder dargebotenen Situation (freier Spieler gesehen = 1 Punkt; Rest = 0 Punkte), die zu einem Summenscore aufaddiert wurden.

Zunächst verdeutlichen die Resultate der Kontrollgruppe, dass mit der für alle Gruppen gleichen Aufgabenstellung nahezu jeder Proband die taktische Bestlösung in den einzelnen Sequenzen findet (vgl. Abb. 4 rechts). Hypothesenkonform gibt es einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Instruktionsgruppen mit und ohne Aufmerksamkeitsfokussierung ( $F(1,22) = 7.797$ ;  $p < .01$ ; partielles Eta-Quadrat = .30). Entscheidend ist aber, dass durch Instruktionen ungefähr in 50 Prozent der Fälle der frei stehende Spieler nicht bewusst wahrgenommen wird. Damit können die Ergebnisse der Inattentional-Blindness-Forschung repliziert werden.

Diese ersten Resultatsmuster bedürfen der weiteren Absicherung und Hinterfragung. Welche Instruktionsstrategien zur Aufmerksamkeitsfokussierung müssen für das erfolgreiche Lernen von Individual- und Gruppentaktiken eingesetzt werden, um auch unerwartete Lösungen bzw. neue und nicht-erwartete Situationsmuster berücksichtigen zu können? Verändern sich die taktischen Entscheidungen der Spieler, wenn die Probanden mit motorischen Ausführungsformen die Spielkonstellation lösen müssen? Lassen sich die erhaltenen intern gültigen Ergebnisse auch im Rahmen von extern validen Spielkonstellationen replizieren? Dazu wären entweder Drehbücher für die zu beteiligenden Akteure zu entwickeln oder reale Spielmitschnitte zu analysieren. Beim Letztgenannten könnten beispielsweise authentische

ABB. 4 Taktiktest



Darstellung der handballspezifischen Videosequenz mit dem unerwarteten Objekt – im Kreis ist der freie Mitspieler – sowie die Mittelwerte zu den drei Instruktionsgruppen.

Basketballsequenzen aus der Perspektive eines Rollenspielers mit relativ starren Vorgaben seitens des Trainers ausgewertet werden.

Durch welche „Vorab-Informationen“ (z. B. Heben eines Arms) könnten Mitspieler verstärkt die Aufmerksamkeit in bestimmten Situationen auf sich lenken? Mit Hilfe solcher motivationaler Nützlichkeitskategorien könnte es gerade im Sportspiel gelingen, Spieler zu veranlassen bzw. zu „pre-tunen“, um nach bedeutungsvollen Anhaltspunkten zu suchen, die es wert sind, dass man ihnen Aufmerksamkeit schenkt. Der Organismus muss absichtlich die frontalen und parietalen Areale aktivieren, um nach emotional wichtigen Objektkategorien zu suchen, die der Thalamus in Verbindung mit dem limbischen System bereits dem Organismus als wichtig gemeldet hat. Diese „Suchaktivitäten“ haben bereits begonnen, das visuelle bzw. konzeptionelle Image-Schema zu formen, bevor occipitale Aktivität irgendeinen Effekt auf das perzeptive Bewusstsein hat (vgl. Ellis, 2001). Aus methodischer Sicht könnte in diesem Zusammenhang auch das – dem Inattentional Blindness „entgegengesetzte“ – Paradigma „Surprise Capture“ hilfreich sein. Dabei werden Bedingungen untersucht, bei denen unerwartete Objekte Aufmerksamkeit auf sich ziehen (Horstmann, i. r.; Meyer, Niepel, Rudolph & Schützwohl, 1991).

## Literatur

Di Lollo, V., Enns, J.T. & Rensink, R.A. (2000). Competition for consciousness among visual events: The psychophysics of reentrant visual processes. *Journal of Experimental Psychology: General*, 129, 481-507.

Ellis, R.D. (2001). Implication of Inattentional Blindness for 'Enactive' Theories of Consciousness. *Brain and Mind*, 2, 297-322.

Ellis, R.D. & Newton, N. (eds.) (2000). *The Chaldron of Consciousness: Affect, Motivation, and Self-organization*. Amsterdam: John Benjamins.

Hänsel, F. (2002). *Instruktionspsychologie motorischen Lernens* (Reihe Sportpsychologie, Bd. 6). Frankfurt/Main: Peter Lang.

Koivisto, M., Hyönä, J. & Revonsuo, A. (2004). The Effects of Eye Movements, Spatial Attention and Stimulus Features on Inattentional Blindness. *Vision Research*, 44, 3211-3221.

Horstmann, G. (in revision). Evidence for Attentional Capture by a Surprising Color Singleton in Visual Search.

Mack, A. & Rock, I. (1998). *Inattentional Blindness*. MIT Press: Cambridge.

Memmert, D. (in revision). The Effects of Eye Movements, Age and Expertise on Inattentional Blindness.

Meyer, W.-U., Niepel, M., Rudolph, U. & Schützwohl, A. (1991). An experimental analysis of surprise. *Cognition and Emotion*, 5, 295-311.

Most, S.B., Clifford, E.R., Scholl, B.J., & Simons, D.J. (2005). What you see is what you set: Sustained inattentional blindness and the capture of awareness. *Psychological Review*, 112, 217-242.

Most, S.B., Simons, D. J., Scholl, B.J., Jimenez, R., Clifford, E., & Chabris, C.F. (2000). How not to be seen: The contribution of similarity and selective ignoring to sustained inattentional blindness. *Psychological Science*, 12, 9-17.

Most, S.B., Simons, D.J., Scholl, B.J., & Chabris, C.F. (2000). Sustained inattentional blindness: The role of location in the detection of unexpected dynamic events. *Psyche*, 6 (14).

Neisser, U. (1976). *Cognition and Reality: Principles and Implications of Cognitive Psychology*. San Francisco: Freeman.

Rebok, G.W., Smith, C.B., Pascualvaca, D.M., Mirsky, A.F., Anthony, B.J. & Kellam, S.G. (1997). Developmental Changes in Attentional Performance in Urban Children from Eighth to Thirteen Years. *Child Neuropsychology*, 3, 28-46.

Roth, K. (2003). *Kreativität im Sportspiel*. (Unveröffentlichtes Manuskript). Heidelberg: ISSW.

Ruff, H.A. & Lawson K.R. (1990). Development of Sustained, Focused Attention in Young Children During Free Play. *Developmental Psychology*, 26, 85-93.

Schweizer, K., Zimmermann, P. & Koch, W. (2000). Sustained attention, intelligence, and the crucial role of perceptual processes. *Learning and Individual Differences*, 12, 271-286.

Simons, D.J. & Chabris, C.F. (1999). Gorillas in our midst: Sustained inattentional blindness for dynamic events. *Perception*, 28, 1059-1074.

Simons, D.J. & Levin, D.T. (1997). Change blindness. *Trends in Cognitive Science*, 7, 261-267.

Watt, D. (2000). The centrecephalon and thalamocortical integration: Neglected contributions of periaqueductal gray, *Consciousness & Emotion*, 1, 91-114.

Williams, A.M. & Grant, A. (1999). Training perceptual skill in sport. *International Journal of Sport Psychology*, 30, 194-220.

Williams, A.M., Davids, K. & Williams, J.G. (1999). *Visual perception and action in sport*. London: E & F.N. Spon.

## Der Autor

Dr. Daniel MEMMERT, Jg. 1971, ist derzeit wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Sport und Sportwissenschaft der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg. Promotion über Kognitionen und Taktiken im Sportspiel (2003). Aktuelle Forschungsschwerpunkte: Bewegungs- und Trainingswissenschaft, Sportwissenschaft, Neuronale Netze, Forschungsmethoden sowie Evaluation der Sportlehrerausbildung. Seit 1998 Koordinator des sportspielübergreifenden Projekts „Ballschule Heidelberg“. Seit 2002 zweiter Vorsitzender des Vereins zur Förderung des sportwissenschaftlichen Nachwuchses in Deutschland, Dritter Platz beim dvs-Nachwuchspreis (2003).

Anschrift: Universität Heidelberg, Institut für Sport und Sportwissenschaft, Im Neuenheimer Feld 700, 69120 Heidelberg

E-Mail: Daniel.Memmert@issw.uni-heidelberg.de

## Danksagungen

Für die Erstellung von Filmaufnahmen und für die Durchführung von Datenaufnahmen sowie Datenauswertungen bedanke ich mich herzlich bei Daniela Baur, Philip Furley und Jörg Schorer (Universität Heidelberg) sowie für konzeptionelle Hinweise bei Daniel Simons (University of Illinois)