
Höchstleistung im Handballtor

Eine Studie zur Identifikation, den Mechanismen und der Entwicklung senso-motorischer Expertise

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Dr. phil.

an der Fakultät für

Verhaltens- und empirische Kulturwissenschaften

der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg

Gutachter:

Prof. Dr. K. Roth

(Institut für Sport und Sportwissenschaft, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg)

PD Dr. D. Büsch

(Institut für Angewandte Trainingswissenschaft Leipzig)

vorgelegt von Jörg Schorer

Coerdestr. 50

48147 Münster

Münster, November 2006

MEINEN ELTERN

Inhaltsverzeichnis

Einleitung.....	6
I Theoretischer Hintergrund.....	8
1 Entscheidungen im Sport.....	9
1.1 Statische Modelle in der Entscheidungsforschung.....	10
1.2 Dynamische Modelle in der Entscheidungsforschung.....	13
1.3 Entscheidungsforschung in realen Situationen.....	16
1.4 Bounded Rationality.....	17
1.5 Situation Siebenmeter.....	19
2 Expertise im Sport.....	22
2.1 Begriffsbestimmung.....	23
2.2 Rahmenkonzeption zur Expertiseforschung.....	25
2.3 Identifikation der Expertise.....	27
2.4 Mechanismen der Expertise.....	29
2.5 Entwicklung der Expertise.....	37
2.6 Ableitung der Fragestellungen.....	47
II Studie zur Expertise von Handballtorhütern.....	50
3 Methode.....	50
3.1 Vorbereitungen für die Studie.....	50
3.2 Testbatterie zur Erfassung der Informationsverarbeitung.....	56
3.3 Untersuchungsaufbau für die Testbatterie.....	59
3.4 Durchführung der Testbatterie.....	64
3.5 Untersuchungsteilnehmer.....	65
3.6 Empirische Hypothesen.....	68
3.7 Statistische Auswertungsstrategie.....	72
Experiment 1 -	
Identifikation der Expertise.....	76
4 Ergebnisse.....	76
4.1 Hypothesenblock 1.....	76
5 Zusammenfassung.....	79

Experiment 2 - Mechanismen der Expertise.....	81
6 Ergebnisse.....	81
6.1 Hypothesenblock 2.....	81
6.2 Hypothesenblock 3.....	83
6.3 Hypothesenblock 4.....	84
6.4 Hypothesenblock 5.....	86
6.5 Hypothesenblock 6.....	88
6.6 Hypothesenblock 7.....	91
7 Zusammenfassung.....	95
Experiment 3 - Entwicklung der Expertise in der Lebensspanne.....	96
8 Ergebnisse.....	96
8.1 Hypothesenblock 8.....	96
8.2 Hypothesenblock 9.....	99
8.3 Hypothesenblock 10.....	101
8.4 Hypothesenblock 11.....	104
8.5 Hypothesenblock 12.....	107
8.6 Hypothesenblock 13.....	111
9 Zusammenfassung.....	115
III Diskussion.....	117
10 Interpretation der Ergebnisse.....	117
11 Theoretische Diskussion.....	123
12 Diskussion der Methode.....	126
13 Ausblick.....	128
IV Verzeichnisse.....	131
14 Literaturverzeichnis.....	131
15 Abbildungsverzeichnis.....	150
16 Tabellenverzeichnis.....	153
Formale Erklärung zur Dissertation.....	154

Die vorliegende Studie wurde
vom Bundesinstitut für Sportwissenschaft
unter dem Aktenzeichen BISp VF 070647/03-04 gefördert.

Einleitung

„Mach es so einfach wie möglich,
aber nicht einfacher!“
(Albert Einstein)

Eine alte Handballerweisheit besagt, dass der „Torhüter¹ die halbe Miete ausmacht“. Deren Höchstleistungen im Handballtor faszinieren nicht nur die Zuschauer und lassen die gegnerischen Werfer verzweifeln, sondern sind auch aus wissenschaftlicher Perspektive spannend. Wie schaffen es diese Ausnahmeathleten in einem Zeitfenster von teilweise unter 300 ms, die Flugrichtung des Balls wahrzunehmen, diese Informationen zu verarbeiten und anschließend auch noch die passende motorische Antwort zu geben (vgl. Abernethy, 1996)? Eine erste Antwort kann hierzu bereits teilweise gegeben werden: Sie reagieren nicht auf den Ballflug, obwohl sie dies in verschiedenen Interviews äußern (vgl. Schorer & Wörner, 2006), sondern antizipieren die Wurfrichtung anhand von Körpermerkmalen.

Unklar ist jedoch, wodurch sich Weltklassetorhüter von Anfängern oder durchschnittlichen Torhütern unterscheiden, wie man zu einem Experten wird oder wie sich Torhüter über ihre aktive Karriere hinweg entwickeln. Hierbei erscheint es wichtig, ein ganzheitliches Bild der drei Stufen der Informationsverarbeitung zu betrachten (vgl. Abernethy, 1996), da nur so mögliche Kompensationsmechanismen offenbart werden. Die Forschung wird der Komplexität dieser Aufgabe nur in den seltensten Fällen gerecht. Auf dieses Manko insbesondere der psychologischen Forschung weist Summers (2004) hin, wenn er die „compartmentalization of the study of human behaviour in general into the areas of perception, cognitive processes and motor processes“ kritisiert (S. 7). Dieses wird noch verwunderlicher, wenn man sich die aktuelle Forschung zur Wahrnehmungs-Handlungs-Kopplung vor Augen führt, die von einer Interaktion der drei Stufen der Informationsverarbeitung ausgeht (vgl. Hommel, Müssler, Aschersleben, & Prinz, 2001; Prinz, 1997).

1 Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass wenn in dieser Arbeit auf die weibliche Form bei der Benennung von Personen verzichtet wird, geschieht dies nur, um den Text flüssiger zu halten. Es sind selbstverständlich immer Frauen und Männer gemeint.

Eine der Hauptaufgaben der anwendungsorientierten Sportwissenschaft liegt darin, sich auch den komplexen Situationen im Sport zu widmen. Dieser Aspekt soll im Rahmen dieser Arbeit berücksichtigt werden. Deshalb soll für die vorliegende Studie eine möglichst ökologisch valide Situation geschaffen werden (vgl. Lipshitz, Klein, Oransanu & Salas, 2001), denn nur bei natürlichen Aufgaben ist das komplexe Bild der Höchstleistungen von Handballtorhütern nachzuzeichnen. Deshalb werden in dieser Studie bei der Analyse der Informationsverarbeitung von Torhütern sowohl sensorische, senso-motorische als auch motorische Komponenten analysiert. So sollte es möglich sein, potenzielle Kompensationsmechanismen zu identifizieren und ein ganzheitliches Bild zu erlangen. In drei Experimenten soll nicht nur die Expertise von Handballtorhütern und ihre Mechanismen mittels eines Experten-Novizen-Ansatzes untersucht werden, sondern auch anhand eines quasi-längsschnittlichen Designs die Entwicklung der Expertise in der Lebensspanne nachgezeichnet werden.

Der theoretische Rahmen der vorliegenden Studie wird einerseits durch die Entscheidungsforschung (Kapitel 1) und andererseits durch die Forschung zur Expertise im Sport (Kapitel 2) gebildet. Aus beiden Forschungsrichtungen heraus werden Fragestellungen für die vorliegende Studie abgeleitet. Auf die Darstellung der gewählten Methode (Kapitel 3) folgen in je zwei Kapiteln drei verschiedene Experimente. Sie sind an den Expert Performance Approach (Ericsson & Smith, 1991) angelehnt und beschäftigen sich mit der Identifikation (Kapitel 4+5), den Mechanismen (Kapitel 6+7) und der Entwicklung (Kapitel 8+9) der senso-motorischen Expertise von Handballtorhütern beim Siebenmeterwurf. Im Rahmen der Diskussion werden die gewonnenen Erkenntnisse zunächst interpretiert (Kapitel 10) und aus inhaltlicher (Kapitel 11) sowie methodischer (Kapitel 12) Perspektive diskutiert. Schließlich wird ein Ausblick auf weitere Forschungsfragen gegeben (Kapitel 13), bevor die Schrift mit dem Literatur- (Kapitel 14), dem Abbildungs- (Kapitel 15) und dem Tabellenverzeichnis (Kapitel 16) endet.

I Theoretischer Hintergrund

„Ein Elfmeter wurde gegeben. Alle Zuschauer laufen hinter das Tor. „Der Tormann überlegt, in welche Ecke der andere schießen wird“, sagte Bloch. „Wenn er den Schützen kennt, weiß er, welche Ecke er sich in der Regel aussucht. Möglicherweise rechnet aber auch der Elfmeterschütze damit, dass der Torwart sich das überlegt. Also überlegt sich der Tormann weiter, dass der Ball heute einmal in die andere Ecke kommt. Wie aber, wenn der Schütze noch immer mit dem Tormann mitdenkt und nun doch in die übliche Ecke schießen will? Und so weiter, und so weiter.“ Bloch sah, wie nach und nach alle Spieler aus dem Strafraum gingen. Der Elfmeterschütze legte sich den Ball zurecht. Dann ging auch er rückwärts aus dem Strafraum heraus. „Wenn der Schütze anläuft, deutet unwillkürlich der Tormann, kurz bevor der Ball abgeschossen wird, schon mit dem Körper die Richtung an, in die er sich werfen wird, und der Schütze kann ruhig in die andere Richtung schießen“, sagte Bloch. „Ebenso gut könnte der Tormann versuchen, mit einem Strohhalm eine Tür aufzuschließen.“ Der Schütze lief plötzlich an. Der Tormann, der einen grellgelben Pullover an hatte, blieb plötzlich unbeweglich stehen, und der Elfmeterschütze schoss ihm den Ball in die Hände.“
(Handke, 2004, S. 105-106)

Die Entscheidung eines Torhüters bei einem Schuss auf das Tor ist immer die letzte Abwehrmöglichkeit vor dem Erfolg des Gegners. Diese Entscheidungen machen aus der Sicht vieler Praktiker die „halbe Miete“ für den Erfolg einer Mannschaft aus. So konnten die deutschen Fußballtorhüter der vergangenen Jahrzehnte dafür sorgen, dass nie ein Elfmeterschießen bei einer Weltmeisterschaft verloren wurde. Doch auch wenn Jens Lehmann im Viertelfinale der Weltmeisterschaft 2006 gegen Argentinien möglicherweise versucht hat, die gegnerischen Spieler mit einem vielleicht leeren Zettel zu verwirren, so kommt es doch selten zu der von Handke (2004) beschriebenen Szene.

In den zwei folgenden Kapiteln sollen die theoretischen Grundlagen für die sich anschließende Studie gelegt werden. Hierzu wird im ersten Kapitel die Entscheidungsforschung aus verschiedenen Perspektiven dargestellt. Es werden zunächst statische Modelle aus der Sportwissenschaft erläutert und durch dynamische Modelle primär aus dem Bereich der Psychologie erweitert. Die Ansätze der Forschung zur „Bounded Rationality“ und zur „Natural Decision Making“ sowie die Beschreibung der Situation des Siebenmeters bilden das Bindeglied zur Expertiseforschung, die im zweiten Kapitel thematisiert wird. Hier wird nach einer ausführlichen Begriffsbestimmung eine theoretische Rahmenkonzeption für die Expertiseforschung von Williams und Ericsson (2005) vorgestellt, welche die Gliederung der folgenden Unterkapitel vorgibt. Abgeschlossen wird der theoretische Teil der vorliegenden Arbeit mit der Ableitung der verschiedenen Fragestellungen dieser Studie.

1 Entscheidungen im Sport

„Unser Entscheiden reicht weiter als unser Erkennen“
(Immanuel Kant)

Schwierige Entscheidungen werden meist stunden-, tage- oder monatelang vor sich hergeschoben, da man versucht, die beste Option zu finden. Wie in der Definition der Entscheidung von Jungermann, Pfister und Fischer (2006) beschrieben, werden im Laufe dieses Prozesses, dessen „zentrale Komponenten Beurteilungen (judgements) und Wahlen (choices) sind“ (S. 4) die verschiedenen Optionen abgewägt. Meist wusste man jedoch von Anfang an - „aus dem Bauch heraus“ - die richtige Entscheidung, dennoch wartet man auf die Erkenntnis. Bereits Kant ahnte, dass diese frühen Entscheidungen auf unbewusster Ebene weiter als unser bewusstes Erkennen reichen können.

Dennoch wurden in der frühen Phase der wissenschaftlichen Entwicklung - geprägt von der Computermetapher - Modelle entwickelt, die von optimalen und rationalen Entscheidungen ausgingen (Erwartung x Wert-Modelle). Dies sind meist statische Modelle; d. h. sie gehen davon aus, dass sich die Situation nicht verändert und die Prävalenzen konstant bleiben. Für diesen Forschungszweig werden in der vorliegenden Arbeit exemplarisch die Modelle von Heckhausen (1980) und Roth (1989) vorgestellt. Aus der empirischen und theoretischen Kritik an beiden Modellen wurden dynamische Varianten entwickelt, die entweder aus kognitiver oder aus ökologischer Perspektive begründet werden. Diese Varianten sind durch sich verändernde Situationen geprägt und damit gegenüber den ursprünglichen Modellen um eine zeitliche Dimension erweitert. In den folgenden Unterkapiteln werden zwei neuere Ansätze der Entscheidungsforschung - „Bounded Rationality“ und „Natural Decision Making“ - vorgestellt. Letzterer kann wiederum als Bindeglied zur im nächsten Kapitel vorgestellten Expertiseforschung verstanden werden, da hier Experten und Novizen in ihrer realen Umgebung beobachtet und deren Entscheidungen beschrieben werden. Aus diesem Ansatz und der ökologischen Perspektive heraus wird deutlich, dass eine Analyse der zu untersuchenden Situation nötig ist, um die Entscheidungen der Torhüter beim Siebenmeterwurf zu verstehen.

1.1 Statische Modelle in der Entscheidungsforschung

Die beiden vorzustellenden Modelle basieren auf dem bekannten SEU-Ansatz (vgl. Edwards, 1954), der sich von den traditionellen Modellen der Ökonomie durch die Einbeziehung der Faktoren Unsicherheit und Nutzen als subjektive Größen und nicht als objektive Werte unterscheidet (vgl. Lee, 1977). Hierbei wird die Grundannahme vertreten, dass Personen immer die für sie optimale Handlungsalternative wählen. Als optimal wird hierbei die „Subjective Expected Utility“ (SEU) definiert. Die Modelle sind den statisch-deterministischen Modellen zuzurechnen, weil die Präferenzen zwischen den „gegebenen Optionen „eigentlich“ nicht fluktuieren können und weil durch die Bewertung der Optionen eine bestimmte Wahl „eigentlich“ festgelegt ist“ (Jungermann et al., 2006, S. 272).

Im erweiterten kognitiven Motivationsmodell von Heckhausen (1980) berechnet sich dieser Nutzen aus der subjektiven Realisierungswahrscheinlichkeit und den Anreizen der Alternative. Das Modell ist dabei in vier Ereignisstadien gegliedert, aus denen sich wiederum vier Arten von Erwartungen ableiten lassen (vgl. Abbildung 1):

1. Situations-Ergebnis-Erwartung (S->E): Sie bezeichnet den subjektiven Wahrscheinlichkeitsgrad, mit dem eine Situation ohne das eigene Zutun eintritt. Diese Einschätzung basiert auf eigenen Erfahrungswerten (vgl. Mischel, 1973) und stellte eine Neuerung gegenüber bestehenden Modellen dar.
2. Handlungs-Ergebnis-Erwartung (H->E): Sie beschreibt den subjektiven Wahrscheinlichkeitsgrad, mit dem eine Situation durch das eigene Handeln in die gewünschte Richtung gelenkt werden kann.
3. Handlung-bei-Situation-Ergebniserwartung (H-S->E): „Sie bezeichnet den subjektiven Wahrscheinlichkeitsanteil, mit dem äußere und variable Umstände die Handlung-Ergebnis-Erwartung erhöhen oder verringern und so zu einer resultierenden Handlungs-Ergebnis-Erwartung führen“ (Heckhausen, 1980, S. 621).
4. Ergebnis-Folge-Erwartung (E->F): Sie beschreibt „den Grad, mit dem ein Ergebnis instrumental für das Eintreten einer Folge ist“ (Heckhausen, 1980, S. 621).

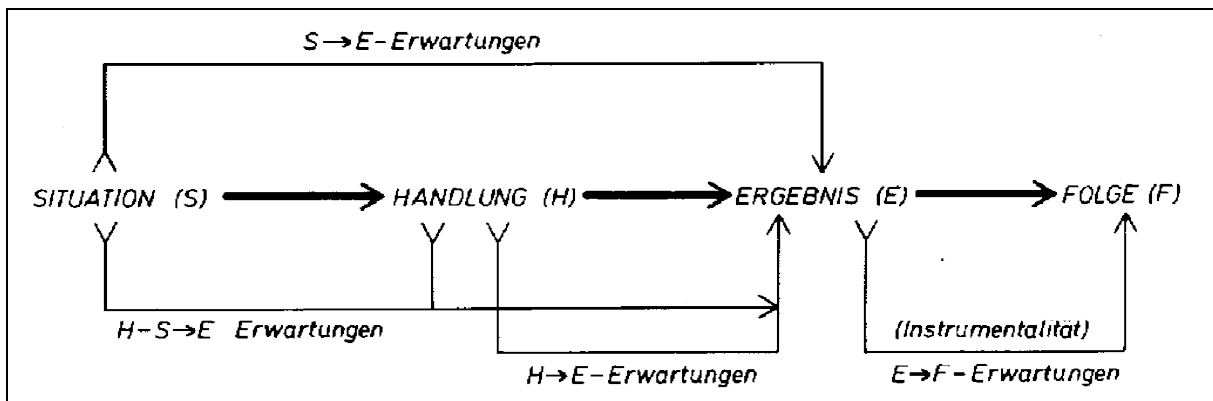


Abbildung 1. Vier Arten von Erwartungen in Bezug zu den vier Stadien (Heckhausen, 1980, S. 621).

Aus diesen vier Arten von Erwartungen heraus erklärt Heckhausen (1980) die Handlungsvalenz und die Situationsvalenz, die in eine Handlungstendenz resultieren. In einer Studie von Roth (1991) konnten Laborexperimente zeigen, dass sich im erweiterten kognitiven Modell Heckhausens (1980) durch diese Parameter mehr als 80 % vorhersagen lassen.

Das erweiterte kognitive Modell von Heckhausen (1980) wurde von Roth (1989) durch die Theorie Generalisierter Motorischer Programme (GMP) von Schmidt (1988) ergänzt. In dem Zweistufen-Modell spieltaktischer Handlungen werden der Übergang von der Intentionsbildung zur motorischen Ausführung erklärt (vgl. Abbildung 2). Neuartig in diesem Modell sind die beiden verschiedenen Entscheidungsarten. Als erstes muss ein Spieler eine Was-Entscheidungen treffen. Hierbei muss bspw. ein Rückraumspieler im Handball bei der spieltaktischen Situation Sperre-Absetzen entscheiden, ob er einerseits selbst einen Torwurf durchführen oder andererseits den sperrenden Kreisläufer anspielen möchte. Er muss sich also nach der GMP-Theorie für ein motorisches Programm entscheiden. Wenn er sich nun für ein Anspiel entschieden haben sollte, folgt die zweite, die Wie-Entscheidung. Der Spieler kann nun die Parameter des Passes (Krafteinsatz, Zeitdauer etc.) bestimmen und entweder einen harten, schnellen oder einen leichten, langsamen Pass spielen. Diese Möglichkeiten werden über die Schematheorie Schmidts erklärt (vgl. Schmidt, 1988). Das Modell als solches besteht u. a. durch seine klar ableitbaren Praxisimplikationen, die im Trainingsprozess Gewinn bringend eingesetzt werden können.

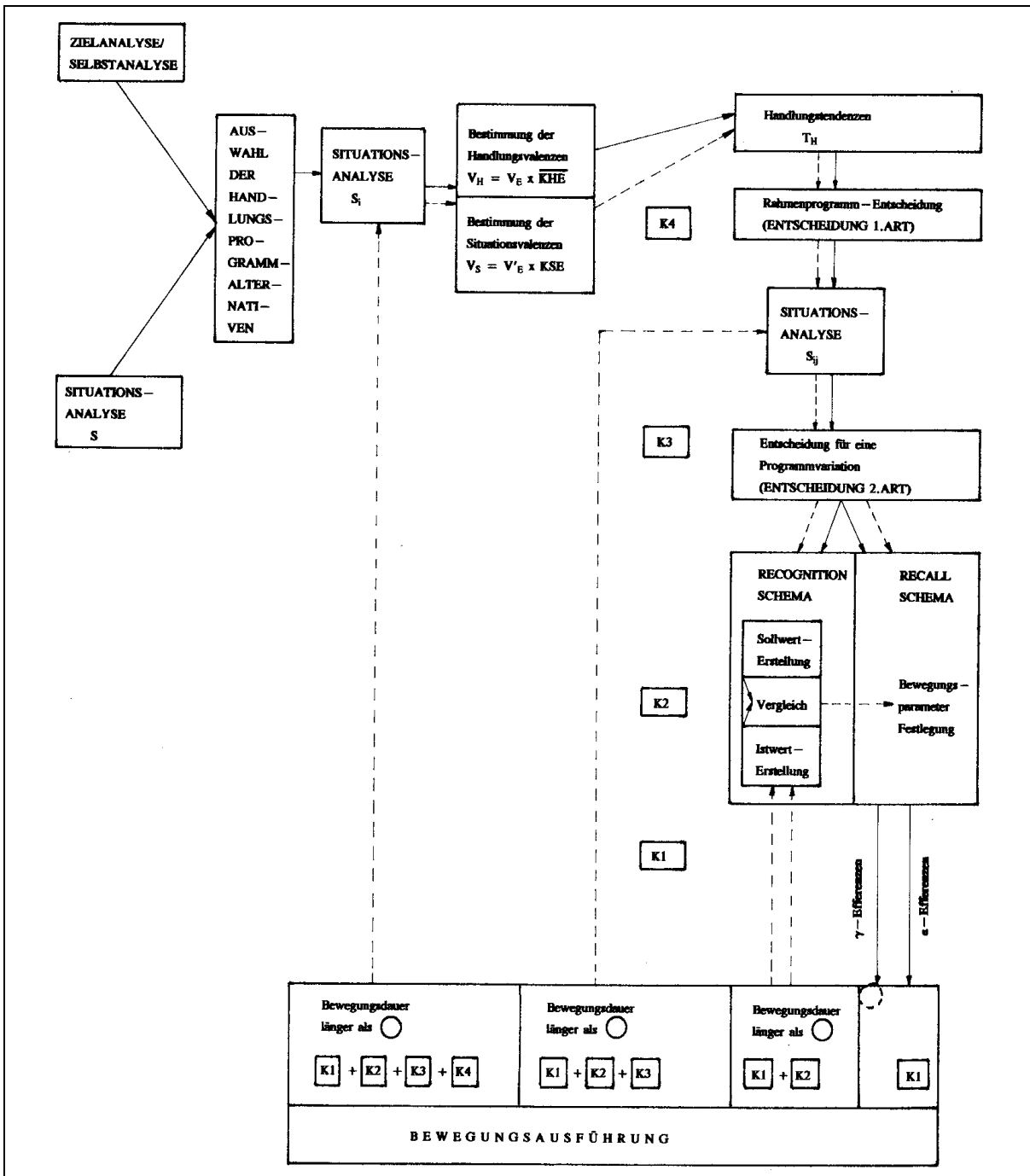


Abbildung 2. Gesamtschema zur Beschreibung des Phasenverlaufs nach Roth (1991, S. 80).

Dennoch werden beide Modelle primär der Statik und der Deterministik der Situationen wegen kritisiert (vgl. Höner, 2005). Aus dieser Kritik heraus entwickelten sich die dynamischen Modelle der Entscheidungsforschung.

1.2 Dynamische Modelle in der Entscheidungsforschung

In dynamisch-stochastischen Modellen wird von einer Fluktuation der Präferenzen oder aber auch der Optionen ausgegangen (vgl. Jungermann et al., 2006). Dies kann durch eine Veränderung der Umwelt oder durch interne Prozesse passieren. Als eine wesentliche Größe für das Verständnis von Entscheidungen wird das Zeitintervall angesehen, das zur Bewertung und für die Wahl zur Verfügung steht. Des Weiteren erfolgen die Wahlen für eine Option immer nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit, so dass bei zweimaliger Wahl unterschiedliche Optionen genutzt werden könnten.

Die dynamischen Modelle sollen im Folgenden aus zwei verschiedenen Perspektiven dargestellt werden: (1) Zum einen dem Erklärungsansatz aus kognitiver Sicht; (2) zum anderen dem Erklärungsansatz aus ökologischer Sicht.

Erklärungsansätze aus kognitiver Sicht

Für den Erklärungsansatz aus kognitiver Sicht soll exemplarisch die Decision-Field-Theorie von Busemeyer und Townsend (1993) vorgestellt werden. Sie entwickeln ihre Theorie in sieben Stufen, die bei einem klassischen SEU-Modell beginnt und auf der siebten Stufe die Decision-Field-Theorie erreicht. Hierbei wird mit jeder neuen Stufe ein spezifischer theoretischer Ansatz eingeführt, der für die Beschreibung der Informationsverarbeitung auf dieser Stufe genutzt wird und einen teilweise neuen Parameter für diese Stufe beinhaltet (Jungermann et al., 2006, S. 274). In Anlehnung an Jungermann et al. (2006) werden im Folgenden die sieben Stufen in kürzester Form beschrieben. Für eine ausführlichere Darstellung mit Formalisierung wird auf Busemeyer und Townsend (1992, 1993) sowie Busemeyer und Goldstein (1992) verwiesen.

1. Deterministisches SEU-Modell: Bei dieser ersten Stufe werden die Nutzwerte der Konsequenzen mit den subjektiven Wahrscheinlichkeiten gewertet. Dies entspricht im wesentlichen dem bereits beschriebenen SEU-Modell. Die subjektive Wahrscheinlichkeit wird durch die Aufmerksamkeit des Entscheiders beeinflusst.
2. Random SEU-Modell: Im zweiten Schritt wird angenommen, dass die Nutzwerte der Konsequenzen zufällig variieren können. Diese Randomisierung

hängt stark vom gewählten Grad der Aufmerksamkeit ab, die sich von Versuch zu Versuch stark verändern kann. Die Variabilität der Nutzenwerte impliziert, dass die Optionswahl von einer Zufallsvariablen abhängt, die auch als Valenz bezeichnet wird.

3. Sequentielles SEU-Modell: Während in der zweite Stufe nur eine Variabilität der Aufmerksamkeit zwischen den verschiedenen Durchgängen thematisiert wird, wird im sequentiellen SEU-Modell auch eine Variabilität innerhalb eines Versuchs angenommen. Diese wird als Ziehen von Stichproben von Valenzdifferenzen verstanden. In jedem Moment können sich neue Valenzen für die Optionen durch die Aufmerksamkeitszuwendung ergeben, so dass die ursprüngliche Valenz ausdifferenziert wird. Diese Schritte werden so häufig sequentiell vollzogen, bis die Valenzdifferenz einen Schwellenwert überschritten hat und es dann zu einer Entscheidung kommt.
4. Random Walk SEU-Modell: Bisher wurde in dem Modell davon ausgegangen, dass apriori keine Präferenz festgelegt ist. In dieser vierten Stufe wird die Rolle der Vorerfahrungen und das Wissen des Entscheiders eingebracht. Es wird angenommen, dass diese mit einer randomisierten Präferenz beginnt, die als so genannte Ankerpräferenz den Entscheidungsprozess im folgenden Verlauf beeinflusst. Anschließend werden im Sinne des sequentiellen SEU-Modells die Valenzdifferenzen verändert.
5. Linear System SEU-Modell: In der fünften Stufe wird auf gedächtnispsychologische Befunde hingewiesen. So ist es von Relevanz, an welcher zeitlichen Position eine Valenzdifferenz im Laufe des Entscheidungsprozesses steht. Es wird eine lineare Abnahme des Effekts einer Valenzdifferenz angenommen.
6. Approach-Avoidance-Theorie: Bei der Approach-Avoidance-Theorie wird angenommen, dass die Konsequenzen einer Option um so deutlicher (salienter) werden, je näher man sich der Entscheidungsschwelle befindet. Dies wird durch den Zielgradienten ausgedrückt. Diese Annahme steht im Einklang mit den Konflikttheorien von Lewin (1935) und Miller (1944).
7. Decision-Field-Theory: In der letzten Stufe wird eine Zeiteinheit eingeführt. Sie ermöglicht Vorhersagen über die Entscheidungsdauer, die über die Summe der Zeiteinheiten pro Berechnung der Valenzdifferenz ermittelt wird. Es

handelt sich also um die Zeit, die eine Person für ihre Entscheidung insgesamt benötigt.

Zusammengefasst bietet die Decision-Field-Theory also ein Modell, dass sowohl dynamische als auch stochastische Phänomene bei Entscheidungen unter Unsicherheit zu klären versucht. Im Sport konnte Raab (2002) in einem Laborexperiment zum Basketball den Einfluss von Zeitdruck auf die Entscheidungen aufzeigen. Bei geringem Zeitdruck werden eher nicht-präferierte Lösungen genutzt. Unter Zeitdruck hingegen werden die trainierten taktischen Lösungsmuster angewandt. In einem weiteren Experiment konnten Raab und Johnson (2004) Entscheidungslösungen und Entscheidungszeiten durch die probabilistischen und dynamischen Parameter der Decision-Field-Theory vorhersagen.

Erklärungsansätze aus ökologischer Sicht

Aus ökologischer Sicht werden Entscheidungen als Anpassung auf interagierenden Beschränkungen verstanden, die durch die wechselnden Umwelten während einer Aufgabe entstehen (Newell, Liu & Mayer-Kress, 2001). Daher werden Kognitionen oder Intentionen als „setting up self-assembly (i.e. leading to emergence of self-organized behaviour), not explicitly controlling such processes during movement coordination“ betrachtet (Davids, Williams, Button & Court, 2001, S. 144). Diese sind also nicht als eigenständig und unabhängig im Kopf entstehend zu sehen, sondern sie werden durch den vielfältigen Kontext beeinflusst (vgl. Davids et al., 2001).

Die Bedeutung der Beschränkungen werden besonders deutlich in Studien zum Besteigen von Stufen. So konnte Warren (1984) in einer klassischen Studie zeigen, dass junge Erwachsene genau erkannten, wann sie die Stufen noch hochgehen konnten und wann sie in den Vierfüßlergang wechseln mussten. Dabei konnte er zeigen, dass dies nicht von der absoluten Höhe der Stufen abhing (vgl. auch Konzak, Meeuwssen & Cress, 1992), sondern dass sich diese Entscheidung relativ zur eigenen Körpergröße erklären ließ. Van der Kamp, Savelsbergh und Davis (1998) kommen zu dem Schluss, dass „body-scaled ratios can be used as critical determinant of action choice - a change beyond the critical ratio value demands a new class of action“ (van der Kamp et al., 1998, S. 352).

Aber auch für die Analyse von Entscheidungen im Bereich der Sportspiele wird der dynamische Ansatz herangezogen (vgl. Gréhaigne, Bouthier & David, 1997; Hodges, McGarry & Franks, 1998; McGarry, Anderson, Wallace, Hughes & Franks, 2002). Hierbei werden die Sportspiele als dynamische Systeme verstanden, die sich aus vielen unterschiedlichen Teilen wie Spielern, Spielfeldern, Schiedsrichtern etc. zusammensetzen. McGarry et al. (2002) kommen zu dem Schluss, dass der Wettkampf im Sportspiel (1) sich durch Kontroll- und Ordnungsparameter beschreiben lässt und (2) sich zudem durch eine generelle Tendenz zur Stabilität auszeichnet. Sie beschreiben daher ein Basketballspiel durch dyatische Mikrosysteme, die aus einem Angreifer, einem Verteidiger und dem Korb gebildet werden (vgl. Schmidt, Carello & Turvey, 1990). Dieses Mikrosystem wird solange als stabil angesehen, wie der Verteidiger es schafft zwischen Angreifer und Korb zu bleiben. Das Ziel des Angreifers beim Dribbling ist es, die Stabilität des Systems zu zerstören (vgl. McGarry et al., 2002). Dies konnten Araújo, Davids, Sainhas und Fernandes (2002) in einer Pilotstudie beim Basketball exemplarisch aufzeigen. Der Befund konnte von Davids, Button, Araújo, Renshaw und Hristovski (2006) für das Basketball sowie das Boxen repliziert werden. In einer weiteren Studie zum Angriffsverhalten im Rugby untersuchten Passos, Araújo, Davids, Gouveia und Serpa (in Begutachtung) die Stabilität des System durch dreidimensionale Analysen. Die Angreifer versuchen einen Durchbruch - in der Sprache des ökologischen Ansatzes eine Phasentransformation - durch den Wechsel der eigenen Geschwindigkeit zu erreichen. Die Angreifer beschleunigen also entweder, oder sie wechseln schnell die Richtung, um diese Phasentransformation zu erreichen.

Zusammengenommen gehen beide dynamischen Ansätze von einer sich ändernden Umwelt aus. Sie unterscheiden sich aber wesentlich darin, ob eine Entscheidung im Kopf oder durch die Umwelt intendiert wird. Diese Motor-Action-Debatte wird auch in der motorischen Lernforschung geführt, und eine Lösung ist noch nicht abzusehen (vgl. Meijer & Roth, 1988).

1.3 Entscheidungsforschung in realen Situationen

Ein anderer Ansatz wird in der Forschung zur „Naturalistic Decision Making“ gewählt. Hierbei werden reale Situationen untersucht. Durch die Gegenüberstel-

lung von Handlungen von Experten und Novizen wird versucht, ein besseres Verständnis über Entscheidungsprozesse und ihre Optimierung in komplexen Umwelten zu erlangen (vgl. Lipshitz et al., 2001). Der Ansatz ist für die Sportwissenschaft von besonderem Interesse, da hier durch die Beobachtung von Spitzensportlern die beiden Ziele Verständnis von Entscheidungen sowie Verbesserung von Entscheidungen verfolgt werden können (vgl. bspw. Schorer & Peters, im Druck).

Der primär deskriptive Charakter des Ansatzes wird häufig kritisiert (vgl. Gigerenzer & Todd, 1999; Yates, 2001), aber es gibt innerhalb des „Naturalistic Decision Making“ Ansatzes Modelle, die Entscheidungsprozesse präskriptiv bewerten (vgl. Raab & Reimer, im Druck). So sagt das Recognition-Primed-Decision Making Modell von Klein (1989) die gedächtnisbasierte Wahl von Folgezügen im Schach gut vorher (vgl. Klein, Wolf, Militello & Zsombok, 1995). Ebenso kann das Perspektiv-Modell von Montgomery (2001) zu reflektiven versus nicht-reflektiven Urteilen und Entscheidungen als Gegenbeleg herangezogen werden.

Als weiteres Gegenargument führen Raab und Reimer (im Druck) präskriptive Trainingsformen für spezifische Entscheidungssituationen an. So haben Pliske, McCloskey und Klein (2001) ein generelles Entscheidungstraining entworfen, das mittels fünf Lernstrategien die Teilnehmer befähigen soll, Aufgaben in ihrem speziellen Tätigkeitsbereich zu bewältigen. Für den Sport kann das Entscheidungstraining von Vickers (2003) als Beleg herangezogen werden. Es setzt sich aus sieben Methoden zusammen, die unterschiedliche Aspekte der taktischen Entscheidung trainieren. In einer Studie konnten Vickers, Reeves, Chambers und Martell (2004) für dieses Entscheidungstraining zeigen, dass es in verschiedenen Sportarten zu einem Lernzuwachs führt.

Insgesamt erscheint die Beobachtung von Expertenverhalten in realen Situationen ein hohes Potenzial für die Entscheidungsforschung zu haben. Für die Auswahl von möglichst ökologisch validen Situationen spricht auch der folgende Ansatz der eingeschränkten Rationalität.

1.4 Bounded Rationality

Die Idee der eingeschränkten Rationalität (Bounded Rationality) entspringt der Beobachtung von Tieren und Menschen bei verschiedenen Entscheidungen (vgl.

Gigerenzer & Todd, 1999). Der Ansatz basiert auf zwei Grundgedanken von Simon (1991):

1. Die Limitierung des menschlichen Gehirns zeigt sich in vielen Bereichen des realen Lebens (vgl. Simon, 1987). Selbst innerhalb klar abgesteckter Spiele wie dem Schach gelingt es Spielern nicht, die theoretisch bestimmbare optimale Entscheidung zu treffen, da das menschliche Gehirn hierzu, wenn überhaupt, sehr lange brauchen würde. Erstaunlich dabei ist, dass es der Industrie trotzdem nicht gelingt, Computer zu entwickeln, die beim intellektuellen Kampf Mensch gegen Maschine klar gewinnen. In weniger eindeutigen Situationen - wie es die meisten im Sport sind - verwenden Menschen nach Simon approximative Strategien als Lösungen (vgl. Simon, 1990). Ihre Entscheidungen basieren scheinbar nicht auf optimalen, mathematischen Kalkulationen, sondern werden eher auf Basis von Erinnerungen und einfachen Heuristiken getroffen.
2. Die Strukturierung der Umwelt ist für die Bewertung der genutzten Heuristiken von immenser Bedeutung (vgl. Simon, 1956). Immer wenn Entscheidungen zu dem gewünschten Umwelteffekt führen, können die verwendeten Heuristiken als adäquat angesehen werden. „The general point is that to understand which heuristic an organism employs, and when and why the heuristic works well, one needs to look at the structure of the information in the environment“ (Gigerenzer & Todd, 1999, S. 13). Diese Gedanken wurden schon sehr früh von Brunswik (1943) geäußert und später von Anderson (1990) oder auch Shepard (1990) aufgegriffen, fanden jedoch keinen Eingang in den Bereich der kognitiven Psychologie.

Neben diesen Grundgedanken ist der Ansatz der eingeschränkten Rationalität insbesondere von der ABC-Gruppe am Max-Planck-Institut in Berlin elaboriert und geprüft worden. Für die vorliegende Arbeit sind jedoch nur die beiden dargestellten Grundgedanken wesentlich, daher wird für eine ausführlichere Darstellung auf Gigerenzer und Todd (1999) verwiesen.

1.5 Situation Siebenmeter

Die in 1.3 und 1.4 skizzierten Ansätze zeigen den Trend, die anfänglich eher grundlagenorientierte und damit wenig realitätsnahe Forschung in die „wirkliche“ Welt zu transferieren. Es wurde deutlich, dass Entscheidungen von Torhütern beim Siebenmeterwurf nur dann wirklich verstanden werden können, wenn man auch die Umwelt - den Werfer - analysiert (vgl. Lipshitz et al., 2001; Simon, 1956). Daher werden im Folgenden die Befunde zur Situation des Siebenmeterwurfs dargestellt. Hierbei sollen einerseits der zeitliche Aspekt und andererseits die potenziellen Schlüsselreize während der dynamischen Entscheidungssituation beleuchtet werden.

Betrachtet man die räumliche Struktur des Siebenmeterwurfs, so hat man es als Handballtorhüter eigentlich relativ einfach: Man muss es „nur“ schaffen, seinen Körper zwischen Torlinie und Ball zu bekommen. Das wäre leicht bewältigbar, wenn die Schützen den Torhüter dabei nicht unter hohen Zeitdruck setzen würden (vgl. Schorer & Müller, 2000). Dass dieser Zeitdruck immens ist, zeigen die zeitlichen Gegebenheiten beim Siebenmeterwurf. Der Torhüter hat deutlich weniger als eine Sekunde Zeit, nachdem der Ball die Hand des Werfers verlassen hat. Kornexl (1970) stellte in biomechanischen Untersuchungen fest, dass die mittlere Flugdauer bei Würfen aus dem Stand für Spitzenspieler bei 350 ms (\pm 70 km/h) und für Sportstudenten bei 420 ms (\pm 60 km/h) liegt. Wenn man davon ausgeht, dass die Torhüter beim Siebenmeterwurf in der Regel mindestens einen Meter vor ihrem Tor stehen, kann von einem zeitlichen Rahmen von 300-360 ms ausgegangen werden, bis der Ball den Torhüter passiert. Innerhalb dieser Zeit muss der Torhüter verschiedene Handlungsphasen durchlaufen. Vereinfacht kann man diese in eine Reaktions- und eine Bewegungsphase untergliedern. Sie bestimmen zusammengenommen die Antwortzeit (= Reaktionszeit + Bewegungszeit). Bei einer Vierfach-Wahlreaktion haben verschiedene Autoren eine Dauer von 300-450 ms gemessen (Kastner, Pollany & Sobotka, 1978, S. 294; Kornexl, 1970, S. 224; Sahre, 1986, S. 80; Sinclair & Moyls, 1979, S. 60). Je nachdem wie viele Reaktionsmöglichkeiten zur Verfügung stehen, erhöht oder verringert sich die Zeitdauer entsprechend (Hick's Law; vgl. Hick, 1952). Abbildung 3 gibt einen Überblick über die durchschnittlichen zeitlichen Verhältnisse in der Situation des Siebenmeterwurfs.

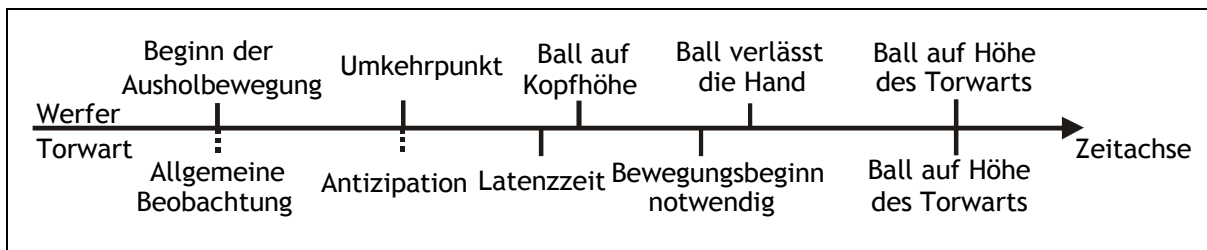


Abbildung 3. Zeitlicher Verlauf einer Wurf- und einer Abwehrhandlung (vgl. Hatzl, 2000).

Die Bewegungszeit wird im Handball bei Sahre (1986) mit 553-565 ms quantifiziert. Insgesamt kann also von einer Antwortzeit von ca. 600-1000 ms ausgegangen werden. Sie kann - wie Kastner et al. (1978) postulieren - auf Grund guten Stellungsspiels auf ca. 500 ms reduziert werden. Dennoch ergibt sich eine Differenz zwischen Flugdauer und Antwortzeit von mindestens 200 ms, so dass die Reaktion des Torhüters bereits beginnen muss, wenn sich der Ball noch in der Hand des Schützen befindet. Daher kann der Ballflug nicht als Auslöser einer Entscheidung dienen. Die Torhüter müssen statt dessen frühzeitig anhand von Bewegungsmerkmalen der Werfer antizipieren.

Jedoch gibt es im Bereich Handball nur wenige Studien zu Bewegungsmustern beim Wurf (vgl. Fradet et al., 2004; Hatzl, 2000; Jöris, van Muyen, van Ingen Schenau & Kemper, 1985; van den Tillaar & Ettema, 2004), die klären würden, woran Torhüter die Wurfrichtung erkennen können.

Während die Untersuchungen von Fradet et al. (2004), Jöris et al. (1985) sowie von van den Tillaar und Ettema (2004) primär biomechanische Ziele verfolgen, ist das Ziel der kinematischen Analyse von Hatzl (2000) die Identifikation von Bewegungsmerkmalen zwischen dem Umkehrpunkt des Wurfes und dem Zeitpunkt des Abwurfs, die dem Torhüter eine Antizipation ermöglichen. In einer statischen Auswertung von fünf vorher festgelegten Beobachtungszeitpunkten erwiesen sich für die Unterscheidung von Würfen, die auf die linke oder rechte Seite zielen, als relevant :

- die Bewegungsrichtung des Balls und der Wurfhand in der letzten Wurfphase.
- die Winkelstellung von Hüft- und Schulterachse zur Torebene (Verdrehung von Hüfte und Oberkörper um die Längsachse).

- der Abstand zwischen Ball und Körperlängsachse (Führung des Balls weit seitlich oder nahe am Körper).
- die für den Torwart sichtbare relative Schulterbreite.

Die Unterscheidung von hohen oder tiefen Würfeln wird von Hatzl (2000) nicht thematisiert. Zudem sind die Daten dieser Untersuchung ausschließlich produkt- und nicht prozessorientiert ausgewertet worden. Würfe unterliegen aber einer dynamischen Entwicklung und weisen damit keine strenge Monotonie im mathematischen Sinne auf, so dass die inferenzstatistische Prüfung von Unterschieden zu fixierten Zeitpunkten zumindest zu hinterfragen ist (vgl. Koller, Schöllhorn, Bauer & Mendoza, 1997, S. 316).

Dennoch sind erste Rückschlüsse über die Schlüsselreize für den Handballtorhüter ableitbar. Von besonderer Relevanz für die Identifikation der Bewegungsmuster des Sprungwurfs scheinen der Wurfarm und der Körper des Werfers zu sein. Dies zeigen auch eigene Untersuchungen, die allerdings nicht Teil der vorliegenden Arbeit sein sollen (vgl. Fath, 2006; Schorer, Baker, Fath & Jaitner, in Druck; Schorer & Weiß, in Druck).

2 Expertise im Sport

Andreas Thiel, Siegfried Roch und Wieland Schmidt spielten selbst in fortgeschrittenen Jahren noch auf absolutem Weltklasseniveau. So hat z. B. der „Hexer“ Andreas Thiel noch als 40-jähriger mit seinen „blitzschnellen“ Paraden immer wieder Spiele „umgedreht“ und gewonnen.

Diese Höchstleistung ist auf den ersten Blick erstaunlich, da er - insbesondere im konditionellen Bereich - den Zenit seiner motorischen Leistungsentwicklung wohl überschritten hatte. Der Grund für seinen Erfolg ist daher wahrscheinlich weniger in der Schnelligkeit seiner Bewegungsausführungen zu suchen, als vielmehr in seinen langjährigen sportartspezifischen Erfahrungen. Den Ausnahmetorhütern scheint gemeinsam, dass sie diese Erfahrungen zu schnellen und zielsicheren Antizipationen nutzen und damit vorhersehen können, welche Reaktion zur Abwehr eines Wurfes adäquat ist. Ihre Handlungen werden somit früher als für unerfahrenere Spieler plan- und initiiert. Die Alltagshypothese von Trainern und Zuschauern ist, dass „Spitzentorhüter das einfach früher sehen!“.

Doch was macht die Expertise von Handballtorhütern wirklich aus? Ist es die Informationsaufnahme, wie es die Alltagshypothese unterstellt? Oder ist es vielmehr die Aktions- oder die Reaktionsschnelligkeit der Torhüter? Und wie kommt es zu dieser Entwicklung? Wie lange ist die Retentionsdauer? Ist es wirklich bei Torhütern wie beim Wein: Je älter, desto besser?

Das Ziel dieses Kapitels ist es, sich diesen Fragen schrittweise zu nähern. Ausgehend von einer Definition von Expertise und dem theoretischen Rahmenkonzept des „Expert Performance Approach“ wird in drei Schritten die Expertise von Handballtorhütern dargestellt. Dazu werden zunächst die Befunde zur Essenz der Expertise erläutert. Im einem zweiten Schritt werden die Mechanismen hinter dieser Expertise dargestellt. Im vorletzten Unterkapitel schließlich wird die Entwicklung der Expertise in der Lebensspanne thematisiert. Ausgehend von diesen Ausführungen werden dann in Verknüpfung mit der Entscheidungsforschung die Fragestellungen für die folgende Studie abgeleitet.

2.1 Begriffsbestimmung

„Wir sind der Meinung, das war S P I T Z E!!“
(Hans Rosenthal in der Sendung Dalli, Dalli)

Ebenso einfach wie für den verstorbenen Hans Rosenthal ist es für den normalen Zuschauer, eine ausgezeichnete Leistung zu erkennen, denn jeder kann die Weltklasse von Oliver Kahn, Timo Boll oder Daniel Stephan sehen. Es ist jedoch wesentlich schwerer, eine solche Spitzenleistung genau zu definieren.

In der freien Enzyklopädie „Wikipedia“ wird Expertise als

„das Gutachten eines Experten, eines qualifizierten Fachmannes bezeichnet. Dabei kann es sich beispielsweise um eine Expertise eines Psychologen handeln, deren Zweck die Beurteilung der Arbeitsfähigkeit einer Person ist. Genauso gut kann eine Expertise aber auch Aussagen über betriebliche Abläufe beinhalten. Auch die Tätigkeit der Begutachtung wird Expertise genannt. Ein weit verbreiteter und grob falscher Gebrauch ist die Verwendung von Expertise im Sinne von Know-How oder Expertenwissen“ (<http://de.wikipedia.org/wiki/Expertise>. Zugriff am 11.10.05).

Dennoch wird in der deutschsprachigen Wissenschaft der Begriff Expertise für Spitzenleistungsforschung verwendet, da im angloamerikanischen Sprachraum der Forschungszweig mit dem Begriff Expertise belegt ist. Daher wird auch in dieser Arbeit diese Begrifflichkeit so gewählt. Aus alltagspsychologischer Sicht wird Expertise nach Krems (1994) durch drei Merkmale gekennzeichnet:

1. *Effizienz*: Experten heben sich u. a. dadurch hervor, dass sie innerhalb eines längeren Zeitraums eine überdurchschnittliche Anzahl von Aufgaben mit unterdurchschnittlichem Aufwand (Zeit, Kosten, Fehlerquote usw.) bewältigen.
2. *Bereichsspezifisches Wissen und Können*: Experten besitzen ein umfangreiches und differenziertes Wissen sowohl über Sachverhalte und Gesetzmäßigkeiten in einem definierten Sachgebiet als auch über Methoden und Prozeduren zur Bewältigung sachgebietsspezifischer Aufgaben- und Problemstellungen.
3. *Erfahrung*: Bis Experten ihren Status und das damit verbundene qualifizierende Wissen und Können erreichen, müssen sie sich in der Regel langjährig und intensiv mit ihrem Sachgebiet auseinandersetzen. Ericsson und Lehmann (1996) sprechen in diesem Zusammenhang von der „10-year rule of necessary preparation“. Beispielhaft für diese langfristige intensive Auseinandersetzung

zung mit einem Sachgebiet sind Schachspieler, die etwa zehn Jahre benötigen, um ein internationales Niveau zu erreichen (Simon & Chase, 1973).

Die kognitionswissenschaftliche Perspektive steuert ein weiteres Merkmal bei: Nach Posner (1980) sowie Ericsson und Smith (1991) zeichnet sich ein Experte dadurch aus, dass er auf einem bestimmten Gebiet dauerhaft, nicht zufällig und nicht nur einzelne Male herausragende Leistungen erbringt.

Dennoch ist es schwierig, im Bereich der sportpsychologischen Expertiseforschung eine allgemein gültige Definition zu finden. Abernethy (2005) geht sogar so weit zu sagen: „Finding a definition of expertise is challenging; finding two that agree is nearly impossible“ (persönliche Kommunikation).

Derzeit gibt es zwei Positionen, die eine Definition aus verschiedenen Perspektiven festlegen wollen. Zum einen will die differentialpsychologische Betrachtungsweise Expertise durch den Vergleich von Könnern mit Anfängern definieren. Ericsson und Smith (1991) bezeichnen diese als „outstanding individuals in a domain“. Hierbei besteht allerdings die Gefahr, dass der „Einäugige unter den Blinden“ als Experte angesehen wird. Dies hat zur Folge, dass in vielen differentialpsychologischen Studien Untersuchungsteilnehmer als Experten angesehen werden, die in anderen Experimenten nur als Fortgeschrittene betrachtet werden würden (vgl. Dreyfus & Dreyfus, 1986).

Ähnlich ist der Ansatz, Expertise über die Exklusivität der gezeigten Leistung zu beschreiben (vgl. Salthouse, 1991). Nur wenn die Performanz einer Person in dem obersten Perzentil einer Normalverteilung zu finden ist, kann diese als Experte bezeichnet werden. Die Leistung liegt dann meist zwei bis drei Standardabweichungen über dem Mittelwert. Aber auch hier bleibt das Problem, dass bei einer kleinen Grundgesamtheit der Expertenstatus leichter erreicht werden kann. So wäre in Deutschland im Rugby ein Nationalspieler ein Experte, aber weltweit gesehen, werden diese eher zweitklassig eingeschätzt.

Zum anderen gibt es eine sportpsychologische Perspektive auf Basis der Forschung zum motorischen Lernen (vgl. Abernethy & Baker, in Vorbereitung). Ausgehend von einem dreistufigen Fertigkeitserwerb kommt es zunächst vom Neulernen zu einem Überlernen und abschließend zu einer Automatisierung der Fertigkeit als

höchste erreichbare Stufe, die als Expertise definiert wird (vgl. Schorer et al., in Begutachtung). Diese Automatisierung kann z. B. mittels einer Doppelaufgabe bei der motorischen Expertise geprüft werden (vgl. bspw. Poolton, Masters, Maxwell & Raab, 2005).

Ein Vorteil dieser Betrachtungsweise liegt in einem absoluten Kriterium für das Erreichen der Expertenstufe, während die differentialpsychologische Perspektive ein relatives Merkmal zur Differenzierung nutzt. Ein Nachteil liegt in der potenziell großen Anzahl an Experten. So sind Kinder, die eine Rolle vorwärts automatisiert haben, bereits Experten für diesen Bereich. Dies widerspricht aber der Idee der statistischen Seltenheit.

Die Variabilität der beschriebenen Aspekte zeigt das Grundproblem im Bereich der differenzialpsychologischen und der sportwissenschaftlichen Expertiseforschung auf. So scheint es keine allgemein gültige Definition von Expertise zu geben. Vielmehr werden die verschiedenen Aspekte der Expertise in den zahlreichen Domänen der Forschung beschrieben. Den Schritt von einer Deskription zu einer allgemein gültigen Definition bleibt die bisherige Forschung schuldig.

2.2 Rahmenkonzeption zur Expertiseforschung

Weitaus elaborierter sind die theoretischen Rahmenkonzeptionen zum Studium der Expertise. Ausgehend von der klassischen Studie von de Groot (1965) zum spezifischen Gedächtnis von Schachgroßmeistern, entwickelten Simon und Chase (1973) eine erste Theorie zur Expertise. Sie erklären Expertise durch die Entwicklung von spezifischem Wissen über unzählige Spielsituationen. Durch die Wiedererkennung von Spielsituationen können die Experten nachfolgende Zugabfolgen abrufen, die sie gegenüber Novizen überlegen machen. Diese Hypothese wurde von Chase und Simon (1973a, 1973b) geprüft, in dem sie Großmeistern sowohl strukturierte Spielsituationen als auch randomisierte Schachkonstellationen präsentierten. Erwartungsgemäß zeigten die Experten ihre Überlegenheit nur bei den strukturierten Mustern. Dieser Befund wurde im Sport als erstes durch Allard, Graham und Paarsalu (1980) beim Basketball repliziert. Weitere Untersuchungen zeigten dies ebenfalls in Sportarten wie Feldhockey (Starkes, 1987), Fußball (Helsen & Pauwels, 1993) oder Volleyball (Allard & Starkes, 1980). Die Theorie wurde primär wegen der Rolle

des Kurzzeitgedächtnisses kritisiert (vgl. Ericsson & Kintsch, 1995). Ericsson und Kollegen (Ericsson, 1996, 1998; Ericsson, Patel & Kintsch, 2000; Ericsson & Lehmann, 1996) argumentieren allerdings, dass „experts acquire sophisticated and complex skills that enable them to either circumvent or simply change the suggested limits on working memory“ (Williams & Ericsson, 2005, S. 285). Aus dieser wissenschaftlichen Perspektive heraus präsentieren Ericsson und Smith (1991) eine angepasste theoretische Rahmenkonzeption zur Expertiseforschung.

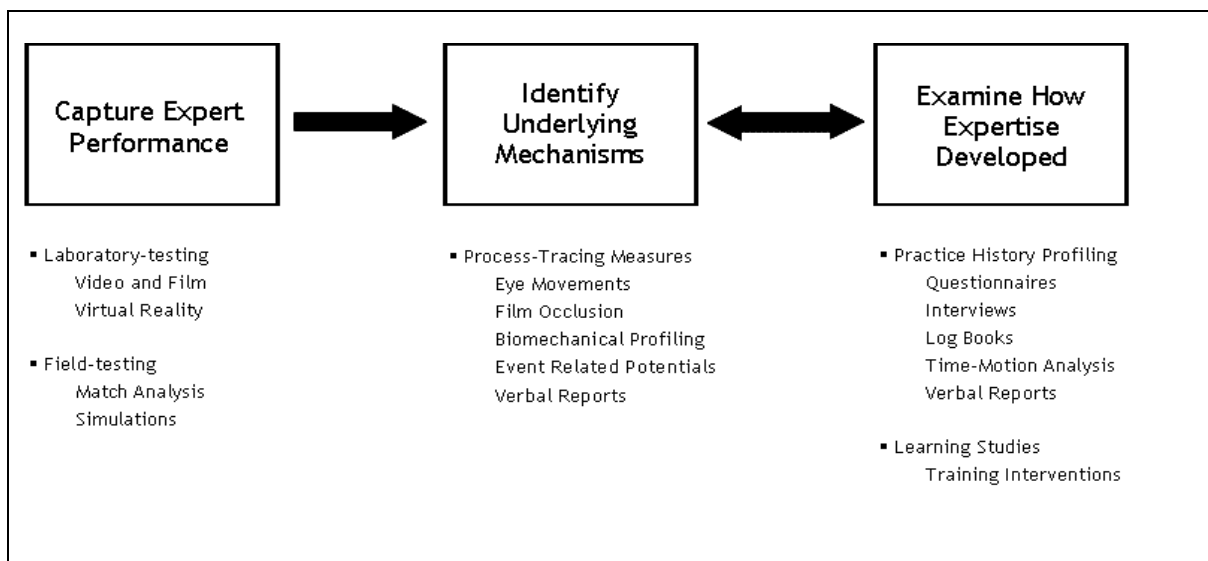


Abbildung 4. Der Expert Performance Approach (Williams & Ericsson, 2005, S. 286).

Der Expert Performance Approach schlägt drei Stufen zur empirischen Analyse von Spitzenleistungen vor (vgl. Abbildung 4). In der *ersten* Stufe muss die Expertise des Athleten in seiner Umwelt identifiziert werden und dann in repräsentativen Aufgaben konstruiert werden (= Capture Expert Performance). Diese reliablen, validen und objektiven Tests sollen dem Sportler die Chance geben, seine Expertise auch im Labor systematisch zu zeigen. Das *zweite* Ziel ist es, die zugrunde liegenden Prozesse zu identifizieren (= Identify Underlying Mechanisms). Wenn die Mechanismen verstanden werden, können hieraus sowohl theoretische Entwicklungen abgeleitet als auch die intervenierenden Faktoren bestimmt werden. Diese führen bereits zur *dritten* Stufe des Expert Performance Approaches (= Examine How Expertise Developed). In dieser Stufe soll untersucht werden, wie sich Expertise entwickelt. Hierbei sind Interaktionen zwischen Stufe 2 und 3 vorhanden, wie sie durch den beidseitigen Pfeil gekennzeichnet werden.

2.3 Identifikation der Expertise

In der ersten Stufe des Expert Performance Approaches wird versucht, die Essenz der Expertise zu identifizieren. Dazu werden die jeweiligen Fertigkeiten in einer repräsentativen Aufgabe im Feld oder im Labor erhoben. Wie bei allen Experimenten sind dabei die Testgütekriterien zu beachten. Die Tests sollten also valide, objektiv und reliabel die Expertise erfassen. Dies ist bei cgs-Sportarten relativ einfach, da die Leistungsfeststellung akkurate Messungen der erreichten Expertise widerspiegeln. Für Konstrukte wie Kreativität oder Antizipation wird dies allerdings wesentlich schwieriger. Heute versucht man sich diesen Konstrukten mittels technischer Methoden wie Videoexperimenten mit lebensgroßen Leinwänden und Bodenkontaktmatten, Bewegungsanalysesystemen oder Goniometern zu nähern (vgl. Raab, 2001; Williams, Ward, Knowles & Smeeton, 2002). Als einfache Lösungen werden auch verbale Antworten z. B. über die zutreffenden Entscheidungen genutzt (vgl. Roth, Raab & Greco, 2000). Insbesondere in der militärischen Forschung werden immer häufiger virtuelle Realitäten geschaffen, um Fragestellungen der Expertiseforschung zu bearbeiten. Leider sind in diesem Bereich die Kosten sehr hoch und die Darstellungsqualität eher gering, so dass in der Motorikforschung nur wenige Studien mit Hilfe dieser Methode durchgeführt worden sind (vgl. als Ausnahmen Dessing, Peper & Beek, 2004; Walls, Bertrand, Gale & Saunders, 1998). Im Rahmen der Sportwissenschaft wird eher versucht, die Expertise im Rahmen der Feldforschung zu erfassen. Mit Hilfe von High-Speed-Videosystemen, Shutter-Systemen und GPS-Systemen wird versucht, die Leistung der Spitzensportler zu erfassen und daraus die Expertise abzuleiten. Trotz der großen Methodenvielfalt bleiben nach Williams und Ericsson (2005) noch etliche Fragen offen, wenn es um die Erfassung von Expertise im Sport geht:

- „Does video adequately capture the dynamics of sporting action or should testing in the field be encouraged?
- Do virtual reality environments show advantages over and beyond video capture of performance footage?
- When video is employed, should the image size be body-scaled using large screen displays or can performance be adequately captured using standard size monitors?

- Should the links between perception and action be maintained in the laboratory setting or can representative tasks be designed to capture effectively perceptual-cognitive skill without the need to physically interact with the environment?
- Does performance on these task simulations vary as function of the amount of contextual information provided prior to performance (i.e., specific knowledge relating to the opponent or score/stage within the match)?
- Should researchers attempt to mimic other performance demands during testing such as physiological fatigue, competitive anxiety, and threat of injury?
- These are important questions and, bar a few notable exceptions (e.g., see Abernethy, 1990; Williams & Elliott, 1999; Williams, Ward, Allen, & Smeeton, 2005), there have been few empirical attempts to provide prescriptive guidance for those interested in effectively capturing perceptual-cognitive expertise in sport (for a more detailed review, see Williams & Ward, 2003; Williams, et al., 1999)" (S. 288-289).

Die entscheidende Frage ist jedoch, ob die gestellte Aufgabe wirklich Expertise erfasst. So konnten in zahlreichen Untersuchungen zwar Unterschiede zwischen Novizen und Experten bei dem verbalen Wiedergeben von taktischen Mustern gefunden werden (vgl. Ericsson & Lehmann, 1996; Williams et al., 1999), aber diese Gedächtnisleistung scheint nicht der dominierende Faktor für Expertise zu sein. Williams und Davids (1995) konnten zeigen, dass die Gedächtnisleistung zwar der stärkste Prädiktor für die Antizipationsleistung im Fußball ist, aber die Varianzaufklärung durch den Prädiktor eher gering ist. Williams und Ericsson (2005) schlagen aus diesem Grund ähnlich wie Heuer (1993) eine Strategie multipler Aufgaben vor. Durch eine Testbatterie zur perzeptuell-kognitiven Expertise kann die Aufgabe identifiziert werden, welche die stärkste Varianzaufklärung für die Überlegenheit der Könnern gegenüber den Anfängern liefert (vgl. Helsen & Starkes, 1999; Ward & Williams, 2003; Williams & Davids, 1995). Insgesamt lässt sich jedoch konstatieren, dass es schwierig ist, die Expertise bei Konstrukten wie der Kreativität oder der Spielintelligenz zu erfassen, da sie nicht monokausal erklärt werden kann. Wenn man aber dichotome Variablen hat, wie bspw. beim Handballtorhüter - der Ball wurde gehalten oder nicht - dann ist es einfach, Expertise zu identifizieren.

2.4 Mechanismen der Expertise

Im zweiten Schritt beim Expert Performance Approach geht es darum, die für Expertise entscheidenden Mechanismen zu identifizieren. Hierbei stehen dem Sportwissenschaftler verschiedene Methoden zur Verfügung. Diese können in Anlehnung an Williams und Ericsson (2005) nach den zeitlichen Phasen in die Prätestmanipulation, die interne und externe Dumtestmessung und den Posttestbericht kategorisiert werden (vgl. Abbildung 5).

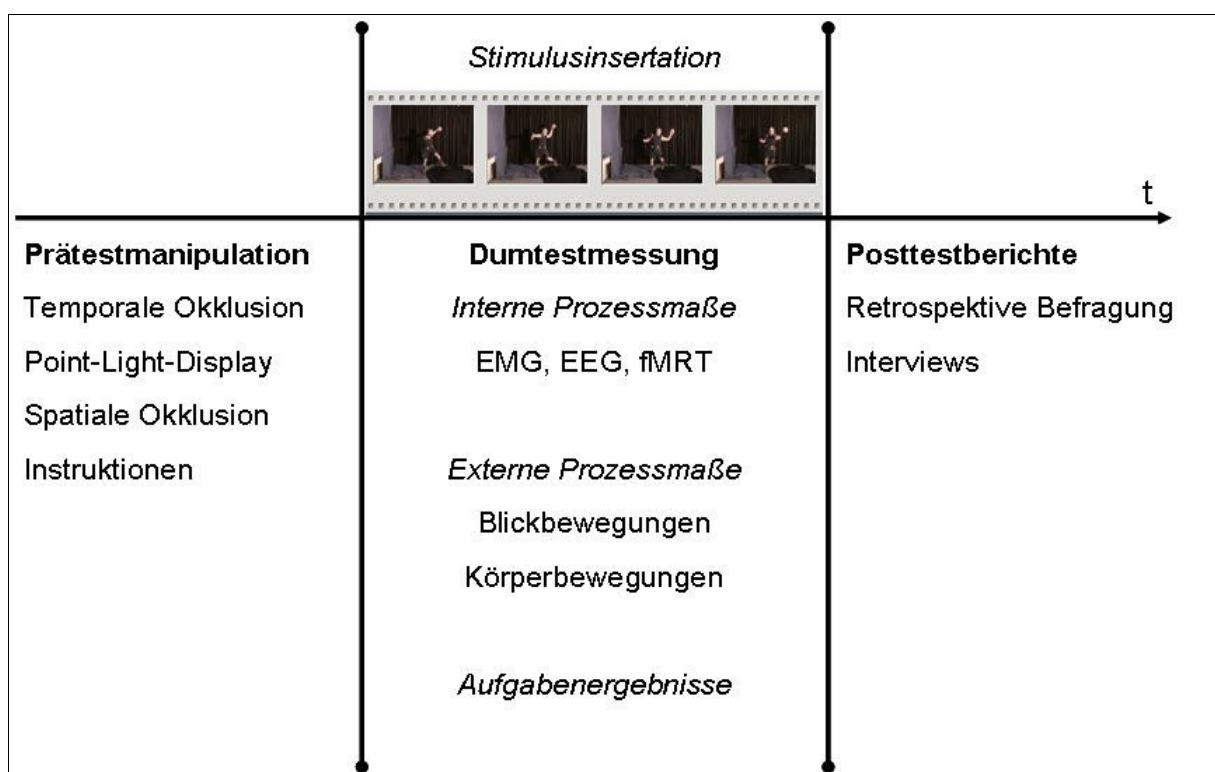


Abbildung 5. Schematische Illustration der Methoden zur Identifikation von Expertise.

Diese drei zeitlichen Phasen sollen im Folgenden näher ausgeführt werden.

Prätestmanipulation

Bei der Prätestmanipulation werden im Bereich der perzeptuell-kognitiven Expertise primär Film-Okklusionstechniken genutzt. Schon im vorletzten Jahrhundert hat Marey (1895) die Technik des Point-Light Displays entwickelt. Bei diesem werden die Gelenke des menschlichen Körpers erfasst und in Leuchtpunkte umgewandelt. Diese werden dann vor einem schwarzen Hintergrund präsentiert, so dass die Bewegung nur noch schematisch gezeigt wird (vgl. Cutting & Proffitt, 1982).

Diese Manipulation wurde dann u. a. von Johansson (1973) in der Bewegungswissenschaft genutzt.

Seitdem sich die Videotechnologie weiter entwickelt hat, werden auch die spatiale und die temporale Okklusion als Methoden genutzt. Bei der spatialen Okklusion werden dem Betrachter bestimmte Informationen im Video entzogen. Die dahinterliegende Idee ist, dass Leistungseinbußen aufgrund von okkludierten Merkmalen verraten, welches die für den Athleten relevanten Informationen sind. Meist wird dies durch ein Quadrat oder einen Kreis verwirklicht, die über das Video gelegt werden (vgl. Abernethy, 1988, 1990; Abernethy & Russell, 1987). Wenn man einen Körperteil okkludieren möchte, passiert dies durch ein sehr zeitaufwendiges Bearbeiten jedes einzelnen Bildes innerhalb des Filmes. Als Problem stellt sich bei der spatialen Okklusion zum einen dar, dass die ungewöhnlichen Objekte im Film zu einer Aufmerksamkeitslenkung führen können (vgl. Olivier, Blichke, Daus, Meyer & Möbius, 1989). Dieses Problem haben Müller, Abernethy und Farrow (im Druck) sowie Williams, Hodges, North und Barton (2006) durch Videos gelöst, bei denen Körperteile wie der Arm, die Hand oder die Beine durch die entsprechenden Hintergrundausschnitte ersetzt worden sind (vgl. Abbildung 6).



Abbildung 6. Verschiedene Beispiel einer spatialen Okklusion (vgl. Müller et al., im Druck).

Zum anderen ist zu vermuten, dass Experten aus mehreren Quellen Informationen über den Gegner bekommen, so dass Leistungseinbußen potenziell falsch eingeschätzt werden könnten.

Ein ähnlicher Ansatz wird bei der temporalen Okklusion genutzt. Der Film wird zu verschiedenen Zeitpunkten abgeschnitten und dann in verschiedenen Versionen als Messwiederholungsdesign den Untersuchungsteilnehmern präsentiert (vgl. Abbildung 7). Durch die Manipulation der Videolänge kann bei Leistungseinbu-

ßen geschlossen werden, dass in dem nicht präsentierten Abschnitt leistungsrelevante Informationen sind. Um diese Information genauer erfassen zu können, stehen zwei scheinbar unterschiedliche Schnittmuster zur Verfügung.



Abbildung 7. Vergleich des Moving-Window-Ansatzes (Reihe 1-3) und des Progressive-Window-Ansatzes (Reihe 3-5).

Zum einen werden am Ende des Videos mehrfach ein oder mehrere Einzelbilder abgeschnitten, so dass unterschiedlich lange Videos entstehen (= Progressive window). Zum anderen wird die Videolänge konstant gehalten, so dass, wenn am Ende Einzelbilder abgeschnitten werden, zu Beginn des Videos die gleiche Anzahl an Einzelbilder ergänzt werden (= Moving window). Beim Vergleich beider Ansätze könnte die unterschiedliche Dauer der potenziellen Informationsaufnahme ein Grund für die erzielten Unterschiede sein. Farrow, Abernethy und Jackson (2005) konnten allerdings in zwei Experimenten zeigen, dass die Ergebnisse bei beiden Methoden konsistent waren. Insgesamt zeigt sich bei den Untersuchungen mit temporaler Okklusion eine Überlegenheit der Experten gegenüber den Novizen. Die Exper-

tise der Athleten zeichnet sich durch die Fertigkeit aus, bereits zu frühen Zeitpunkten die wesentlichen Informationen zu extrahieren.

Im Bereich der motorischen Expertise werden andere Ansätze verfolgt. Die Manipulation erfolgt hier primär durch Instruktionen. Beilock, Bertenthal, McCoy und Carr (2004) zeigten in zwei Experimenten die unterschiedliche Wirkung von gleichen Instruktionen bei verschiedenen Expertisestufen. Sie konnten zeigen, dass Anweisungen oder Aufgaben, die die Aufmerksamkeit von der Bewegung wegführen (z. B.: Konzentriere Dich auf das Ziel!), zu einem besseren Ergebnismuster bei Experten führen. Eine internale Aufmerksamkeitsfokussierung (z. B.: Konzentriere Dich auf Deinen Schwung!) sorgt hingegen für schlechtere Leistungen bei sehr guten Golfern. Bei den Novizen hingegen konnten diametrale Effekte gezeigt werden. Schorer, Wollny und Masters (in Vorbereitung) konnten ähnliche Effekte bei Dartspielern demonstrieren. In ihrer Untersuchung zeigten sowohl Novizen als auch Experten die besten Ergebnisse, wenn sie ohne Instruktion Dart warfen. Die schlechtesten Ergebnisse zeigen hingegen internale Aufmerksamkeitsfokussierungen. Außerdem konnten Änderungen in den kinematischen Variablen gezeigt werden. Hossner und Ehrlenspiel (2006) konnten diese Effekte auch bei den Muskelaktivitäten mittels des EMG finden. Mit diesen EMG-Messungen und der kinematischen Analyse sind wir bereits bei den Dumtestmessungen.

Dumtestmessungen

Im Bereich der Dumtestmessungen werden Prozesse während (lat. dum) der Untersuchungsdurchführung erfasst. Hierbei kann zwischen internen und externen Prozessmessungen unterschieden werden. Bei den internen Erhebungen kommen Methoden wie das EEG, die EMG oder das fMRI zur Anwendung. Bei den externen Methoden sind in der perzeptuell-kognitiven Expertiseforschung primär die Blickbewegungsregistratur und in der motorischen Expertiseforschung verschiedene Ganzkörperbewegungsanalysesysteme zu nennen.

Für die *internen Dumtestmessungen* gibt es in der perzeptuell-kognitiven Expertiseforschung verhältnismäßig wenig Untersuchungen. Janelle, Duley und Coombes (2004) geben einen Überblick zur aktuellen Hirnforschung in diesem Bereich. Bei der Elektro-Enzephalo-Graphie werden Aktivitäten im Hirn gemessen, die Auf-

schluss darüber geben, welche Hirnareale aktiv sind. Für den Bereich des Sports sind diese Messungen schwierig, da Bewegungen des Kopfs leicht zu Artefakten führen. Die Hirnaktivitäten werden entweder frequenzanalytisch (EEG) oder zeitlich kodiert (ERP) ausgewertet. Wenngleich die frequenzanalytischen Untersuchungsergebnisse in der sportwissenschaftlichen Forschung durch die verschiedenen Auswertungsmethoden mit Vorsicht zu betrachten sind, so können doch zwei Befunde als gesichert gelten: Es zeigen sich bei dem Vergleich von rechtshändigen Experten und Novizen Unterschiede in „(a) levels of alpha synchroniation in the left hemisphere (vgl. Hatfield, Landers & Ray, 1984) and (b) cortical asymmetry (vgl. Janelle et al., 2000)“. Diese Befunde wurden durch Studien mit Pistolenschützen (Haufler, Spalding, Santa Maria & Hatfield, 2000), Bogenschützen (Salazar et al., 1990; Landers, Boutcher & Wang, 1986) und Golfspielern (Crews & Landers, 1993) abgesichert. Bei den zeitlich kodierten Auswertungen konnten u. a. Radlo, Janelle, Barba und Frellich (2001) Unterschiede zwischen Experten und Fortgeschrittenen bei einer Baseball-Laboraufgabe in der P300-Welle aufzeigen. Fortgeschrittene Schläger hatten dabei „shorter latencies, larger P3 amplitudes, longer reaction times and less accuracy“ (Janelle et al., 2004, S. 296).

Zusammenfassend kann man für die internen Dumtestmessungen konstatieren, dass in ihnen ein großes Potenzial für die Zukunft der Sportwissenschaft liegt, insbesondere wenn die Messmethodik es schafft, die Artefakte durch Bewegungen zu minimieren, so dass sie in realen Situationen auch bei großmotorischen Aufgaben genutzt werden können.

Für die *externen Dumtestmessungen* liegt eine reiche Befundlage sowohl im Bereich der perzeptuell-kognitiven als auch der motorischen Expertiseforschung vor. Im Bereich der perzeptuell-kognitiven Expertise ist die Blickbewegungsregistrierung die Methode der Wahl, wie die Häufung der Untersuchungen in diesem Bereich - dargelegt in Tabelle 1 - eindrucksvoll belegt. Hierbei werden Aussagen im Bereich der Sportwissenschaft primär über Fixationen getätigt, so dass der Name Blick“bewegungs“analyse eigentlich eher irreführend ist.

Tabelle 1
 Überblick zu sportwissenschaftlichen Blickbewegungsuntersuchungen

Aufgaben	Autoren
Ballfangen	Emes, Vickers & Livingston (1994)
Baseball	Shank & Haywood (1987)
Basketball	Bard & Fleury (1976); Vickers (1996a, 1996b)
Boxen	Ripoll, Kerirzin, Stein & Reine (1995)
Eishockeytorwart	Bard & Fleury (1981); Salmela & Fiorito (1979); Vickers, Canic, Abbott & Livingston (1988)
Fechten	Bard, Guezennec & Papin (1981); Haase & Mayer (1978)
Fußball	Helsen & Pauwels (1992); Helsen & Pauwels (1993); Höner (2005); Tyldesley, Bootsma & Bomhof (1983); Williams & Burwitz (1993); Williams & Davids (1998); Williams, Davids, Burwitz & Williams (1994)
Golfputten	Vickers (1992)
Klettern	Dupuy & Ripoll (1989)
Pistolen schießen	Ripoll, Papin, Guezennec, Verdy & Philip (1985)
Tanzbewegungen (Beobachtung)	Petrakis (1987)
Tennis	Farrow (2002); Fleury, Goulet & Bard (1986); Goulet (1989); Mester (1988); Petrakis (1986); Ritzdorf (1983); Ritzdorf (1983); Singer, Cauraugh, Chen, Steinberg & Frehlich (1996); Williams, Singer & Wiegelt (1998)
Tischtennis	Ripoll (1989); Ripoll, Fleurance & Cazeneuve (1987)
Turnen (Kampfrichter)	Bard, Fleury, Carriere & Halle (1980); Neumaier (1982)
Volleyballannahme	Handford & Williams (1992); Neumaier (1982); Ripoll (1988); Vickers & Adolphe (1997)

Man kann eine deutliche Zunahme der Blickbewegungsuntersuchungen im letzten Jahrzehnt erkennen. Während Neumaier (1982) oder Haase und Mayer (1978) noch mit stationären Systemen arbeiten mussten, gibt es inzwischen mobile Systeme, die dem Athleten reale Bewegungen ermöglichen. In diesem Jahr ist sogar ein erstes System erschienen, das dies auch im natürlichen Tageslicht ermöglicht

(vgl. http://www.a-s-l.com/new_page_3.html Zugriff am 12.03.2006). Damit sind zukünftig Entscheidungen, z. B. von Mittelfeldspielern im Hockey während eines Spiels oder die subjektiven Selektionsprozesse von Talentsichtern besser erfassbar, da sie direkt im Spiel aufgezeichnet werden. Der breite Einsatz von Blickbewegungsmessungen legt die Annahme nahe, dass es sich um ein elaboriertes, anwendungs- und interpretationssicheres Erhebungsverfahren handelt. In jüngerer Zeit sind jedoch einige Schwierigkeiten dieser Methode thematisiert und diskutiert worden.

Das *primäre Problem* stellt die Relevanz der Blickbewegungen für das Verhalten des Sportlers dar. In der bisherigen Forschung wurde zumeist nur das Blickverhalten als solches analysiert. Welche Informationen durch das Blickverhalten aufgenommen wurden, und welche Relevanz sie für die Handlungen des Sportlers haben, wurde nicht direkt analysiert. Als erster indirekter Ansatz wurde das Okklusionsparadigma verwendet. Innerhalb dieses Paradigmas werden einzelne Areale des Blickfeldes verdeckt, was zu einer Adaption des Blickbewegungsverhaltens des Sportlers führen kann. Erfolgversprechender erscheint eine vorherige Bewertung der Relevanz der einzelnen Informationsareale, so dass die Blickbewegungen bezüglich ihrer Bedeutung für das Verhalten des Sportlers abschätzbar werden.

Das *zweite Problem* des „*Looking without Seeing*“ wird einsichtig, wenn man sich sein eigenes Studierendenverhalten in Erinnerung ruft (vgl. Abernethy, 1988; Davids, 1984; Williams et al., 1993). Wie häufig hat man während seiner Tagträume die einzelnen Zeilen eines Textes fixiert, ohne hinterher zu wissen, was darin gestanden hat. Dies kann auch für Sportler gelten: Obwohl der Athlet die informationsreichen Areale betrachtet, nimmt er die für ihn relevanten Informationen nicht bewusst wahr. Zumindest zeigt er kein adäquates Verhalten.

Ein *drittes Problem* entsteht durch die Fähigkeit des Athleten zum *peripheren Sehen*. Peripheres Sehen bedeutet, dass die Athleten ihre Aufmerksamkeit vom Zentrum ihres visuellen Felds zur Peripherie lenken, ohne die Augen zu bewegen (vgl. Posner, 1980). Die visuelle Fixation suggeriert eine Informationsaufnahme, die der Athlet nicht durchführt, da er eigentlich periphere Informationen verarbeitet. Er ist also in der Lage, ein korrektes Verhalten zu zeigen, obwohl er die scheinbar falschen Areale fixiert.

Trotz dieser Probleme können über die Fixationen zwei Aspekte der Informationsaufnahme analysiert werden. Die Position der Fixation gibt Aufschluss über die für den Athleten interessante Region, auch wenn dies nicht nur auf die Fixationsareale beschränkt ist. Die Dauer und die Anzahl der Fixationen gelten als Indikator für die Menge der verarbeiteten Informationen. Williams und Ward (2003, S. 221-222) fassen die bisherigen Befunde für den Vergleich von Experten und Novizen so zusammen:

- „superior recall and recognition of sport-specific patterns of play (vgl. Allard et al., 1980; Starkes & Deakin, 1984; Williams & Davids, 1995)
- faster detection and recognition of objects, such as a ball within the visual field (vgl. Allard & Starkes, 1980; Millslagle, 1988)
- more efficient and appropriate visual search behaviors (vgl. Abernethy, 1990; Vickers, 1992; Williams, Davids, Burwitz & Williams, 1994; Williams & Davids, 1998).

Posttestberichte

Bei den Posttestberichten werden die Untersuchungsteilnehmer aufgefordert, ihre Gedankengänge wiederzugeben. Normalerweise würden ungeschulte Personen daraufhin Begründungen für ihre Entscheidungen wiedergeben. Diese Informationen beschränken sich allerdings nur auf einzelne Aspekte. Ericsson und Simon (1993) beschreiben die Bedingungen, unter denen akkurate Informationen gegeben werden. Die wichtigste Instruktion aber ist, nur die Gedankengänge und nicht den Lösungsweg wiederzugeben. Abernethy, Neal und Koning (1994) konnten mit diesem Vorgehen die kognitiven Aspekte beim Snookerspiel aufzeigen. Ward, Williams und Ericsson (2003) ermittelten genauso die relevanten Informationen für die taktischen Entscheidungen beim Fußball wie McPherson (1993) sowie McPherson und Kernodle (2003) beim Tennis. Aber nicht nur Interviews direkt nach der Aufgabe geben Aufschluss über die Expertise von Athleten, Trainern oder Schiedsrichtern. Auch aus retrospektiven Interviews können valide Informationen gewonnen werden (vgl. Ericsson, Cote & Law, 2005), wobei diese primär zum Nachzeichnen der Entwicklung der Expertise über längere Zeiträume genutzt werden.

2.5 Entwicklung der Expertise

Zur Entwicklung der Expertise gibt es zur Zeit keinen wissenschaftlichen Konsens. Ebenso wie lange Zeit im Forschungsbereich der „motorischen Entwicklung“ werden radikale Positionen unterschieden, die entweder von endogenen (= Talent) oder von exogenen (= Umwelt) Faktoren ausgehen (vgl. Howe, Davidson & Sloboda, 1998). Dieser Diskurs soll im Folgenden dargestellt werden.

Deliberate Practice als Hauptfaktor für die Entwicklung

Im Bereich der Expertiseforschung wird seit der richtungsweisenden Veröffentlichung von Ericsson, Krampe und Tesch-Römer (1993) ein Schwerpunkt auf exogene Faktoren gelegt. Sie führten das theoretische Rahmenkonzept der „deliberate practice“ ein. Ausgehend von den klassischen Studien von Simon und Chase (1973a, 1973b) nehmen sie an, dass Expertise primär über ausgiebiges, zielorientiertes Üben (= deliberate practice) erreicht wird. Diese „deliberate practice“ muss für mindestens zehn Jahre oder für 10.000 Stunden durchgeführt werden (Simon & Chase, 1973a, 1973b). Wichtig hierbei ist, dass der Trainingsprozess im Laufe der Jahre gesteigert wird und immer wieder neue Herausforderungen für den Lernenden gefunden werden.

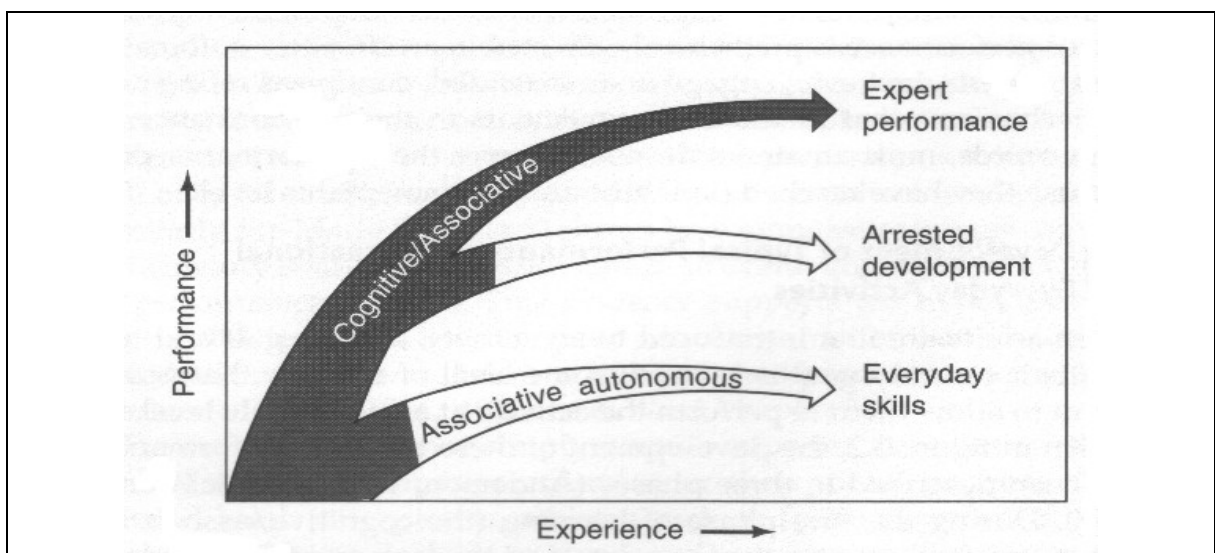


Abbildung 8. Die Entwicklung von Expertise (Ericsson, 2003a, S. 64).

Für die meisten Alltagsaufgaben reicht es, dass der Handelnden einen gewissen autonomen Status erreicht. Wenn man also z. B. morgens ins Institut fährt,

reicht es, Fahrrad und Verkehr sicher und nicht unbedingt perfekt zu beherrschen. Eine weitere Verbesserung im Sinne einer schnelleren Fahrweise ist nicht notwendig, so dass das Können beim Fahrradfahren trotz täglichen Trainings nicht verbessert wird. Wird das Streben nach Exzellenz also vernachlässigt, kann es zu einer festgefahrenen Entwicklung (= arrested development) kommen, aus der man nur mit großem Aufwand wieder entkommt. Dies ist insbesondere im Bereich des Techniktrainings der Fall, wenn man etwa versucht, eine „falsche“ Technik umzulernen (vgl. Panzer, Daug, Ehrig & Toews, 2001). Bei Experten dagegen ist nach Ericsson et al. (1993) immer ein Streben nach Perfektion zu verzeichnen, das mit einer bewussten Lenkung einhergeht. Daher sollen nach Ericsson (2003) Athleten und Trainer immer wieder nach Fehlern oder Schwächen suchen, um den Trainingsprozess optimal zu gestalten.

Als Beleg für das theoretische Rahmenkonzept der „deliberate practice“ führen Williams und Ericsson (2005) zwei Aspekte an: Zum Ersten nennen die Autoren die Plastizität bei perzeptuell-kognitiven Leistungen. Ericsson et al. (2000) konnten zeigen, dass bei einfachen Informationsverarbeitungskapazitäten wie Reaktionszeit oder Kurzzeitgedächtnis entweder die Grenzen verschoben oder diese durch andere Prozesse überwunden werden können. Im Sport kann dies z. B. mittels Antizipation erreicht werden. Bereits Abernethy und Russell (1987) zeigten, dass Experten in der Lage sind, aus Bewegungsmustern der Gegner beim Badminton vorherzusagen, in welche Richtung der Schlag gehen würde. Weiterhin zeigte Abernethy (1988), dass diese Antizipation primär von der Vorerfahrung und nicht vom kalendarischen Alter abhängt. Ähnliche Ergebnismuster sind bei Ward und Williams (2003) bei einer Fußballaufgabe zwischen Experten und Novizen zu verzeichnen.

Als zweiter Aspekt werden die Trainingsprofile von Experten im Vergleich zu weniger guten Sportlern angeführt. Ericsson et al. (1993) konnten bei Violonisten mittels retrospektiver Interviews ein um 15 Stunden umfangreicheres Üben bei den Experten feststellen. Während gute Musiker etwa neun Stunden pro Woche probten, übten die Experten für sich selbst 24 Stunden pro Woche. Hinzu kommen bei beiden Gruppen noch die Orchesterproben und die Konzerte. Bei Pianisten konnten nur geringere zeitliche Unterschiede pro Woche attestiert werden. Auf zehn Jahre betrachtet machte der Unterschied jedoch immer noch 6000 Stunden aus. Im Sport

konnten diese Unterschiede auch in verschiedenen Sportarten wie Ringen (Hodges & Starkes, 1996), Eiskunstlauf (Starkes, Deakin, Allard, Hodges & Hayes, 1996), Karate (Hodge & Deakin, 1996) und Volleyball (Deakin & Coble, 2003) aufgezeigt werden. Ebenso zeigten Ward, Hodges, Williams und Starkes (2004) in einer Studie im Fußball auf, dass die Summe der im Mannschaftstraining verbrachten Zeit der stärkste Prädiktor für Expertise war. Dieser Faktor wurde in der gleichen Studie bei einem Rating der Wichtigkeit von verschiedenen Faktoren zum Erreichen der Expertise zusammen mit dem Faktor „Leistungsmotivation“ von den Experten höher eingestuft als bei den schlechteren Spielern.

Kritik an dem Konzept der „deliberate practice“

Das Konzept der „deliberate practice“ wurde offen zwischen Abernethy, Farrow und Berry (2003) sowie Ericsson (2003) diskutiert. Bei diesem wissenschaftlichen Diskurs werfen Abernethy et al. (2003) im wesentlichen vier Fragen auf:

1. Gibt es Talent?

Das theoretische Rahmenkonzept der „deliberate practice“ gibt als Hauptgrund für das Erreichen von Expertise exogene Faktoren an. Einige Wissenschaftler gehen sogar soweit, dass Talent als solches gar nicht nachgewiesen werden kann (vgl. Howe et al., 1998). Ericsson teilt diese Meinung nicht. Er konstatiert allerdings auch nur, dass bestimmte genetische Voraussetzungen wie etwa die Körpergröße einen Einfluss auf Expertiseentwicklung haben können. Abgesehen davon haben aktuelle Reviews „not uncovered any firm evidence that innate characteristics are required for healthy adults to attain elite performance“ (Ericsson, 2003a, S. 56). Abernethy et al. (2003) behaupten in ihren Äußerungen nicht, dass Training keine notwendige Bedingung ist, um Expertise zu erlangen. Sie stellen aber in Frage, ob es ein hinreichender Faktor ist. Ferner attestieren sie, dass die bisherige Forschung nicht in der Lage ist, einen Gegenbeleg anzuführen. Der Grund hierfür ist die Schwierigkeit, dass es keine geeigneten Kontrollgruppen gibt, die eine ähnliche Trainingshistorie wie Spitzenathleten haben. Als Beleg für die Rolle der genetischen Dispositionen führen Abernethy et al. (2003) die neueren Erkenntnisse der Verhaltensgenetik an. Dort konnten Bouchard und Kollegen in verschiedenen Studien zeigen, dass genetische Faktoren bis zu 40 % der Varianz bei der maximalen Sauerstoff-

faufnahme (Bouchard et al., 1998) und bis zu 50 % der Varianz bei Trainingsadaptation nach 20 Wochen Treatment (Bouchard et al., 1999) erklären konnten. Auch aus Reihen der Sportwissenschaft gibt es Vertreter, die davon ausgehen, dass die genetischen Dispositionen eine wesentliche Rolle für die Trainingsreizwirksamkeit spielt (Singer & Janelle, 1999; Skinner, 2001). Luciano et al. (2001) konnte zeigen, dass diese Faktoren z. B. eine signifikante Rolle bei der Varianzaufklärung bei Wahlreaktionsexperimenten spielen. Abernethy et al. (2003) gehen davon aus, dass weitere Forschung im Bereich der Verhaltensgenetik stärkere Belege für die Rolle von Talent und genetischer Disposition aufzeigen werden.

2. Hilft nur „deliberate practice“?

Nach Ericsson et al. (1993) kann die Entwicklung zum Experten am besten durch die Dauer der „deliberate practice“ erklärt werden. „Deliberate practice“-Training ist so gestaltet, (1) dass es spezifische Fertigkeiten verbessert, (2) dass es sich an der Domäne der Expertise orientiert, (3) dass es anstrengend für den Lernenden ist und (4) dass es als solches nicht wirklich motiviert oder Spaß macht (Abernethy et al., 2003). Auf Basis dieser Kriterien führen Abernethy et al. (2003) ihre Kritik an, die stark durch die Motorikforschung geprägt ist.

Erstens gehen Abernethy et al. (2003) nicht davon aus, dass Training intentional sein muss, damit es zu einer Expertise führt. Sie führen hierfür Belege aus dem Bereich des inzidentellen Lernens an, bei denen gezeigt werden konnte, dass motorische Fertigkeiten auch zufällig gelehrt und erlernt werden können (Dickinson, 1978; Kelly, Burton, Kato & Akamatsu, 2001). Genau diese These vertreten auch Roth et al. (2000) in ihrem Modell der inzidentellen Inkubation. Die genannten Autoren gehen auf Basis verschiedener Studien davon aus, dass sich eine Expertise im Bereich der Kreativität nur aufgrund einer vielfältigen Spiel- und Sportererfahrung in früheren Jahren entwickeln kann. Ähnliche Befunde zeigen Studien von Abernethy, Cotê und Baker (2002) sowie von Cotê, Baker und Abernethy (2003) aber auch von Derad (1997). Sie konnten mittels retrospektiver Befragungen positive Auswirkungen von vielfältiger Sportererfahrung in jungen Jahren auf die Expertise im Erwachsenenalter aufzeigen.

Zweitens argumentieren Abernethy et al. (2003), dass volle Konzentration oder Aufmerksamkeit für den Lernprozess nicht unbedingt förderlich sein müssen.

Das bekannte Problem der „Paralysis by analysis“ zeigt, dass eine erhöhte Aufmerksamkeit die Leistung verschlechtern kann. So konnten Hossner und Ehrlenspiel (2006) bei Basketballspielern höhere Muskelaktivitäten und schlechtere Trefferleistungen beim Freiwurf feststellen, wenn sie sich auf verschiedene Knotenpunkte innerhalb der Bewegung fokussierten. Ein weiterer Beleg gegen die Notwendigkeit von bewusster Konzentration sind Befunde aus dem impliziten Lernen. Eine Reihe von Autoren konnten die Bedeutung des impliziten Lernens für den Sport aufzeigen (vgl. Green & Flowers, 1991; Masters, 1992; Maxwell, Masters & Eves, 2000; Raab, 2001; Schorer & Raab, 1999). Wulf und Kollegen gehen sogar davon aus, dass „most in sport is implicit in nature“ (zitiert nach Reber, 1997, S. 53).

Drittens führen Abernethy et al. (2003) an, dass eine hohe Qualität der Leistung während des Trainings nicht notwendigerweise relevant für den Lernerfolg ist. Zwei bekannte Befunde aus der Motorikforschung sollen dies verdeutlichen. Zum einen zeigt die Forschung zur „massed practice“, dass ein stark geblocktes Training mit einer hohen Wiederholungsanzahl in kurzer Zeit ohne lohnende Pausen zu einem besseren Lernerfolg führt als ein Trainingsdesign mit der gleichen Anzahl an Wiederholungen aber mit lohnenden Pausen. Zum anderen werden die kontextuelle Interferenzeffekte angeführt. Hier konnten verschiedene Forscher für das motorische Lernen zeigen, dass eine randomisierte Übungsabfolge gegenüber einer strukturierten zwar zu einer schlechteren Performanz während des Lernens, aber zu einem besseren Lernerfolg führt (vgl. für einen Überblick Lee & Simon, 2005). Im Bereich des perzeptuellen Lernens konnten Schorer und Abernethy (in Vorbereitung) den gleichen Trainingseffekt für die Antizipation beim Siebenmeterwurf über eine dreimonatige Retentionsphase zeigen.

Viertens erscheint es Abernethy et al. (2003) verfrüht, den Faktor Erfahrung in Wettkämpfen als Expertiseprädiktor auszuschließen. Zwar zeigen Ergebnisse der Studien von Charness, Krampe und Mayr (1996) sowie von Ericsson et al. (1993), dass sie neben dem Faktor „deliberate practice“ keine weitere Varianzaufklärung erbringen, jedoch gibt es in Mannschaftssportarten Hinweise hierfür. So zeigen Studien von Helsen et al. (1998) und Starkes et al. (1996), dass Wettkampfvorerfahrungen ein wichtiger Baustein zum Erreichen von Expertise sind. In einer neueren

Studie von Baker, Cotê und Abernethy (2003) bewerten die Athleten selbst die Wettkampfvorerfahrung als essenziell.

3. Vermitteln mentale Repräsentationen Expertise?

In ihrem dritten Punkt kritisieren Abernethy et al. (2003) die eminente Rolle der internen Repräsentationen bei Ericsson (2003a). Ericsson geht davon aus, dass Expertise „is mediated by acquired mental representations that allow the experts to anticipate, plan and reason about alternative courses of action“ (Ericsson, 2003a, S. 63). Abernethy et al. (2003) führen dagegen zwei Argumente ins Feld. Zum einen wird im Bereich der Motorikforschung seit langem darüber diskutiert, ob Repräsentationen wirklich eine große Rolle bei der Bewegungskontrolle spielen. Vertreter des ökologischen Ansatzes wie Gibson (1979) versuchen die menschliche Motorik gänzlich ohne Repräsentationen zu erklären. Eine ausführliche Diskussion der Auswirkung dieser Denkrichtungen auf den Bereich der Expertiseforschung findet man bei Abernethy, Burgess-Limerick und Parks (1994) sowie bei Williams, Davids und Williams (1999). Kritisch für die Grundannahme von Ericsson ist aber in jedem Fall, dass Erklärungsansätze im Bereich der Motorik denkbar sind, die ohne Repräsentationen auskommen. Zum anderen zeigen Arbeiten von Beek, Jacobs, Daffertshofer und Huys (2003) sowie von Vereijken, Whiting, Newell und Emmerik (1992), dass Experten ihre physischen Fähigkeiten und auf diese Weise ebenso ihre kognitiven Kapazitäten besser ausnutzen können. Abschließend weisen Abernethy et al. (2003) darauf hin, dass sie nicht der Meinung sind, dass mentale Repräsentationen keine vermittelnde Rolle bei Expertise spielen, aber sie sprechen ihr die von Ericsson vorgesehene Exklusivität ab.

4. Sind Stabilisierung und Automatisierung der Grund für fehlende Expertise?

Wie in diesem Kapitel bereits vorgestellt, sieht Ericsson (2003a) einen der Hauptgründe im Nichterreichen des Expertenstatus in der Zufriedenheit mit einer stabilen Leistung und der Automatisierung von Prozessen (= arrested development). Für wichtig hält er die Weiterentwicklung der „deliberate practice“ zur Erreichung der verfolgten Fertigkeiten. Aus Sicht der bewegungswissenschaftlichen Forschung ist dies mehr als fraglich. Wie in der ersten Studie dargestellt, ist gerade diese Automatisierung ein Zeichen für die höchste erreichbare Stufe beim Fertigkeitserwerb. Sie zeichnet sich durch eine unbewusste Kontrolle aus, so dass zusätzlich

Zweitaufgaben ausgeführt werden können. Außerdem ist die Stabilität von Bewegungen nicht zwangsläufig ein Zeichen von Expertise. Bernstein (1967) aber auch Vereijken et al. (1992) gehen davon aus, dass Variabilität in der Bewegungsausführung für Expertise notwendig sein kann. Außerdem zeigen verschiedene Experimente, dass Experten sich gegenüber Novizen durch Automatisierung auszeichnen (Brouwer, Waterink, van-Wolffelaar & Rothengaar, 1991; Parker, 1981; Rowe & McKenna, 2001; Beilock et al., 2004). In einem integrativen Rahmenkonzept für Expertiseforschung kann dieser Punkt also nicht gelten.

Ericssons Antworten auf die Kritik

Ericsson (2003b) geht direkt auf die Kritikpunkte ein und stellt seine Sichtweise dar. Zu den Kritikpunkten an dem Konzept der „deliberate practice“ kommentiert er nur die ersten drei.

Zuerst erläutert er, dass „deliberate practice“ aus seiner Sicht nicht die einzige Form des Trainings zur Entwicklung sein soll, sondern vielmehr die Trainingsform mit der meisten Varianzaufklärung zur Entwicklung der Expertise. Daher ist der Versuch der Falsifikation durch den Beleg, dass andere Trainingsformen auch hilfreich sind, für Ericsson kein gültiger. Er sähe erst dann die Notwendigkeit das Konzept der „deliberate practice“ zu verändern oder zu verwerfen, wenn andere Faktoren eine höhere Varianzaufklärung liefern.

Des Weiteren stellt er seine Sicht zum Kritikpunkt der vollen Aufmerksamkeit dar. Ericsson (2003b) weist daraufhin, dass nicht nur zielgerichtetes Training mit optimalem Aufmerksamkeitsfokus, sondern auch z. B. optimale Ruhepausen sinnvoll sind.

Schließlich geht Ericsson (2003b) auf die Frage nach der suboptimalen Qualität im Training ein. Abernethy et al. (2003) beschreiben Studien, die zeigen, dass eine suboptimale Leistung während des Trainings zu einer besseren Leistung im Wettkampf führen kann. Die Kritik von Ericsson (2003b) an diesem Punkt ist - ebenso wie beim ersten Punkt - die Art der Falsifikation. Aus seiner Sicht müssten solche Punkte erst als valide im Bereich der Entwicklung von Expertise aufgezeigt werden. Nur wenn diese Methoden auch optimal oder gar noch besser als die „deliberate practice“ sind, kann aus seiner Sicht von einer Falsifikation gesprochen werden.

Der zweite Kritikpunkt, mit dem sich Ericsson (2003b) auseinandersetzt, bezieht sich auf die Frage, ob es genetische Faktoren wie Talent gibt, die Expertise determinieren. Die als stärkste Evidenz sowohl von Abernethy et al. (2003) als auch von Janelle und Hillmann (2003) angeführten Studien von Bouchard und Kollegen (1998, 1999) diskutiert Ericsson (2003b) ausführlich aus theoretischer wie methodischer Sicht. Er kommt zu der Schlussfolgerung, dass diese Studien keinen wirklichen Beweis der Bedeutung einzelner Gene für die Entwicklung von Expertise anführen können. Er schließt mit dem Hinweis, dass auch Gene eine Rolle bei der Entwicklung der Expertise spielen, dass es aber wahrscheinlich kein Talentgen gibt, sondern dass viel mehr allgemeine, bei allen Menschen vorhandene Gene dafür zuständig sind. Eine mögliche Rolle spielen diese Gene bei der Leistungsmotivation und dem Potenzial eines Menschen.

Zusammenfassend kann man feststellen, dass die nature-versus-nurture-Debatte mit Sicherheit noch nicht abgeschlossen ist. Auch scheint es unklar, welche forschungsmethodischen Zugänge diese Fragestellung möglicherweise klären können. Konsens besteht jedoch darüber, dass beide Faktoren, Genetik und Umwelt, einen entscheidenden Einfluss auf die Entwicklung haben.

Aktuelle Befundlage für das jugendliche Alter

Zur Entwicklung der sensorischen Expertise gibt es im Vergleich zur motorischen für das jugendliche Alter nur wenige Untersuchungen. Daher fordert z. B. Williams (2002) mehr Entwicklungsstudien in diesem Bereich, nicht zuletzt auch, um den prädiktiven Wert von Blickbewegungen bei Talenten zu erforschen. In einer quasi-längsschnittlichen Untersuchung betrachtet Höner (2005) das Blickbewegungsverhalten von Fußballnationalspielern bei einer kleingruppentaktischen Aufgabe. Konform mit der Prädiktion des Modells von Ericsson zur Entwicklung von Expertise (1996, 2003) zeigen die Ergebnisse eine Verbesserung von Leistungen mit der Erfahrung und damit mit zunehmendem Alter. Eine ähnliche Studie von Ward und Williams (2003) zu den perzeptiven Fertigkeiten von jugendlichen Fußballspielern zeigt dagegen diffuse Ergebnisse. Die Autoren untersuchen neben verschiedenen taktischen Aufgaben, visuellen Parametern - wie die statische und dynamische Sehschärfe - auch die perzeptiven Fertigkeiten durch einen Test zur Benennung der

Wahrscheinlichkeiten von Situationslösungen, einen Antizipationstest sowie einen Erinnerungstest (vgl. Ward & Williams, 2003). Zwar können durch Diskriminanzanalysen als Prädiktoren für die Expertisestufen der Antizipationstest, der Test zu den Wahrscheinlichkeiten und - für Altersstufen - der Erinnerungstest ermittelt werden, aber diese drei Tests zeigen für das Alter kein konstantes Ergebnismuster. So gibt es nur beim ersten Test signifikante Altersunterschiede, wobei diese so gestaffelt sind, dass die U9 (Kinder unter 9 Jahren) die besten Ergebnisse zeigt. Die weitere Reihenfolge ist U17 > U15 > U11 > U13. Bei anderen Tests konnten keine Altersunterschiede ermittelt werden. Ebenso konnte in einer Studie von Neumaier (1982) beim Bewegungsbeobachten von Turnern keine Unterschiede zwischen zwei Altersgruppen ermittelt werden.

Im Bereich der sportlichen Situationen mit hohem zeitlichem Druck - wie beim Handballtorhüter - sind nur drei Studien bekannt. Bei der ersten Studie fand Abernethy (1988) im Badminton zwar Unterschiede zwischen den Altersstufen 12, 15 und 18 Jahren. Im Gegensatz zu der Vorstudie von Abernethy und Russell (1987) konnten bei Erwachsenen keine Unterschiede in diesen Altersstufen zwischen Experten und Novizen beobachtet werden. Ähnlich sind die Befunde von Tenenbaum, Sar-El und Bar-Eli (2000) zu werten. Sie fanden ebenfalls keine Unterschiede zwischen Tennisexperten und Novizen in den Altersstufen 8-10, 11-13 und 14-17, jedoch zeigten im Alter über 18 Jahre die Experten eine bessere Leistung. Allerdings fanden sie keine signifikanten Alterseffekte. In einer dritten Studie kommt Ritzdorf (1982, 1983a, 1983b) bei einer Tennisaufgabe zu der Schlussfolgerung, dass die „Antizipationsfähigkeit in der vorliegenden Testsituation weitestgehend unabhängig von Alter und Geschlecht der VPN ist“ (Ritzdorf, 1983, S. 282).

Aktuelle Befundlage zur Expertise im Alter

Die aktuelle Befundlage zur Expertise im Alter ist in der Sportwissenschaft eher als rudimentär einzuschätzen. Ergebnisse werden im Wesentlichen von Untersuchungen aus der Musikwissenschaft in den Sport transferiert. Ericsson et al. (1993) sowie Krampe und Ericsson (1996) zeigten bei Pianisten, dass zwar bei allgemeinen Tests die Leistung von älteren Experten genauso absinkt wie bei älteren Amateuren. In domänen-spezifischen Aufgaben hingegen kann ihre Leistung aller-

dings mit der Performanz jüngerer Experten mithalten. Die Autoren erklärten diese Leistung über die höhere Dauer an „maintenance practice“, welche die älteren Experten haben. Sie üben in der Woche etwa zehn Stunden im Sinne der „deliberate practice“. Diese Befunde konnten in der Kunst (Simonton, 1996), im Schach (Charness et al., 1996) und im Sport (Helsen et al., 1998; Hodge & Deakin, 1998; Hodges & Starkes, 1996) repliziert werden.

Starkes, Weir und Young (2003) zeigen die Unterschiede in den Ergebnismustern zwischen „quasi-längsschnittlichen“ und längsschnittlichen Untersuchungen auf. Sie demonstrieren an drei Einzelfallstudien, dass die quasi-längsschnittlichen Untersuchungen den Rückgang an Trainingsstunden und Leistungen überschätzen sowie die Art des Trainings nicht berücksichtigen. In Einzelfallstudien konnten sie zeigen, dass sich ältere Experten nur noch auf das domänen-spezifische Training konzentrieren. In einer Studie von Baker, Horton, Pearce und Deakin (2005) wurde die Leistung von 17 Golfern im Laufe ihrer Karriere untersucht. Die Autoren zeigen, dass die Leistung bei einer Runde Golf nur um 0.07 % im Alter von 35-49 und um 0.26 % im Alter von 51-60 Jahren abnimmt. In ihrer Diskussion weisen sie allerdings darauf hin, dass sie nicht wissen, ob spezifische Teile des Golfspiels - wie der Putt oder der Abschlag - sich im Alter schneller verändern. Außerdem werfen sie die Frage auf, ob der Leistungsrückgang der einen Komponente zu einer Steigerung in der anderen führen würde, welches im Sinne einer Kompensation nach Baltes und Baltes (1990) zu verstehen wäre. Insgesamt kann attestiert werden, dass der Bereich der Entwicklung im Alter für die motorische und kognitive Expertise nur gering, aber im Bereich der Sensorik noch gar nicht untersucht worden ist.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Untersuchung von Expertise in der Lebensspanne ein lohnendes, aber bislang unterrepräsentiertes Feld ist. Hier konzentrieren sich alle aufgeführten Studien auf motorische oder kognitive Expertise. Für den Bereich der sensorischen Expertise sind nach Wissens des Autors nach keine Untersuchungen mit älteren Experten durchgeführt worden.

2.6 Ableitung der Fragestellungen

Ausgehend von den theoretischen Grundlagen der letzten zwei Kapitel sollen nun die angestrebten Fragestellungen für die vorliegende Studie abgeleitet werden. Die Beschreibung der Situation Siebenmeter macht deutlich, dass Torhüter unter einem großen Zeitdruck stehen und daher wahrscheinlich Entscheidungen unter Unsicherheit treffen. Zwar wären optimale Entscheidungen denkbar, wenn man einfach den Ballflug betrachten könnte, aber dann ist die motorische Reaktion aufgrund der kurzen Ballflugdauer nicht mehr möglich (vgl. Kastner et al., 1978, S. 294; Kornexl, 1970, S. 224; Sahre, 1986, S. 80; Sinclair & Moyls, 1979, S. 60). Dies zeigt gleichzeitig auf, dass zur Erklärung von Torhüterentscheidungen dynamische, probabilistische Modelle genutzt werden müssen (vgl. Busemeyer & Townsend, 1993). Im Laufe des Wurfes zeigen die Werfer variierende Schlüsselreize. Der sicherste Schlüsselreiz ist der Ballflug, wobei während des Wurfes möglicherweise auch Schulter oder Armhaltung relevant sind, wie die Untersuchung von Hatzl (2000) vermuten lässt. In jedem Fall erscheint es sinnvoll, eine möglichst ökologisch valide Umwelt zu schaffen (vgl. Simon, 1991), um die Höchstleistung von Handballtorhütern zu untersuchen. Im Rahmen des Ansatzes der „Natural Decision Making“ werden hierzu reale Situationen analysiert (vgl. Lipshitz et al., 2001). Diese haben jedoch eher deskriptiven Charakter (vgl. Gigerenzer & Todd, 2001; Yates, 2001) und lassen kaum Rückschlüsse auf die Mechanismen für die Vorteile von Experten gegenüber Novizen zu. Daher soll in dieser Studie eine Laborsituation geschaffen werden, bei der (1) die Umwelt variiert wird, (2) ein möglichst natürliches Verhalten der Torhüter gefordert wird und (3) trotzdem Rückschlüsse über die zugrunde liegenden Mechanismen möglich sein werden.

Für diese Ziele bietet es sich an, Experten und Novizen als Informationsnutzer einander gegenüberzustellen (vgl. Ericsson & Williams, 2005). Hierbei sollen aber nicht nur die Differenzen zwischen Experten und Novizen aufgezeigt werden, sondern auch der Forderungen von Abernethy, Thomas und Thomas (1993) nach ökologischer Validität Tribut gezollt werden, indem Fortgeschrittene mit einer ähnlichen Vorerfahrung und kalendarischem Alter herangezogen werden. Es wird vermutet, dass die Experten durch ihre langjährige Erfahrung eine nahezu optimale

Strategie für die Abwehrentscheidungen entwickelt haben. Daher soll auch die Entwicklung der Expertise nachgezeichnet werden.

Ausgehend von dem “Expert Performance Approach” von Williams und Ericsson (2005) sollen nun diese Strategien in drei Schritten analysiert werden. Im ersten Schritt soll der Unterschied zwischen Experten, Fortgeschrittenen und Novizen aufgezeigt werden, um auf diese Weise die Essenz der Expertise von Handballtorhütern zu erfassen (vgl. Experiment 1).

Im zweiten Analyseschritt sollen Dumtestmessungen und Prätest-manipulationen genutzt werden, um die dahinterliegenden Prozesse besser verstehen zu können. Die Frage ist, ob Expertise im motorischen, im sensorischen oder in beiden Bereichen zu finden ist. Die Methoden der Wahl werden hierbei Blickbewegungsmessung, temporale Okklusion und Körperbewegungsanalyse sein (vgl. Experiment 2).

Im letzten Schritt soll die Entwicklung von Torhütern in der Lebensspanne nachgezeichnet werden. Aufgrund der angestrebten Kurzfristigkeit einer Promotion kann hier leider kein längsschnittliches Design gewählt werden, so dass die von Starkes et al. (2003) angesprochene Überschätzung berücksichtigt werden muss. Es stellt sich die Frage, ob es sich wie durch die 10-Jahresregel prognostiziert um eine fast lineare Entwicklung handelt. Besonders interessant ist die Betrachtung über das frühe Erwachsenenalter hinaus, weil hierzu keinerlei Befunde aus dem perzeptuellen Bereich vorliegen, so dass wissenschaftliches Neuland betreten wird (vgl. Experiment 3).

Insgesamt sollen diese drei Experimente Einblicke in die subjektive Informationsverarbeitung von Torhütern innerhalb verschiedener Leistungsstufen ermöglichen. Dabei wird von einem vereinfachten Informationsverarbeitungsmodell mit den drei Stufen Perception (Sensorik), Decision-Making (Senso-Motorik) und Movement Execution (Motorik) ausgegangen (vgl. Abernethy, 1996). Anders als in den meisten anderen Studien sollen hierbei alle drei Stufen gleichzeitig beobachtet werden (für eine Ausnahme: LeRunigo, Benguigui & Bardy, 2005). Damit werden einerseits die Kritik von Summers zur “compartmentalization of the study of human behaviour in general into the areas of perception, cognitive processes and motor

processes” (2004) und andererseits neuere theoretische Positionen zur Interaktion von Wahrnehmung und Handlung berücksichtigt (vgl. Hommel, Müssler, Aschersleben & Prinz, 2001; Prinz, 1997).

Es wird - wie von Williams und Ericsson (2005) vorgeschlagen - auf eine Testbatterie zurückgegriffen. In zwei Tests werden die Torhüter in einer domänen-spezifischen Situation beobachtet. Hierbei werden Unterschiede zwischen den Torhütern der verschiedenen Fertigungs- und Altersstufen erwartet. Während die bisherige Forschung Tranfertests genutzt hat, um die Übertragbarkeit von Expertise von strukturierten zu unstrukturierten Situation (Simon & Chase, 1973), vom Labor ins Feld (Farrow & Abernethy, 2002; Williams, Ward & Chapman, 2003) oder von einem Sport in den anderen (Abernethy, Baker & Cote, 2005; Smeeton, Ward & Williams, 2004) zu prüfen, wird in dieser Studie in einem ersten Transfertest eine ähnliche zeitliche Situation genutzt. Hierbei entspricht die präsentierte Sportart nicht dem Bereich der Expertise der Untersuchungsteilnehmer, aber die Abwehrreaktion ist die domänen-spezifische, so dass angenommen wird, dass zwar die motorische und senso-motorische aber möglicherweise nicht die sensorische Expertise übertragen werden kann. Anders hingegen beim zweiten Transfertest. Dies ist ein klassischer Wahlreaktionszeittest, bei dem angenommen wird, dass die senso-motorische und die motorische Expertise transferiert werden kann. Bei der sensorischen Expertise werden keine Unterschiede erwartet, da die präsentierten Stimuli - anders als bei den drei anderen Tests - eine hundertprozentig Vorhersage zwischen Stimulus und erforderlicher Reaktion ermöglichen. Mit Hilfe dieser beiden Transfertests sollen die Mechanismen der Expertise näher beleuchtet werden. Erscheint die Vielfalt der Methoden zur Identifikation der Expertise geeignet, dann sollen die Ergebnisse im Sinne einer Triangulation für eine validere Interpretation genutzt werden.

II Studie zur Expertise von Handballtorhütern

3 Methode

„Ich sehe was, was du nicht siehst und das ist ...“
(Traditioneller Beginn eines Kinderspiels)

Die Faszination für Kinder an diesem Spiel scheint enorm zu sein, da es sich über viele Generationen erhalten hat. Dieses Interesse ist durch die natürliche Neugierde von Kindern zu erklären. Sie wollen wissen, was andere Menschen sehen. Vor dem gleichen Problem stehen viele Torhüter und Trainer, die Henning Fritz, Andreas Thiel oder Stefan Hecker zuschauen. Sie würden gerne wissen, wohin Weltklasse-Handballtorhüter blicken, bevor sie einen Wurf abwehren. Aber selbst wenn diese bereit wären, es zu berichten, würde man wahrscheinlich nicht die erhoffte Antwort bekommen. Zumindest haben sie die Antwort in ihrem Buch „Halten wie wir“ (Thiel & Hecker, 1989) ebenso wenig wie Fritz und Schmidt (2005) in ihrem Buch „Halten und Siegen“ nicht gegeben bzw. geben können, wie teilweise auch in persönlichen Gesprächen attestiert wurde (vgl. Wörner, 2004). Das genaue Blickverhalten ist einer subjektiven Eindrucksanalyse nicht unmittelbar zugänglich (vgl. Bahill & LaRitz, 1984; Williams & Davids, 1998). Daher wird im Folgenden die Methode für die Untersuchung von sensorischen, senso-motorischen und motorischen Prozessen bei Handballtorhütern dargestellt.

3.1 Vorbereitungen für die Studie

Für die Studie ist es notwendig, Stimulusmaterial zu erstellen, das ökologisch valide und zudem den Fragestellungen angepasst ist. Daher wurden Videoaufnahmen getätigt, die in Vorstudien einerseits biomechanisch (Fath, 2006; Schorer et al., in Druck; Schorer, Fath & Baker, in Vorbereitung; Schorer et al., unter Begutachtung) und andererseits durch Expertenratings (Schorer & Weiss, in Druck) analysiert wurden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden später zur Interpretation und Diskussion genutzt. Zur Darstellung der Videoaufnahmen für die Testbatterie der Studie wird der Untersuchungsaufbau, die Durchführung der Videoaufnahmen und die Auswahl der Werfer beschrieben (vgl. Fath, 2006; Schorer et al., in Druck; Schorer & Weiss, in Druck).

Untersuchungsaufbau

Drei Kameras wurden so im Raum verteilt, dass sie im Winkel von 0° , 35° und 70° zueinander standen und den optimalen Abstand zum Schützen hatten (vgl. Abbildung 9). Der 0° -Winkel wurde für die Videopräsentation in der Studie 2 benötigt. Die anderen Winkel wurden nach verschiedenen Vorstudien als am besten geeignet ausgewählt, in denen Kameras in 5° -Winkelabständen bis 90° durchgetestet wurden. Als Kameras wurden genutzt:

- Kamera 0° - Panasonic Digital Video Camera Recorder DVC-15,
- Kamera 35° - Sony Digital Video Camera Recorder DCV-VX9000E und
- Kamera 70° - Medion Digital Camcorder MD9021.

Neben der Kamera 35° stand ein Strahler mit 2000 Watt Leistung und neben der Kamera 70° ein weiterer mit 500 Watt Leistung. Die Kamera 70° war mit einem drei Meter sowie die Kameras 0° und 35° mit je einem zehn Meter langen Firewire-Kabel mit einem PC verbunden. Alle Belichtungszeiten wurden unter $1/500$ Sekunden gesetzt. Bei dem PC handelte es sich um einen Targa Visionary mit einem AMD Athlon XP 2200+ Prozessor, einem 256 MB-PC 266 / DDR Arbeitsspeicher und einer 120 GB Maxtor Neptune D540X-4G Festplatte.

Zum Schutz der Kamera 0° wurde eine zwei mal zwei Meter große Holzwand aufgestellt, die auf Augenhöhe (1,70-1,80 m) einen 10 cm hohen und einen Meter breiten Spalt hatte durch den die Aufnahmen mit der Kamera gemacht werden konnten, um später für einen durchschnittlich großen Torhüter die gleiche Perspektive wie in einem Spiel präsentieren zu können. Um die anderen Kameras zu schützen, wurden Turnmatten senkrecht in die möglichen Wurfverläufe gestellt. Die Untersuchungsteilnehmer standen in genau sieben Metern Entfernung vor dem Tor, das an die Holzwand angebaut war. Die Wände hinter den Untersuchungsteilnehmern wurden mit dunklen Tüchern verhangen und der Boden mit ebensolchen ausgelegt, damit größere Kontraste für die Auswertung der Marker gegeben waren. Die Spalten zwischen der Holzwand und den Torpfosten wurden mit umgedreht angeschraubten Werbebanden gefüllt, so dass keine Bälle hinter die Holzwand gelangen konnten. Auf die Holzwand und die Werbebanden wurden insgesamt acht Kontakt-

matten geklebt, die als Wurfziele für die Untersuchungsteilnehmer dienten (vgl. Abbildung 9).

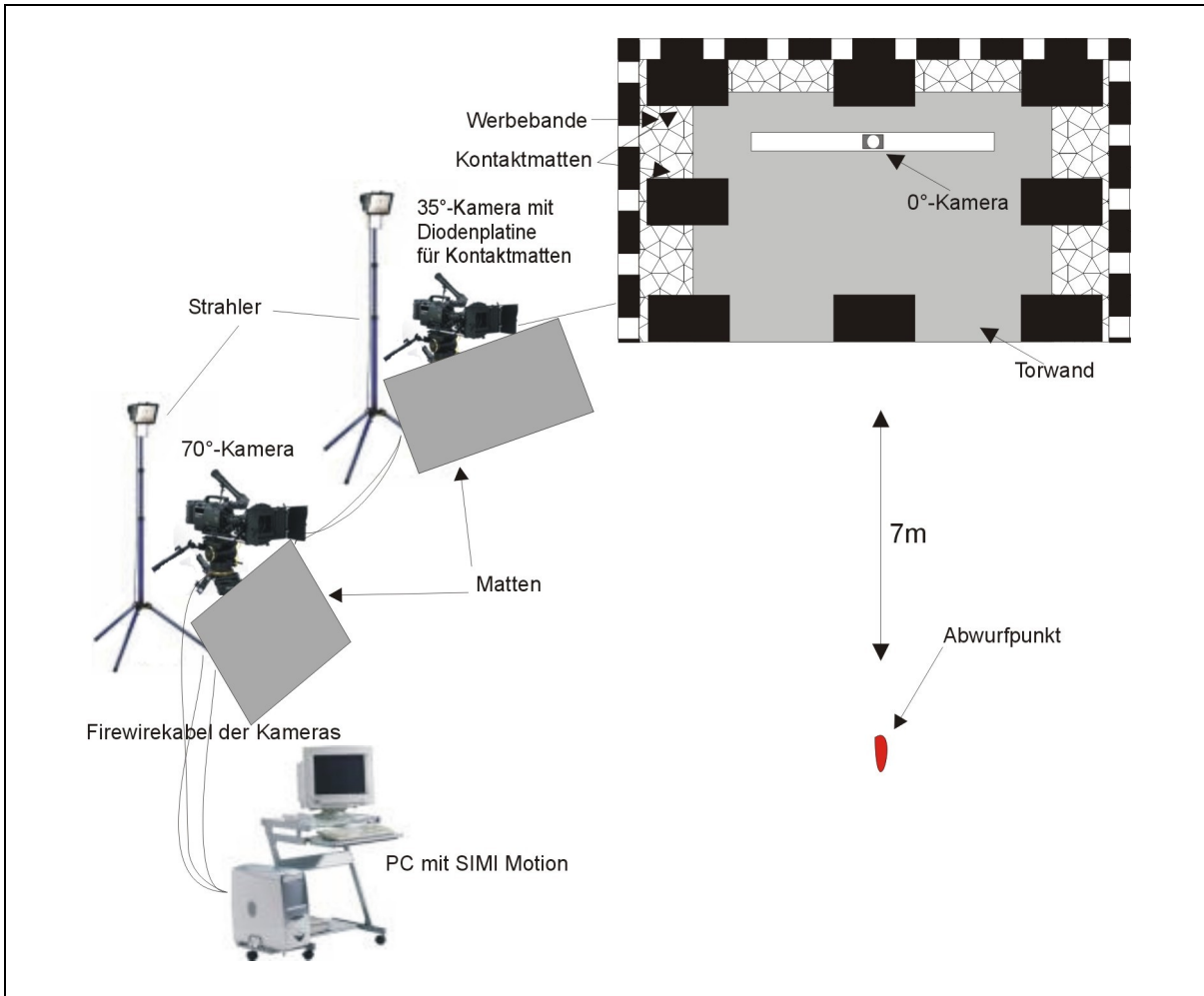


Abbildung 9. Versuchsaufbau bei der Umweltanalyse.

Diese Kontaktmatten waren über Kabel mit grün-roten Dioden verbunden, die entsprechend ihrer Position im Tor in eine Metallplatte eingefasst waren. Diese Metallplatte war exakt auf den Objektivschutz der Kamera 35° angepasst, so dass während der Videoaufzeichnung durch ein Aufleuchten der Diode genau erfasst werden konnte, wann der Ball die entsprechende Kontaktmatte traf (vgl. Abbildung 10).

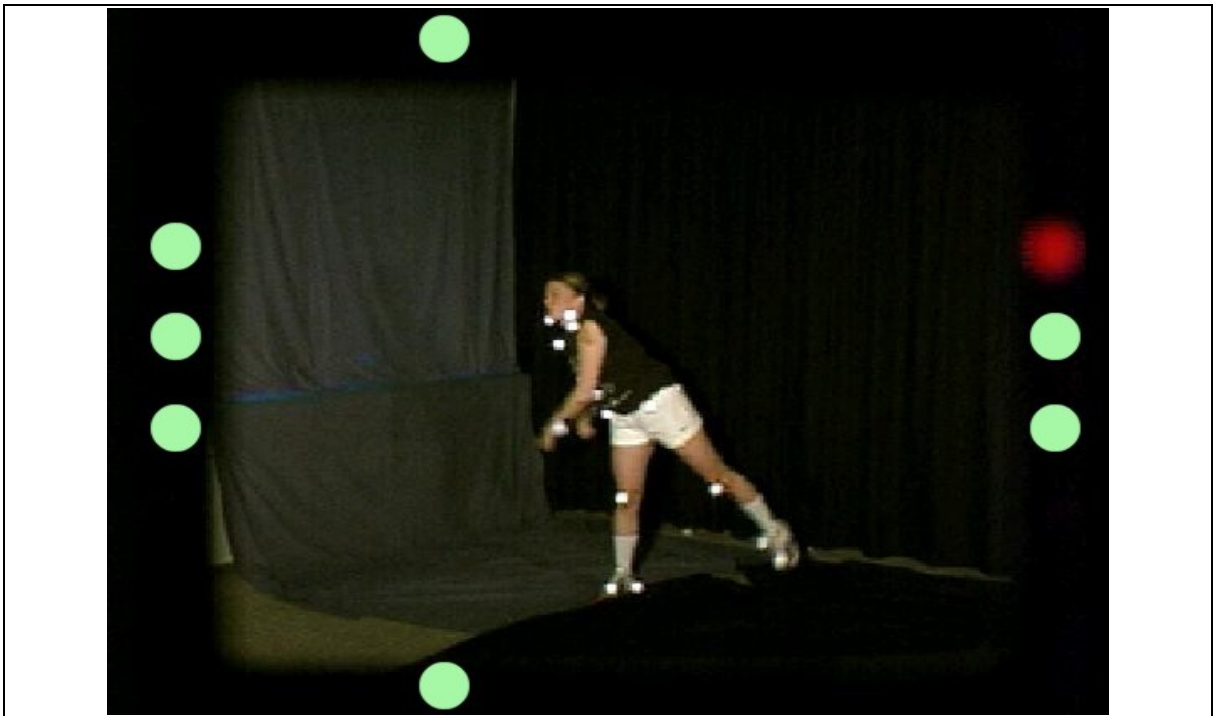


Abbildung 10. Platine mit aktivierter Leuchtdiode zur Treffererfassung (rot = rechts oben).

Vor den relevanten Aufnahmen mit den Untersuchungsteilnehmern wurden die drei Kameras mit einem 1,47 m x 1,47 m x 2,205 m großen Würfel kalibriert. Den Untersuchungsteilnehmern wurden zunächst Sinn und Ziel der Untersuchung erläutert. Anschließend wurden ihnen 16 38-mm-Marker der Firma SIMI an den wichtigsten Gelenkpunkten entweder direkt auf die Haut oder auf eng anliegende Kleidung mit zwei Marquette-Kleberingen für Hellige Elektroden geklebt, um Hautreaktionen möglichst zu vermeiden (vgl. Abbildung 11). Es wurden verschiedene Marker in Vorstudien ausprobiert. Als entscheidende Faktoren wurden die Größe, die Farbe und die Beschaffenheit der Marker identifiziert. Die SIMI Marker haben sich in dieser Studie gegenüber selbst gebauten, verschiedenfarbigen Markern aus Styropor oder Watte als vorteilhaft erwiesen. Sie besitzen die optimale Größe und die 3M-Folie, mit der sie beklebt sind, reflektiert die Strahler. Dadurch werden sie im automatischen Tracking von SIMI Motion häufiger richtig erfasst. Die optimale Größe für die automatische Markerverfolgung bei der Erfassung mit SIMI Motion ist gegeben, wenn im Video der Marker auf einer Fläche von 5x5 Pixel dargestellt wird.



Abbildung 11. Positionierung der Marker aus der 0°-(links), 35°-(Mitte) und 70°-Perspektive (rechts).

Ausgewählt wurden von oben nach unten der Kopf, die Schulter, der Ellenbogen, das Handgelenk, die Hüfte, das Knie, das obere Sprunggelenk und die Fußspitze jeweils links und rechts. Diese Positionierung erfolgte nach Erkenntnissen aus mehreren Vorstudien (vgl. Abbildung 11).

Durchführung

Der Abwurfpunkt wurde den Untersuchungsteilnehmern durch einen mit DC-Fix erstellten Fußabdruck auf dem Boden vorgegeben. Nach einer kurzen Aufwärmphase warfen die Untersuchungsteilnehmer zwölf Serien mit zehn bis fünfzehn Würfeln. Leider waren es bei einer Untersuchungsteilnehmerin mehr Würfe, da sie nicht in der Lage war, bestimmte Ziele zu treffen. Trotz der erhöhten Anzahl an Würfeln standen später keine zehn, sondern zum Teil nur fünf Treffer für diese Person zur Verfügung. Die Abfolge der Würfe war:

Serie 1: Freies Aufwärmen

Serie 2: Freies Aufwärmen

Serie 3: Links oben

Serie 4: Links unten

Serie 5: Rechts oben

Serie 6: Rechts unten

Serie 7: Links halbhoch

Serie 8: Rechts halbhoch

Serie 9: Über den Kopf

Serie 10: Durch die Beine

Serie 11: Trickwürfe - Teil 1

Serie 12: Trickwürfe - Teil 2

Während der Serien wurde ein Pfiff als akustisches Startsignal für die einzelnen Würfe genutzt. Es entstanden Pausen von einigen Sekunden für die Untersuchungsteilnehmer, da das Programm SIMI nach jeder Wurfserie die drei Kameraaufzeichnungen abspeichern musste. Zum Abschluss der Untersuchung wurden dann noch fehlende Informationen über die sportliche, insbesondere die Handballbiografie der Untersuchungsteilnehmer erfragt.

Untersuchungsteilnehmer Handball

Bei der Auswahl der Untersuchungsteilnehmer für die Handballvideos wurde auf eine maximale Varianz in den Bereichen Bewegungsmuster und Ballflugdauer bei den Siebenmeterwerfern geachtet. Außerdem sollten sie verschiedene Fertigungsstufen und ein unterschiedliches Geschlecht aufweisen. Aus diesen Gründen wurden folgende Personen gewählt²:

1. Experte 1 (E1), 1. Bundesliga, 95-facher Nationalspieler, Olympiateilnehmer 1996 in Atlanta, 3. Platz Europameisterschaften 1998 in Italien, 6. Platz Weltmeisterschaften 1993 in Schweden, Deutscher Vizemeister 1992, Jahrgang 1970.
2. Experte 2 (E2), 1. Bundesliga, zweifacher B-Nationalspieler, 25-facher Junioren-Nationalspieler, Jahrgang 1982.
3. Expertin 3 (E3), Baden-Württemberg-Liga, 18-fache Jugendnationalspielerin, Jahrgang 1985.
4. Novize 1 (N1), einmaliger Rugby-Nationalspieler, achtfacher U19-Nationalspieler, zweifacher U20-Nationalspieler, Schulhandball-Vorerfahrung, Jahrgang 1983.
5. Novizin 2 (N2), Fitness-Sportlerin, keinerlei Ballspiel-Vorerfahrung, Jahrgang 1974.

Die Untersuchungsteilnehmer wurden in der Reihenfolge mit der Vorannahme selektiert, dass die Ballflugdauer mit ansteigender Fertigungsstufe sinkt. Bezüglich der Bewegungsstruktur waren vorab nur schwer Aussagen möglich, da die Variabilitäten bei steigender Expertise zunehmen. Bei den beiden unerfahrenen

² Die Angaben sind vom Stand der Datenerhebung am 15.09.2003. In der Zwischenzeit haben die beiden jüngeren Experten eine Vielzahl von weiteren Länderspielen teilweise auch im A-Kader absolviert.

Handballspielern lagen keine durch spezielles Training ausgebildeten Bewegungsmuster vor. Dies wurde zusätzlich noch dadurch gewährleistet, dass sie statt mit ihren „starken“ rechten mit der linken Hand werfen mussten. Bei dem Rugby-Nationalspieler N1 konnte man konstitutionell etwa von gleichen Voraussetzungen wie bei den Handballnationalspielern E1 oder E2 ausgehen. Seine Würfe sollten aber der mangelnden Technik wegen langsamer sein. Die Ballflugdauer bei der Novizin N2 würde deutlich länger sein als bei allen anderen Untersuchungsteilnehmern, da sie weder die technischen noch die körperlichen Voraussetzungen hatte. Diese Vorannahmen konnten im Rahmen einer biomechanischen Analyse bestätigt werden (vgl. Schorer et al., in Begutachtung).

Untersuchungsteilnehmer Hockey

Auch für den Videotest mit der Sportart Hockey sollte ursprünglich eine maximale Varianz bei den Untersuchungsteilnehmern in den Bereichen Bewegungsmuster und Ballflugdauer erreicht werden. Leider waren die angefragten Novizen nicht in der Lage, den Ball in die höheren Regionen sicher zu schlenzen. Aus Gründen der Sicherheit wurden daher nur technisch versierte Spieler für die Videoaufnahmen rekrutiert. Folgende Personen wurden gewählt:

1. Expertin 1 (HoE1): 1. Bundesliga, mehrfache Nationalspielerin, Olympiasiegerin 2004 in Athen, mehrfache Championstrophyteilnahme, Jahrgang 1980.
2. Experte 2 (HoE2): 1. Bundesliga, mehrfacher Juniorennationalspieler, Jahrgang 1981.
3. Expertin 3 (HoE3): höchste Liga in der Jugend, mehrfache Jugendnationalspielerin, Jahrgang 1986.

Ebenso wie bei den Handballspielern wurde in der Reihenfolge mit der Vorannahme selektiert, dass die Ballflugdauer und die Bewegungsdauer mit ansteigender Fertigungsstufe und Alter abnimmt. Diese Vorannahme konnte im Rahmen einer biomechanischen Analyse bestätigt werden.

3.2 Testbatterie zur Erfassung der Informationsverarbeitung

Aufbauend auf dem Videomaterial wurden vier Tests für die vorliegende Studie entwickelt. Gemäß der Grundgedanken von Williams und Ericsson (2005) wurde

eine Testbatterie mit jeweils zwei Tests zur Identifikation der domänen-spezifischen Expertise und zwei Transfertests genutzt. Diese sollen zur Identifikation der Expertise genutzt werden. Außerdem sind sie so gestaltet, dass auch die Mechanismen der Expertise analysiert werden können. Daher hatten die Untersuchungsteilnehmer bei allen Tests die Aufgabe, dem Stimulusmaterial entsprechende Abwehrreaktionen durchzuführen:

Handballvideotest mit Blickbewegungsaufzeichnung

Beim Handballsiebenmetervideotest mit Blickbewegungsaufzeichnung (HABB) werden Torhütern 64 Szenen in zwei zeitlich getrennten Blöcken präsentiert. Dafür wurden 20 Szenen des Nationalspielers (E1), 16 des Juniorennationalspielers (E2), 14 der Jugendnationalspielerin (E3) und jeweils sieben Szenen der beiden Novizen (N1+N2) ausgewählt. Die acht Wurfrichtungen (links oben, links unten, rechts oben, rechts unten, über den Kopf, durch die Beine, links halb und rechts halb) sind über die Werfer in etwa gleich verteilt. Die Dauer des Tests beträgt circa sechs Minuten pro Block von 32 Szenen.

Hockeyvideotest mit Blickbewegungsaufzeichnung

Der Hockeysiebenmetervideotest mit Blickbewegungsaufzeichnung (HOBB) wird als Transfertest genutzt. Dies ist durch die räumlichen und zeitlichen Ähnlichkeiten zum Handball optimal möglich. Der Schütze steht wie beim Handball an der Siebenmeterlinie und die Flugdauer des Balls ist vergleichbar. Absolut unterschiedlich ist - wie beabsichtigt - die motorische Ausführung des Schützen. Während beim Handball die meisten Würfe oberhalb der Schulterachse durchgeführt werden, zeichnet sich der Schlenz beim Siebenmeter naturgemäß durch eine tiefe Schlägerhaltung aus. Um vergleichbar mit dem HABB zu bleiben, werden auch hier 29 Szenen von Nationalspielern aus drei Altersstufen präsentiert. Die Auswahl dieser Szenen erfolgt durch ein Expertenrating. Ebenso wie beim HABB werden die Szenen über die Werfer hinweg etwa gleich auf die acht Schussrichtungen verteilt. Die Dauer des HOBB beträgt insgesamt etwa fünf Minuten.

Handballvideotest mit temporaler Okklusion

Der Handballsiebenmetervideotest mit temporaler Okklusion (HATO) wird gemäß der Einführung durch Abernethy und Russell (1987) gestaltet. Den Untersuchungsteilnehmern wird ein Handballsiebenmetervideo in drei temporalen Okklusionsstufen präsentiert. Diese Okklusionsstufen sind für den HATO nicht als absolute sondern als relative Zeitpunkte definiert, da die Schützen sich unterschiedlich schnell bewegen. Als erster temporaler Okklusionspunkt (TO 1) wird das Erreichen des Umkehrpunkts beim Wurf festgelegt. Als dritter temporaler Okklusionspunkt (TO 3) wird der Zeitpunkt des Abwurfs definiert, also der Zeitpunkt bei dem der Werfer den Ballflug nicht mehr beeinflussen kann. Zur Bestimmung des zweiten temporalen Okklusionspunkts (TO 2) wurde der mittlere Zeitpunkt zwischen TO 1 und TO 3 berechnet. TO 2 ist also mitten in der Vorwärtsbewegung des Arms beim Wurf.

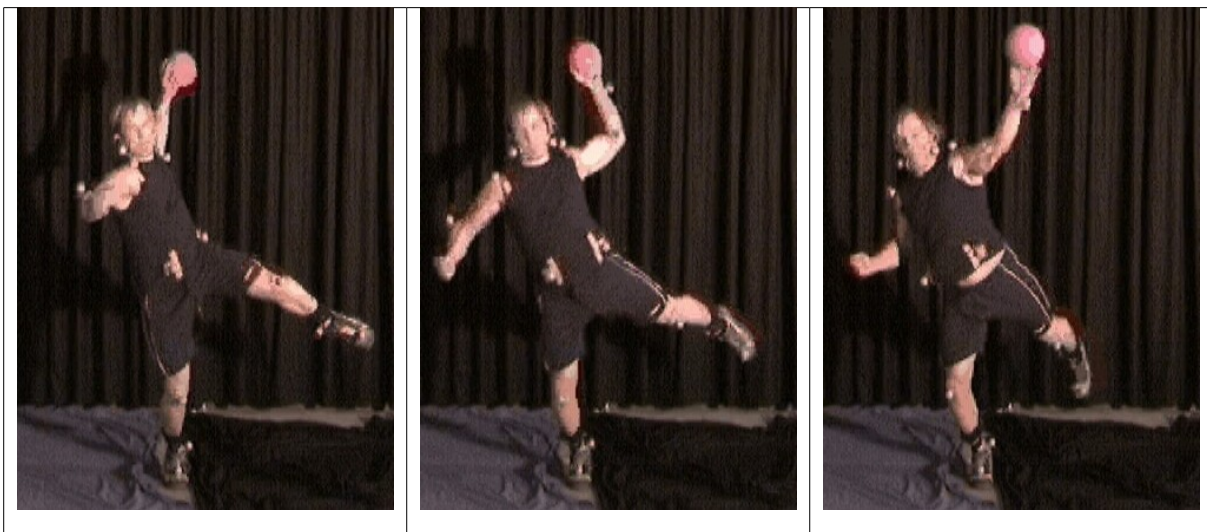


Abbildung 12. Endframe bei den drei verschiedenen temporalen Okklusionsstufen (links TO 1, mitte TO 2 und rechts TO 3).

Für den HATO wurden durch zwei Experten die 14 Videoszenen ausgewählt, die bei der Triangulation die besten Resultate erzielt haben. Aus diesen wurden 42 Testszenen mit den drei temporalen Okklusionsstufen erstellt. Beim HATO werden diese insgesamt 42 Szenen der drei Nationalspieler bezüglich der jetzt nur noch vier Wurfririchtungen - den Ecken des Tores - und der temporalen Okklusionsstufen randomisiert präsentiert. Die Dauer des HATO beträgt etwa vier Minuten.

Achtfach Wahlreaktionszeittest

Der achtfache Wahlreaktionszeittest (8WRT) besteht aus 29 Reizpräsentationen. Als Reize werden farbige Handbälle vor einem weißen Hintergrund in den acht Wurfriktungen gezeigt. Die Torhüter haben die Aufgabe, so schnell wie möglich in die korrespondierende Abwehregion zu reagieren. Hierbei haben sie keinerlei Möglichkeit, die Richtung zu antizipieren, da die Reize randomisiert präsentiert werden. Das Intertrialinterval wird auf drei Sekunden gesetzt.

Die Reihenfolge der Tests wird aus messmethodischer Notwendigkeit durch die Blickbewegungsregistrierung bei allen Torhütern gleich gehalten, auch wenn hierdurch potenziell ein Reihungseffekt entstehen kann. Bei allen Videoszenen wird zum Zeitpunkt der Linienüberquerung des Balls die richtige Lösung im Video angezeigt. Zwischen den Videoszenen wurde ein Intertrialinterval von fünf Sekunden gesetzt.

3.3 Untersuchungsaufbau für die Testbatterie

Beim Untersuchungsaufbau für die Testbatterie muss darauf geachtet werden, dass die Sensorikanalyse simultan zur Motorikanalyse bei der Testbatterie durchgeführt werden soll. Daher ist es notwendig diese beiden Methoden zu synchronisieren. Dies geschieht über einen „Master“-PC, dessen Funktion in diesem Abschnitt dargestellt wird. Die beiden „Slave“-PCs für die Sensorikanalyse und die Motorikanalyse werden im Rahmen der beiden Unterkapitel dargestellt. Zunächst wird aber der Testaufbau skizziert.

Die Untersuchungsteilnehmer stehen etwa einen Meter vor einem aus Holz nachgebauten Handballtor. Auf der Mitte der Latte steht ein Videoprojektor (Geha Compact 210 plus). Die Untersuchungsteilnehmer tragen einen Fahrradhelm mit der Szenenkamera, der Augenkamera und der Infrarotlichtquelle. Die Übertragung der einzelnen Signale erfolgt drahtlos über einen Sender, der ebenfalls auf dem Fahrradhelm montiert ist. Die Stromquelle ist ein handelsüblicher Akku, der vom Torhüter an einem Hüftgurt getragen wird. Sechs Meter vor den Untersuchungsteilnehmern steht eine 2,4 x 3,2 Meter große Videoleinwand. Über dem Tor ist der Projektor für die Präsentation installiert. Hierbei ist wichtig, dass alle Konstruktionen in

der Nähe des Blickbewegungsanalyzesystems metallfrei und infrarotlichtfrei sind, da es sonst zu Interferenzen kommen kann.

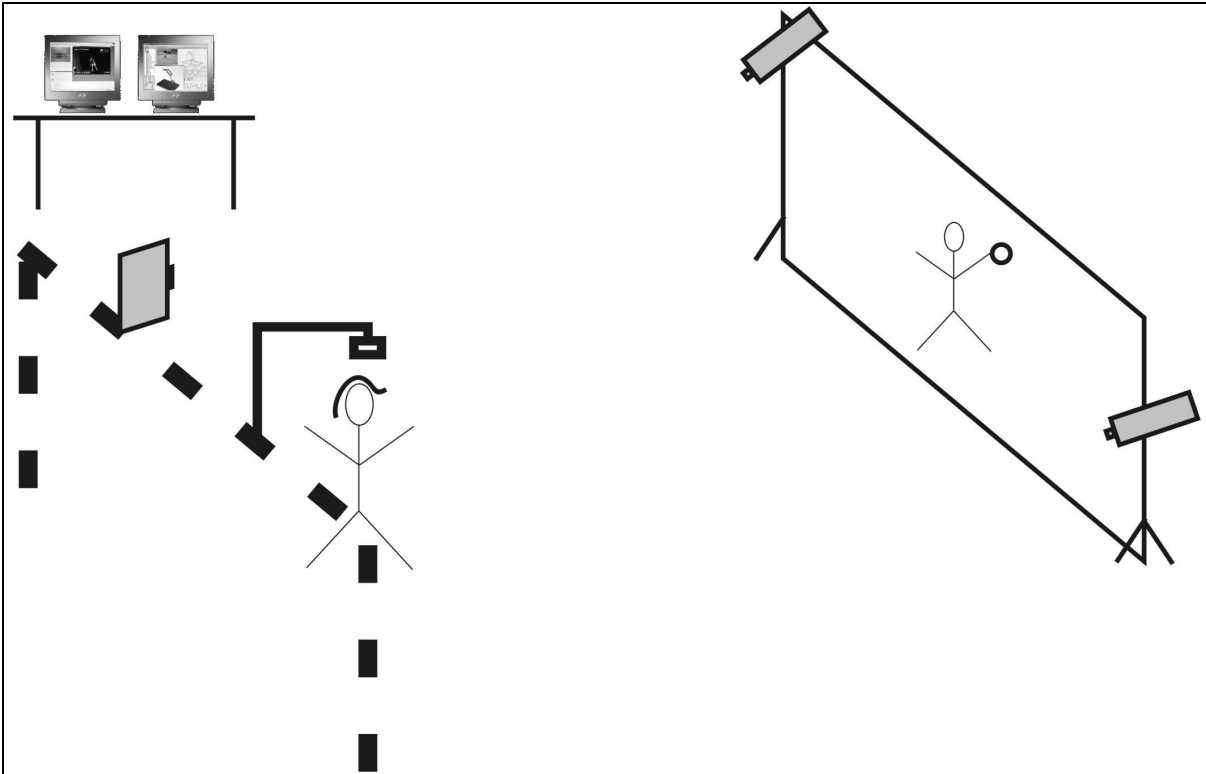


Abbildung 13. Versuchsaufbau für Sensorik- und Motorikanalyse.

Neben dem Tor sitzen die Untersuchungsleiter an zwei verschiedenen Computern:

1. Master-PC: NBS-Presentation (Steuerung)
2. Slave-PC: iView-System (Sensorikanalyse)

Das Masterprogramm NBS (NeuroBiologicalSystems) steuert den Slavecomputer. Es erlaubt einen individuellen Zuschnitt von Subroutinen für jeden Nutzer ohne große Programmierkenntnisse. Die Hauptaufgabe liegt in der Präsentation der selektierten Videoszenen und in der Ausgabe von Triggersignalen für das Slaveprogramm. Die Steuerung erlaubt den Rückgriff auf die Kalibrierungssoftware WinCal während der Untersuchungsdurchführung. Gleichzeitig wird ein millisekundengenaues Protokoll erstellt, das in einer ASCII-Datei gespeichert wird.

Sensorikanalyse

Die Methode der Wahl stellen in diesem Zusammenhang die Blickbewegungsuntersuchungen dar, mit denen die visuelle Wahrnehmung (scheinbar) direkt gemessen werden kann. Hierbei kommt es nur zu einer geringen Beeinflussung des Probanden durch die Messapparatur, da sie weder invasiv ist, noch die visuelle Wahrnehmung stört.

Prinzipiell lassen sich vier verschiedene Arten von Blickbewegungen unterscheiden, die je nach gegebener Situation im Sport vom Athleten genutzt werden. *Erstens* sind die *visuellen Fixationen* zu nennen, die dazu dienen, informative Areale genauer zu betrachten. Hierbei gilt nach Mackworth, „that pause is mightier than the move“ (1976, S. 174). Während der Fixationen können wesentlich mehr Informationen aufgenommen werden als bei Sakkaden. Für die Sportwissenschaft konnte die Arbeitsgruppe um Abernethy feststellen, dass die Fixationsdauer stark von der Art und der Komplexität der Aufgabe abhängt (Abernethy, 1988; Abernethy & Russell, 1987). Befunde beim Golfputten mit Fixationsdauern von etwa 100 ms (Vickers, 1992) und im Fußball mit Werten von 850-1500 ms (Williams et al., 1994; Williams & Davids, 1998) bestätigen diese Annahme.

Zweitens dienen die *sakkadischen Augenbewegungen* dazu (Carpenter, 1988; Rosenbaum, 1991), von einer visuellen Fixation zur nächsten zu springen. Sie sind in Situationen mit Zeitdruck sinnvoll, um möglichst schnell einen Überblick zu bekommen. Ihr Nachteil liegt darin, dass während der Sakkaden die visuelle Sensitivität stark abnimmt (Ditchburn, 1973; Festinger, 1971; Massaro, 1975). Daraus lässt sich ableiten, dass „theoretisch“ eine visuelle Suchstrategie mit wenigen Fixationspunkten und mit nur wenigen Sakkaden effektiv zu sein scheint (vgl. Williams et al., 1994).

Drittens werden von Athleten *verfolgende Augenbewegungen* genutzt, um in Situationen mit langsamen Veränderungen der Umweltinformationen Objekte, wie beim Abschlagen im Golf oder beim Curling, zu beobachten. Für schnelle Sportspielsituationen konnte Haywood (1984) zeigen, dass diese Art von Blickbewegung kaum eingesetzt werden kann, weil die Objekte zu rasch ihre Position ändern. Die Strategie „keeping the eye on the ball“, welche eine verfolgende Augenbewegung

bevorzugen würde, wird selbst beim einfachen Fangen nicht exklusiv genutzt. Vielmehr werden hier zusätzlich sakkadische Blickbewegungen durchgeführt, um die zukünftige Position des Balles antizipieren zu können (vgl. Bahill & LaRitz, 1984; Hubbard & Seng, 1954; Land & McLeod, 2000; Ripoll, 1991).

Viertens ist noch der *vestibular-okulare Reflex* für den Athleten relevant. Dabei werden keine Blickbewegungen sondern Kopfbewegungen durchgeführt, so dass neue Informationsareale eingesehen werden können. Genutzt werden verschiedene Strukturen im inneren Ohr, welche die Position des Kopfes innerhalb einer Bewegung registrieren (Rosenbaum, 1991). Mit Hilfe dieser Strukturen sind schnellere, kompensatorische Augenbewegung möglich (ca. 16 ms), als wenn sich nur die Augen (ca. 70 ms) bewegen (vgl. Lee & Zeigh, 1991).

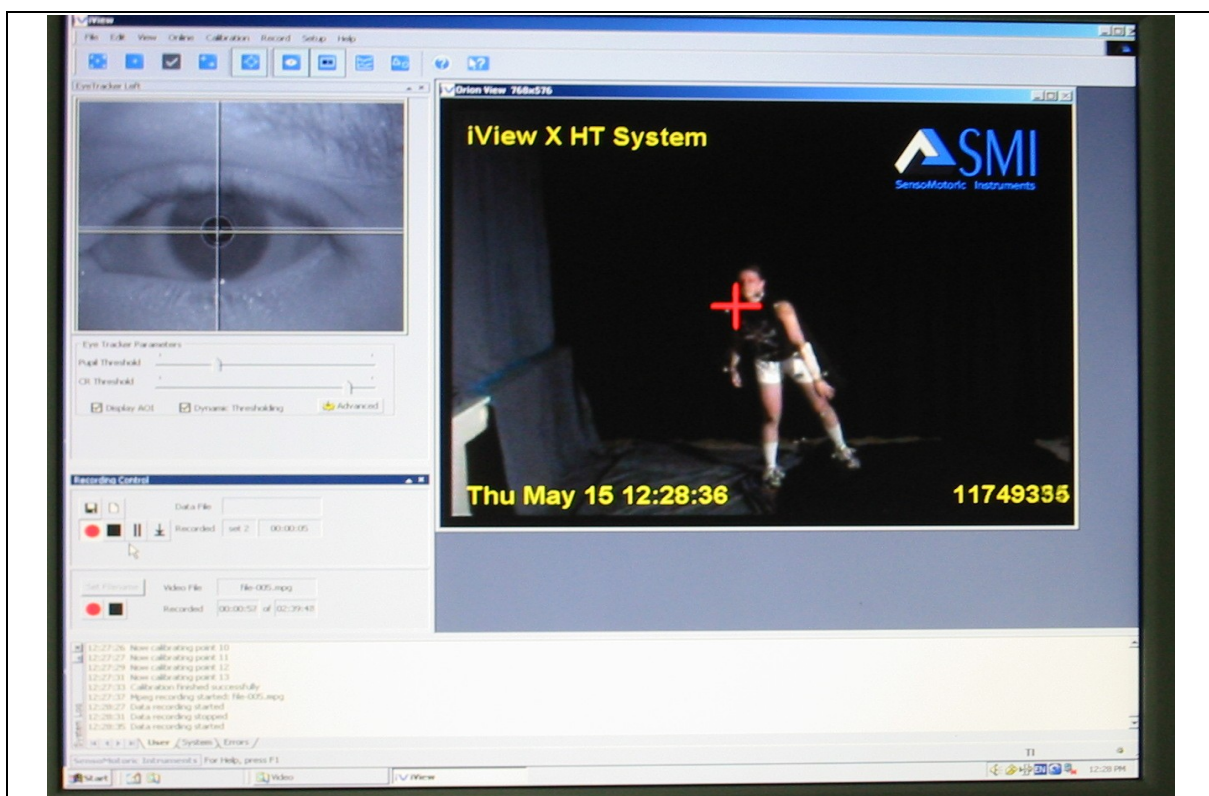


Abbildung 14. Desktop-Ansicht des iView Analysystems.

Das Blickbewegungsprogramm iView von SMI nutzt für die Kalibrierung das Programm WinCal. Fünf Punkte werden in der Mitte der Projektionsfläche und ihren Ecken nacheinander präsentiert. Während der Datenaufnahme sieht man auf dem Desktop zwei Videos - zum einen die Abbildung der Szenenkamera und zum anderen die Irisaufnahme - sowie einige Steuerungselemente. Die Abtastrate des gewählten

Blickbewegungsanalyzesystems beträgt 50 Hz und entspricht damit den Abtastraten des Bewegungsanalyzesystems. Die Aufzeichnung erfolgt online, so dass direkt nach der Versuchsdurchführung eine Datei in ASCII-Format zur quantitativen und eine Videodatei zur qualitativen Auswertung des Versuchs zur Verfügung steht.

Abhängige Variablen der Sensorikanalyse

Als quantitative, abhängige Variablen können die Anzahl der Fixationen und die absolute sowie die relative Fixationsdauer analysiert werden. Zur qualitativen Auswertung können die Fixationspunkte auf dem Werfer und die Blickbewegungsmuster herangezogen werden. Als Fixation werden konstante Blickbewegungen von einer Länge über 120 ms definiert (vgl. Höner, 2005). Die Anzahl der Fixationen ist als Häufigkeit der konstanten Blicke mit einer Dauer von über 120 ms definiert. Von diesen Fixationen wird zum einen die Summe der Dauer errechnet, so dass man die absolute Fixationsdauer erhält. Zum anderen wird die durchschnittliche Zeit berechnet, so dass man die relative Fixationsdauer bestimmen kann. Für die qualitative Blickbewegungsauswertung wurden für den HABB acht Kategorien (Kopf, Ball/Hand, Wurfarmschulter, Gegenschulter, Hüfte, Beine/Füße, sonstige und fehlende Werte) definiert und für den HOBB durch zwei weitere Merkmale (Schläger, Schlagarm) ergänzt.

Motorikanalyse

Der Versuchsaufbau für die Motorikanalyse wurde bereits in Abbildung 13 illustriert. Die Probanden stehen vor einer Leinwand und reagieren auf die präsentierten Siebenmeterwürfe, als ob sie in einem Tor stehen würden. Hierbei werden sie von einer synchronisierten digitalen Videokamera aufgenommen, die direkt mit einem PC verbunden ist. Die Marker werden wie in Studie 1 von oben nach unten am Kopf, der Schulter, dem Ellenbogen, dem Handgelenk, der Hüfte, dem Knie, dem oberen Sprunggelenk und der Fußspitze jeweils links und rechts geklebt. Um die Fixierung sicher zu stellen, werden einige Marker noch mit Leukoplast verklebt. Die Marker werden im Anschluss offline teilweise automatisch und teilweise manuell verfolgt. Die Realisierung der Motorikanalyse erfolgt parallel zur Sensorikanalyse.

Abhängige Variablen der Motorikanalyse

Digitale Videoaufnahmen erlauben mehrere abhängige Merkmale simultan zu erfassen. Die Berechnung von Weg- und Geschwindigkeitskennwerten wird durch die Marker in SIMI Motion 6.1 ermöglicht. Sie dienen der Klassifizierung von Bewegungsmustern. Außerdem werden mittels VirtualDub 1.5.10 auch die Reaktionszeit, die Bewegungszeit und die Qualität der Reaktion als abhängige Variablen ausgewertet. Als Reaktionszeit wird die Zeit vom Aufblenden des ersten Videobildes bis zum Einleiten der ersten Reaktion verstanden. Sie wird ebenso wie die Bewegungszeit in Frames gemessen, so dass die Messgenauigkeit nur bei 20ms liegt. Die Bewegungszeit wird als Dauer von der Einleitung der Reaktion bis zum Ende der Abwehrreaktion definiert. Die Reaktionsqualität wird der realen Spielsituation folgend dichotom gemessen, d. h. der Torhüter reagiert in die Wurfecke (= 1) oder seine Abwehrbewegungen erfolgt falsch (= 0).

3.4 Durchführung der Testbatterie

Nach der Begrüßung der Untersuchungsteilnehmer werden sie über Sinn und Zweck der folgenden Tests aufgeklärt. Außerdem werden ihnen die verschiedenen Apparaturen erklärt. Anschließend werden sie aufgefordert, ihre Muskulatur zu erwärmen. Zur Vorbereitung der Blickbewegungsdiagnostik werden die Untersuchungsteilnehmer auf einen stabilen, nicht drehbaren Stuhl gesetzt. Anschließend wird ihnen vorsichtig der Fahrradhelm mit den Blickbewegungskameras aufgesetzt. Es wird darauf geachtet, dass der Helm möglichst mittig und fest auf dem Kopf sitzt. Danach wird die Blickbewegungskamera so ausgerichtet, dass sie etwa 4 cm vom Auge entfernt positioniert ist. Die Ausrichtung wird über das Programm Eyelink auf dem Computerbildschirm kontrolliert. Wichtig ist die mittige Positionierung der Pupille im Display. Auf dem Display sollte das Auge in seiner ganzen Breite zu sehen sein, damit die Augenbewegungen entsprechend weit reichen können. Im Anschluss an die Positionierung wird die Schwelle (Threshold) für die Kontrastwahl manuell eingestellt. Wenn die optimalen Einstellungen für die Blickbewegungsmessung gefunden sind, beginnt die erste Kalibrierung. Sie basiert auf der Fixation von fünf Punkten, die in randomisierter Reihenfolge auftauchen. Wenn die Untersuchungsteilnehmer einen Punkt fixiert haben, melden sie dies über einen Tastendruck an das Sys-

tem zurück. Daraufhin erscheint der nächste Punkt. Direkt nach der Kalibrierung gibt das Programm ein Feedback über die Güte der Kalibrierung. Diese kann bei den ersten Versuchen eines Untersuchungsteilnehmers gering ausfallen. In diesen Fällen muss die Kalibrierung solange wiederholt werden, bis sie eine entsprechende Güte aufweist.

Nach einer guten Kalibrierung wird die Validierung durchgeführt. Wird bei dieser Prüfung keine ausreichende Güte erreicht, so muss eine erneute Kalibrierung durchgeführt werden, doch dies geschah eher selten. Nach Beendigung der erforderlichen Vorbereitungen stellen sich die Probanden im Abstand von sechs Metern vor eine 2,40 m x 3,20 m große Leinwand. Einen Meter hinter ihnen steht ein Tor, so dass sie sich besser in die Spielsituation hineinversetzen können. Sollte es während dieser Phasen Probleme mit der Kalibrierung geben, so wird der Test unterbrochen und eine erneute Kalibrierung inklusive Validierung vorgenommen. Anschließend werden die anderen Tests durchgeführt. Zum Abschluss der Untersuchung wird mit den Teilnehmern noch ein kurzes Gespräch geführt, um näheres zu deren Expertise und deren Motivation in der Testsituation zu erfahren.

3.5 Untersuchungsteilnehmer

Ausgehend von der in Kapitel 2.1 geführten Diskussion der bisherigen Ansätze zur Bestimmung von Experten, soll im Folgenden eine Arbeitsdefinition für diese Studie gesetzt werden: Als erwachsene Experten werden Sportler angesehen, die von ihren Nationaltrainern in die Nationalmannschaft berufen worden sind und dabei gleichzeitig in der 1. Bundesliga spielen. Als jugendliche Experten werden Torhüter definiert, die beim Deutschen Handballbund als Nationaltorhüter ihrer Altersklassen fungieren. Diese Definition basiert auf einer differentialpsychologischen Perspektive, die von einer relativ besseren Leistung in der jeweiligen Stichprobe ausgeht. Sie fußt damit auch auf dem Grundgedanken einer statistischen Seltenheit. Die Definition ist allerdings nicht konform mit der „Zehn-Jahresregel“ von Ericsson und Lehmann (1996), da insbesondere die jugendlichen Experten diese Erfahrung ihres geringen Alters wegen nicht aufweisen können. Nach dem absoluten Kriterium von Abernethy & Baker (in Vorbereitung) wären die jugendlichen Torhüter in bestimmten Teilgebieten - wie etwa den technischen Fertigkeiten - wahr-

scheinlich Experten, jedoch nicht in allen Teilgebieten - wie etwa den kognitiven Fertigkeiten. Das Innovative an diesem Ansatz ist die Bewertung der Expertise durch Peers, die ihre Position durch ihre Fertigkeit, Experten zu erkennen, erlangt haben. Die Idee basiert auf dem Gedanken, der auch in internationalen Zeitschriften oder bei Auswahlverfahren durch Personen aus der eigenen Community wie z. B. dem Nobelpreiskomitee umgesetzt wird. Das Problem dieses Ansatzes liegt allerdings wiederum in der Relativität der Qualität der Einschätzungen durch die Peers. Die Stärke steckt dagegen in der Verbindung der beiden aktuell diskutierten Perspektiven.

In der vorliegenden Studie werden zwei Ansätze bei der Selektion der Probanden verfolgt. Zum einen wird eine dreistufige, querschnittliche Auswahl aus Nationaltorhütern (= Experten), Regionalligatorhütern (= Fortgeschrittene) und Sportstudierenden (= Novizen) getroffen, um die Expertise bei den Handballtorhütern zu identifizieren (Experiment 1) sowie ihre Mechanismen zu analysieren (Experiment 2). Zum anderen wird eine quasi-längsschnittliche Auswahl hinsichtlich des Alters der Untersuchungsteilnehmer getroffen, die es ermöglicht, die Blickbewegungen bei Torhütern verschiedener Altersgruppen zu erfassen (Experiment 3).

Tabelle 2
Experiment 1 & 2 -
Vergleich des Alters, der Spielvorerfahrung und des spezifischen Torwarttrainings

	Experten (n = 8)	Fortgeschrittene (n = 4)	Novizen (n = 5)
Alter	27.3 (5.8)	31.2 (4.5)	27.0 (3.1)
Spielvorerfahrung	18.3 (3.9)	20.2 (5.6)	--
Torwarttraining	11.1 (7.0)	6.8 (5.5)	--

Bemerkung. Die Werte sind in Jahren zu verstehen. In Klammern stehen die Standardabweichungen. -- = keine Vorerfahrung oder kein Training.

Für Experiment 1 und Experiment 2 wird die querschnittliche Auswahl in drei verschiedenen Expertisestufen mit insgesamt 17 Untersuchungsteilnehmern umgesetzt. Zunächst werden als Experten acht Nationalmannschaftstorhüter unterschiedlicher Nationalitäten aus der deutschen Handballbundesliga selektiert, die alle der deutschen Sprache mächtig sind, so dass keine unterschiedlichen Instruktionen angewandt werden müssen. Die Nationalmannschaftstorhüter sind durchschnittlich etwa vier Jahre jünger als die vier selektierten Regionalligatorhüter.

Obwohl sie weniger Spielerfahrung haben, weisen sie durchschnittlich 4.3 Jahre mehr Torwarttraining auf. Die Gruppe der Sportstudierenden hat selektionsgemäß keinerlei Spielerfahrung und ergo auch kein spezifisches Torwarttraining. Ihr Durchschnittsalter liegt gering unter dem der Nationaltorhüter (Tabelle 2). Zusammenfassend kann also für die beiden ersten Experimente festgestellt werden, dass die gewünschten Differenzen im handballspezifischen Bereich und die Indifferenzen beim kalendarischen Alter erzielt wurden.

Im Experiment 3 kann man die graduelle Abnahme des Alters bei den insgesamt 33 Untersuchungsteilnehmern beginnend von der Juniorennationalmannschaft (B-Kader) über die Jugendnationalmannschaft (C-Kader) zur Landesauswahl (D-Kader) erkennen, wobei erwartungsgemäß geringe Standardabweichungen zu beobachten sind (vgl. Tabelle 3). Überraschenderweise sind im Bereich der Spielvorerfahrung nur geringe Unterschiede zwischen den Torhütern der beiden jugendlichen Nationalmannschaften zu sehen. Diese werden dann aber im Bereich des Torwarttrainings deutlicher. Geringere Werte in beiden Bereichen weisen die Torhüter der Landesauswahlen auf, wobei die sehr hohe Standardabweichung beim Torwarttraining auffällt.

Tabelle 3
Experiment 3 -
Vergleich des Alters, der Spielvorerfahrung und des spezifischen Torwarttrainings

	D-Kader (n = 8)	C-Kader (n = 5)	B-Kader (n = 9)	A-Kader (n = 8)	Ex-Kader (n = 3)
Alter	14.4 (0.5)	16.8 (1.1)	19.2 (1.6)	27.3 (5.8)	46.7 (3.8)
Spielvorerfahrung	5.2 (3.7)	9.1 (1.0)	10.6 (3.5)	18.3 (3.9)	28.3 (1.5)
Torwarttraining	1.3 (1.5)	3.7 (1.0)	5.0 (3.5)	11.1 (7.0)	13.7 (12.0)

Bemerkung. Die Werte sind in Jahren zu verstehen. In Klammern stehen die Standardabweichungen.

Diese ist dadurch zu erklären, dass drei Torhüter bereits über zwei Jahre und vier Torhüter noch fast gar kein gezieltes Torwarttraining erhalten haben. Die gewünschte, graduelle Entwicklung der drei Altersgruppen in allen drei Bereichen kann also konstatiert werden. Im Erwachsenenbereich werden die gewünschten Altersunterschiede sehr deutlich. Die drei ehemaligen Weltklassetorhüter (Ex-Kader) sind durchschnittlich 20 Jahre älter und weisen zehn Jahre mehr Spielvorerfahrung auf als die aktuellen Nationalmannschaftstorhüter (A-Kader). Diese sehr große

Spielpraxis kann dadurch erklärt werden, dass alle drei im für einen Torwart hohen Alter von 40 Jahren noch als Spieler in hohen Ligen aktiv waren. Auffällig ist auch die sehr hohe Standardabweichung beim Torwarttraining. Sie erklärt sich dadurch, dass ein Torhüter schon in seiner Jugend ein spezielles Training hatte, während ein anderer Torwart nur ein einziges Jahr isoliertes Torwarttraining erhielt. Dennoch können alle drei auf erfolgreiche Olympia-, Weltmeisterschafts- und Europameisterschaftsteilnahmen zurückschauen. Ebenso haben alle drei Torhüter mit dem aktiven Spielen aufgehört und sind entweder als Trainer oder als Manager noch im Handballgeschäft tätig. Dazu werden noch die Nationaltorhüter aus den Experimenten 1 und 2 als Vergleichsgruppe herangezogen.

3.6 Empirische Hypothesen

Bevor die empirischen Hypothesen abgeleitet werden, sollen nochmal ein kurzer Überblick über die theoretischen Grundlagen der Fragestellungen gegeben werden. Ausgangspunkt war der Expert Performance Approach (Ericsson & Smith, 1991). Innerhalb dieser Rahmenkonzeption soll die Expertise von Handballtorhütern identifiziert, die dahinterliegenden Mechanismen untersucht und abschließend die Entwicklung skizziert werden. Hierbei wird von einem dreistufigen Informationsverarbeitungsmodell von Abernethy (1996) ausgegangen. Für diese Studie wird die erste Stufe durch sensorische Parameter abgebildet. Hierzu zählen die Anzahl der Fixationen, die Fixationsregionen sowie die relative und die absolute Fixationsdauer. Die zweite Stufe der Entscheidungsfindung wird durch den senso-motorische Parameter der Reaktionszeit abgedeckt. Die dritte Stufe der Bewegungsausführung wird durch die Bewegungszeit erhoben.

Es wird davon ausgegangen, dass der HABB und der HATO domänen-spezifisch in allen Bereichen für die Expertise der Handballtorhüter sind. Daher werden hier sowohl für die generelle Performanz als auch für die einzelnen Teilaspekte des senso-motorischen Verhaltens Unterschiede erwartet. Für den HOBB werden diese Unterschiede für die motorischen und die senso-motorischen, aber nicht für die generellen und die sensorischen Parameter angenommen, da letztere nicht aus der Domäne der Expertise der Handballtorhüter stammen. Das gleiche Ergebnismuster wird für den 8WRT erwartet, da auch hier die motorischen Ausführungen mit denen

beim Handball übereinstimmen. Die Vorhersagen werden in Tabelle 4 nochmals übersichtlich zusammengefasst.

Tabelle 4
Überblick zu den empirischen Hypothesen für die Experimente 1-3

	HABB	HATO	HOBB	8WRT
Reaktionsqualität	+	+	-	-
Reaktionszeit	+	+	+	+
Bewegungszeit	+	+	+	+
Anzahl der Fixationen	+	kd	-	kd
Relative Fixationsdauer	+	kd	-	kd
Absolute Fixationsdauer	+	kd	-	kd
Fixationsregionen	+	kd	-	kd

Bemerkung. + Unterschied vorhergesagt, - kein Unterschied vorhergesagt, kd keine Daten.

Diese Prädiktionen gelten sowohl für die Fertigungsunterschiede in den Experimenten 1 & 2 als auch für die Altersstufen im Experiment 3, da ausgehend von der Theorie der „deliberate practice“ auch hier Könnensunterschiede vorhergesagt werden. Im Folgenden werden die einzelnen empirischen Hypothesen nochmals kurz begründet und dann formuliert.

Experiment 1 - Identifikation der Expertise

Ausgehend von den theoretischen Grundlagen der Entscheidungs- und der Expertiseforschung wird zur Identifikation der Expertise von Handballtorhütern zunächst nur die Reaktionsqualität als Kriterium gewählt. Experten sollten in der Lage sein, mehr Bälle als Fortgeschrittene oder Novizen zu halten. Dies sollte zumindest in den domänen-spezifischen Aufgaben der Fall sein. Um zu prüfen, ob dies eine allgemeine oder eine spezifische Überlegenheit ist, werden unspezifische Tests wie der HOBB oder 8WRT eingesetzt. Bei den letzt genannten Tests werden keine signifikanten Unterschiede erwartet. Konkret werden folgende Hypothesen angenommen:

- H 1.1: Es bestehen signifikante Unterschiede in der Reaktionsqualität zwischen den verschiedenen Leistungsstufen beim HABB.
- H 1.2: Es bestehen signifikante Unterschiede in der Reaktionsqualität zwischen den verschiedenen Leistungsstufen beim HATO.

- H 1.3: Es bestehen keine signifikanten Unterschiede in der Reaktionsqualität zwischen den verschiedenen Leistungsstufen beim HOB.
- H 1.4: Es bestehen keine signifikanten Unterschiede in der Reaktionsqualität zwischen den verschiedenen Leistungsstufen beim 8WRT.

Experiment 2 - Mechanismen der Expertise

Beim zweiten Schritt innerhalb des „Expert Performance Approachs“ werden die zugrunde liegenden Prozesse untersucht. Die Grundannahme ist, dass Experten im sensorischen, im motorischen und im senso-motorischen Bereich eine bessere Leistung als die Fortgeschrittenen und die Novizen zeigen. Bei der motorischen Analyse kann man davon ausgehen, dass die im Handball erworbene domänen-spezifische Abwehrreaktion auch in den anderen unspezifischen Tests genutzt wird, so dass folgende Hypothesen aufgestellt werden:

- H 2.1: Es bestehen signifikante Unterschiede in der Reaktionszeit zwischen den verschiedenen Leistungsstufen beim HABB.
- H 2.2: Es bestehen signifikante Unterschiede in der Bewegungszeit zwischen den verschiedenen Leistungsstufen beim HABB.
- H 3.1: Es bestehen signifikante Unterschiede in der Reaktionszeit zwischen den verschiedenen Leistungsstufen beim HATO.
- H 3.2: Es bestehen signifikante Unterschiede in der Bewegungszeit zwischen den verschiedenen Leistungsstufen beim HATO.
- H 4.1: Es bestehen signifikante Unterschiede in der Reaktionszeit zwischen den verschiedenen Leistungsstufen beim HOB.
- H 4.2: Es bestehen signifikante Unterschiede in der Bewegungszeit zwischen den verschiedenen Leistungsstufen beim HOB.
- H 5.1: Es bestehen signifikante Unterschiede in der Reaktionszeit zwischen den verschiedenen Leistungsstufen beim 8WRT.
- H 5.2: Es bestehen signifikante Unterschiede in der Bewegungszeit zwischen den verschiedenen Leistungsstufen beim 8WRT.

Im Bereich der sensorischen Expertise kann nicht davon ausgegangen werden, dass ein Transfer zu unspezifischen und unbekanntem Strukturen möglich ist. Daher werden hier für den spezifischen Test (HABB) Unterschiede und für den unspezifischen Test (HOB) keine Unterschiede in folgenden Hypothesen angenommen:

- H 6.1: Es bestehen signifikante Unterschiede in der Anzahl der Fixationen zwischen den verschiedenen Leistungsstufen beim HABB.
- H 6.2: Es bestehen signifikante Unterschiede in den relativen Fixationsdauern zwischen den verschiedenen Leistungsstufen beim HABB.
- H 6.3: Es bestehen signifikante Unterschiede in den absoluten Fixationsdauern zwischen den verschiedenen Leistungsstufen beim HABB.
- H 6.4: Es bestehen signifikante Unterschiede in den Blickbewegungsmustern zwischen den verschiedenen Leistungsstufen beim HABB.

- H 7.1: Es bestehen keine signifikanten Unterschiede in der Anzahl der Fixationen zwischen den verschiedenen Leistungsstufen beim HOBB.
- H 7.2: Es bestehen keine signifikanten Unterschiede in den relativen Fixationsdauern zwischen den verschiedenen Leistungsstufen beim HOBB.
- H 7.3: Es bestehen keine signifikanten Unterschiede in den absoluten Fixationsdauern zwischen den verschiedenen Leistungsstufen beim HOBB.
- H 7.4: Es bestehen keine signifikanten Unterschiede in den Blickbewegungsmustern zwischen den verschiedenen Leistungsstufen beim HOBB.

Experiment 3 - Entwicklung von Expertise

Im letzten Schritt innerhalb des „Expert Performance Approachs“ wird nun die Entwicklung von Expertise in der Lebensspanne untersucht. Ausgehend von der theoretischen Rahmenkonzeption von Ericsson und Smith (1991) wird angenommen, dass sich die Expertise bis zum frühen Erwachsenenalter positiv entwickelt. Für die älteren Experten wird ein Rückgang der Leistung angenommen, da sie keinerlei „maintenance practice“ hatten, wie es Ericsson und Kollegen zur Erhaltung der Spitzenleistungsfähigkeit fordern (Ericsson et al., 1993; Krampe & Ericsson, 1996). Basierend auf diesen theoretischen Konzeptionen werden daher folgende Hypothesenblöcke für den motorischen Bereich aufgestellt:

- H 8.1: Es bestehen signifikante Unterschiede in der Reaktionsqualität zwischen den verschiedenen Altersstufen beim HABB.
- H 8.2: Es bestehen signifikante Unterschiede in der Reaktionszeit zwischen den verschiedenen Altersstufen beim HABB.
- H 8.3: Es bestehen signifikante Unterschiede in den Bewegungszeiten zwischen den verschiedenen Altersstufen beim HABB.

- H 9.1: Es bestehen signifikante Unterschiede in der Reaktionsqualität zwischen den verschiedenen Altersstufen beim HATO.
- H 9.2: Es bestehen signifikante Unterschiede in der Reaktionszeit zwischen den verschiedenen Altersstufen beim HATO.
- H 9.3: Es bestehen signifikante Unterschiede in den Bewegungszeiten zwischen den verschiedenen Altersstufen beim HATO.

- H 10.1: Es bestehen signifikante Unterschiede in der Reaktionsqualität zwischen den verschiedenen Altersstufen beim HOBB.
- H 10.2: Es bestehen signifikante Unterschiede in der Reaktionszeit zwischen den verschiedenen Altersstufen beim HOBB.
- H 10.3: Es bestehen signifikante Unterschiede in den Bewegungszeiten zwischen den verschiedenen Altersstufen beim HOBB.

- H 11.1: Es bestehen signifikante Unterschiede in der Reaktionsqualität zwischen den verschiedenen Altersstufen beim 8WRT.
- H 11.2: Es bestehen signifikante Unterschiede in der Reaktionszeit zwischen den verschiedenen Altersstufen beim 8WRT.
- H 11.3: Es bestehen signifikante Unterschiede in den Bewegungszeiten zwischen den verschiedenen Altersstufen beim 8WRT.

Bei der Entwicklung der sensorischen Expertise wird wieder von einem domänen-spezifischen Effekt ausgegangen. Während im Handball eine positive Entwicklung durch das Training erwartet wird, werden im unspezifischen Hockeytest keinerlei Unterschiede zwischen den Altersstufen erwartet. Daraus leiten sich folgende Hypothesenblöcke ab:

- H 12.1: Es bestehen signifikante Unterschiede in der Anzahl der Fixationen zwischen den verschiedenen Altersstufen beim HABB.
- H 12.2: Es bestehen signifikante Unterschiede in der relativen Fixationsdauer zwischen den verschiedenen Altersstufen beim HABB.
- H 12.3: Es bestehen signifikante Unterschiede in der absoluten Fixationsdauer zwischen den verschiedenen Altersstufen beim HABB.
- H 12.4: Es bestehen signifikante Unterschiede in den Fixationsregionen zwischen den verschiedenen Altersstufen beim HABB.

- H 13.1: Es bestehen keine signifikanten Unterschiede in der Anzahl der Fixationen zwischen den verschiedenen Altersstufen beim HOBB.
- H 13.2: Es bestehen keine signifikanten Unterschiede in der relativen Fixationsdauer zwischen den verschiedenen Altersstufen beim HOBB.
- H 13.3: Es bestehen keine signifikanten Unterschiede in der absoluten Fixationsdauer zwischen den verschiedenen Altersstufen beim HOBB.
- H 13.4: Es bestehen signifikante Unterschiede in den Fixationsregionen zwischen den verschiedenen Altersstufen beim HOBB.

3.7 Statistische Auswertungsstrategie

Die statistische Auswertung der drei Teilstudien ist nicht unproblematisch. Das erste Problem liegt in der Natur der Expertiseforschung. Sie zeichnet sich per definitionem durch eine statistische Seltenheit (Exklusivitätsargument) der potenzi-

ellen Untersuchungsteilnehmer aus. So konnten in dieser Studie keine zweistellige Zellenbesetzungen erreicht werden. Zwar kann man für das Experiment 3 festhalten, dass die Gesamtstichprobe für die jüngeren Jahrgänge erhoben werden konnte. Sie werden allerdings nur als Stichprobe dieses Jahres für die Grundgesamtheit der späteren Jahre gesehen, so dass inferenzstatistische Prüfungen sinnvoll sind.

Des Weiteren müssen die unterschiedlichen Zellbesetzungen thematisiert werden. Diese sind aus experimental-externen Gründen zu vertreten, da sie nicht aus den Studien heraus entstanden sind (vgl. Diehl, 1977, S. 154). Die Gründe liegen vielmehr in begrenzten ökonomischen und personellen Mitteln, die für diese Studie zur Verfügung standen, wenngleich - wie oben bereits angeführt - die Anzahl an Experten nicht unbegrenzt ist und hier die Strategie der Selektion von Klasse statt Masse gewählt werden sollte und auch realisiert wurde.

Außerdem sind die Nicht-Unterschiedshypothesen ein zu berücksichtigendes Problem. Bei der Nullhypothesentestung muss das Ziel sein, den β -Fehler möglichst gering zu halten. Dies erreicht man indirekt, in dem man den α -Fehler vergrößert (vgl. Bortz, 1999, S. 161). Daher wird für diese Studie bei den Nicht-Unterschiedsprüfungen ein α -Niveau von 25% gewählt (vgl. Hager, Patry & Berzing, 2000; Hager, 2004).

Um diesen Problemen zu begegnen, werden die Ergebnisse der gesamten Studie zunächst mittels einer exploratorischen Datenanalyse ausgewertet. Bei der exploratorischen Datenanalyse handelt es sich laut Tukey (1977, S. 1) um eine „subjektive grafische Detektivarbeit“. Ob es sich dabei um eine Form der deskriptiven Statistik oder um eine eigenständige Sammlung von Statistikverfahren handelt, erscheint hierbei unwichtig. Zwei Vorteile sprechen für die Verwendung der exploratorischen Datenanalyse: Zum einen kann bewusst Subjektivität mit einbezogen und Wissen über einzelne Untersuchungsteilnehmer für die Interpretation berücksichtigt werden. Zum anderen besticht das Verfahren der exploratorischen Datenanalyse durch ihre relative Einfachheit und Übersichtlichkeit (vgl. Sedlmeier, 1996, S. 46).

Hierbei werden ganz bewusst keine arithmetischen Mittelwerte und ihre Standardabweichungen in Grafiken dargestellt. Stattdessen bieten sich zur explora-

torischen und deskriptiven grafischen Darstellung bei nicht-symmetrischen Verteilungen mit verschiedenen Ausreißern, wie sie bei so kleinen Stichproben zu erwarten sind, so genannte Box-Plots an. Sie beruhen auf Rangmaßzahlen und verzerren damit weit weniger als auf Mittelung beruhende Maße der zentralen Tendenz wie dem arithmetischen Mittel oder auch dem entsprechenden Dispersionsmaß wie der Standardabweichung (vgl. Sedlmeier, 1996). Der Querstrich in einem Box-Plot zeigt den Median der jeweiligen Stichprobe an. Die Box wird durch die jeweiligen Quartile begrenzt, so dass die Box (ungefähr) 50 % der Werte der Verteilung wieder gibt. Dabei ist die Länge der Interquartilsabstände völlig unabhängig von Extremen. Die horizontal verlaufenden Striche über und unter der Box zeigen den größten und den kleinsten Wert an, der nicht als Ausreißer oder Extremwert klassifiziert wird. Ausreißer sind Werte, deren Abstand vom 25 %-Perzentil nach unten bzw. vom 75 %-Perzentil nach oben zwischen dem eineinhalbfachen und dem dreifachen der Boxhöhe liegen. Diese werden durch Kreise dargestellt. Extremwerte mit einem Abstand von mehr als dem dreifachen der Boxhöhe werden durch Sterne gekennzeichnet (vgl. Brosius, 2006).

Wie durch die geringe Stichprobengröße zu erwarten, kann nicht von einer Normalverteilung und anderen Anwendungsvoraussetzungen ausgegangen werden, wie die exploratorische Datenanalyse zeigen wird. Aus diesem Grund und der ebenso geringen wie unterschiedlichen Zellenbesetzung wegen werden bei inferenzstatistischen Überprüfungen verteilungsfreie Testverfahren genutzt, die nur ein Rangskalenniveau der Daten voraussetzen. Um die beobachteten Gruppenunterschiede abzusichern, werden Kruskal-Wallis-Tests herangezogen. Für die Prüfung der Unterschiede zwischen den abhängigen Variablen, wie den verschiedenen temporalen Okklusionsstufen sowie den verschiedenen präsentierten Werfern, werden Friedman-Rangvarianzanalysen gerechnet. Bei allen inferenzstatistischen Prüfungen werden konservative exakte Tests mit der Monte-Carlo-Methode kalkuliert. Dafür werden die Standardwerte mit einer Stichprobengröße von 10.000 Iterationen und einem Konfidenzintervall von 99 % genutzt. Der kleinen Stichprobengröße wegen werden die exakten sowie die asymptotischen p-Werte als ungeeignet eingeschätzt. Daher werden die Monte-Carlo-p-Werte angegeben. Für Post-hoc-Vergleiche werden bei den abhängigen Variablen Wilcoxon-Tests und bei den unabhängigen Varia-

blen Mann-Whitney-U-Tests gerechnet. Diese werden ebenso wie die anderen inferenzstatistischen Prüfungen hypothesenkonform zweiseitig interpretiert, um den exploratorischen Charakter der Studie konstant umzusetzen.

Experiment 1 - Identifikation der Expertise

4 Ergebnisse

4.1 Hypothesenblock 1

Im ersten Hypothesenblock soll geprüft werden, ob die spezifische Expertise von Handballtorhütern durch die Testbatterie erfasst werden kann. Dazu werden zwei spezifische Tests (HABB und HATO) analysiert, bei denen Differenzen zwischen den Gruppen erwartet werden. Im Gegensatz dazu werden bei den beiden domänen-unspezifischen Tests (HOBB und 8WRT) keine Unterschiede antizipiert.

Resultate zur Hypothese H1.1

Grundvoraussetzung für den Nachweis von Expertise ist, dass die aktuellen Nationaltorhüter im HABB eine höhere Reaktionsqualität zeigen als die anderen Untersuchungsteilnehmer.

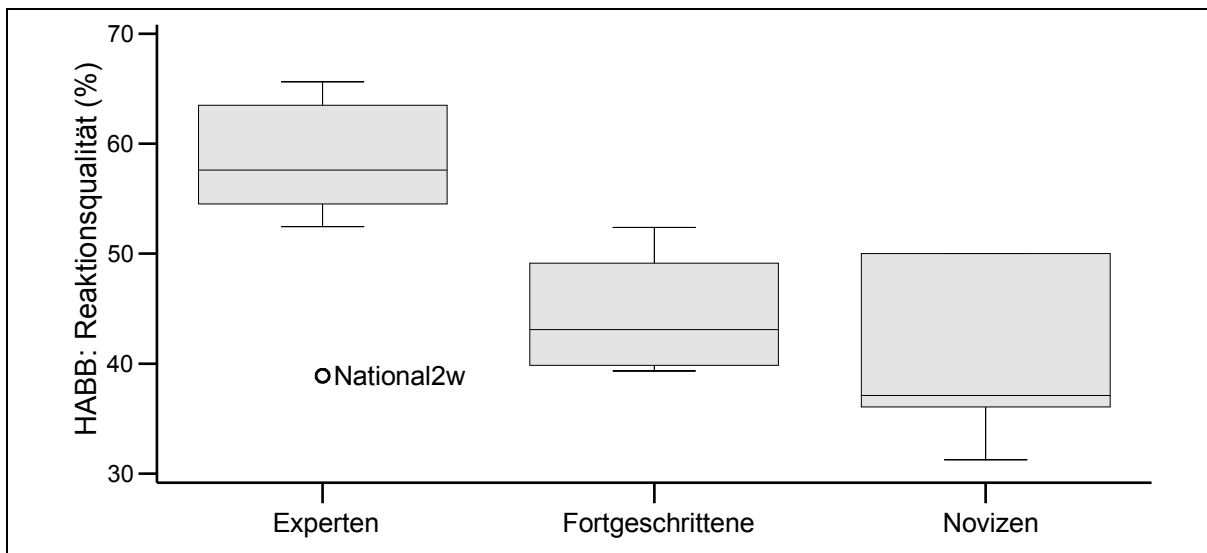


Abbildung 15. Vergleich der Reaktionsqualität zwischen Nationaltorhütern ($n = 8$), Regionalligatorenhütern ($n = 4$) und Sportstudierenden ($n = 5$) in Prozent der richtigen Lösungen.

Wie in Abbildung 15 zu erkennen, weisen die Nationaltorhüter hypothesenkonform einen wesentlich höheren Median als die beiden anderen Gruppen auf. Einzig die Nationaltorhüterin 2w zeigt eine schlechtere Leistung als die Regionalliga-

torhüter auf. Alle Untersuchungsteilnehmer weisen eine Reaktionsqualität auf, die über der Ratewahrscheinlichkeit von 12,5 % liegt.

Bei der inferenzstatistischen Prüfung durch einen Kruskal-Wallis-Test für unabhängige Stichproben wurde ein signifikanter Unterschied ($H(2) = 8.85$; $p < .01$) zwischen den Gruppen abgesichert. Beim Post-Hoc-Vergleich durch den Mann-Whitney-U-Test können signifikante Unterschiede zwischen den Nationaltorhütern und den Regionalligatorhütern ($U = 4.00$; $z = -2.04$; $p = .05$) sowie den Nationaltorhütern und den Sportstudierenden ($U = 2.00$; $z = -2.64$; $p < .01$) festgestellt werden. Keine signifikanten Unterschiede sind zwischen den Regionalligatorhütern und den Sportstudierenden zu sehen.

Resultate zur Hypothese H1.2

Bei der Betrachtung der erzielten Reaktionsqualität beim HATO können nur geringe Unterschiede zwischen den drei Expertisegruppen beobachtet werden (vgl. Abbildung 16). So weisen die Nationaltorhüter zwar die besten Leistungen auf, aber die Regionalligatorhüter und die Sportstudierenden zeigen nur geringfügig schlechtere Werte. Auffällig ist weiterhin die große Streuung der Nationaltorhüter.

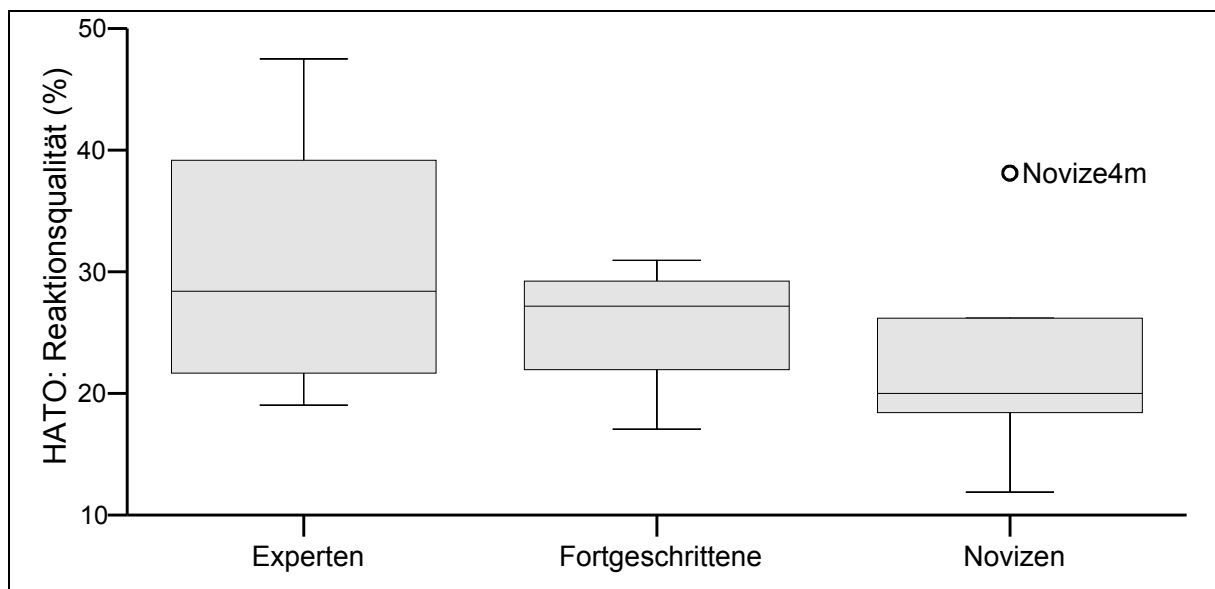


Abbildung 16. Vergleich der Reaktionsqualität zwischen Experten ($n = 8$), Fortgeschrittenen ($n = 4$) und Novizen ($n = 5$) in Prozent der richtigen Lösungen.

Bei der inferenzstatistischen Überprüfung konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Expertisestufen festgestellt werden ($H(2) = 2.13$; $p = .35$).

Resultate zur Hypothese H1.3

Wenn sich die zumindest auf deskriptiver Ebene gezeigte Expertise beim HABB und HATO auch in unspezifische, aber dennoch ähnliche Situationen wie den Hockeysiebenmetern transferieren lässt, sollten sich ähnliche Unterschiede zwischen den Nationalmannschafts- und den Regionalligatorhütern sowie den Sportstudierenden zeigen. Jedoch wird dieser Transfer in der Theorie nicht vorhergesagt, so dass keine Unterschiede zwischen den Gruppen erwartet werden. Betrachtet man in Abbildung 17 die Mediane der einzelnen Gruppen, so zeichnet sich sogar ein deutlich gegensätzlicher Trend ab. Die Novizen zeigen durchschnittlich eine um mehr als zehn Prozent bessere Leistung als die Experten. Die Quartilabstände und die Spannweite der erzielten Werte sind fast genauso groß. Überhaupt ist die Streuung gerade bei diesen beiden Gruppen sehr groß.

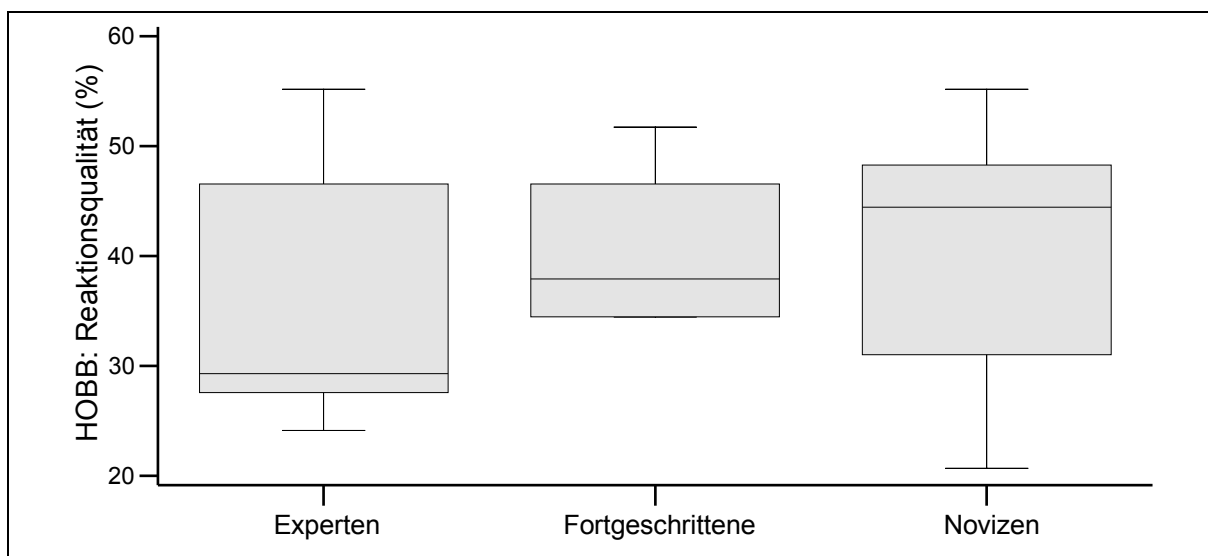


Abbildung 17. Vergleich der Reaktionsqualität zwischen Experten ($n = 8$), Fortgeschrittenen ($n = 4$) und Novizen ($n = 5$) in Prozent der richtigen Lösungen.

Bei einer inferenzstatistischen Überprüfung durch einen Kruskal-Wallis-H-Test konnten - wie erwartet - keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen gefunden werden ($H(2) = 0.98$; $p = .61$).

Resultate zur Hypothese H1.4

Beim Achtfachwahlreaktionszeittest soll geprüft werden, ob die gefundenen Unterschiede bei den Reaktionszeiten im HABB rein über die Antizipation oder möglicherweise auch durch eine Kombination von Reaktion und Antizipation zu erklären sind. Des Weiteren soll geprüft werden, ob die Unterschiede in der Bewegungszeit beim HABB und beim 8WRT ähnlich sind. Grundvoraussetzung hierfür ist die Reaktionsqualität. Sie gibt Aufschluss darüber, ob die Untersuchungsteilnehmer eine Aufgabe tatsächlich richtig gelöst haben.

Es haben fast alle Untersuchungsteilnehmer erwartungsgemäß eine 100 % richtige Lösung erreicht. Nur bei einem Regionalligatorhüter kam es einmal zu einer falschen Reaktion. Natürlich konnten für die Reaktionsqualität bei den nicht vorhandenen deskriptiven auch keine signifikanten Unterschiede beobachtet werden ($H(2) = 3.25$; $p = .20$). Allerdings konnte die Hypothese, dass keine Unterschiede bestehen würden, nicht bestätigt werden.

5 Zusammenfassung

Um die Ergebnisse besser diskutieren zu können, werden sie zunächst in Tabelle 5 nochmals zusammengefasst. Die Tabelle wird für die anderen zwei Experimente mit den jeweiligen Auswertungen ergänzt werden, so dass man sukzessive einen Überblick über das Gesamtergebnis bekommt.

Tabelle 5
Experiment 1 -
Überblick zum inferenzstatistischen Vergleich zwischen Experten ($n = 8$), Fortgeschrittenen ($n = 4$) und Novizen ($n = 5$)

	HABB	HATO	HOBB	8WRT
Reaktionsqualität	+ *	+ ns	- ns	~ ns

Bemerkung. Erstes Zeichen deskriptiv, zweites Zeichen inferenzstatistisch, + Vorteil Experten, - Vorteil Novizen, ~ kein Vorteil, * signifikant und ns nicht-signifikant.

Ziel dieses Experiments war es, die Essenz der Expertise von Handballtorhütern zu ermitteln. Die inferenzstatistischen Ergebnisse beim HABB und die deskriptiven Resultate beim HATO sprechen dafür, dass dies gelungen ist. Dass es sich hierbei nicht um eine allgemeine Überlegenheit der trainierten Gruppen, sondern um eine domänen-spezifische Expertise handelt, zeigen die Ergebnisse beim 8WRT

und beim HOB. Während beim 8WRT hypothesenkonform keine Unterschiede zwischen den verschiedenen Testgruppen aufgrund von Deckeneffekten zu sehen sind, überrascht die Überlegenheit der Novizen beim HOB. Hier waren keine deskriptiven Unterschiede zwischen den Gruppen erwartet worden. Möglicherweise werden die Differenzen durch die Bewegungsanalyse leichter zu erklären sein, da es sich um unterschiedliche Strategien beim Entscheiden handeln könnte. Insgesamt kann man davon ausgehen, dass die Testbatterie für die weiteren Schritte innerhalb des „Expert Performance Approaches“ geeignet ist, wenngleich die Befunde noch in Bezug zu den Resultaten der Bewegungsanalyse gesetzt werden müssen.

Experiment 2 - Mechanismen der Expertise

6 Ergebnisse

Im Experiment 2 geht es darum, die Mechanismen der Expertise von Handballtorhütern zu ermitteln. Hierzu werden die senso-motorischen Reaktionen der Torhüter bei allen vier Tests analysiert (vgl. Hypothesenblock 2-5). Zusätzlich wird beim HABB und beim HOBBS das Blickbewegungsverhalten untersucht (vgl. Hypothesenblock 6-7) und zudem geprüft, ob Unterschiede zwischen den verschiedenen Expertisegruppen bestehen.

6.1 Hypothesenblock 2

Innerhalb des zweiten Hypothesenblocks soll geprüft werden, ob Experten eine schnellere oder bessere Bewegungsausführung beim HABB haben. Dabei werden sowohl senso-motorische (Reaktionszeit) als auch rein motorische (Bewegungszeit) Aspekte der Expertise bei einer domänen-spezifischen Aufgabe analysiert.

Resultate zur Hypothese H2.1

Bei der Reaktionszeit, die über den Zeitpunkt der ersten zielgerichteten Körperbewegung definiert ist, ist ein überraschender Trend beim HABB zu beobachten (vgl. Abbildung 18). Entgegen der Hypothese H2.1 reagieren die Sportstudierenden in ihrer zentralen Tendenz früher als die Regionalligatorhüter oder die Nationalmannschaftstorhüter. Dies ist nicht nur auf der Ebene der Mediane, sondern auch bei den beiden Quartilen und den Maximalwerten zu beobachten, die alle geringer als bei den Novizen sind. Auch hier ist bei der exploratorischen Datenanalyse durch die gruppierten Box-Plots, ein Ausreißer bei den Experten zu identifizieren.

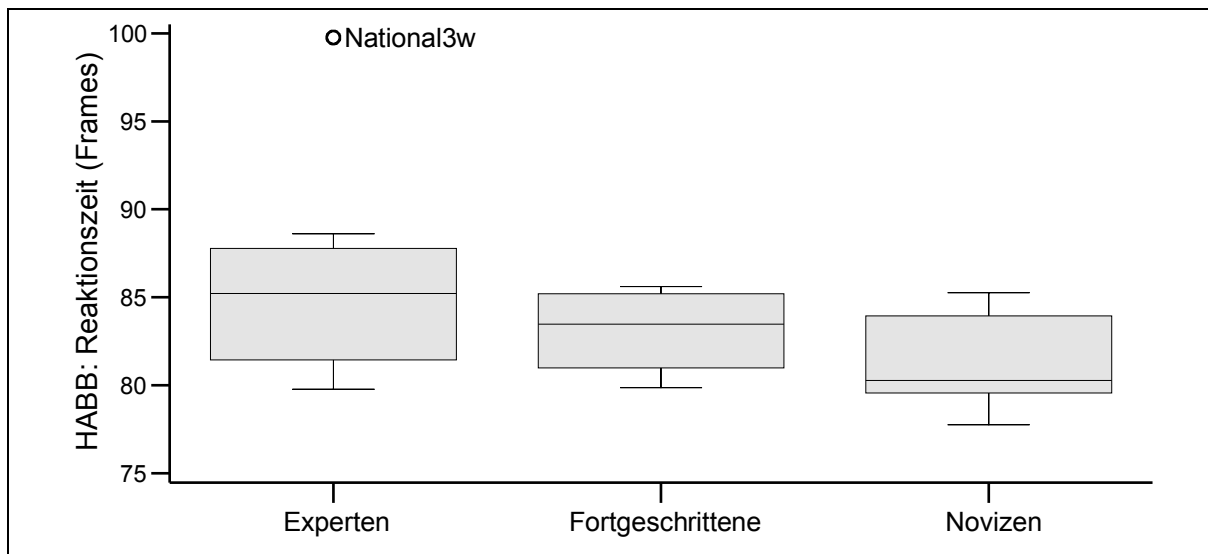


Abbildung 18. Vergleich der Reaktionszeit zwischen Experten ($n = 8$), Fortgeschrittenen ($n = 4$) und Novizen ($n = 5$) in Frames.

Jedoch konnten diese hypothesendisformen, deskriptiven Unterschiede zwischen den Gruppen bei einer inferenzstatistischen Prüfung durch einen Kruskal-Wallis-Test für unabhängige Stichproben ($H(2) = 3.43$; $p = .18$) nicht abgesichert werden.

Resultate zur Hypothese H2.2

Bei der Betrachtung der Gruppenunterschiede in Bezug auf die Bewegungszeit fallen mehrere Aspekte beim HABB auf. Zunächst ist ein deutlicher Unterschied in der zentralen Tendenz zwischen den beiden sportartspezifisch trainierten Gruppen und den Sportstudierenden zu beobachten. Des Weiteren sind die geringen Streuungen bei den Regionalligatorhütern und den Sportstudierenden im Gegensatz zur großen Bandbreite der Leistungen bei den Nationaltorhütern auffällig. Zuletzt ist der nicht hypothesenkonforme bessere Median der Regionalligatorhüter gegenüber den Nationaltorhütern zu nennen.

Zusammenfassend kann man beim HABB zweierlei feststellen. Zum einen wurde der erwartete Unterschied zwischen den Handballtorhütern und den Sportstudierenden in der Bewegungszeit aufgezeigt. Zum anderen konnte kein signifikanter Unterschied bei der Reaktionszeit ermittelt werden. Hier ist sogar ein zur Hypothese gegenläufiger deskriptiver Trend zu erkennen. Eine Diskussion dieses Resul-

tats ist nur in Relation zu den anderen Tests möglich und wird daher später erfolgen.

6.2 Hypothesenblock 3

Im dritten Hypothesenblock werden wiederum die senso-motorischen (Reaktionszeit) und die motorischen (Bewegungszeit) Aspekte der Expertise im Rahmen einer domänen-spezifischen Aufgabe (HATO) untersucht.

Resultate zur Hypothese H3.1

Für die Reaktionszeiten beim HATO werden signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen erwartet. Die Experten sollten hierbei die schnellsten Reaktionen zeigen. Für die Reaktionszeiten sind auf deskriptiver Ebene deutliche Unterschiede zu erkennen, allerdings zeigen die trainierten Gruppen überraschenderweise deutlich höhere Werte als die Sportstudierenden (vgl. Abbildung 19).

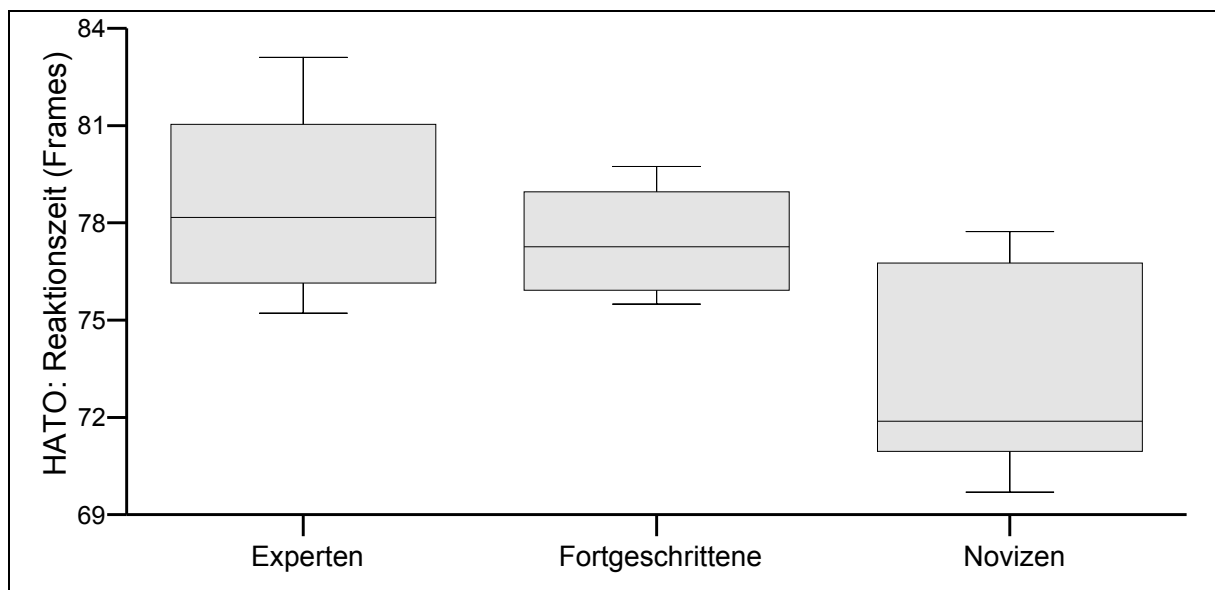


Abbildung 19. Vergleich der Reaktionszeit zwischen Experten ($n = 8$), Fortgeschrittenen ($n = 4$) und Novizen ($n = 5$) in Frames.

Bei der inferenzstatistischen Überprüfung konnten jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden ($H(2) = 4.18$; $p = .12$).

Resultate zur Hypothese H3.2

Bei der Bewegungszeit kann man die in Hypothese H3.2 erwarteten Unterschiede auf deskriptiver Ebene zwischen den Gruppen beobachten. So zeigen die

spezifisch trainierten Gruppen deutlich schnellere Bewegungen als die Sportstudierenden. Auffällig ist auch hier die geringe Streuung der Regionalligatorhüter im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen (vgl. Abbildung 20).

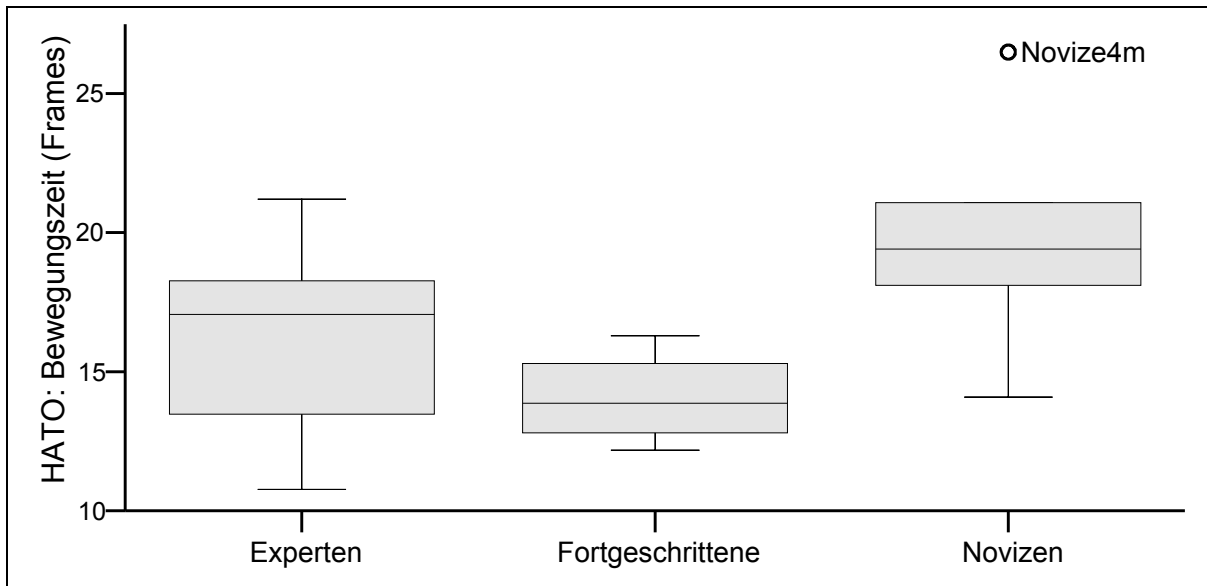


Abbildung 20. Vergleich der Bewegungszeit zwischen Experten ($n = 8$), Fortgeschrittenen ($n = 4$) und Novizen ($n = 5$) in Frames.

Diese Unterschiede konnten allerdings bei der inferenzstatistischen Überprüfung nicht abgesichert werden ($H(2) = 4.79$; $p = .09$). Insgesamt können also keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Fertigungsstufen aufgezeigt werden, wenn auch einige Trends auf deskriptiver Ebene zu erkennen sind. Daher wird auf die Darstellung der Auswertung für die einzelnen temporalen Okklusionsstufen verzichtet. Es kann aber festgestellt werden, dass sie im Trend den Hypothesen entsprechen.

6.3 Hypothesenblock 4

Bei der unspezifischen Aufgabe des HOBBS wurden keine Unterschiede zwischen den Gruppen bei der Reaktionsqualität erwartet. Jedoch wird im Hypothesenblock 4 vermutet, dass die Abwehrbewegungen denen beim Handball entsprechen werden. Es wird in dieser Aufgabe also ebenso ein Transfer der Expertise im Bereich der Motorik (Bewegungszeit) erwartet wie für den Bereich der Senso-motorik (Reaktionszeit).

Resultate zur Hypothese H4.1

In Hypothese H4.1 wird geprüft, ob Experten eine unterschiedliche Reaktionszeit beim HOBBS haben als Novizen. Diese Expertise zeigen die Nationaltorhüter bei den Reaktionszeiten jedoch nicht (vgl. Abbildung 21). Sie weisen, wie schon bei der Reaktionsqualität beim HOBBS gesehen, einen schlechteren Median als die beiden anderen Gruppen auf, wobei insgesamt bei allen eine große Streuung zu erkennen ist.

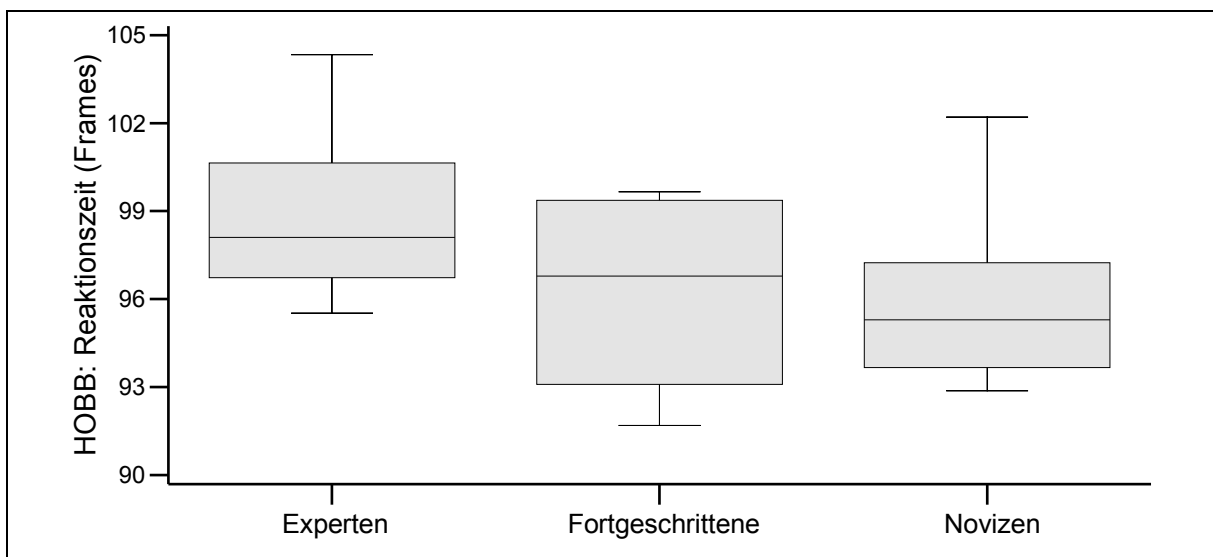


Abbildung 21. Vergleich der Reaktionszeit zwischen Experten ($n = 8$), Fortgeschrittenen ($n = 4$) und Novizen ($n = 5$) in Frames.

So sind auch hier keine signifikanten Unterschiede bei der inferenzstatistischen Überprüfung zwischen den Gruppen zu verzeichnen ($H(2) = 2.13$; $p = .34$).

Resultate zur Hypothese H4.2

Bei den Bewegungszeiten werden leichte Unterschiede zwischen den handballspezifisch trainierten Gruppen und den Sportstudierenden erkennbar (vgl. Abbildung 22). Beide weisen einen geringeren Median auf. Allerdings zeichnen sich auch beide Gruppen durch größere Streuungskennwerte aus.

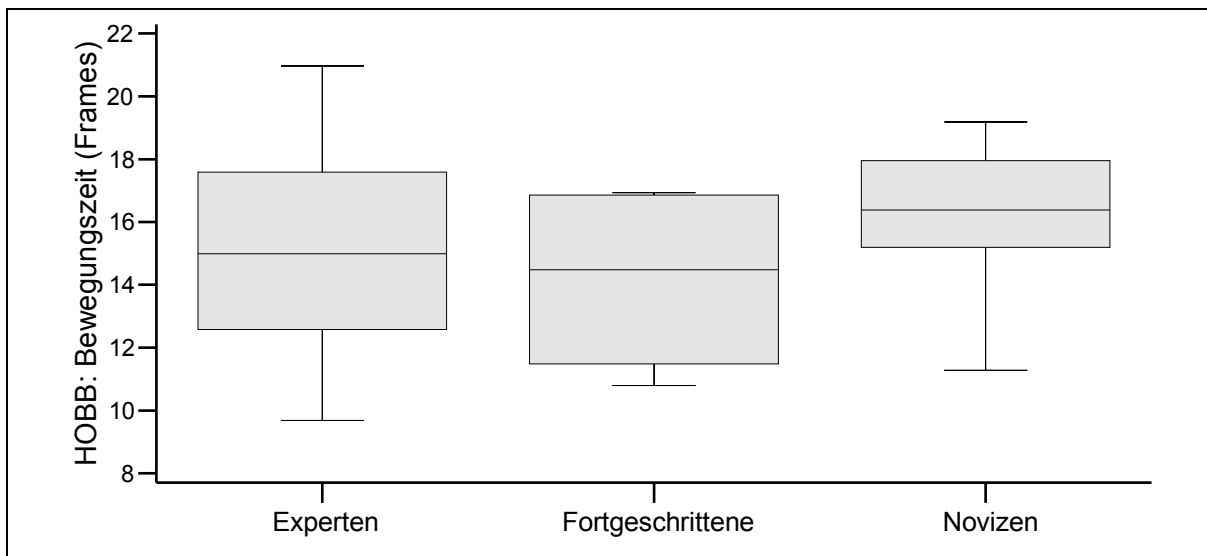


Abbildung 22. Vergleich der Bewegungszeit zwischen Experten ($n = 8$), Fortgeschrittenen ($n = 4$) und Novizen ($n = 5$) in Frames.

Bei der inferenzstatistischen Überprüfung konnten ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen ermittelt werden ($H(2) = 0.74$; $p = .69$) und auch bei der nach Schützen getrennten Auswertung sind keine signifikanten Unterschiede zu sehen.

Unter dem Strich kann man feststellen, dass die auf deskriptiver Ebene dargestellten Unterschiede inferenzstatistisch nicht abgesichert werden können. Interessanterweise ist dennoch ein ähnliches Ergebnismuster wie beim HABB zu verzeichnen. Während bei der Bewegungszeit die Überlegenheit der Experten deutlich wird, zeigen die Novizen eine kürzere Reaktionszeit. Dies wird in der abschließenden Diskussion zu thematisieren sein.

6.4 Hypothesenblock 5

Im letzten Hypothesenblock, bei dem die Abwehrbewegungen von Handballtorhütern im Experten-Novizen-Vergleich analysiert werden, geht es um die Unterschiedsprüfung beim 8WRT. Die Hypothesen in diesem Block erwarten Unterschiede zwischen den Gruppen in allen zugehörigen abhängigen Variablen, da die Abwehrreaktion eine handballspezifische ist.

Resultate zur Hypothese H5.1

Beim Vergleich der Reaktionszeit weisen die Nationaltorhüter den kleinsten Median auf (vgl. Abbildung 23). Ihr Quartilabstand und ihre Spannweite sind ebenfalls deutlich geringer als bei den Regionalligatorhütern, und auch die sehr geringe Streuung der Sportstudierenden in ihrer Reaktionszeit ist auffällig.

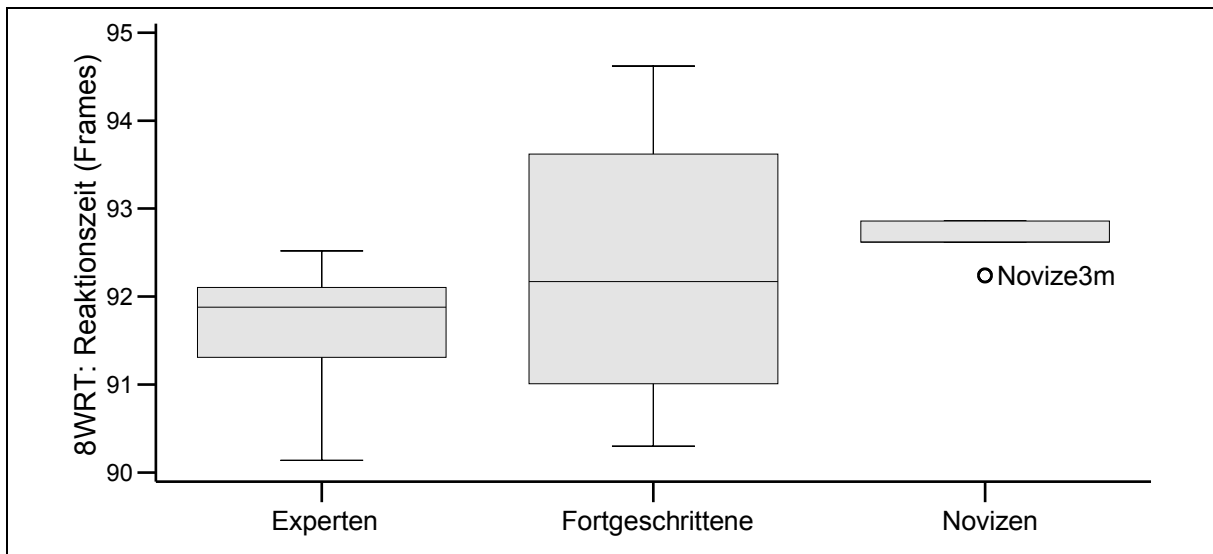


Abbildung 23. Vergleich der Reaktionszeit zwischen Experten ($n = 8$), Fortgeschrittenen ($n = 4$) und Novizen ($n = 5$) in Frames.

Bei einer inferenzstatistischen Prüfung konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen ermittelt werden ($H(2) = 6.44$; $p = .03$). Bei den Post-Hoc-Vergleichen konnte nur ein Unterschied zwischen den Novizen und den Experten gezeigt werden ($U = 1.00$; $z = -2.79$; $p = .02$). Die Regionalligatorhüter unterscheiden sich nicht signifikant von den Nationaltorhütern oder den Sportstudierenden.

Resultate zur Hypothese H5.2

Bei den Bewegungszeiten beim 8WRT werden der spezifischen Abwehrtechniken wegen Unterschiede zwischen den technisch geschulten aktiven Handballern und den Sportstudierenden erwartet. Wie man in Abbildung 24 erkennen kann, sind hypothesenkonforme Unterschiede beim Median ähnlich wie bei der Bewegungszeit im HABB zwischen den Sportstudierenden und den Handballern zu erkennen. Nur geringe Unterschiede sind zwischen den Nationaltorhütern und den Regionalligatorhütern beim Median und ihrer Range zu erkennen. Auffällig sind allerdings die unterschiedlichen Quartilabstände.

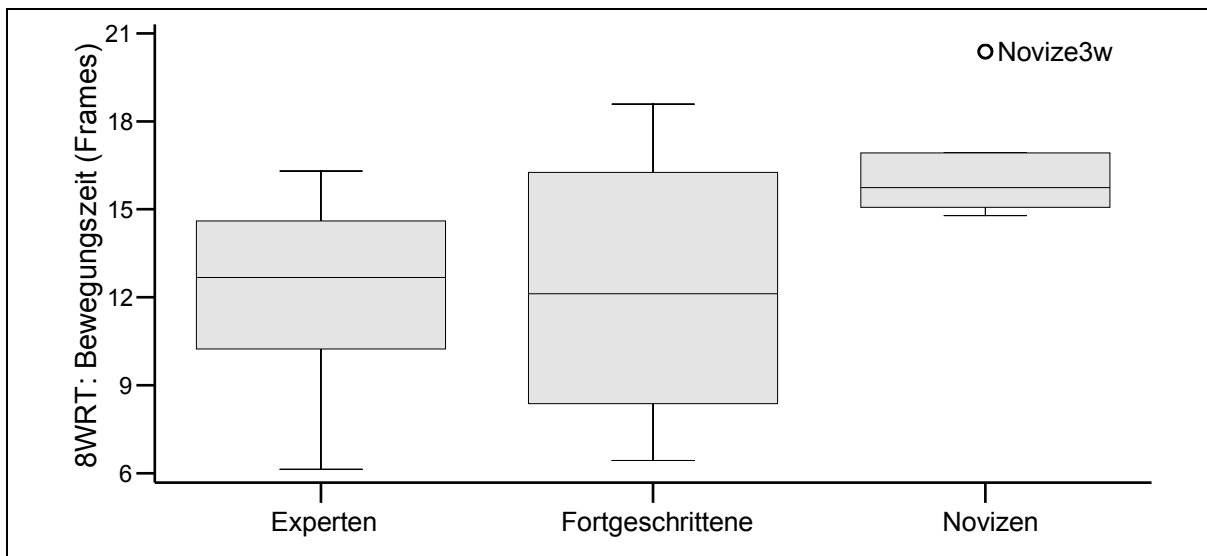


Abbildung 24. Vergleich der Bewegungszeit zwischen Experten ($n = 8$), Fortgeschrittenen ($n = 4$) und Novizen ($n = 5$) in Frames.

Bei einer inferenzstatistischen Prüfung durch einen Kruskal-Wallis-H-Test konnten allerdings keine signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen in ihrer Bewegungszeit ermittelt werden ($H(2) = 4.92$; $p = .08$). Dies lässt sich möglicherweise durch die große Streuung bei den aktiven Handballern zu erklären.

Insgesamt sind für den 8WRT die deutlichsten Unterschiede zu verzeichnen. Sowohl bei der Reaktionszeit als auch bei der Bewegungszeit zeigen die Experten eine kürzere Dauer. Dies ist insbesondere der Resultate im HABB, HATO und HOBB wegen erstaunlich, da hier bei der Reaktionszeit längere Zeiten bei den Experten verzeichnet wurden.

6.5 Hypothesenblock 6

Im Hypothesenblock 6 wird das Blickbewegungsverhalten der drei Gruppen thematisiert. Dazu werden im Bereich der Sensorik drei quantitative abhängige Variablen (Anzahl der Fixationen, relative und absolute Fixationsdauern) betrachtet. Darüber hinaus werden die Fixationsregionen qualitativ untersucht.

Resultate zur Hypothese H6.1

Für die Anzahl der Fixationen wurde angenommen, dass sich Expertise durch eine geringere Anzahl der Fixationen zeigt. Wie in Abbildung 25 zu erkennen, sind die Ergebnisse nicht hypothesenkonform. Die Regionalligatorhüter haben einen

deutlich geringeren Median als die beiden anderen Gruppen, obwohl bei allen Gruppen eine etwa gleich große Streuung zu beobachten ist.

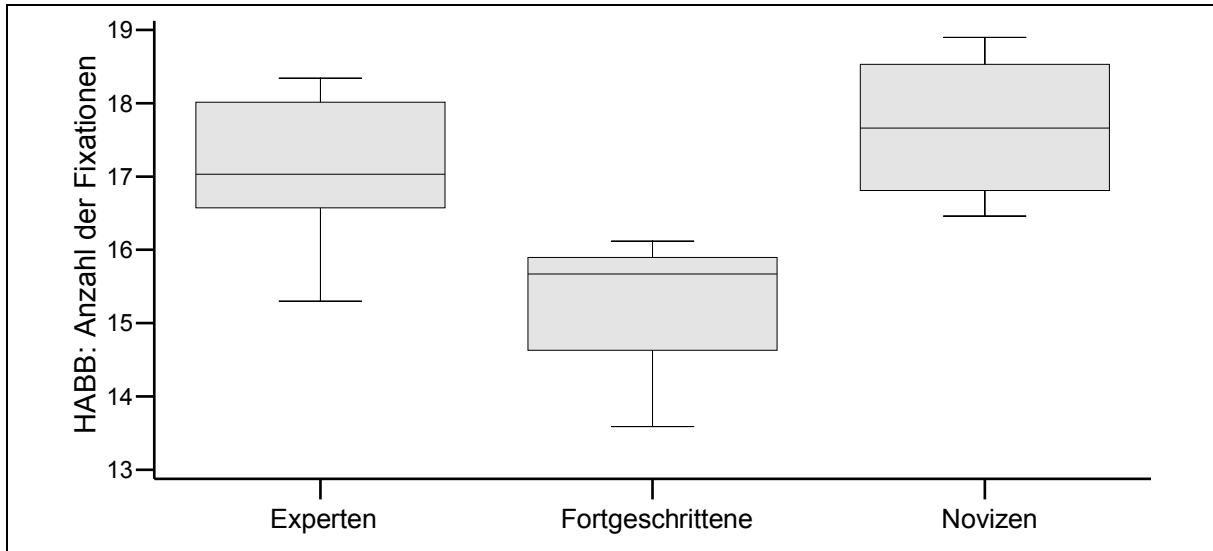


Abbildung 25. Vergleich der Anzahl der Fixationen zwischen Experten ($n = 8$), Fortgeschrittenen ($n = 4$) und Novizen ($n = 4$).

Dieser deutliche Unterschied ist auch bei einer inferenzstatistischen Prüfung durch einen Kruskal-Wallis-Test für unabhängige Stichproben abzusichern ($H(2) = 5.60$; $p = .05$). Der Post-Hoc-Vergleich mit drei Mann-Whitney-U-Tests konnte allerdings keine zweiseitigen Unterschiede ermitteln.

Resultate zu den Hypothesen H6.2 und H6.3

Bei den abhängigen Variablen relative und absolute Fixationsdauer sind diametrale Trends im gegenseitigen Vergleich zu beobachten (vgl. Abbildung 26). Während bei der relativen Fixationsdauer die Regionalligatorhüter den höchsten Median aufweisen, haben sie bei der absoluten Fixationsdauer den kleinsten. Auffällig ist auch bei den Regionalligatorhütern die große Streuung der erzielten Werte bei beiden Variablen.

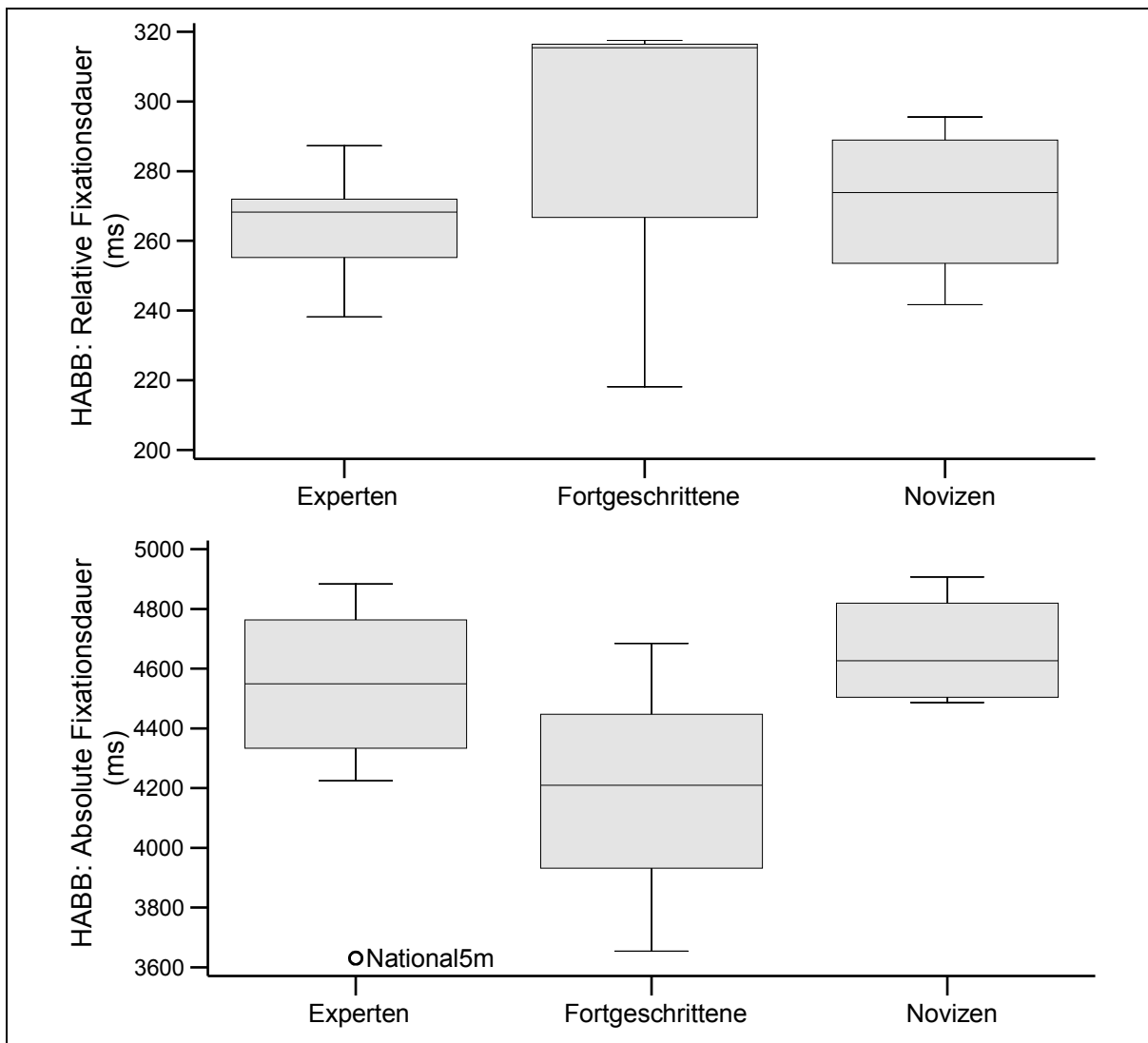


Abbildung 26. Vergleich der relativen und absoluten Fixationsdauer zwischen Experten ($n = 8$), Fortgeschrittenen ($n = 4$) und Novizen ($n = 5$) in Frames.

Diese Streuung verhindert signifikante Unterschiede bei der inferenzstatistischen Prüfung für die relative ($H(2) = 0.82$; $p = .68$) und die absolute Fixationsdauer ($H(2) = 2.29$; $p = .34$).

Resultate zur Hypothese H6.4

Auch bei den relativen Fixationsregionen zeigen sich ähnliche Trends (vgl. Abbildung 27). Sowohl die Experten als auch die Novizen fixieren primär den Kopf und den Ball, während die Fortgeschrittenen deutlich seltener den Kopf anschauen. Bei den Regionalligatorhütern fällt außerdem die hohe Zahl an fehlenden Werten auf.

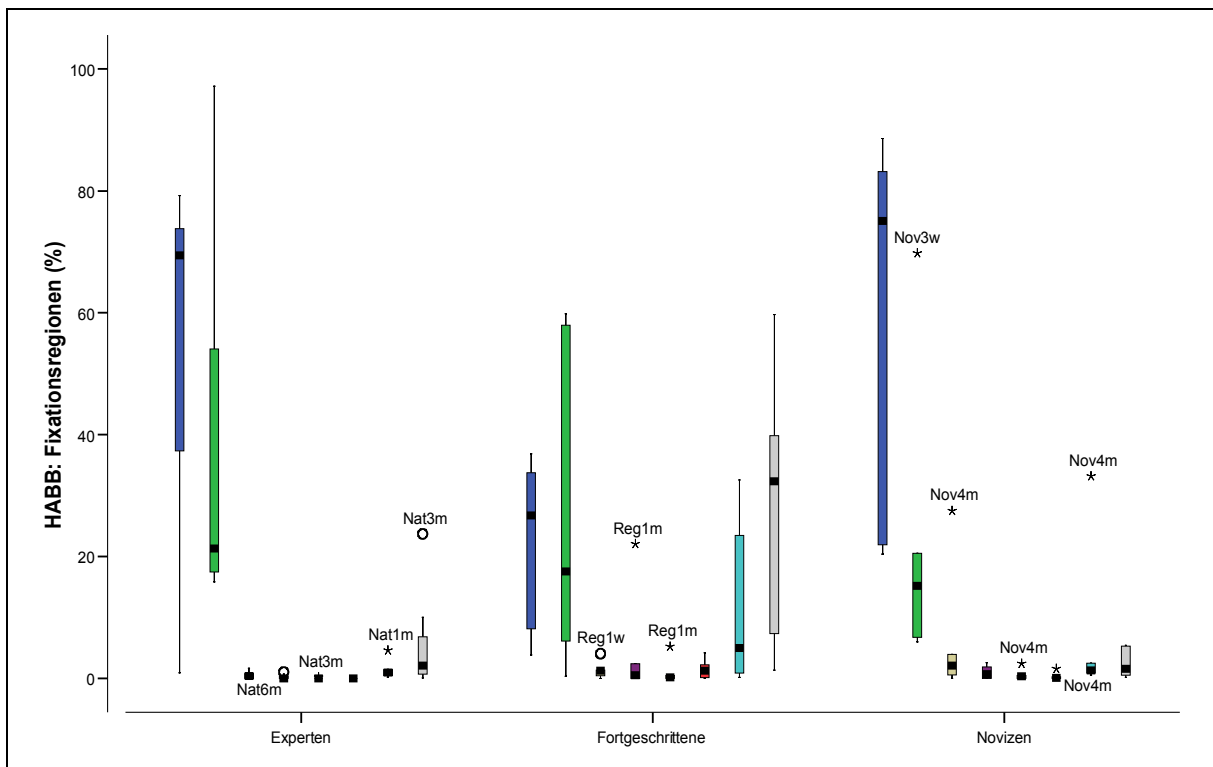


Abbildung 27. Vergleich der Fixationsregionen zwischen Experten ($n = 8$), Fortgeschrittenen ($n = 4$) und Novizen ($n = 5$) in Prozent (Fixationsregionen von links nach rechts: Kopf, Ball/Hand, Wurfarmschulter, Gegenschulter, Hüfte, Beine/Füße, sonstiges & fehlende Werte).

Bei einer inferenzstatistischen Überprüfung der beiden primären Fixationsregionen (Kopf und Ball) konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden. Bei allen anderen Fixationsregionen wurde auf eine inferenzstatistische Prüfung verzichtet, da sie unter 5 % der Fixationen ausmachen.

Insgesamt zeigen die Resultate zum Hypothesenblock 6 ein unerwartetes Ergebnismuster. Die höhere Anzahl an Fixation bei den Experten als bei den Novizen überrascht. Die gleichen Trends sind bei der relativen und der absoluten Fixationsdauer zu erkennen. Bei der qualitativen Auswertung ist dieses Ergebnismuster erneut zu entdecken.

6.6 Hypothesenblock 7

Für den Hypothesenblock 7 werden keine Unterschiede zwischen den Gruppen erwartet, da der HOBb keine domänen-spezifische Aufgabe ist. Ein Transfer der erworbenen Blickbewegungsmuster vom Handball zum Hockey scheint nicht möglich. Um die Daten vergleichen zu können, werden auch beim HOBb die Anzahl der Fixationen sowie die relative und die absolute Fixationsdauer analysiert.

Resultate zur Hypothese H7.1

Bei der Betrachtung der Mediane für die Anzahl der Fixationen beim HOBB können expertisekonforme Unterschiede zwischen den Handballern und den Sportstudierenden beobachtet werden (vgl. Abbildung 28), obwohl dies gegen die gestellte Hypothese spricht. Die Handballer weisen allerdings auch deutlich größere Streuungskennwerte bei dem Quartilabstand und der Spannweite auf.

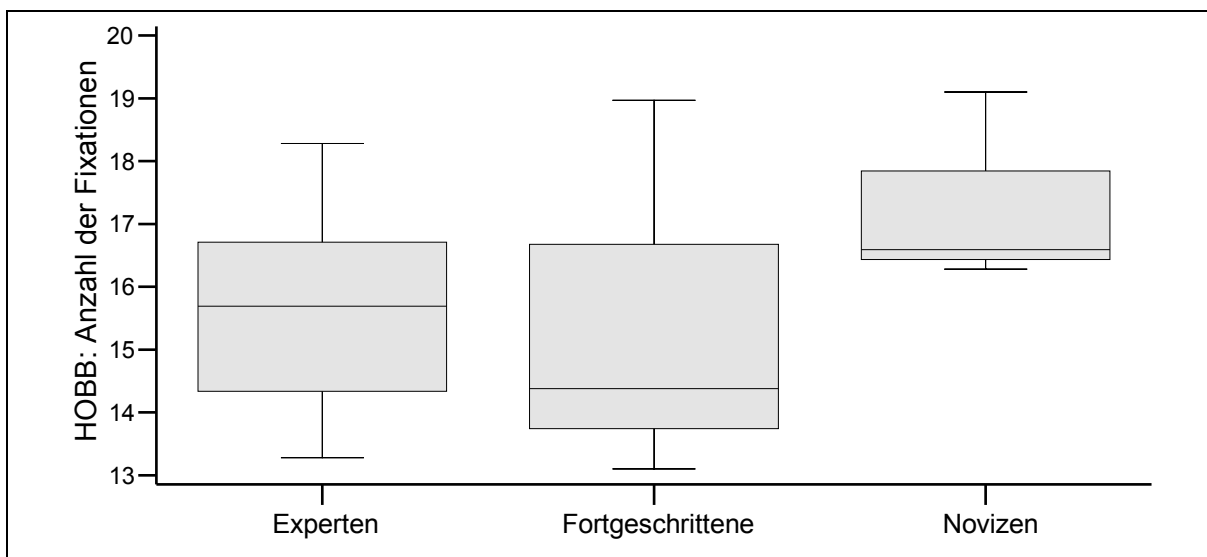


Abbildung 28. Vergleich der Anzahl der Fixationen zwischen Experten ($n = 8$), Fortgeschrittenen ($n = 4$) und Novizen ($n = 5$).

Entsprechend konnten bei der inferenzstatistischen Überprüfung keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen ermittelt werden ($H(2) = 2.08$; $p = .35$).

Resultate zu den Hypothesen H7.2 und H7.3

Bei der Betrachtung der relativen und der absoluten Fixationsdauer sind die unterschiedlich großen Streuungskennwerte von besonderem Interesse (vgl. Abbildung 29). Sowohl bei der relativen als auch bei der absoluten Fixationsdauer sind die Spannweite und der Quartilabstand bei den Nationalmannschaftstorhütern deutlich größer als bei den beiden anderen Gruppen. Auch der Median ist geringfügig höher, wobei die Sportstudierenden nochmals einen leicht höheren Mittelwert als die Regionalligatorhüter haben.

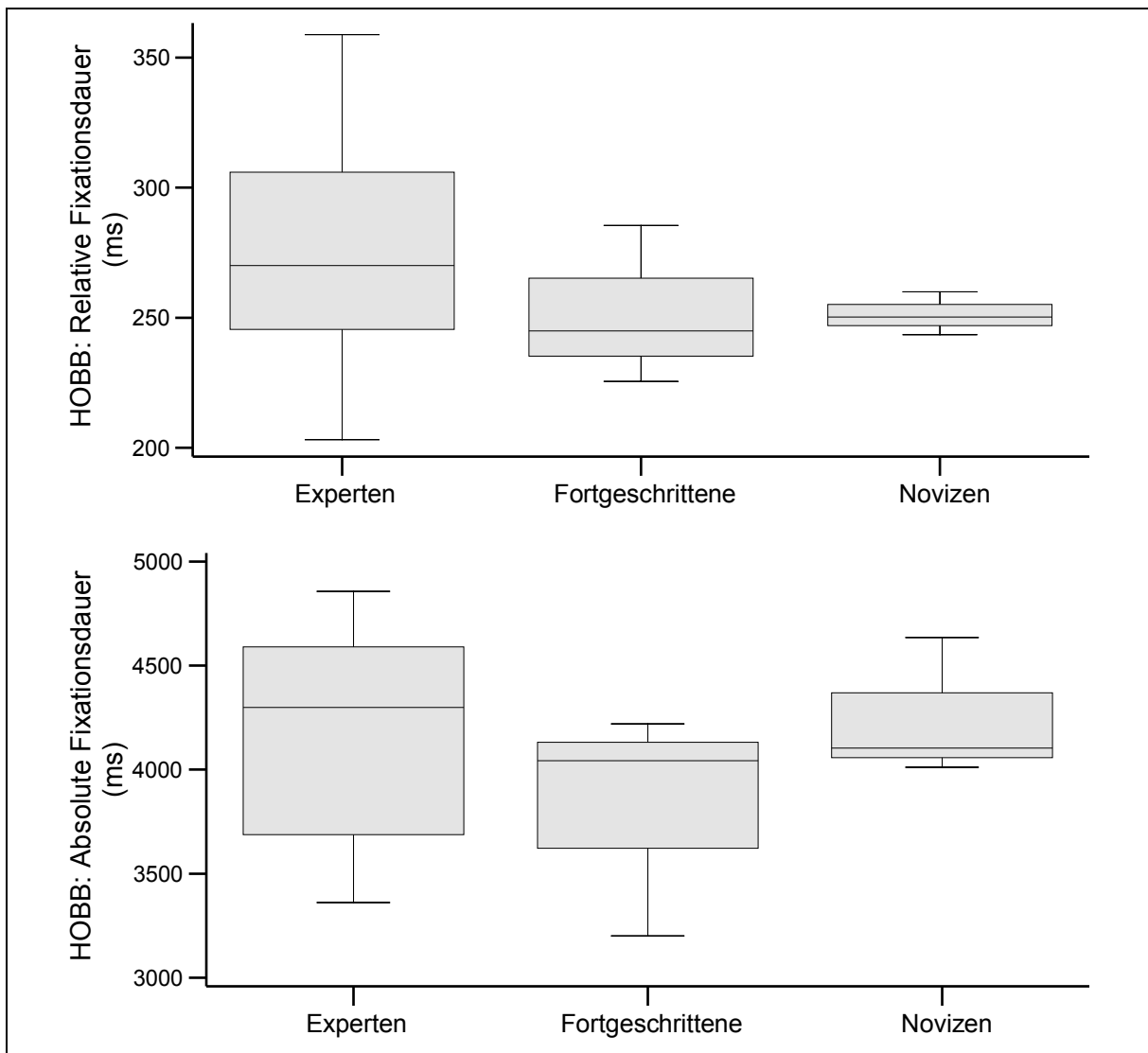


Abbildung 29. Vergleich der relativen und absoluten Fixationen zwischen Experten ($n = 8$), Fortgeschrittenen ($n = 4$) und Novizen ($n = 5$) in Millisekunden.

Bei der inferenzstatistischen Überprüfung konnten weder für die relative ($H(2) = 1.08$; $p = .58$) noch für die absolute Fixationsdauer ($H(2) = 1.04$; $p = .60$) signifikante Unterschiede zwischen den drei Leistungsgruppen gefunden werden.

Resultate zur Hypothese H7.4

Auch beim HOBB sollen die Fixationsregionen als qualitatives Maß herangezogen werden. Auffällig ist hier ein etwas differenzierteres Blickbewegungsmuster als beim HABB (vgl. Abbildung 30). Während die Experten über 80 % der Zeit auf den Ball achten, fixieren die Fortgeschrittenen und die Novizen nur durchschnittlich etwa zu 60 % den Ball. Sie konzentrieren sich auch auf den Hockeyschläger, den sie

zu 10-20 % fixieren. Bei den Experten ist diese Region kaum betrachtet worden. Auffällig ist außerdem, dass die Novizen in über 20 % der Fälle den Kopf fixieren.

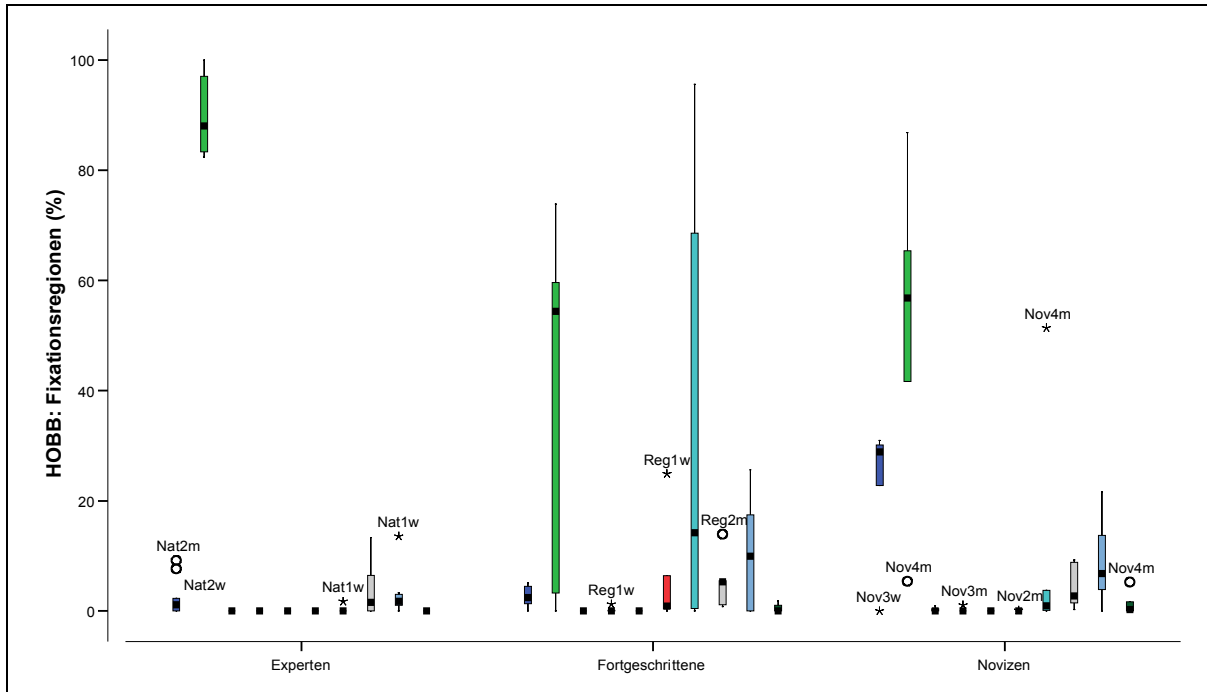


Abbildung 30. Vergleich der Fixationsregionen zwischen Experten ($n = 8$), Fortgeschrittenen ($n = 8$) und Novizen ($n = 5$) in Prozent (Fixationsregionen von links nach rechts: Kopf, Ball, rechte Schulter, linke Schulter, Hüfte, Beine/Füße, sonstiges, fehlende Werte, Schläger & Schlagarm).

Wenngleich in der Hypothese keine Unterschiede erwartet wurden, wurden bei der inferenzstatistischen Überprüfung für die Fixationsregionen Kopf ($H(2) = 6.47$; $p = .03$) und Ball ($H(2) = 9.07$; $p = .01$) signifikante Unterschiede ermittelt. Die scheinbar offensichtliche Differenz bei der Fixationsregion Schläger konnte inferenzstatistisch nicht abgesichert werden ($H(2) = 5.39$; $p = .06$). Bei Post-Hoc-Test-Vergleichen mittels Mann-Whitney-U-Tests konnten nur Unterschiede zwischen den Experten und den Novizen festgestellt werden (EN Kopf: $U = 7.50$; $z = -2.32$; $p = .02$ /EN Ball: $U = 3.00$; $z = -2.83$; $p < .01$).

Zusammengenommen lässt sich konstatieren, dass auch beim HOBB ein ähnliches Ergebnismuster wie beim HABB zu erkennen ist. Weil eigentlich keine Unterschiede im Blickbewegungsverhalten erwartet waren, ist die Ähnlichkeit der quantitativen Resultate verblüffend. Bei der qualitativen Auswertung fallen die teilweise signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen auf.

7 Zusammenfassung

Für eine bessere Übersicht werden die inferenzstatistischen Ergebnisse nochmals in der Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6
*Experiment 1 & 2 -
 Überblick zu den inferenzstatistischen Vergleichen zwischen Experten (n = 8), Fortgeschrittenen (n = 4) und Novizen (n = 5)*

	HABB		HATO		HOBB		8WRT	
Reaktionsqualität	+	*	+	ns	-	ns	o	ns
Reaktionszeit	-	ns	-	ns	-	ns	+	*
Bewegungszeit	+	*	+	ns	+	ns	+	*
Anzahl der Fixationen	o	*	kd	kd	o	ns	kd	kd
Relative Fixationsdauer	o	ns	kd	kd	o	ns	kd	kd
Absolute Fixationsdauer	o	ns	kd	kd	o	ns	kd	kd
Fixationsregionen	o	ns	kd	kd	+	*	kd	kd

Bemerkung. Erstes Zeichen deskriptiv, zweites Zeichen inferenzstatistisch, + Vorteil Experten, - Vorteil Novizen, o kein Unterschied, kd keine Daten, da nicht erhoben, * signifikant und ns nicht-signifikant.

Das Ziel dieser Studie war es, mittels Prätestmanipulationen und Dumstestmessungen die Mechanismen hinter der Expertise zu identifizieren. Daher sind insbesondere die Ergebnisse beim HABB und beim HATO von Interesse. Beim HABB überraschen die für die Experten längeren Reaktionszeiten. Diese sind auch beim HATO und beim HOBB zu finden, wohingegen die Nationaltorhüter beim 8WRT kürze Zeiten zeigen. Es scheint, als ob die längeren Reaktionszeiten von den Experten beabsichtigt waren. Bei allen vier Tests zeigen die Experten eine kürzere Bewegungszeit, wenngleich nicht alle signifikant kürzer sind. Dennoch scheinen die Nationaltorhüter ihre motorische Expertise auch bei den unspezifischen Tests zu nutzen. Die überraschendsten Ergebnismuster sind bei den sensorischen Messungen zu verzeichnen. Die meisten Resultate zeigen hier ähnliche Ergebnisse bei den Novizen wie bei den Experten, während sich die Fortgeschrittenen anders verhalten. Dieser Unterschied ist beim HABB für die Anzahl der Fixationen sogar signifikant. Bei der qualitativen Auswertung des HABB ist der gleiche Trend zu erkennen. Dieser ist aber inferenzstatistisch nicht abzusichern. Überraschend sind die signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen beim HOBB.

Experiment 3 -

Entwicklung der Expertise in der Lebensspanne

8 Ergebnisse

Bei den Hypothesenblöcken 8-13 geht es darum, die Entwicklung der Expertise von Handballtorhütern zu skizzieren. Hierzu werden die senso-motorischen Reaktionen der Torhüter bei allen vier Tests analysiert (vgl. Hypothesenblock 8-11). Zusätzlich wird beim HABB und beim HOBB das Blickbewegungsverhalten untersucht (vgl. Hypothesenblock 12-13) und auf Unterschiede zwischen den verschiedenen Altersgruppen geprüft.

8.1 Hypothesenblock 8

In Hypothesenblock 8 wird von der Grundannahme ausgegangen, dass die erwachsenen Experten des A-Kaders die beste Leistung (Reaktionsqualität) im HABB zeigen sollten. Zusätzlich werden sowohl senso-motorische (Reaktionszeit) als auch rein motorische (Bewegungszeit) Aspekte der Expertise bei einer domänen-spezifischen Aufgabe analysiert.

Resultate zur Hypothese H8.1

Betrachtet man bei der Reaktionsqualität die Mediane der Boxplots beim HABB, so sieht man, dass die Nationaltorhüter mit etwa 60 % die höchste Prozentzahl der richtigen Reaktionen erreichen (vgl. Abbildung 31). Gefolgt werden sie von den Juniorennationaltorhütern im B-Kader. Die Athleten des D- und C-Kaders erreichen einen durchschnittlich ähnlichen Wert, wobei sie überraschenderweise eine noch bessere Leistung zeigen als die ehemaligen Nationaltorhüter (Ex-Kader).

Bei der inferenzstatistischen Prüfung durch den Kruskal-Wallis-Test konnten keine Unterschiede zwischen den fünf Gruppen festgestellt werden ($H(4) = 6.86$; $p = .13$). Dies ist möglicherweise durch die beiden Ausreißer und die hohen Varianzen bei allen Gruppen zu erklären. Dennoch ist auf deskriptiver Ebene der erwartete lineare Trend in der jugendlichen Entwicklung zu erkennen.

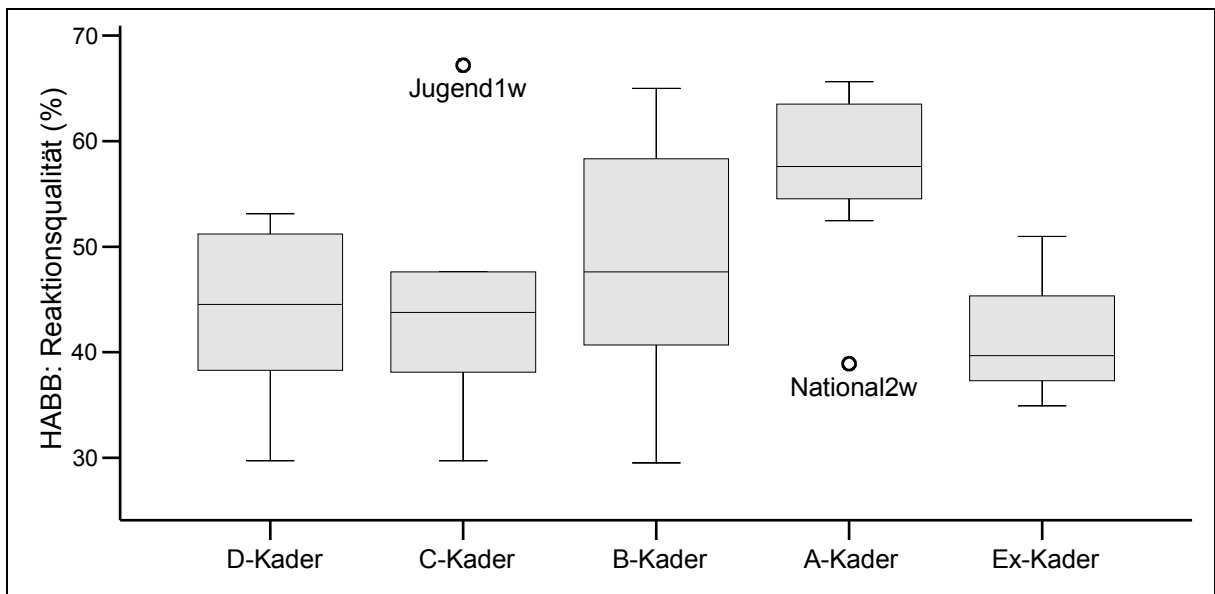


Abbildung 31. Vergleich der Reaktionsqualität zwischen D-Kader ($n = 8$), C-Kader ($n = 5$), B-Kader ($n = 9$), A-Kader ($n = 8$) und Ex-Kader ($n = 3$) in Prozent.

Resultate zur Hypothese H8.2

Bei der Reaktionszeit sieht man einen deutlichen Unterschied zwischen den aktiven Torhütern und den ehemaligen Nationaltorhütern (vgl. Abbildung 32). Die Ex-Kader-Athleten beginnen wesentlich früher mit den Bewegungen. Darüber hinaus fallen drei Ausreißer in den verschiedenen anderen Kadern auf.

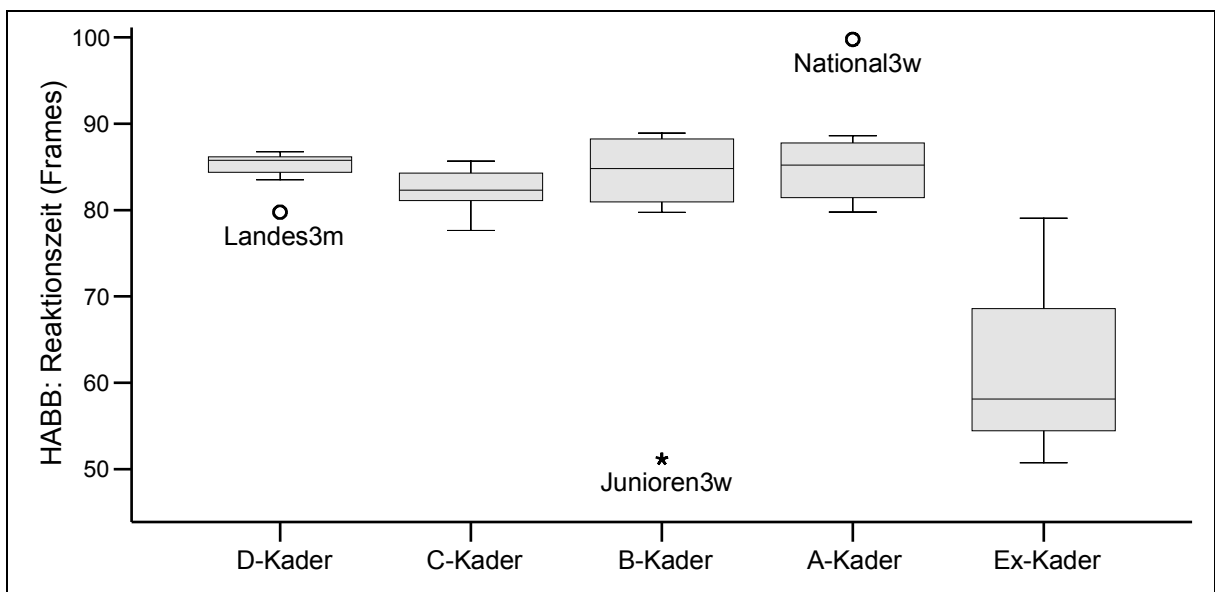


Abbildung 32. Vergleich der Reaktionszeit zwischen D-Kader ($n = 8$), C-Kader ($n = 5$), B-Kader ($n = 9$), A-Kader ($n = 8$) und Ex-Kader ($n = 3$) in Frames.

Bei der inferenzstatistischen Prüfung durch den Kruskal-Wallis-Test konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen gefunden werden ($H(4) = 9.19$; $p = .04$). Bei den Post-Hoc-Vergleichen konnten Unterschiede zwischen dem Ex-Kader und dem D-Kader ($U = 0.00$; $z = -2.45$; $p = .01$), dem B-Kader ($U = 2.00$; $z = -2.13$; $p = .04$) sowie dem A-Kader ($U = 0.00$; $z = -2.45$; $p = .01$) festgestellt werden.

Resultate zur Hypothese H8.3

Einen ähnlichen Trend kann man auch bei der Bewegungszeit erkennen (vgl. Abbildung 33). Auch hier sind die Ex-Kader die schnellsten Athleten. Dies liegt allerdings daran, dass sie nicht mehr die volle Bewegungsamplitude ausführen sollten und es wahrscheinlich auch bei dieser Wiederholungsanzahl nicht konnten. Daher werden diese Werte für die weiteren Schritte vernachlässigt.

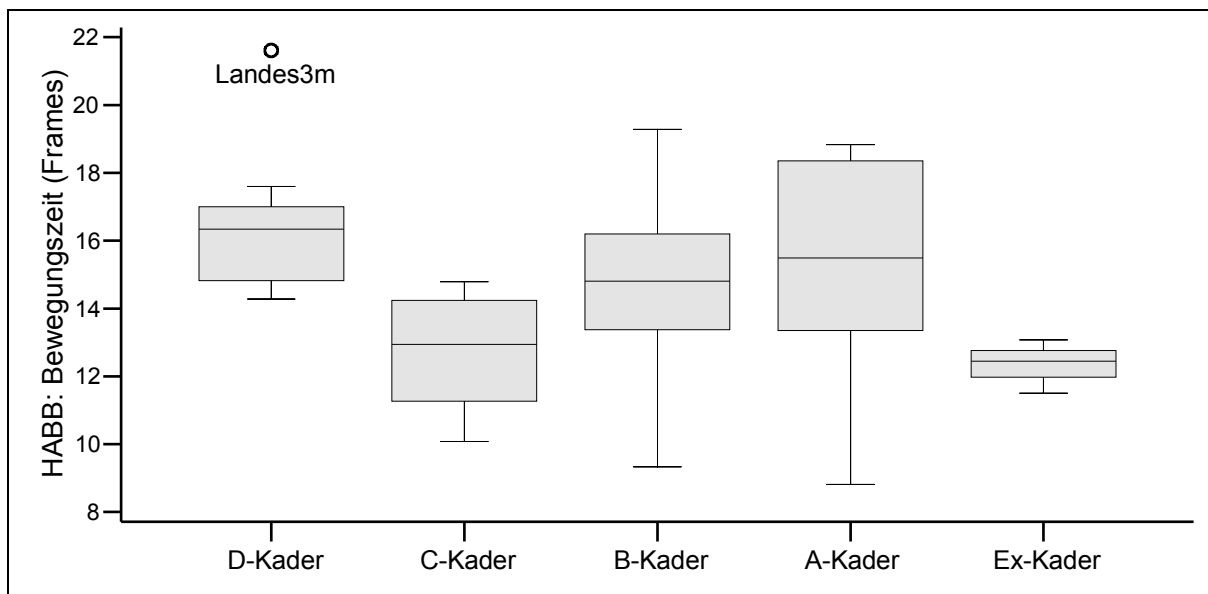


Abbildung 33. Vergleich der Bewegungszeit zwischen D-Kader ($n = 8$), C-Kader ($n = 5$), B-Kader ($n = 9$), A-Kader ($n = 8$) und Ex-Kader ($n = 3$) in Frames.

Betrachtet man die Mediane der verschiedenen Kader, so sieht man, dass die C-Kader den geringsten Wert haben. Des Weiteren sind die großen Varianzen für die A- und die B-Kader auffällig. Diese zeigen, dass die schnellsten Athleten bei den A-Kadern zu finden sind, auch wenn andere Torhüter eine langsamere Strategie aufweisen. Die inferenzstatistische Prüfung durch einen Kruskal-Wallis-Test konnte

keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen aufzeigen ($H(3) = 6.86$; $p = .07$).

Zusammenfassend kann man festhalten, dass die erwartete Entwicklung im jugendlichen Alter zu beobachten ist. Die A-Kader-Athleten zeigen die beste Reaktionsqualität. Überraschend ist der rapide Abfall an richtigen Lösungen bei den Ex-Kadern. Dies lässt sich durch den signifikant früheren Reaktionsbeginn erklären. Bei den Bewegungszeiten hingegen sind kaum Unterschiede zu erkennen.

8.2 Hypothesenblock 9

Im neunten Hypothesenblock sollen wiederum die senso-motorischen (Reaktionszeit) und die motorischen (Bewegungszeit) Aspekte der Expertise in einer domänen-spezifischen Aufgabe (HATO) untersucht werden. Zunächst soll allerdings mit der Skizzierung der Leistungsentwicklung (Reaktionsqualität) begonnen werden.

Resultate zur Hypothese H9.1

Bei der Reaktionsqualität kann man einen Anstieg der Leistung mit dem Alter erkennen (vgl. Abbildung 34). So weisen die Ex-Kader im Median die durchschnittlich beste Leistung auf, auch wenn einzelne Torhüter des A- und B-Kaders noch bessere Leistungen zeigen. Auffällig sind bei beiden Kadern die hohen Streuungen.

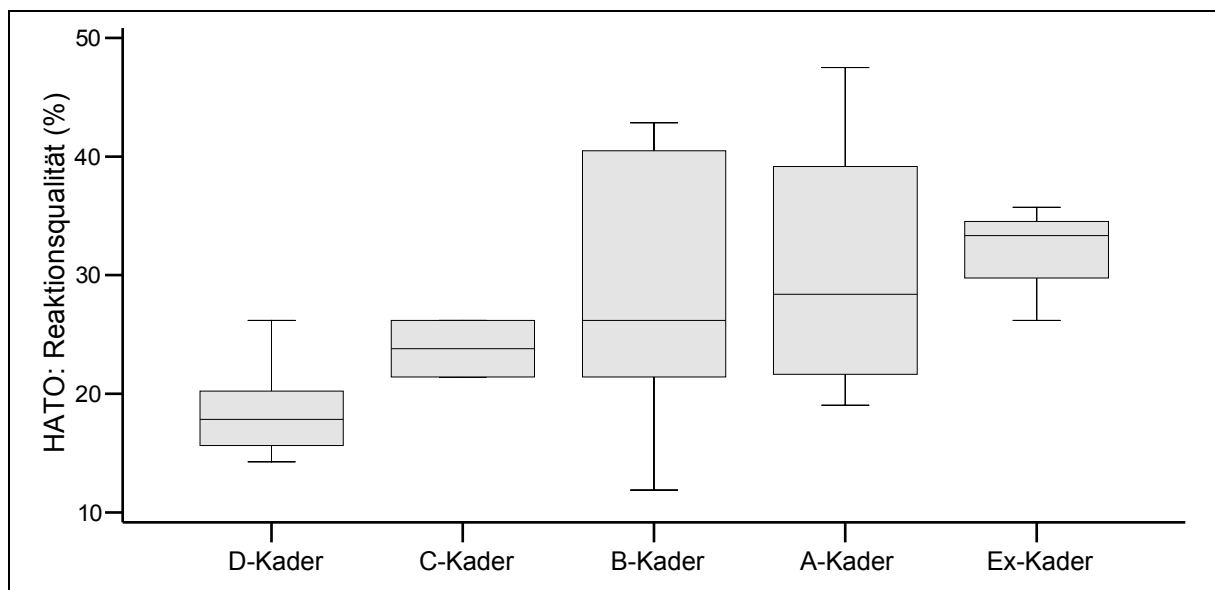


Abbildung 34. Vergleich der Reaktionsqualität zwischen D-Kader ($n = 8$), C-Kader ($n = 5$), B-Kader ($n = 9$), A-Kader ($n = 8$) und Ex-Kader ($n = 3$) in Prozent.

Bei der inferenzstatistischen Überprüfung konnten signifikante Unterschiede zwischen den fünf Altersstufen ermittelt werden ($H(4) = 9.53$; $p = .03$), nämlich zwischen dem D-Kader und dem A-Kader ($U = 6.00$; $z = -2.74$; $p < .01$) sowie zwischen dem D-Kader und dem Ex-Kader ($U = 0.50$; $z = -2.36$; $p = .02$). Für alle anderen Altersgruppen konnten jedoch keine signifikanten Unterschiede ermittelt werden.

Resultate zur Hypothese H9.2

Bei der Reaktionszeit fällt die hohe Streuung sowie der niedrige Median der Ex-Kader auf (vgl. Abbildung 35), während die anderen Altersgruppen eine deutlich geringere Streuung und höhere Mediane aufweisen. Die Unterschiede zwischen den Gruppen erscheinen insgesamt minimal.

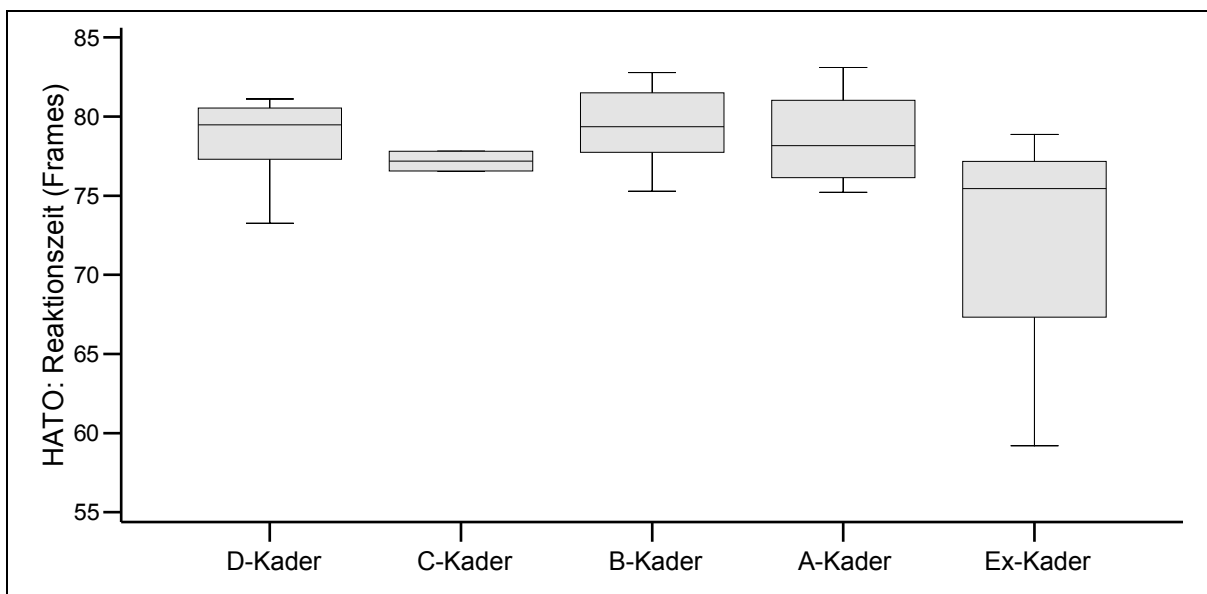


Abbildung 35. Vergleich der Reaktionszeit zwischen D-Kader ($n = 8$), C-Kader ($n = 5$), B-Kader ($n = 9$), A-Kader ($n = 8$) und Ex-Kader ($n = 3$) in Frames.

Bei der inferenzstatistischen Überprüfung durch einen Kruskal-Wallis-Test konnten daher auch keine signifikanten Differenzen gefunden werden ($H(3) = 4.11$; $p = .41$).

Resultate zur Hypothese H9.3

Ähnlich gering sind die Unterschiede bei der Bewegungszeit (vgl. Abbildung 36). Hier ist die Angabe der Ex-Kader zu vernachlässigen, da die älteren Torhüter

die Bewegungen nicht vollständig ausgeführt haben. Alle anderen Gruppen weisen ähnliche Streuungen und Mediane auf.

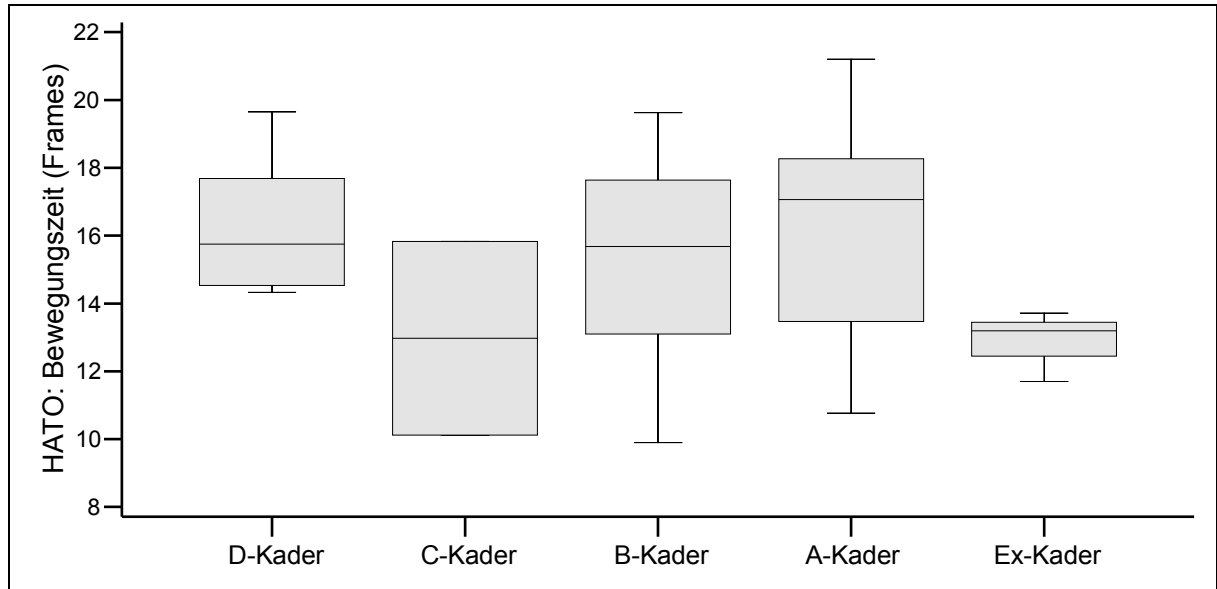


Abbildung 36. Vergleich der Bewegungszeit zwischen D-Kader ($n = 8$), C-Kader ($n = 5$), B-Kader ($n = 9$), A-Kader ($n = 8$) und Ex-Kader ($n = 3$) in Frames.

Dies bestätigt auch die inferenzstatistische Überprüfung, die keine signifikanten Unterschiede zwischen den Altersstufen erbrachte ($H(3) = 2.22$; $p = .56$).

Unter dem Strich kann man konstatieren, dass mit dem Alter die Reaktionsqualität beim HATO zunimmt. Dies ist verwunderlich, da beim HABB die Ex-Kader eine deutlich schlechtere Leistung als die anderen Altersgruppen zeigen. Einerseits konnten bei den Zeitmaßen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Altersstufen ermittelt werden. Andererseits überraschen bei den Reaktionszeiten die deutlich früheren Entscheidungen der Ex-Kader. Dieses Ergebnismuster ist auch beim HABB zu verzeichnen.

8.3 Hypothesenblock 10

Bei der unspezifischen Aufgabe des HOBW werden bei der Reaktionsqualität keine Unterschiede zwischen den Altersstufen erwartet. Jedoch wird vermutet, dass die Abwehrbewegungen denen beim Handball entsprechen, so dass ein Transfer der Expertise in diese Aufgabe im Bereich der Motorik (Bewegungszeit) erwartet wird. Dies sollte auch im Bereich der senso-motorik (Reaktionszeit) möglich sein.

Resultate zur Hypothese H10.1

Betrachtet man die Mediane der Reaktionsqualität, so kann man einen Anstieg im jugendlichen Alter erkennen (vgl. Abbildung 37). Die beiden erwachsenen Kader sind allerdings in ihrer zentralen Tendenz schlechter als der B-Kader, der wiederum eine sehr große Streuung in den erzielten Werten aufzeigt. Die Gruppen liegen mit ihren Mittelwerten teilweise nur im Bereich der Ratewahrscheinlichkeit von 25 %.

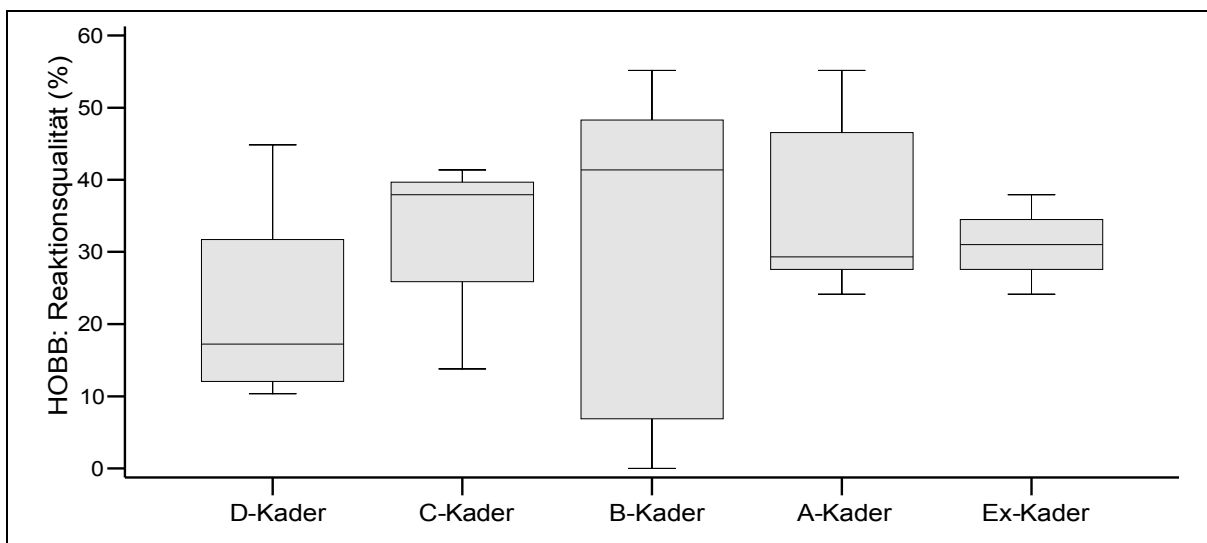


Abbildung 37. Vergleich der Reaktionsqualität zwischen D-Kader ($n = 8$), C-Kader ($n = 5$), B-Kader ($n = 9$), A-Kader ($n = 8$) und Ex-Kader ($n = 3$) in Prozent.

Bei der inferenzstatistischen Überprüfung konnten allerdings keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen ermittelt werden ($H(4) = 3.48$; $p = .50$).

Resultate zur Hypothese H10.2

Einen ähnlichen Trend kann man bei der Reaktionszeit erkennen (vgl. Abbildung 38). Auch hier haben die B-Kader-Torhüter den höchsten Wert, wobei dies bei der Reaktionszeit nicht der beste, sondern der schlechteste Wert ist. Zwischen den anderen vier Gruppen sind nur geringe Unterschiede zu erkennen.

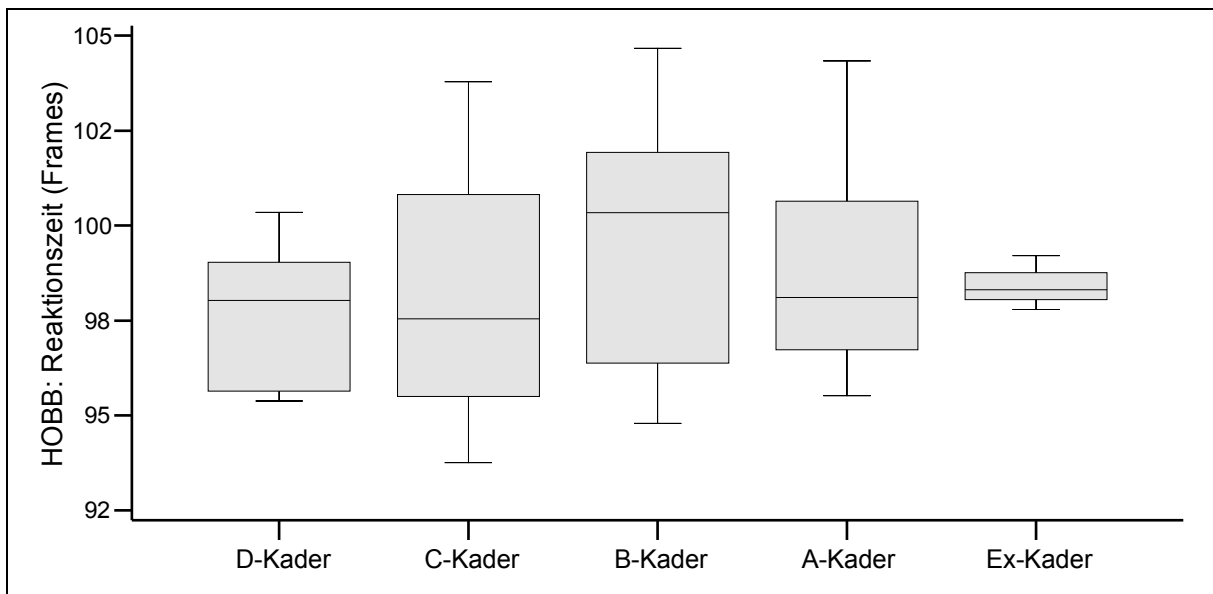


Abbildung 38. Vergleich der Reaktionszeit zwischen D-Kader ($n = 8$), C-Kader ($n = 5$), B-Kader ($n = 9$), A-Kader ($n = 8$) und Ex-Kader ($n = 3$) in Frames.

Bei der inferenzstatistischen Überprüfung durch einen Kruskal-Wallis-Test konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden ($H(4) = 1.89$; $p = .77$).

Resultate zur Hypothese H10.3

Bei der Betrachtung der Bewegungszeit kann ein umgekehrter Trend beobachtet werden (vgl. Abbildung 39). Die Zeiten werden bei den jugendlichen Athleten mit dem ansteigenden Alter geringer. Die A-Kader-Athleten sind im Median langsamer als die B-Kader-Torhüter, können aber im Einzelfall die beste Leistung zeigen. Die Ex-Kader-Daten sind der Vollständigkeit wegen aufgeführt, auch wenn sie wieder keine volle Bewegungsamplitude gezeigt haben.

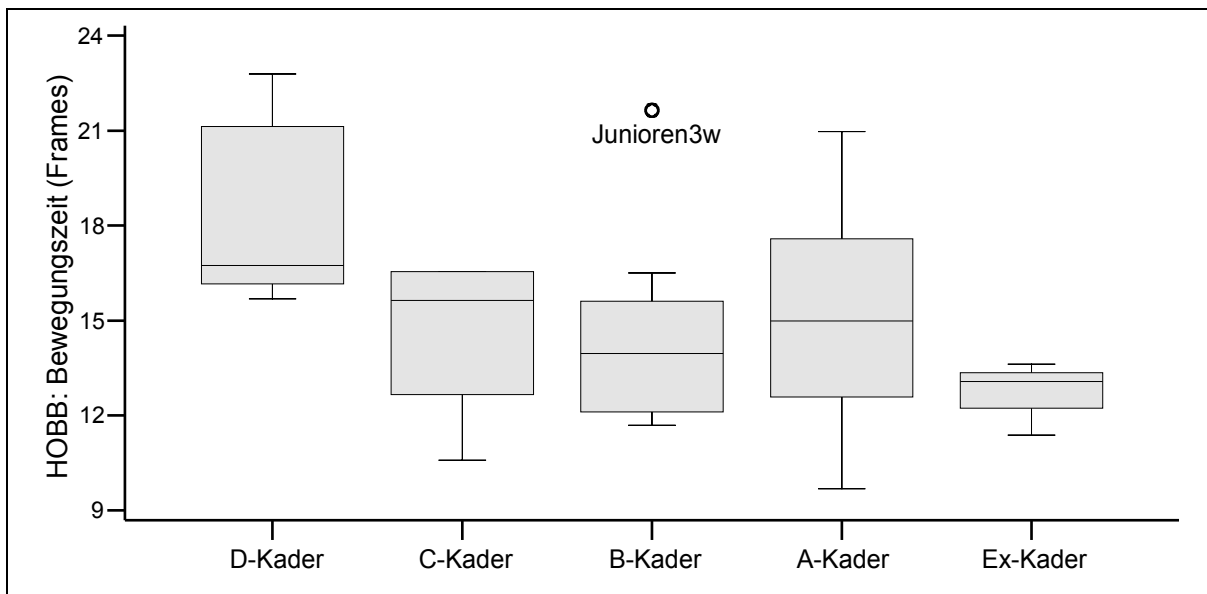


Abbildung 39. Vergleich der Bewegungszeit zwischen D-Kader ($n = 8$), C-Kader ($n = 5$), B-Kader ($n = 9$), A-Kader ($n = 8$) und Ex-Kader ($n = 3$) in Frames.

Bei der inferenzstatistischen Überprüfung ohne die Ex-Kader-Torhüter konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den vier Altersklassen aufgezeigt werden ($H(3) = 6.73$; $p = .08$).

In der Summe lässt sich feststellen, dass zwar auf deskriptiver Ebene leichte Trends im Bereich der Motorik zu beobachten sind, diese sich aber auf inferenzstatistischer Ebene nicht absichern lassen. Wie erwartet, konnten bei dieser domänenunspezifischen Aufgabe keine Unterschiede in der Reaktionsqualität zwischen den Altersstufen ermittelt werden. Einzig bei der Bewegungszeit, die - wie bereits dargestellt - domänen-spezifisch ist, können auf deskriptiver Ebene die erwarteten Entwicklungen nachgezeichnet werden.

8.4 Hypothesenblock 11

Beim Hypothesenblock 11 werden die Abwehrbewegungen der Handballtorhüter beim 8WRT thematisiert. Die Hypothesen in diesem Block erwarten Unterschiede zwischen den Altersstufen in allen zugehörigen abhängigen Variablen außer bei der Reaktionsqualität, da die Abwehrreaktion eine handballspezifische ist. Für die Reaktionsqualität wird ein Deckeneffekt prognostiziert.

Resultate zur Hypothese H11.1

Für die Reaktionsqualität beim 8WRT können wie erwartet nur geringe Unterschiede festgestellt werden. So zeichnen sich die A-Kader-Torhüter durch eine perfekte Reaktionsausführung aus. Bei den C-Kadern ist eine eher schlechte Leistung mit nur 80 % richtigen Entscheidungen zu verzeichnen, wobei auch hier der Median wie bei allen anderen Kadern über 95 % liegt. Bei der inferenzstatistischen Überprüfung wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Kadern ermittelt ($H(4) = 8.48$; $p = .06$).

Resultate zur Hypothese H11.2

Betrachtet man die Reaktionszeit beim 8WRT, so erkennt man zwischen den Kadern nur einen sehr geringen Unterschied, wobei allerdings auch nur eine sehr geringe Streuung zu beobachten ist (vgl. Abbildung 40). Die A-Kader reagieren am frühesten; mit absteigendem Alter steigt dann auch der Median an. Der Ex-Kader liegt in etwa auf einem Niveau zwischen dem A- und B-Kader.

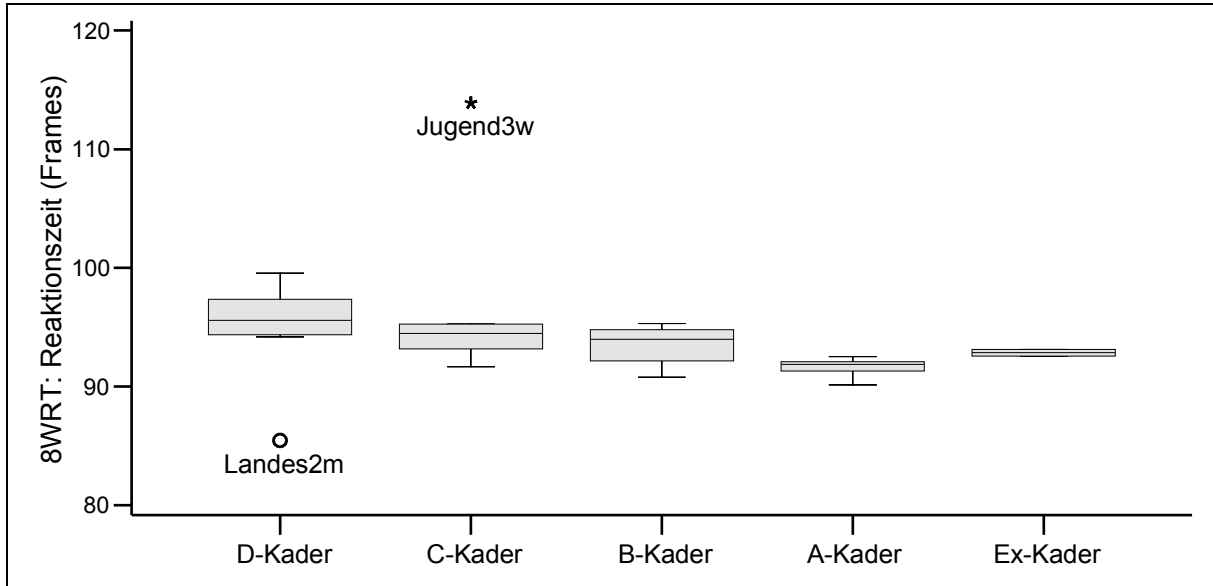


Abbildung 40. Vergleich der Reaktionszeit zwischen D-Kader ($n = 8$), C-Kader ($n = 5$), B-Kader ($n = 9$), A-Kader ($n = 8$) und Ex-Kader ($n = 3$) in Frames.

Bei der inferenzstatistischen Überprüfung konnte mittels eines Kruskal-Wallis-Tests ein signifikanter Unterschied zwischen den fünf Kadern festgestellt werden ($H(4) = 11.77$; $p < .01$). Bei den Post-Hoc-Tests wurden Unterschiede zwischen dem A-Kader und dem D-Kader ($U = 8.00$; $z = -2.52$; $p < .01$), dem C-Kader ($U =$

6.00; $z = -2.05$; $p = .05$), dem B-Kader ($U = 13.00$; $z = -2.21$; $p = .03$) sowie dem Ex-Kader ($U = 0.00$; $z = -2.09$; $p = .05$) aufgezeigt.

Resultate zur Hypothese H11.3

Für die Bewegungszeit beim 8WRT ist wiederum der Ex-Kader zu vernachlässigen, da nicht der volle Bewegungsumfang gezeigt wurde. Betrachtet man die anderen Kader, so kann festgestellt werden, dass die A-Kader die schnellsten Bewegungen ausführten und innerhalb ihrer Gruppe auch die größte Streuung aufweisen (vgl. Abbildung 41). Die Bewegungszeiten verringern sich mit zunehmenden Alter.

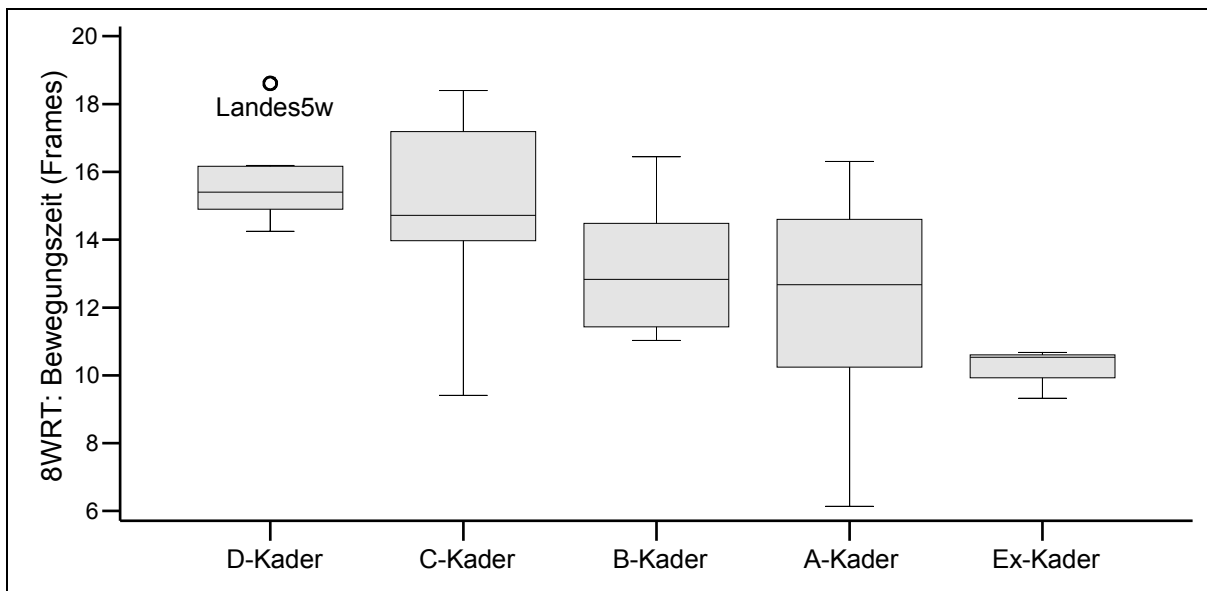


Abbildung 41. Vergleich der Bewegungszeit zwischen D-Kader ($n = 8$), C-Kader ($n = 5$), B-Kader ($n = 9$), A-Kader ($n = 8$) und Ex-Kader ($n = 3$) in Frames.

Bei der inferenzstatistischen Prüfung durch einen Kruskal-Wallis-Test konnten signifikante Unterschiede zwischen den vier Kadern festgestellt werden ($H(3) = 7.76$; $p = .04$). Bei den Post-Hoc-Tests konnten mittels mehrerer Mann-Whitney-U-Tests Unterschiede zwischen dem D-Kader und dem B-Kader ($U = 11.00$; $z = -2.41$; $p = .02$) sowie dem A-Kader ($U = 11.00$; $z = -2.21$; $p = .03$) aufgezeigt werden.

In der Gesamtbetrachtung des 8WRTs können - wie zuvor angenommen - signifikante Unterschiede in Bewegungs- und Reaktionszeit ermittelt werden. Auch der erwartete Deckeneffekt bei der Reaktionsqualität wurde bestätigt, wenngleich zwei Personen teilweise Probleme hatten, sich zu den korrespondierenden Ecken zu

bewegen. Die Diskussion dieser Ergebnisse im Kontext der anderen drei Tests verspricht spannend zu werden, da die Ergebnismuster teilweise diametral entgegengesetzt sind.

8.5 Hypothesenblock 12

Im Hypothesenblock 12 wird das Blickbewegungsverhalten der Torhüter untersucht. Dazu werden die drei quantitativen abhängigen Variablen Anzahl der Fixationen, relative und absolute Fixationsdauer betrachtet. Außerdem werden qualitativ die Fixationsregionen untersucht. Die verschiedenen Altersstufen sollten sich in allen Variablen signifikant voneinander unterscheiden.

Resultate zur Hypothese H12.1

Bei der Anzahl der Fixationen wird mit zunehmendem Alter eigentlich eine geringere Zahl hypothetisiert. Wie man jedoch in Abbildung 42 erkennen kann, steigt die Anzahl der Fixationen mit zunehmenden Alter an. Eine Ausnahme bildet hierbei der B-Kader, bei dem die Anzahl der Fixationen sinkt.

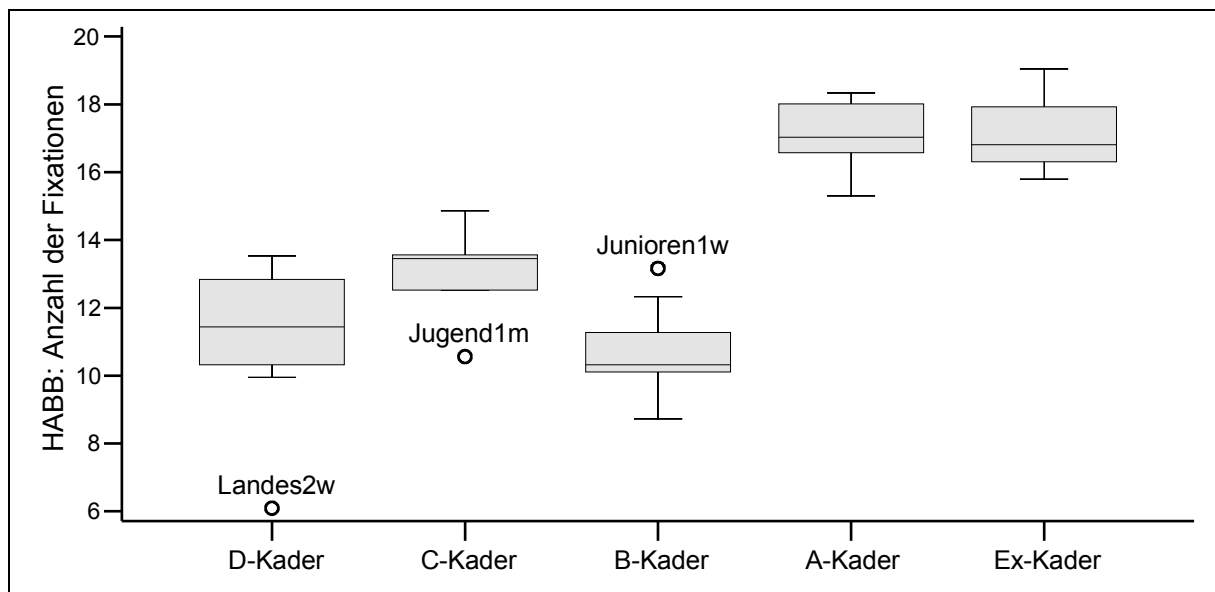


Abbildung 42. Vergleich der Anzahl der Fixationen zwischen D-Kader ($n = 8$), C-Kader ($n = 5$), B-Kader ($n = 9$), A-Kader ($n = 8$) und Ex-Kader ($n = 3$).

Bei einer inferenzstatistischen Prüfung konnten signifikante Unterschiede zwischen den Kadern ermittelt werden ($H(4) = 22.95$; $p < .01$). Die Post-Hoc-Tests mittels Mann-Whitney-U-Tests zeigten Unterschiede auf zwischen D- und A-Kader

($U = 0.00$; $z = -3.24$; $p < .01$) und zwischen A-, B- und C-Kader (BC: $U = 5.00$; $z = -2.33$; $p = .02$ / AC: $U = 0.00$; $z = -2.84$; $p < .01$ / AB: $U = 0.00$; $z = -3.33$; $p < .01$) sowie zwischen dem Ex-Kader und dem D-, C- und B-Kader (DEx: $U = 0.00$; $z = -2.45$; $p = .01$) / CEx: $U = 0.00$; $z = -2.24$; $p = .04$ / BEx: $U = 0.00$; $z = -2.45$; $p < .01$).

Resultate zur Hypothese H12.2

Ein geringfügig anderes Ergebnis erhält man für die relative Fixationsdauer. Zwar sind die Mediane der beiden erwachsenen Kader hoch, aber die C-Kader haben einen ähnlich hohen Wert (vgl. Abbildung 43). Ebenfalls erwähnenswert ist die hohe Streuung bei den D-Kader-Torhütern.

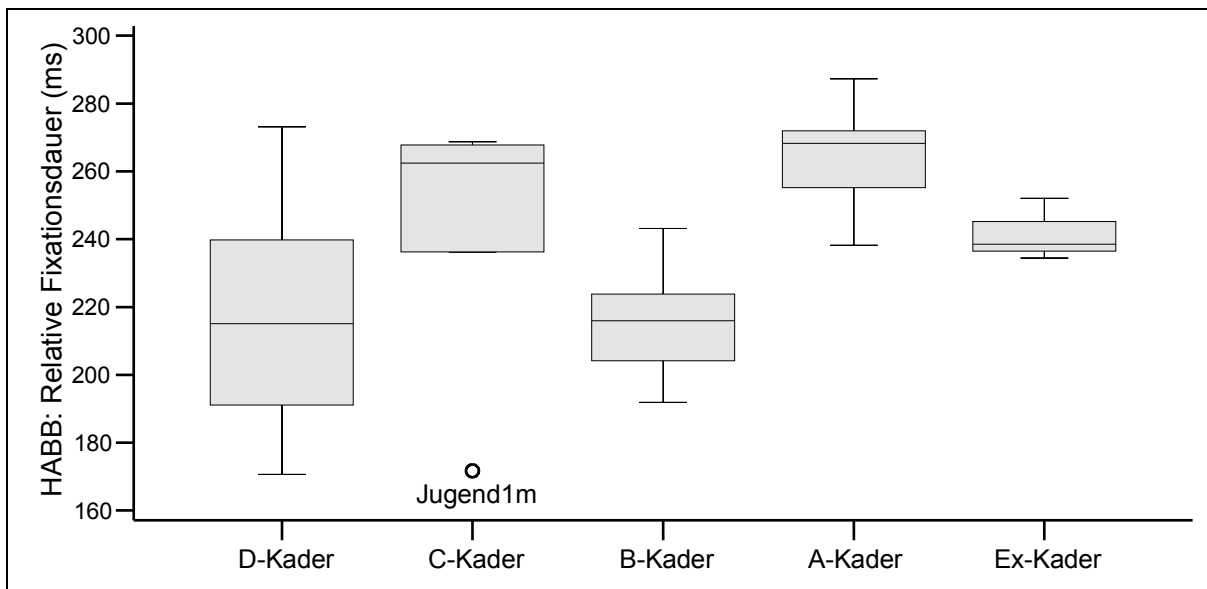


Abbildung 43. Vergleich der relativen Fixationsdauer zwischen D-Kader ($n = 8$), C-Kader ($n = 5$), B-Kader ($n = 9$), A-Kader ($n = 8$) und Ex-Kader ($n = 3$) in Millisekunden.

Die inferenzstatistische Prüfung durch einen Kruskal-Wallis-Test offenbart einen signifikanten Unterschied zwischen den verschiedenen Kadern ($H(4) = 13.42$; $p < .01$). Die Post-Hoc-Analyse mittels mehrerer Mann-Whitney-U-Tests zeigte Unterschiede zwischen D- und A-Kader ($U = 7.00$; $z = -2.43$; $p = .02$) sowie dem Ex-Kader ($U = 0.00$; $z = -2.44$; $p = .01$). Außerdem unterscheidet sich der B-Kader vom A-Kader ($U = 0.00$; $z = -3.33$; $p < .01$) und vom Ex-Kader ($U = 2.00$; $z = -2.13$; $p = .04$).

Resultate zur Hypothese H12.3

Bei der absoluten Fixationsdauer sind wieder höhere Mediane für die beiden erwachsenen Kader zu erkennen (vgl. Abbildung 44). Weiterhin ist die große Streuung bei den D-Kadern auffällig.

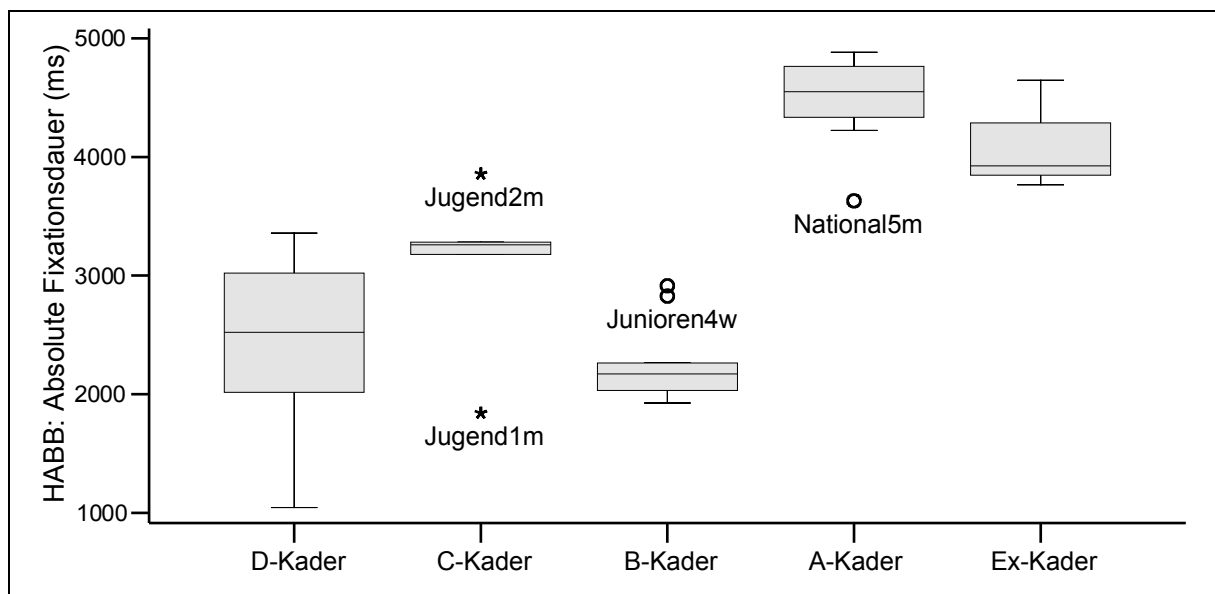


Abbildung 44. Vergleich der absoluten Fixationsdauer zwischen D-Kader ($n = 8$), C-Kader ($n = 5$), B-Kader ($n = 9$), A-Kader ($n = 8$) und Ex-Kader ($n = 3$) in Millisekunden.

Dennoch konnten signifikante Unterschiede zwischen den Kadern ermittelt werden ($H(4) = 21.47$; $p < .01$). Bei den Post-Hoc-Tests ergaben sich Unterschiede zwischen dem D-Kader und dem A-Kader ($U = 0.00$; $z = -3.24$; $p < .01$) sowie dem Ex-Kader ($U = 0.00$; $z = -2.44$; $p = .01$). Desgleichen unterscheidet sich der B-Kader vom A-Kader ($U = 0.00$; $z = -3.33$; $p < .01$) sowie vom Ex-Kader ($U = 0.00$; $z = -2.50$; $p < .01$). Schließlich differieren der A- und der C-Kader ($U = 1.00$; $z = -2.68$; $p < .01$) voneinander.

Resultate zur Hypothese H12.4

Bei der qualitativen Auswertung der Blickbewegungen werden die Fixationsregionen betrachtet. In Abbildung 45 kann man erkennen, dass die Torhüter hauptsächlich auf den Kopf, den Ball/Hand und auf die Wurfarmschulter schauen. Bei der Fixationsregion Kopf ist ein Anstieg mit dem Alter bis zum A-Kader erkennbar. Die Ex-Kader weisen einen ähnlichen Median wie die A-Kader auf. Bei der Region Ball/Hand zeigen insbesondere die A-Kader deutlich höhere Werte als die anderen

Kader. Die Nachwuchstorhüter achten zudem noch mit 10-20 % auf die Wurfarm-schulter. Auffällig ist zudem die hohe Streuung bei den Ex-Kader-Torhütern im Bereich der Gegenschulter. Hier gibt es einen Torhüter, der zu 50 % auf diese achtet.

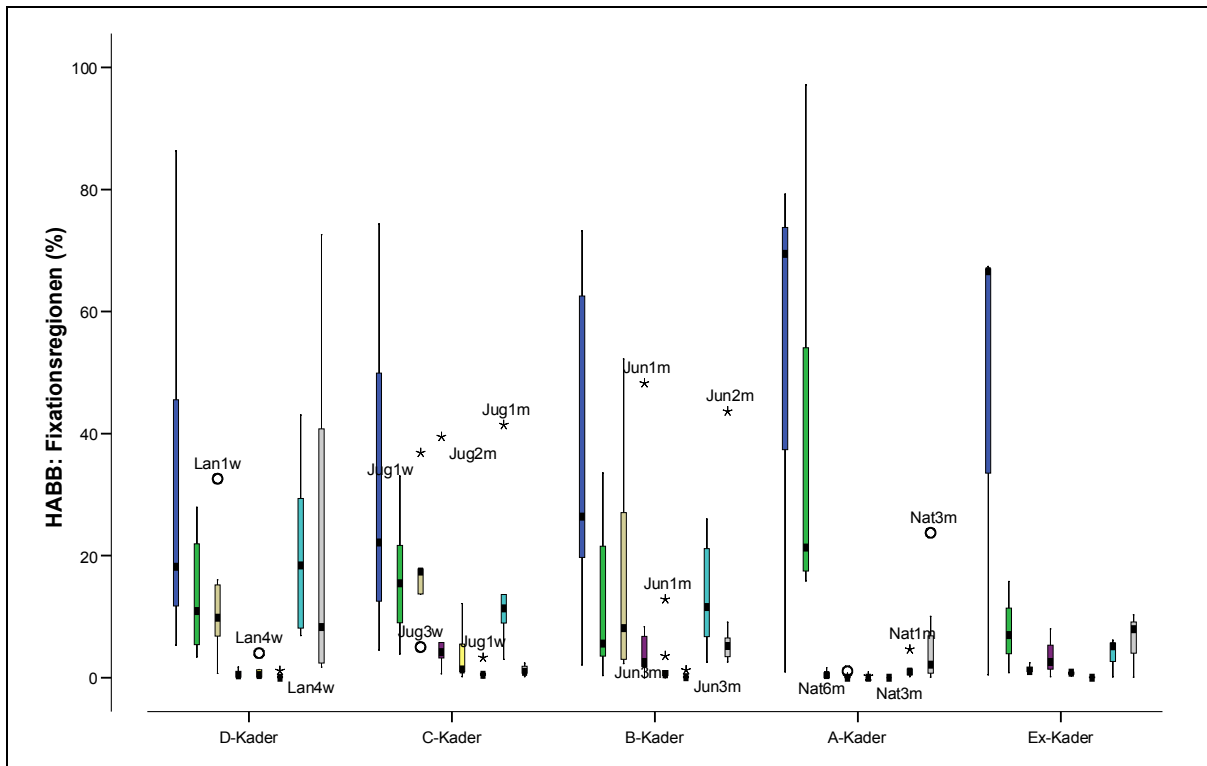


Abbildung 45. Vergleich der Fixationsregionen zwischen D-Kader ($n = 8$), C-Kader ($n = 5$), B-Kader ($n = 9$), A-Kader ($n = 8$) und Ex-Kader ($n = 3$) in Prozent (Fixationsregionen von links nach rechts: Kopf, Ball/Hand, Wurfarmschulter, Gegenschulter, Hüfte, Beine/Füße, sonstiges & fehlende Werte).

Inferenzstatistisch betrachtet, kann ein signifikanter Unterschied nur zwischen den Gruppen bei der Fixationsregion Wurfarmschulter ermittelt werden ($H(4) = 18.55$; $p < .01$). Bei den Fixationsregionen Kopf und Ball/Hand können diese nicht beobachtet werden. Bei den Post-Hoc-Tests durch mehrere Mann-Whitney-U-Tests konnten Unterschiede zwischen dem A-Kader und allen anderen Kadern konstatiert werden (AD: $U = 2.00$; $z = -3.16$; $p < .01$; AC: $U = 0.00$; $z = -2.94$; $p < .01$; AB: $U = 0.00$; $z = -3.47$; $p < .01$; AE: $U = 1.00$; $z = -2.27$; $p = .02$).

In der Gesamtheit kann eine Entwicklung bis in das Erwachsenenalter bei den sensorischen Kennziffern verzeichnet werden. Die langfristige Retention bei den Ex-Kadern scheint meist gegeben, da sie nicht wesentlich von den Ergebnissen der A-Kader abweichen. Auch bei den qualitativen Daten zu den Fixationsregionen ist dies zu beobachten.

8.6 Hypothesenblock 13

Für den Hypothesenblock 13 werden keine Unterschiede zwischen den Gruppen erwartet, da der HOBb keine domänen-spezifische Aufgabe ist. Ein Transfer der erworbenen Blickbewegungsmuster vom Handball zum Hockey scheint nicht möglich. Um die Daten vergleichen zu können, werden auch beim HOBb die Anzahl der Fixationen sowie die relative und die absolute Fixationsdauer analysiert.

Resultate zur Hypothese H13.1

Bei der Anzahl der Fixationen sieht man zwei verschiedene Verhaltensmuster (vgl. Abbildung 46). Bei den jugendlichen Torhütern liegt die Anzahl der Fixationen bei einem Median von etwa 10, wohingegen diese bei den erwachsenen Athleten ca. bei 15 liegt. Die höhere Anzahl der Fixationen bei den Erwachsenen spricht genauso wie bei Experiment 1 gegen die bisherigen Befunde im Bereich der Expertise.

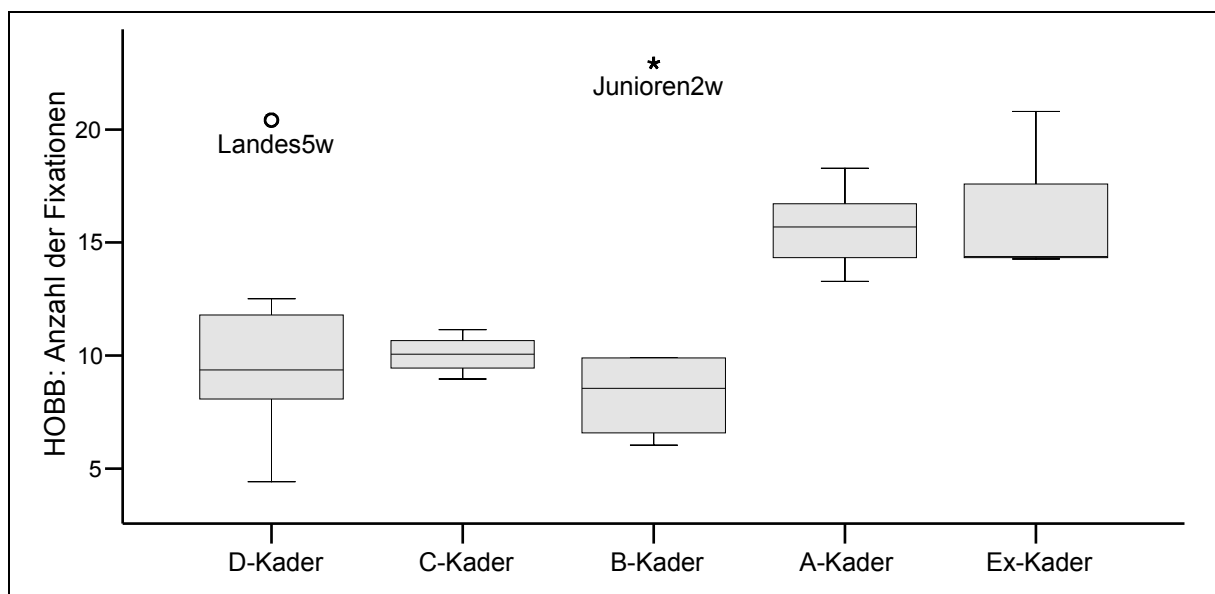


Abbildung 46. Vergleich der Anzahl der Fixationen zwischen D-Kader ($n = 8$), C-Kader ($n = 5$), B-Kader ($n = 9$), A-Kader ($n = 8$) und Ex-Kader ($n = 3$).

Diese deutlichen Differenzen konnten auch bei der inferenzstatistischen Überprüfung abgesichert werden ($H(4) = 14.05$; $p < .01$). Beim Post-Hoc-Test-Vergleich mittels Mann-Whitney-U-Tests konnten signifikante Unterschiede zwischen dem A-Kader und den D-, C- und B-Kadern ermittelt werden (AD: $U = 8.00$; $z = -2.52$; $p < .01$; AC: $U = 0.00$; $z = -2.72$; $p < .01$; AB: $U = 8.00$; $z = -2.52$; $p < .01$).

Ebenfalls offenbarten sich Unterschiede zwischen dem Ex-Kader und dem D-Kader ($U = 2.00$; $z = -2.04$; $p < .05$). Alle anderen Kaderpaare differieren nicht signifikant.

Resultate zu den Hypothesen H13.2 und H13.3

Bei der Betrachtung der relativen und absoluten Fixationsdauer sind sehr ähnliche Trends zu erkennen (vgl. Abbildung 47).

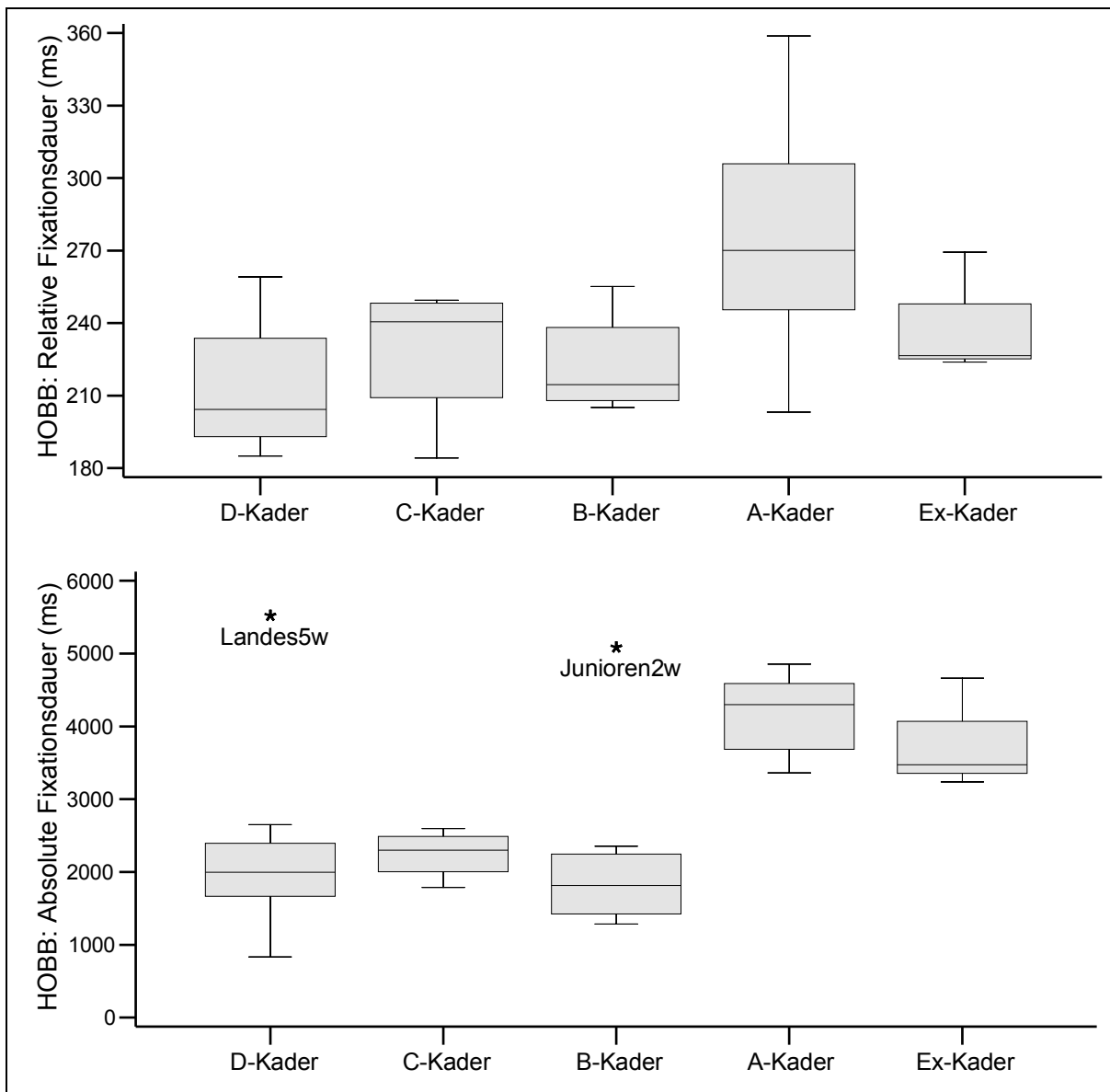


Abbildung 47. Vergleich der relativen und der absoluten Fixationsdauer zwischen D-Kader ($n = 8$), C-Kader ($n = 5$), B-Kader ($n = 9$), A-Kader ($n = 8$) und Ex-Kader ($n = 3$) in Millisekunden.

Bei beiden abhängigen Variablen haben die A-Kader-Torhüter den höchsten Median, wobei sie bei der relativen Fixationsdauer auch die größte Streuung aufweisen. Einen etwas geringen Median zeigen die Ex-Kader auf. Alle jugendlichen

Athleten haben deutlich geringere zentrale Tendenzen, wobei die C-Kader-Torhüter einen etwas höheren Median erkennen lassen. Auffällig sind die beiden Ausreißer beim B- und D-Kader, die genauso wie bei der Anzahl der Fixationen die höchsten Einzelwerte aufdecken. Dies ist durch die hohe Anzahl der Fixationen zu erklären, da sie bei der relativen Fixationsdauer nicht auffällig sind.

Bei der inferenzstatistischen Überprüfung konnten sowohl bei der relativen ($H(4) = 9.61$; $p = .04$) als auch bei der absoluten Fixationsdauer ($H(4) = 13.62$; $p < .01$) signifikante Unterschiede zwischen den Altersstufen errechnet werden. Bei den Post-Hoc-Vergleichen mittels Mann-Whitney-U-Tests werden bei der relativen Fixationsdauer nur signifikante Unterschiede zwischen dem A-Kader und dem D-Kader ($U = 6.00$; $z = -2.73$; $p < .01$) sowie dem B-Kader ($U = 12.00$; $z = -2.10$; $p = .04$) deutlich. Betrachtet man die absolute Fixationsdauer, kann man signifikante Unterschiede zwischen dem A-Kader und den D-, C- und B-Kadern ermitteln (AD: $U = 8.00$; $z = -2.52$; $p < .01$; AC: $U = 0.00$; $z = -2.72$; $p < .01$; AB: $U = 8.00$; $z = -2.52$; $p < .01$).

Resultate zur Hypothese H13.4

Auch beim HOBBS sollen die Fixationsregionen zwischen den einzelnen Altersstufen verglichen werden. In Abbildung 48 kann man deutliche Unterschiede erkennen. Die A-Kader weisen mit etwa 90 den höchsten Prozentsatz an Fixationen auf den ruhig liegenden Ball auf. Die jugendlichen Torhüter achten hierauf deutlich weniger. Bei ihnen ist ein Anstieg bei der Fixationsregion Schulter mit dem Alter zu verzeichnen. Außerdem sind bei ihnen die höchsten Prozentsätze an sonstigen Fixationsregionen zu erkennen, die trotz zweifacher Überprüfung nicht zuzuordnen sind.

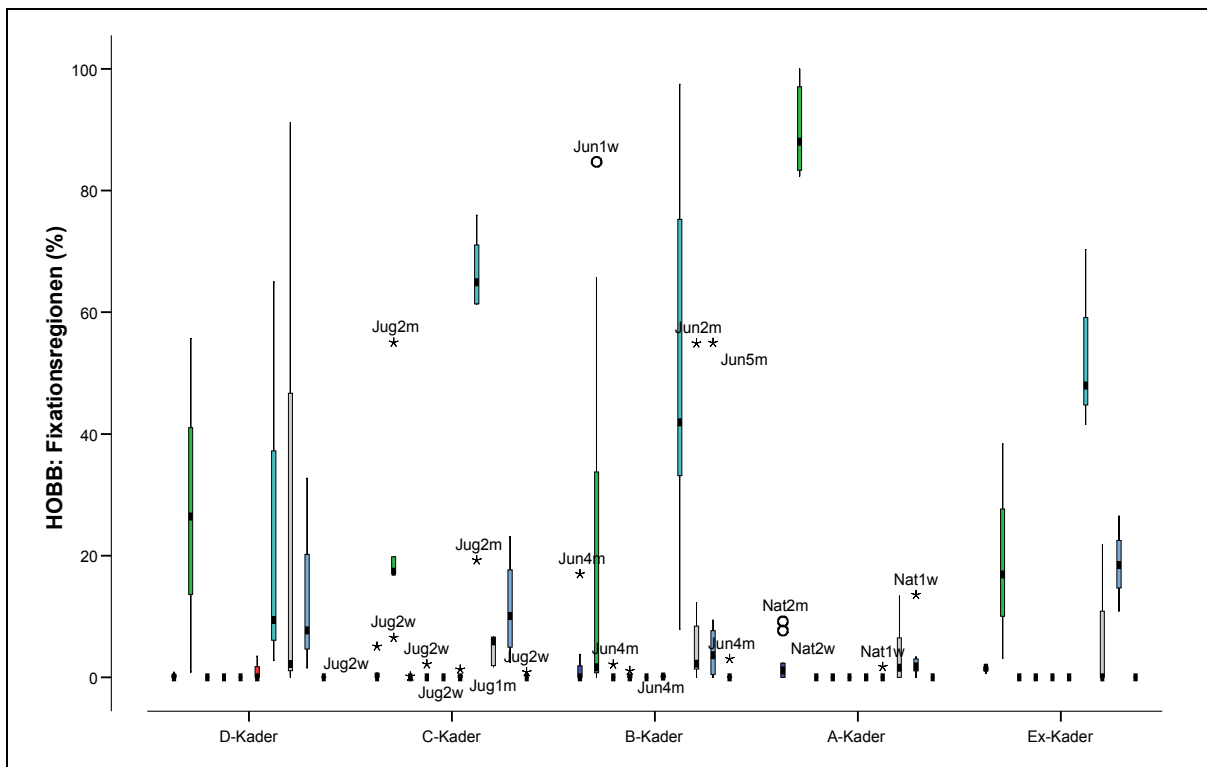


Abbildung 48. Vergleich der Fixationsregionen zwischen D-Kader ($n = 8$), C-Kader ($n = 5$), B-Kader ($n = 9$), A-Kader ($n = 8$) und Ex-Kader ($n = 3$) in Prozent (Fixationsregionen von links nach rechts: Kopf, Ball/Hand, Wurfarmschulter, Gegenschulter, Hüfte, Beine/Füße, sonstiges, fehlende Werte, Schläger & Schlagarm).

Bei der inferenzstatistischen Überprüfung der Fixationsregionen Ball ($H(4) = 15.09$; $p < .01$) und Schläger ($H(4) = 14.69$; $p < .01$) konnten signifikante Unterschiede festgestellt werden. Bei Post-Hoc-Tests mittels Mann-Whitney-U-Tests konnten bei der Fixationsregion Ball nur Unterschiede zwischen dem A-Kader und den anderen Kadern festgestellt werden (AD: $U = 0.00$; $z = -2.49$; $p < .01$; AC: $U = 0.00$; $z = -3.00$; $p < .01$; AB: $U = 7.00$; $z = -2.79$; $p < .01$; AE: $U = 0.00$; $z = -2.49$; $p < .01$). Bei der Fixationsregion Schläger konnten diese Unterschiede nur zwischen dem A-Kader und dem C-, dem B- sowie dem Ex-Kader festgestellt werden (AC: $U = 1.00$; $z = -2.87$; $p < .01$; AB: $U = 4.00$; $z = -3.08$; $p < .01$; AE: $U = 0.00$; $z = -2.50$; $p < .01$).

Summa summarum kann man festhalten, dass auch beim HOBB Unterschiede zwischen den jugendlichen und den erwachsenen Torhütern festzustellen sind. Dies ist sowohl bei den quantitativen als auch bei den qualitativen Auswertungen zu beobachten.

9 Zusammenfassung

Auch für das Experiment 3 sollen die Ergebnisse nochmals tabellarisch aufbereitet werden, so dass dem Leser ein besserer Überblick möglich wird (vgl. Tabelle 7).

Tabelle 7

Experiment 3 -

Überblick zu den inferenzstatistischer Vergleich zwischen D-Kader ($n = 8$), C-Kader ($n = 5$), B-Kader ($n = 9$), A-Kader ($n = 8$) und Ex-Kader ($n = 3$)

	HABB		HATO		HOBB		8WRT	
Reaktionsqualität	CDE B A	ns	DCB A E	*	D AECB	ns	D-E	ns
Reaktionszeit	A-D E	*	A-D E	ns	BEADC	ns	DCBEA	*
Bewegungszeit	CBAD	ns	A BD C	ns	DCAB	ns	DCBA	*
Anzahl der Fixationen	D-B AE	*	kd	kd	D-B A-E	*	kd	kd
Relative Fixationsdauer	DB ACE	*	kd	kd	D-E A	*	kd	kd
Absolute Fixationsdauer	DB C AE	*	kd	kd	D-B A-E	*	kd	kd
Fixationsregionen	E-B A	*	kd	kd	E-B A	*	kd	kd

Bemerkung. Erstes Zeichen deskriptiv, zweites Zeichen inferenzstatistisch, kd keine Daten, * signifikant und ns nicht signifikant. Die Buchstaben A-E geben die Reihenfolge der einzelnen Kader an, wobei Leerzeichen einen Unterschied bedeuten. CDE B A bedeutet bspw. einen Unterschied zwischen dem B-, dem A-Kader und den anderen Kadern.

Das Ziel der Teilstudie war es, die Entwicklung der Expertise von Handballtorhütern in der Lebensspanne aufzuzeigen. Betrachtet man die Reaktionsqualitäten bei den verschiedenen Tests, so fällt auf, dass beim HABB ein linearer Anstieg im jugendlichen Alter zu erkennen ist, wobei die Ex-Kader eine schlechtere Leistung zeigen. Dagegen ist beim HATO ein ähnlicher Anstieg zu verzeichnen. Hier zeigen allerdings die Ex-Kader signifikant die beste Leistung. Für die unspezifischen Tests kann diese Überlegenheit der erwachsenen Torhüter nicht mehr festgestellt werden. Bei der Reaktionszeit ist ein ähnlicher Trend zu erkennen. Bei den spezifischen Tests (HABB+HATO) zeigen die Ex-Kader die beste Leistung. Dieses Ergebnis-muster verschwindet bei den unspezifischen Tests (HOBB+8WRT). Bei den Bewegungszeiten sind unerwartete Resultate zu registrieren. Für die Tests HABB, HATO und HOBB erhält man keinerlei hypothesenkonforme Trends. Einzig beim 8WRT brillieren die A-Kader mit der kürzesten Bewegungszeit. Hier ist insgesamt ein linearer Anstieg der Leistung im jugendlichen Alter zu verzeichnen.

Im Gegensatz zum Experiment 2 sind bei den sensorischen Resultaten klare Trends zu erkennen. Wie im Hypothesenblock 12 erwartet, zeigen die beiden erwachsenen Gruppen eine höhere Anzahl an Fixationen sowie eine längere relative wie absolute Fixationsdauer beim HABB. Überraschend allerdings ist das selbe Ergebnismuster beim HOB. Die ermittelten Resultate der Experimente sollen im Folgenden als Gesamtstudie interpretiert werden.

III Diskussion

Zum Abschluss der vorliegenden Arbeit sollen die Ergebnisse vor dem ausgeführten theoretischen Hintergrund interpretiert werden (Kapitel 10). Anschließend soll aus theoretischer Perspektive diskutiert werden (Kapitel 11), inwieweit es gelungen ist, die drei Stufen des „Expert Performance Approaches“ nachzuvollziehen. Vor dem Hintergrund der Ergebnisse wird diese Rahmenkonzeption und die Rolle der „deliberate practice“ diskutiert. Ebenso werden die gesetzte Definition von Expertise in den Fokus der Aufmerksamkeit gerückt. In einem weiteren Schritt werden die methodischen Probleme und Vorteile der Studie thematisiert (Kapitel 12). Des Weiteren wird ein Ausblick auf weitere Forschungsfragen gegeben (Kapitel 13).

10 Interpretation der Ergebnisse

Zunächst wird nochmals eine *Zusammenfassung der Resultate* in tabellarischer Form gegeben. Hierbei wird auf eine Ausführung der Ergebnisse verzichtet, da sie bereits in den Zusammenfassungen der Teilstudien zu lesen sind. Dennoch soll die Tabelle 8 im Folgenden einen Überblick über die Ergebnisse bieten.

Tabelle 8
Studie -

Überblick zu den inferenzstatistischen Vergleichen zwischen Experten (n = 8), Fortgeschrittenen (n = 4) und Novizen (n = 5) [oben] sowie zwischen D-Kader (n = 8), C-Kader (n = 5), B-Kader (n = 9), A-Kader (n = 8) und Ex-Kader (n = 3) [unten]

Experiment 1 + 2	HABB		HATO		HOBB		8WRT	
Reaktionsqualität	+	*	+	ns	-	ns	o	ns
Reaktionszeit	-	ns	-	ns	-	ns	+	*
Bewegungszeit	+	*	+	ns	+	ns	+	*
Anzahl der Fixationen	o	*	kd	kd	o	ns	kd	kd
Relative Fixationsdauer	o	ns	kd	kd	o	ns	kd	kd
Absolute Fixationsdauer	o	ns	kd	kd	o	ns	kd	kd
Fixationsregionen	o	ns	kd	kd	+	*	kd	kd

Experiment 3	HABB		HATO		HOBB		8WRT	
Reaktionsqualität	CDE B A	ns	DCBA E	*	D AE CB	ns	D-E	ns
Reaktionszeit	A-D E	*	A-D E	ns	BEADC	ns	DCBEA	*
Bewegungszeit	CBAD	ns	A BD C	ns	DCAB	ns	DCBA	*
Anzahl der Fixationen	D-B AE	*	kd	kd	D-B A-E	*	kd	kd
Relative Fixationsdauer	DB ACE	*	kd	kd	D-E A	*	kd	kd
Absolute Fixationsdauer	DB C AE	*	kd	kd	D-B A-E	*	kd	kd
Fixationsregionen	E-B A	*	kd	kd	E-B A	*	kd	kd

Bemerkung. Erste Spalte deskriptiv, zweite Spalte inferenzstatistisch, + Vorteil Experten, - Vorteil Novizen, o kein Unterschied, kd keine Daten, * signifikant und ns nicht-signifikant. Die Buchstaben A-E geben die Reihenfolge der einzelnen Kader an, wobei Leerzeichen einen Unterschied bedeuten.

Die *Identifikation von Expertise* ist das erste Ziel innerhalb des „Expert Performance Approaches“. In Experiment 1 wurde versucht, dieses Ziel durch eine Testbatterie zu erreichen. Es wurden sowohl domänen-spezifische (HABB und HATO) als auch unspezifische Tests (HOBB und 8WRT) gewählt, um die Expertise aufzuzeigen. Als Kriterium wurde einzig die Reaktionsqualität genutzt, da im Spiel am Ende nur zählt, ob ein Ball gehalten wurde oder nicht.

Hypothesenkonform konnten deskriptive Leistungsunterschiede zwischen den Experten und den Novizen beim HABB und beim HATO festgestellt werden. Die fehlende Signifikanz beim HATO ist einerseits durch die geringe Stichprobengröße zu erklären. Andererseits wurde in Experiment 1 eine positiv zu erwähnende Kontrollgruppenauswahl getroffen. Regionalligatorhüter als eine der beiden Vergleichsgruppen zu wählen, folgt der Forderung von Dreyfus und Dreyfus (1986) nach qualifizierten Kontrollgruppen in der Expertiseforschung. Hierdurch wird es allerdings auch deutlich schwieriger, signifikante Unterschiede bei kleinen Stichprobengrößen zu zeigen.

Auf deskriptiver Ebene ist der erwartete Trend eindeutig zu erkennen. Dass es sich um eine domänen-spezifische Expertise handelt, kann durch die fehlenden Unterschiede und den gegenläufigen Trend bei den unspezifischen Tests festgestellt werden. Insgesamt lässt sich also konstatieren, dass insbesondere der HABB, aber auch eingeschränkt der HATO, zur Identifikation von Expertise bei Handballtorhütern geeignet ist. Auch die Wahl der unspezifischen Tests lässt interessante Aspekte bei weiteren Teilstudien erhoffen, da sie möglicherweise darüber Aufschluss geben können, ob Teilaspekte von Expertise transferierbar sind.

Die Identifikation der *Mechanismen der Expertise* war das Ziel des zweiten Schritts innerhalb des „Expert Performance Approaches“. Dies sollte in Experiment 2 mittels Prätestmanipulationen und Dumtestmessungen gelingen. Ausgehend von einem einfachen Informationsverarbeitungsansatz wurde versucht, drei mögliche Aspekte von Expertise während der Tests zu erheben. Als erstes wurde die Sensorik der Untersuchungsteilnehmer mittels Blickbewegungsregistratur erhoben. Die abhängigen Variablen Fixationsregionen, Anzahl der Fixationen sowie die relative und absolute Fixationsdauer sollten dabei Aufschluss über die sensorische Expertise geben. Zweitens sollte die senso-motorische Expertise durch die Reaktionszeit erfasst werden. Und drittens sollte die Bewegungszeit die motorische Expertise widerspiegeln.

Für die motorische Expertise wurden Unterschiede bei allen vier Tests hypothesisiert, da die notwendigen Bewegungen bei allen Aufgaben gleich waren und diese von den Torhütern hochtrainiert sein sollten. Erwartungsgemäß konnte bei allen vier Tests auf deskriptiver Ebene die Überlegenheit der Experten gezeigt werden. Insbesondere beim HABB als auch beim 8WRT konnten signifikante Unterschiede ermittelt werden. Das Ergebnismuster spricht für die Güte der Tests, ist aber nicht weiter überraschend.

Bei der senso-motorischen Expertise allerdings ergaben sich unerwartete Ergebnisse. Entgegen der Hypothesen zeigen die Experten bei dem HABB, dem HATO und dem HOBH höhere Reaktionszeiten als die Novizen. Erwartet worden war jedoch eine frühere Reaktion seitens der Experten. Noch erstaunlicher erscheint dieses Ergebnis, wenn man die signifikante Überlegenheit der Experten beim 8WRT sieht. Die Experten sind also durchaus in der Lage, schneller (unspezifische) Reize in eine motorische Reaktion umzuwandeln, nutzen diese Fertigkeit aber offensichtlich nicht bei den drei anderen Tests. Betrachtet man nochmals die Bewegungszeit, dann wird deutlich, dass die Experten aufgrund der schnelleren Bewegungszeit länger Zeit haben, um auf einen Wurf zu reagieren. Da ein Torhüter die Aufgabe hat, zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort zu sein (vgl. Schorer & Müller, 2000), erscheint es logisch, dass Torhüter versuchen, rechtzeitig und nicht frühzeitig in der jeweiligen Ecke zu sein. Eine zu frühe Reaktion könnte dem Werfer möglicherweise Chancen zum Umentscheiden bieten. Eine zu späte Abwehr dagegen führt zum To-

rerfolg des Werfers. Diese „Being-just-in-time“-Strategie scheint daher ein wesentliches Kriterium für die Expertise von Handballtorhütern zu sein. Die Strategie erscheint insbesondere bei Sportarten hochplausibel, bei denen das Timing einer Reaktion auf den Gegner essentiell ist.

Bei der sensorischen Expertise wurden beim HABB nur Unterschiede zwischen den Experten und Novizen bei der Anzahl der Fixationen gefunden. Erstaunlicherweise zeigen die Experten mehr Fixationen als die Novizen, was im Gegensatz zu fast allen anderen Studien steht (vgl. Abernethy, 1990; Vickers, 1992; Williams et al., 1993; Williams & Davids, 1998). Außerdem können keinerlei Unterschiede bei den anderen abhängigen Variablen für den HABB entdeckt werden. Dies überrascht auf den ersten Blick. Wenn man sich allerdings die zeitliche Struktur des Siebenmeterwurfs betrachtet, wird deutlich, dass während des eigentlichen Wurfs mit einer Dauer von ca 300 ms nur zwei Fixationen möglich sind. Die Auswertung erfolgte allerdings über die komplette Videodauer von 4000 ms. Möglicherweise tasten die Experten in der Vorbereitungsphase des Wurfs mehr „verräterische“ Merkmale beim Werfer mit ihren Augen ab. Allerdings ist hier eine der methodischen Schwächen der Studie zu attestieren. Der nicht näher beschriebene Versuch mittels des Quiet-Eye-Phänomens die Auswertung zu ergänzen, führt auch nur zu marginalen Unterschieden zwischen den Gruppen (vgl. Vickers, 1996b). Ebenso konnten keine Unterschiede beim HABB beobachtet werden, wobei dieser hypothesenkonforme Befund aufgrund der fehlenden Differenzen beim HABB nicht durch die mangelnde Expertise der Nationaltorhüter erklärt werden konnte.

Die *Entwicklung der Expertise* zu untersuchen, ist das Ziel des dritten Schrittes des „Expert Performance Approaches“. Auch hier wurde die Testbatterie genutzt, um die sensorische, die senso-motorische und die motorische Expertise zu erfassen. Zunächst muss allerdings geklärt werden, in welchen Tests eine Entwicklung in der Reaktionsqualität überhaupt zu erkennen sind. Beim HABB und beim HATO sind erwartungsgemäß im jugendlichen Alter ansteigende Leistungen zu verzeichnen. Bei den unspezifischen Tests sind keine altersgestuften Resultate zu verzeichnen, so dass erneut die domänen-spezifische Expertise für Handballtorhüter identifiziert werden konnte. Überraschend sind die Ergebnisse der Ex-Kader bei den spezifischen Tests. Während die Spitzenleistung der A-Kader-Torhüter beim HATO

sogar von den Ex-Kadern übertroffen werden konnte, reihten sie sich beim HABB in die Mitte der Leistungen ein.

Um diese Resultate besser einordnen zu können, müssen zunächst die sensorischen Kennzahlen betrachtet werden. Wenn hier die Ex-Kader deutlich schlechtere Reaktionszeiten zeigen, könnte dies im Sinne eines „Speed-Accuracy-Trade-Offs“ interpretiert werden. Wenn diese allerdings eine ebenso schnelle oder gar noch schnellere Reaktion zeigen, müsste man dies mit einer für die Ex-Kader früher möglichen Antizipation erklären. Bei der sensorischen Expertise zeigen die Ex-Kader bei den spezifischen Tests die früheste Reaktion. Sie sind also in der Lage, früher als die anderen Untersuchungsteilnehmer richtig zu antizipieren. Im jugendlichen Alter ist ein Anstieg der Leistung mit dem höherem Alter zu verzeichnen. Die ältesten Torhüter dieses Altersbereichs zeigen also (wie erwartet) die kürzeste Reaktionszeit. Dies ist auch beim unspezifischen 8WRT zu verzeichnen.

Ein Transfer in die Sportart Hockey scheint allerdings unmöglich, da hier die C-Kader- und die D-Kader-Torhüter die besten Leistungen zeigen. Möglicherweise sind beim HABB keinerlei determinierende Reize für ältere Torhüter zu erkennen. Bei den beiden spezifischen Tests und dem 8WRT gibt es Stimuli, die mit einer hohen Prozentzahl definieren, welche Abwehrreaktion von Nöten ist. Diese scheinen für den älteren Handballtorhüter in der Sportart Hockey nicht so schnell erkennbar.

Die Resultate der motorischen Expertisen zeigen bei den drei Sportspieletests keinen klaren Alterstrend auf. Dies erstaunt, da doch eigentlich eine schnellere Bewegung der Erwachsenen hypothetisiert worden ist. Einzig beim 8WRT zeigen die A-Kader-Torhüter kürzere Bewegungszeiten als die Nachwuchstorhüter. Durch die belegte Möglichkeit der schnelleren Bewegung wird die langsamere motorische Ausführung als intentional interpretiert. Auch hier scheinen die Torhüter eine „Being-just-in-time“-Strategie anzuwenden. Wenn diese „Being-just-in-time“-Strategie aber tatsächlich ein wesentliches Merkmal der Expertise von Sportlern ist, dann ergeben sich einige neue Interpretationsmöglichkeiten - vielleicht sogar Notwendigkeiten - für andere Studien. Die bisher getroffenen Schlussfolgerungen, dass eine schnellere Reaktionszeit auch gleichzeitig für eine bessere Leistung und damit für Expertise steht, erscheint vor diesem Hintergrund zumindest problematisch. So er-

scheint es plausibel, dass es einen bestimmten und eben nicht so früh wie möglichen Zeitpunkt gibt, zu dem die Reaktion erfolgen muss.

Bei der sensorischen Expertise in Experiment 3 überrascht nach den hypothesenkonformen Resultaten in Experiment 2 das klare Ergebnismuster beim HABB. Bei allen drei abhängigen Variablen zeigt sich hypothesenkonform ein Anstieg mit dem Alter. Die Ex-Kader zeigen hierbei einen ähnlich hohen Wert wie die A-Kader-Torhüter. Unerwarteter Weise zeigen sich genau diese Trends auch beim HOBB. Auch hier haben die erwachsenen Torhüter die höchsten Werte. Dies suggeriert zunächst zwei verschiedene Interpretationsmöglichkeiten: Zum einen könnte die Anzahl der Fixationen sowie die relative und absolute Fixationsdauer mit wachsendem Alter ansteigen. Zum anderen könnte ein Transfer der sensorischen Expertise der Grund hierfür sein. Betrachtet man die qualitativen Ergebnisse, so kann man eine starke Fixierung auf die Ball- und die Hand-Region festgestellt werden. Anscheinend kann auch hier eine Strategie bei den Torhütern beobachtet werden. Der Transfer einer Strategie scheint also möglich, wenngleich die Resultate bei der Reaktionsqualität gegen eine positive Verknüpfung sprechen.

11 Theoretische Diskussion

Abschließend lässt sich konstatieren, dass der „*Expert Performance Approach*“ eine gute theoretische Rahmenkonzeption zum Studium der Expertise bietet. Er gibt einen Rahmen vor, der die verschiedenen Experimente dieser Studie in sinnvolle Bereiche einteilen lässt. In vielen Nicht-cgs-Sportarten fehlt es noch an Tests, die tatsächlich Expertise erfassen. Dies ist insbesondere dadurch verständlich, dass z. B. in Spielsportarten viele Athleten ganz unterschiedliche Aufgaben haben. So sind beispielsweise an einen Torhüter andere Anforderungen gestellt als an einen Stürmer. Die Komplexität der meisten Sportarten macht daher einen Ansatz notwendig (vgl. Ward & Williams, 2003), bei dem in Zukunft immer mehr kognitive Beobachtungen berücksichtigt werden (vgl. Starkes, 1987). Hierfür sind aber noch wesentliche Weiterentwicklungen in der Messmethodik notwendig. Ziel sollte sein, möglichst direkt im Feld die Daten erheben zu können, so dass die ökologische Validität hoch ist (vgl. Kapitel 1.3). Dies wurde in der vorliegenden Studie versucht, wenngleich es einige methodische Probleme mit sich brachte (vgl. Kapitel 12).

Durch die Betrachtung der Entwicklung von Expertise können weitere wesentliche Hinweise gewonnen werden. Erstens werden hierdurch Entwicklungsverläufe deutlich, die im Trainingsprozess berücksichtigt werden sollten. Zweitens sollte im Hinblick auf die demographische Entwicklung unserer Gesellschaft geprüft werden, wie lange Expertise in welchen Bereichen aufrecht erhalten werden kann. Und drittens sind möglicherweise Rückschlüsse für die frühe Selektion von Talenten möglich.

Welche Rolle die „*deliberate practice*“ für den Entwicklungsprozess spielt, kann mit dieser Studie nicht geklärt werden. Interessant hierfür sind aber einmal mehr die Ex-Kader. Wenn man annimmt, dass die „*deliberate practice*“ primär im Rahmen des Torwarttrainings stattfindet (und aus der Definition der „*deliberate practice*“ heraus ist dies durchaus anzunehmen), dann fordern die Trainingshistorien der Ex-Kader zumindest ein Überdenken heraus. An der Studie haben zwar nur drei Ex-Kader-Handballtorhüter teilgenommen, bei diesen variieren die Torwarttrainingsdauern jedoch sehr stark. So hat ein Torhüter nur ein Jahr lang an speziellem Training teilgenommen, während ein zweiter über 20 Jahre diese Trainingser-

fahrung hatte. Trotzdem haben beide olympische Medallien mit ihren Mannschaften gewonnen. Diese Gegebenheit kann sicherlich nur als „anekdotischer“ Beleg herangezogen werden, es dürfte jedoch die Notwendigkeit einer Diskussion unterstreichen, wie sie von Ericsson (2003b) und Abernethy et al. (2003) geführt worden ist.

Auch für die Rolle der „*maintenance practice*“ sind die Resultate bei den Ex-Kadern von Interesse. Anders als bei den bisher bekannten Untersuchungen von Krampe und Ericsson (1996) oder von Starkes et al. (2003) gibt es hier zum ersten Mal bessere Resultate beim HATO für die 50-60-jährigen Untersuchungsteilnehmer. Allerdings unterscheiden sich die genannten Studien von der präsentierten Studie in zwei wesentlichen Aspekten.

Erstens haben die Ex-Kader bis zu einem Alter von 40 Jahren in der höchsten deutschen Klasse gespielt und dann komplett aufgehört. Bei anderen Studien waren die Experten auch nach ihrer aktiven Laufbahn in ihrer Domäne aktiv (vgl. Ericsson et al., 1993; Krampe & Ericsson, 1996). Vor diesem Hintergrund überrascht die Überlegenheit der Ex-Kader noch mehr, da es sich bei den bisherigen Untersuchungen um noch aktive Experten handelte.

Zweitens handelt es sich bei der vorliegenden Studie um eine komplexe Aufgabe mit senso-motorischen Anforderungen. Diese Verbindung wurde zum ersten Mal untersucht. Für den Bereich der Sensorik lagen bislang keine Befunde vor. Das gute Ergebnis der Ex-Kader beim HATO wirft die Frage auf, ob bei einer senso-motorischen Aufgabe sowohl beide Komponenten als auch die Verbindung weiterhin trainiert werden müssen.

Die Ergebnisse legen den Schluss nahe, dass die motorische Komponente trainiert werden müsste, sofern diese Expertise erhalten bleiben soll. Für die sensorischen und die senso-motorischen Ergebnisse scheint dies jedoch nicht notwendig zu sein. Obwohl die Ex-Kader seit über zehn Jahren keinen Wettkampfhandball mehr spielen, zeigen sie ähnliche oder sogar bessere Leistungen in diesem Bereich. Ebenso bleibt die Frage offen, warum die Ex-Kader früher reagieren als die A-Kader-Torhüter. Vor dem Hintergrund der „Being-just-in-time“-Hypothese erscheint es logisch, dass auch die Ex-Kader versuchen, zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort zu sein. Da sie auch noch im Alter von 40 Jahren gespielt haben,

mussten sie die vermutlich nachlassenden motorischen Fertigkeiten zu kompensieren. Sie versuchten vermutlich, deshalb frühzeitiger zu reagieren, um die motorischen Defizite auszugleichen. Die gleich bleibenden Anforderungen der Umwelt und die nachlassende Schnelligkeit sorgen hier scheinbar für eine Verbesserung der Antizipation. Es könnte sich aber auch um ein Lernfortschritt durch langjährige Erfahrung handeln.

Bei der Diskussion der *Definition von Expertise* konnte und wollte diese Arbeit keine abschließende Antwort geben. Der zusätzliche Aspekt der Bewertung durch Peers hat sich für diese Arbeit als fruchtbar erwiesen. Er kann aber mit Sicherheit nicht der Weisheit letzter Schluss sein, da für den jugendlichen Altersbereich kein Vergleich von hierdurch definierten Experten, Fortgeschrittenen oder Novizen gezogen werden konnte.

12 Diskussion der Methode

Neben fehlenden Kontrollgruppen für die Entwicklung der Expertise sind weitere Punkte in der Methodik der vorliegenden Studie zu diskutieren. Das größte Problem stellt die kurze Zugriffszeit auf die Blickbewegungsregistratur dar, die in ökonomischen Gegebenheiten begründet liegt. Eine durch ökonomische Zwänge bedingte kurze Einarbeitung zusammen mit einer Datenerhebung vor Ort resultierte in einer nicht-rauschfreien Durchführung. Dies schlägt sich in der relativ hohen Zahl von fehlenden Messwerten bei den qualitativen Werten nieder. Relative Rauschfreiheit wäre einerseits durch eine Erhebung ohne Funkübertragung oder durch das Einrichten eines Untersuchungsraums ohne Metallbauteile möglich gewesen. Um den Zeitaufwand für die Experten möglichst gering zu halten, wurden diese zur Datenerhebung vor Ort besucht, was die zweite Möglichkeit ausschloss, da metallfreie Räume i. d. R. nicht zur Verfügung stehen.

Denkbar wäre auch der Einsatz einer stationären Blickbewegungsregistratur gewesen. Dann hätte aber auf die Möglichkeit einer simultanen motorischen und sensorischen Analyse verzichtet werden müssen. Da aber in dieser Studie eine möglichst große ökologische Validität angestrebt wurde, wurden bewusst die methodischen Probleme bei den Datenerhebungen in Kauf genommen. Deutlich geringer als erwartet waren die Probleme mit der Fixierung des Helmes während der Datenerhebung. Der Fahrradhelm war für die meisten Untersuchungsteilnehmer angenehm zu tragen und verrutschte während der Abwehrbewegungen der Torhüter nicht oder nur gering.

Bei der Auswertung der motorischen Aspekte kam es nur zu geringen Problemen. Wie bei der Auswertung des Experiments 3 bereits erwähnt, sollten die Ex-Kader nicht den vollen Bewegungsumfang durchführen, da sonst die Ausdauerbelastung die Qualität der Bewegungen zu stark beeinflusst hätte. Teilweise sind geringe Unterschiede auch bei den anderen Gruppen in den Bewegungsamplituden zu erkennen. Es wäre günstig gewesen, eine Rückmeldung für die Untersuchungsteilnehmer zu inkludieren, so dass der geforderte Bewegungsumfang noch klarer geworden wäre. Wenn dies z. B. über Lichtschranken in Angriff genommen worden wäre, hät-

te man auch die Bewegungszeit, Reaktionszeit und -qualität online miterheben können. Dies ist sicherlich für weitere Trainingsimplikationen zu beachten.

Ein letzter Punkt erscheint im Bereich der Methodik zumindest diskussionswürdig. Es wurden für die Handballwürfe nur Linkshänder präsentiert. Neuere Untersuchungen (vgl. Loffing, Lotz, Hagemann & Schorer, 2006; Meyer, 2006) zeigen, dass diese schwieriger zu antizipieren sind als Rechtshänder. Sie sind im Handball genauso wie in der Bevölkerung statistisch seltener als Rechtshänder. Ob Experten ihre Expertise bei Linkshändern eher mehr oder eher weniger zeigen können, muss in weiteren Studien geklärt werden. Für diese Studie stellt die höhere Anforderung für die Torhüter vermutlich zumindest keinen Nachteil dar.

Jedoch überwiegen die Vorteile deutlich, da die hohe ökologische Validität sowie die gleichzeitige Registrierung von Sensorik und Motorik für die gewählten Fragestellungen wichtig sind. Sie erlauben erst, alle drei Schritte des „Expert Performance Approaches“ durchzuführen. Vermutlich wären Erkenntnisse wie die „Being-just-in-time“-Strategie sonst nicht auffällig geworden.

13 Ausblick

Im Rahmen des Ausblicks sollen einerseits Felder für die weitere Forschung und andererseits weitere mögliche Auswertungen der vorliegenden Studie thematisiert werden.

Für den Bereich der weiterführenden Forschung sind insbesondere die außergewöhnlichen Ergebnisse für die Senioren aus zwei Gründen von besonderem Interesse. Könnten diese Ergebnisse mit einer größeren Anzahl von Untersuchungsteilnehmern auch in anderen Sportarten repliziert werden, spräche dies dafür, dass auch bei jüngeren, „aktuellen“ Weltklassetorhütern noch Verbesserungsmöglichkeiten im Bereich des früheren Erkennens von Wurfrichtungen möglich sind. Die Ergebnismuster bei den Reaktionszeiten in Kombination mit den Reaktionsqualitäten bei den handballspezifischen Tests legen den Schluss nahe, dass motorische Defizite durch ein besseres Antizipieren kompensiert werden können (vgl. Salthouse, 1991). Diese Kompensationshypothese würde neue Möglichkeiten eröffnen. So könnten sie im Training von Spitzentorhütern genutzt werden, in dem diesen in der Vorbereitung motorische Fertigkeiten wie bspw. die Bewegungsschnelligkeit durch Bleiwesen reduziert werden könnten. Dies könnte ein Ausweg aus der „arrested development“ sein (vgl. Ericsson, 2003a), der durch konstante Anforderungen im Spitzenbereich denkbar ist. Aus dem heutigen Erkenntnisstand ist jedoch nicht abzuschätzen, ob eine solch spekulative Trainingsimplikation nicht die Gefahr birgt, dem Torhüter durch Erziehung zu früheren Reaktionen die Möglichkeit des „Being-just-in-time“ in der Abwehrhandlung zu nehmen.

Zweitens ist der anekdotenhafte Beleg gegen die „deliberate practice“-Hypothese von besonderem Interesse für die Wissenschaft. Die theoretische Diskussion zwischen Abernethy et al. (2003) und Ericsson (2003a, b), ob das planmäßige und anstrengende Training die größte Varianzaufklärung zur Entwicklung der Expertise hat, wird durch diese Daten in ihrer Notwendigkeit unterstützt. Retrospektive Interviews könnten hier weitere Einblicke in die unterschiedlichen Entwicklungen von Weltklassetorhütern geben (vgl. Cote, Ericsson & Law, 2005). In einer aktuellen Studie zu den perzeptuellen und kognitiven Fertigkeiten von Fußballtrainern werden genau diese Trainingsanteile durch retrospektive Interviews erfasst (vgl. Scho-

rer & Baker, in Vorbereitung). Ziel ist der Vergleich von Trainern unterschiedlicher Fertigungs- und Altersstufen bezüglich ihrer Vorerfahrung als Spieler einerseits sowie ihrer Trainerausbildung andererseits (vgl. Cote, Ericsson & Law, 2005). Gleichzeitig sollen ihre perzeptuelle Fertigkeiten mittels eines Musterwiedererkennungstests (vgl. Williams et al., 2006) sowie ihre strategischen Fertigkeiten durch einen Taktiktest (vgl. Roth et al., 2000) erfasst und anschließend in Bezug zueinander gesetzt werden. Durch diese Kombination sollten neue Erkenntnisse in verschiedenen Bereichen möglich sein: (1) Wie verläuft die perzeptuelle Entwicklung, wenn - anders als bei den Torhütern der vorliegenden Studie - die Untersuchungsteilnehmer nicht seit zehn Jahren inaktiv sind, sondern im Gegenteil teilweise seit über 30 Jahre Erfahrung in ihrer Sportart mitbringen? (2) Ist eine hochklassige Spielerkarriere notwendig, um auch als Trainer erfolgreich zu sein oder reicht es, selbst Weltmeister gewesen zu sein, um ein guter Nationaltrainer sein zu können? (3) Gibt es eine Weiterentwicklung von strategischen Fertigkeiten auch bis ins hohe Lebensalter hinein? (4) Welche Rolle spielt die Vorerfahrung eines Trainers auf die perzeptuellen und taktischen Fertigkeiten? Sicherlich wird die aktuell durchgeführte Studie hier keine endgültigen Antworten liefern, aber sie betritt wissenschaftliches Neuland und hat damit das Potenzial, neue Perspektiven zu eröffnen.

Auch für den Bereich der jugendlichen Entwicklung können weitere Forschungsfelder abgeleitet werden. Zunächst müsste eine Studie durchgeführt werden, die die Expertise der jugendlichen Nationaltorhüter im Vergleich zu anderen jugendlichen Fortgeschrittenen oder Novizen identifiziert. Dieser Schritt fehlt in der vorliegenden Studie. Sollte es mittels des Experten-Novizen-Vergleichs gelingen, zu einer bestimmten Altersstufe signifikante Unterschiede aufzuzeigen, könnten diese Tests zusätzlich zur Talentsichtung genutzt werden. Allerdings sind minimale Unterschiede zwischen den Experten und den Fast-Experten zu erwarten, so dass eine sehr hohe Trennschärfe erreicht werden müsste. Möglicherweise sind aber im jugendlichen Alter noch keine Unterschiede zu finden. Echte Längsschnittuntersuchungen könnten helfen, den prognostischen Wert von Tests zur senso-motorischen Expertise abzuschätzen. Diese wären nicht nur im Rahmen der Talentforschung sondern insbesondere für die Entwicklung der Expertise von besonderem Interesse, wenn man sie mit Trainingstagebüchern und -beobachtungen verbindet

könnte. Im Rahmen einer explorativen Studie werden momentan in Kooperation mit dem Deutschen Handballbund im Rahmen der Sichtung die ersten Daten erhoben, welche möglicherweise auch in einer Längsschnittuntersuchung münden könnten.

Neben diesen weiterführenden Studien in den drei Altersbereichen sollten die vorhandenen Ergebnisse in Bezug zu anderen bereits durchgeführten Studien gesetzt werden. Zum einen könnten die qualitativen Ergebnisse der Blickbewegungsdiagnostik mit zwei weiteren Studien verglichen werden. Bei der ersten Studie handelt sich um eine explorative Interviewstudie mit Torhütern, Trainern und Theoretikern, die im Rahmen der Vorarbeiten zur vorliegenden Studie durchgeführt wurde (vgl. Wörner, 2004). Hier wurden die drei beteiligten Personengruppen neben verschiedenen anderen Bereichen explizit zu den potenziell diskriminierenden Bewegungsmerkmalen beim Siebenmeter befragt. Innerhalb der zweiten Studie wurden biomechanische Merkmale der präsentierten Werfer erhoben (vgl. Schorer et al., in Druck). Die ermittelten Bewegungsmerkmale sowie die Fixationsregionen werden in einer Re-Analyse in Bezug zueinander gesetzt. Wenn die Fixationsregionen - von denen angenommen wird, dass sie sich bei den Experten an dem für die Antizipation optimalen Ort befinden - mit den anderen Bewegungsmerkmalen übereinstimmen, dann kann davon ausgegangen werden, dass die Fixationen wirklich die informationshaltigen Regionen abdecken. Wenn sie nicht übereinstimmen, wird hypothetisiert, dass die Fixationen zwar auf informationshaltige Regionen gesetzt werden, aber primär die periphere Wahrnehmung zur Wurfrichtungsbestimmung genutzt wird (vgl. Magill, 2006).

Zum anderen soll der temporale Aspekt der Antizipation näher beleuchtet werden. Durch die Kombination der Daten des HATO und der biomechanischen Daten verschiedener Winkelstellungen (vgl. Fath, 2006) können möglicherweise Korrelationen zwischen der Varianzaufklärung der biomechanischen Analysen und den Reaktionsqualitäten der einzelnen Fertigungsstufen ermittelt werden. Inwieweit diese dann Rückschlüsse über die Nutzung verschiedener Teile der Wurfmuster ermöglichen, kann zu diesem Zeitpunkt noch nicht abgeschätzt werden.

IV Verzeichnisse

14 Literaturverzeichnis

Abernethy, B. (1988). The effects of age and expertise upon perceptual skill development in a racquet sport. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 59(3), 210-221.

Abernethy, B. (1990). Anticipation in squash: differences in advance cue utilization between expert and novice players. *Journal of Sports Science*, 8, 17-34.

Abernethy, B. (1996). Training the visual-perceptual skills of athletes: Insights from the study of motor expertise. *American Journal of Sports Medicine*, 24, S89-S92.

Abernethy, B. & Baker, J. (2006). *Defining expertise*. In Vorbereitung.

Abernethy, B., Burgess-Limerick, R. & Parks, S. (1994). Contrasting approaches to the study of motor expertise. *Quest*, 46, 186-198.

Abernethy, B., Cote, J. & Baker, J. (2002). *Expert decision-making in team sports* (Bericht an die Australische Sport Kommission). Canberra, Australien: Australische Sport Kommission.

Abernethy, B., Farrow, D. & Berry, J. (2003). Constraints and issues in the development of a general theory of expert perceptual-motor performance: A critique of the deliberate practice framework. In J. Starkes & K. A. Ericsson (Hrsg.), *Expert performance in sport: Recent advances in research on sport expertise* (S. 349-369). Champaign, IL: Human Kinetics.

Abernethy, B., Neal, R. J. & Koning, P. (1994). Visual-perceptual and cognitive differences between expert, intermediate, and novice snooker players. *Applied Cognitive Psychology*, 18, 185-211.

Abernethy, B. & Russell, D. G. (1987). Expert - novice differences in an applied selective task. *Journal of Sport Psychology*, 6, 283-319.

Allard, F., Graham, S. & Paarsalu, M. L. (1980). Perception in sport: Basketball. *Journal of Sport Psychology*, 2, 14-21.

Allard, F. & Starkes, J. L. (1980). Perception in sport: Volleyball. *Journal of Sport Psychology*, 2, 22-23.

Anderson, J. R. (1990). *The adaptive character of thought*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Applied Science Laboratories - Eye Tracking Expertise. Zugriff am 12.03.2006 unter http://www.a-s-l.com/new_page_3.html.

Arajo, D., Davids, K., Sainhas, J. & Fernandes, O. (2002). Emergent decision-making in sport: A constraints-led approach. In L. Toussaint & P. Boulinguez (Hrsg.), *International congress „movement, attention & perception“* (S. 77). Poitiers, Frankreich: Universität Poitiers.

Bahill, A. T. & LaRitz, T. (1984). Why can't batters keep their eye on the ball? *American Scientist*, 72, 249-253.

Baker, J., Cote, J. & Abernethy, B. (2003). Learning from the experts: Practice activities of expert decision-makers in sport. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 74(3), 342-347.

Baker, J., Horton, S., Pearce, W. & Deakin, J. M. (2005). A longitudinal examination of performance decline in champion golfers. *High Ability Studies*, 16(2), 179-185.

Baltes, P. B. & Baltes, M. M. (1990). Psychological perspectives on successful aging: The model of selective optimization with compensation. In P. B. Baltes & M. M. Baltes (Hrsg.), *Successful aging: perspectives from the behavioral sciences* (S. 1-34). New York: Cambridge University Press.

Bard, C. & Fleury, M. (1976). Analysis of visual search activity during sport problem situations. *Journal of Human Movement Studies*, 3, 214-222.

Bard, C. & Fleury, M. (1981). Considering eye movements as predictors of attainment. In I. M. Cockerill & W. W. MacGillvary (Hrsg.), *Vision and sport* (S. 267-273). Cheltham: Stalney Thornes.

Bard, C., Fleury, M., Carriere, L. & Halle, M. (1980). Analysis of gymnastic judges visual search. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 51(2), 267-273.

Bard, C., Guezennec, L. & Papin, J. P. (1981). Escrime: Analyse de l'exploration visuelle. *Medicine du Sport*, 15, 117-126.

Beek, P. J., Jacobs, D. M., Daffertshofer, A. & Huys, R. (2003). Expert performance in sport: Views from the joint perspective of ecological and dynamical systems theory. In J. Starkes & K. A. Ericsson (Hrsg.), *Expert performance in sport: Recent advances in research on sport expertise* (S. 321-344). Champaign, IL: Human Kinetics.

Beilock, S. L., Bertenthal, B. I., McCoy, A. M. & Carr, T. H. (2004). Haste does not always make waste: Expertise, direction of attention, and speed versus accuracy in performing sensorimotor skills. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11(2), 373-379.

Bernstein, R. A. (1967). *The co-ordination and regulation of movements*. Oxford: Pergamon.

Bortz, J. (1999). *Statistik für Sozialwissenschaftler*. Berlin: Springer.

Bouchard, C., An, P., Rice, T., Skinner, J. S., Wilmore, J. H., Gagnon, J., Prusse, L., Leon, A. S. & Rao, D. C. (1999). Familial aggregation of VO₂max response to exercise training: results from the HERITAGE family study. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31, 1003-1008.

Bouchard, C., Daw, E. W., Rice, T., Prusse, L., Gagnon, J., Province, M. A., Leon, A. S., Rao, D. C., Skinner, J. S. & Wilmore, J. H. (1998). Familial resemblance for VO₂max in the sedentary state: The HERITAGE family study. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30, 252-258.

Brosius, F. (1995). *SPSS 9.0*. Remscheid: Mitp.

Brouwer, W. H., Waterink, W., van-Wolffelaar, P. C. & Rothengaar, T. (1991). Divided attention in experienced young and old drivers: Lane tracking and visual analysis in a dynamic driving simulator. *Human Factors*, 33, 573-582.

Brunswik, E. (1943). Organismic achievement and environmental probability. *Psychological Review*, 50, 255-272.

Busemeyer, J. R. & Goldstein, W. M. (1992). Linking together different measures of preference: a dynamic model of matching derived from decision field theory. *Organizational behaviour and human decision process*, 52, 370-396.

Busemeyer, J. R. & Townsend, J. T. (1992). Fundamental derivations from decision field theory. *Mathematical social sciences*, 23, 255-282.

Busemeyer, J. R. & Townsend, J. T. (1993). Decision field theory: A dynamic - cognitive approach to decision making in an uncertain environment. *Psychological Review*, 100(3), 432-459.

Carpenter, R. H. S. (1988). *Movements of the Eyes*. London: Plion.

Charness, N., Krampe, R. T., & Mayr, U. (1996). The role of practice and coaching in entrepreneurial skill domains: An international comparison of life-span chess skill acquisition. In K. A. Ericsson (Hrsg.), *The road to excellence: The acquisition of expert perform-*

ance in the arts and sciences, sports, and games (S. 51-80). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Chase, W. G. & Simon, H. A. (1973a). The mind's eye in chess. In W. G. Chase (Hrsg.), *Visual information processing* (S. 404-427). New York: Academic Press.

Chase, W. G. & Simon, H. A. (1973b). Perception in chess. *Cognitive Psychology*, 4, 55-81.

Cote, J., Baker, J. & Abernethy, B. (2003). From play to practice: A developmental framework for the acquisition of expertise in team sports. In J. Starkes & K. A. Ericsson (Hrsg.), *Expert performance in sport: Recent advances in research on sport expertise* (S. 89-114). Champaign, IL: Human Kinetics.

Cote, J., Ericsson, K. A. & Law, M. (2005). Tracing the development of athletes using retrospective interview methods: A proposed interview and validation procedure for reported information. *Journal of Applied Sport Psychology*, 17, 1-19.

Crews, D. J. & Landers, D. M. (1993). Electroencephalographic measures of attentional patterns prior to the golf put. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25, 116-126.

Cutting, J. E. & Proffitt, D. R. (1982). The minimum principle and the perception of absolute, common, and relative motions. *Cognitive Psychology*, 14, 211-246.

Davids, K. (1984). The role of peripheral vision in ball games: Some theoretical and practical notions. *Physical Education Review*, 7, 26-40.

Davids, K., Button, C., Arajo, D., Renshaw, I. & Hristovski, R. (2006). Movement models from sports provide representative task constraints for studying adaptive behavior in human movements systems. *International Society for Adaptive Behavior*, 14(1), 73-95.

Davids, K., Williams, M., Button, C. & Court, M. (2001). An integrative modeling approach to the study of intentional movement behaviour. In R. N. Singer, H. A. Hausenblas & C. Janelle. (Hrsg.), *Handbook of sport psychology* (S. 144-173). New York: John Wiley and Sons LTD.

Deakin, J. M. & Copley, S. (2003). A search for deliberate practice: An examination of the practice environments in figure skating and volleyball. In J. L. Starkes & K. A. Ericsson (Hrsg.), *Expert performance in sports: Advances in research on sport expertise* (S. 115-135). Champaign, IL: Human Kinetics.

de Groot, A. D. (1965). *Thought and choice in chess*. The Hague: Mouton.

Derad, U. (1997). Kreativität im Basketball und Handball - Trainerbefragungen und alltagstheoretische Vorstellungen zum Spielmacher. In E.-J. Hossner & K. Roth (Hrsg.), *Sport-Spiel-Forschung - Zwischen Trainerbank und Lehrstuhl* (S. 79-80). Hamburg: Czwalina.

Dessing, J. C., Peper, C. E. & Beek, P.J. (2004). A comparison of real catching with catching using stereoscopic visual displays. *Ecological Psychology*, 16, 1-21.

Dickinson, J. (1978). Retention of intentional and incidental motor learning. *Research Quarterly*, 49, 437-441.

Diehl, J. M. (1979). *Varianzanalyse*. Kröning: Asanger Roland.

Ditchburn, R. W. (1973). *Eye movements and visual perception*. London: Oxford University Press.

Dreyfus, H. L. & Dreyfus, S. E. (1986). *Mind over machine: The power of intuition and expertise in the era of the computer*. New York: The Free Press.

Dupuy, C. & Ripoll, H. (1989). Analyse des strategies visuo-motrices en escalade sportive. *Science et motricite*, 7, 19-24.

Edwards, W. (1954). The theory of decision making. *Psychological Bulletin*, 51, 380-417.

Emes, C., Vickers, J. & Livingston, L. (1984). Gaze control in children with high versus low motor proficiency. In K. Yabe, K. Kusano & H. Nakata (Hrsg.), *Adapted Physical Activity* (S. 147-154). Tokyo: Springer.

Ericsson, K. A. (1996). *The road to excellence*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Ericsson, K. A. (1998). The scientific study of expert levels of performance: General implications for optimal learning and creativity. *High Ability Studies*, 9, 75-100.

Ericsson, K. A. (2003a). The development of elite performance and deliberate practice: An update from the perspective of the expert-performance approach. In J. Starkes & K. A. Ericsson (Hrsg.), *Expert performance in sport: Recent advances in research on sport expertise* (S. 49-81). Champaign, IL: Human Kinetics.

Ericsson, K. A. (2003b). How expert performance approach differs from traditional approaches to expertise in sport: In search of a shared theoretical framework for studying expert performance. In J. Starkes & K. A. Ericsson (Hrsg.), *Expert performance in sport: Recent advances in research on sport expertise* (S. 49-81). Champaign, IL: Human Kinetics.

Ericsson, K. A. & Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review*, 102, 211-245.

Ericsson, K. A., Krampe, R. T. & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, 100(3), 363-406.

Ericsson, K. A. & Lehmann, A. C. (1996). Expert and exceptional performance: Evidence of maximal adaptation to task constraints. *Annual Review of Psychology*, 47, 273-305.

Ericsson, K. A., Patel, V. L. & Kintsch, W. (2000). How experts' adaptations to representative task demand account for the expertise effect in memory recall: Comment on Vicente and Wang (1998). *Psychological Review*, 107, 578-592.

Ericsson, K. A. & Simon, H. A. (1993). *Protocol analysis: Verbal reports as data*. Cambridge, MA: Bradford Books/MIT Press.

Ericsson, K. A. & Smith, J. (1991). Prospects and limits of the empirical study of expertise: An introduction. Cambridge, MA: Press syndicat of the University of Cambridge.

Expertise. Zugriff am 11.10.05 unter <http://de.wikipedia.org/wiki/Expertise>.

Farrow, D. (2002). *Expertise and perceptual-motor skill acquisition*. Unveröffentlichte Promotion, University of Queensland, Brisbane, Australien.

Farrow, D., Abernethy, B. & Jackson, R. C. (2005). Probing expert anticipation with the temporal occlusion paradigm: Experimental investigations of some methodological issues. *Motor Control*, 9, 330-349.

Fath, F. (2006). *Kinematische Analyse von Bewegungsmustern beim Siebenmeterwurf*. Unveröffentlichte Abschlussarbeit, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg.

Festinger, L. (1971). Eye movement and perception. In P. Bach-y-Rita, C. C. Collins & J. E. Hyde (Hrsg.), *The control of eye movements*. New York: Academic Press.

Fleury, M., Goulet, C. & Bard, C. (1986). Eye fixations as visual indices of programming of service return in tennis. *Psychology of Motor Behaviour and Sport*. (nur das Abstract).

Fradet, L., Botcazou, M., Durocher, C., Cretual, A., Multon, F. & Prioux, J. (2004). Do handball throws always exhibit a proximal-to-distal segment sequence? *Journal of Sport Sciences*, 22, 439-447.

Fritz, H. & Schmidt, W. (2005). *Halten und Siegen*. Münster: Philippka.

Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton-Mifflin.

Gigerenzer, G., Todd, P. M. & the ABC research group (1999). *Simple heuristics that make us smart*. Oxford: University Press.

Goulet, C., Bard, C. & Fleury, M. (1989). Expertise differences in preparing to return a tennis serve: A visual information processing approach. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 11, 382-398.

Green, T. D. & Flowers, J. H. (1991). Implicit versus explicit learning processes in a probabilistic, continuous fine - motor catching task. *Journal of Motor Behavior*, 23(4), 293-300.

Grehaigne, J.-F., Bouthier, D. & David, D. (1997). Dynamic-system analysis of opponent relationships in collective actions in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 15, 137-149.

Haase, H. & Mayer, H. (1978). Optische Orientierungsstrategien von Fechttern. *Leistungssport*, 8, 191-200.

Hager, W. (2004). *Testplanung zur Prüfung psychologischer Hypothesen. Die Ableitung von Vorhersagen und die Kontrolle der Determinanten des statistischen Tests*. Göttingen: Hogrefe

Hager, W., Patry, J.-L. & Brezing, H. (Hrsg.). (2000). *Handbuch Evaluation psychologischer Interventionsmaßnahmen - Standards und Kriterien*. Bern: Hans Huber.

Handford, C. & Williams, A. M. (1992). Expert-novice differences in the use of advance visual cues in volleyball blocking. *Journal of Sports Science*, 9(4), 443-444.

Handke, P. (2004). *Die Angst des Tormanns beim Elfmeter*. Frankfurt: Suhrkamp Verlag.

Hatfield, B. D., Landers, D. M. & Ray, W. J. (1984). Cognitive processes during self-paced motor performance: An electroencephalographic profile of skilled marksmen. *Journal of Sport Psychology*, 6, 42-59.

Hatzl, T. (2000). Kinematische Analyse von Sprungwürfen als Grundlage für das Wahrnehmungs- und Antizipationstraining des Handballtorwarts. *Spectrum*, 2, 66-82.

Haufler, A. J., Spalding, T. W., Santa-Maria, D. L. & Hatfield, B. D. (2000). Neurocognitive activity during a self-paced visuospatial task: Comparative EEG profiles in marksmen and novice shooters. *Biological Psychology*, 53, 131-160.

Haywood, K. M. (1984). Use of the image-retina and eye-head movement visual systems during coincidence-anticipation performance. *Journal of Sports Science*, 2, 139-144.

Heckhausen, H. (1980). *Motivation und Handeln. Lehrbuch der Motivationspsychologie*. Berlin: Springer.

Helsen, W. & Pauwels, J. M. (1992). A cognitive approach to visual search in sport. In D. Broga & K. Carr (Hrsg.), *Visual Search* (Vol. 3, S. 177-184). London: E&FN Spon.

Helsen, W. & Pauwels, J. M. (1993). The relationship between expertise and visual information processing in sport. In J. L. Starkes & F. Allard (Hrsg.), *Cognitive issues in motor expertise* (S. 109-134). Amsterdam: North-Holland.

Helsen, W. F. & Starkes, J. L. (1999). A multidimensional approach to skilled perception and performance in sport. *Applied Cognitive Psychology*, 13(1), 1-27.

Helsen, W. F., Starkes, J. L. & Hodges, N. J. (1998). Team Sports and the Theory of Deliberate Practise. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 20, 12-34.

Heuer, H. (1993). Motorikforschung zwischen Elfenbeinturm und Sportplatz. *Motorische Kontrolle und Lernen/Motor Control and Learning*. Zugriff am 01. April 2003 unter <http://ites.orbis-communications.de>

Hick, W. E. (1952). On the rate of gain of information. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 4, 11-26.

Hodge, T. & Deakin, J. M. (1998). Expertise in the martial arts. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 20, 260-279.

Hodges, N. J. & Deakin, J. M. (1996). Deliberate practice and expertise in martial arts: the role of context in motor recall. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 20, 260-279.

Hodges, N. J., McGarry, T. & Franks, I. M. (1998). A dynamical system's approach to the examination of sport behaviour: Implications for tactical observation and technical instruction. *Avante*, 4, 16-38.

Hodges, N. J. & Starkes, J. L. (1996). Wrestling with the nature of expertise: A sport specific test of Ericsson, Krampe and Tesch-Roemer's (1993) theory of "deliberate practice". *International Journal of Sport Psychology*, 27, 400-424.

Höner, O. (2005). *Entscheidungshandeln im Sportspiel Fußball. Eine Analyse im Lichte der Rubikontheorie*. Schorndorf: Hofmann.

Hommel, B., Müsseler, J., Aschersleben, G. & Prinz, W. (2001). The theory of event coding (TEC): A framework for perception and action planning. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 849-878.

Hossner, E.-J. & Erlenspiel, F. (2006). Paralysis by analysis and nodal-point motor control. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 28, S87-S88.

Howe, M. J. A., Davidson, J. W. & Sloboda, J. A. (1998). Innate talents: Reality or myth? *Behavioral and brain sciences*, 21, 399-442.

Hubbard, A. W. & Seng, C. N. (1954). Visual movements of batters. *Research Quarterly*, 25(1), 42-57.

Janelle, C. J., Duley, A. A. & Coombes, S. A. (2004). Psychophysiological and related indices of attention during motor skill acquisition. In A. M. Williams & N. J. Hodges (Hrsg.), *Skill acquisition in sport: Research, theory and practice* (S. 282-308). London: Routledge.

Janelle, C. M. & Hillmann, C. H. (2003). Expert performance in sport: Current perspectives and critical issues. In J. Starkes & K. A. Ericsson (Hrsg.), *Expert performance in sport: Recent advances in research on sport expertise* (S. 19-48). Champaign, IL: Human Kinetics.

Janelle, C. M., Hillman, C. H., Apparies, R., Murray, N. P., Meili, L., Fallon, E. A. & Hatfield, B. D. (2000). Expertise differences in cortical activation and gaze behavior during rifle shooting. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 22, 167-182.

Johansson, G. (1973). Visual perception of biological motion and a model for its analysis. *Perception and Psychophysics*, 14, 201-211.

Joris, H. J. J., van Muyen, E., von Ingen Schenau, G. J. & Kemper, H. C. G. (1985). Force, velocity and energy flow during the overarm throw in female handball players. *Journal of Biomechanics*, 18(6), 409-414.

Jungermann, H., Pfister, H.-R. & Fischer, K. (2006). *Die Psychologie der Entscheidung - Eine Einführung*. Heidelberg: Elsevier Spektrum Akademischer Verlag.

Kastner, J., Pollany, W. & Sobotka, R. (1978). Der Schlagwurf im Handball. *Leistungssport*, 4, 287-298.

Kelly, S. W., Burton, A. M., Kato, T. & Akamatsu, S. (2001). Incidental learning of real-world irregularities. *Psychological Science*, 12, 86-89.

Klein, G. (1989). Recognition-primed decisions. In W. B. Rouse (Hrsg.), *Advances in man-machine system research* (S. 47-92). Greenwich, CT: JAI.

Klein, G., Wolf, S., Militello, L. & Zsombok, C. (1995). Characteristics of skilled option generation in chess. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 62(1), 63-69.

Koller, T., Schöllhorn, W., Bauer, J. & Mendoza, L. (1997). Zeitabhängige Probleme bei ganzheitlicher und elementhafter Betrachtung komplexer Bewegungsabläufe. *Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft*, 87, 316-320.

Konzak, J., Meeuwssen, H. & Cress, M. (1992). Changing affordances in stair climbing: The perception of maximum climb ability in young and older adults. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 691-697.

Kornexl, E. (1970). Reaktionsschnelligkeit und Torwartleistung im Hallenhandball I. *Praxis der Leibesübungen*, 12, 223-225.

Krampe, R. T. & Ericsson, K. A. (1996). Maintaining excellence: deliberate practice and elite performance in young and older pianists. *Journal of Experimental Psychology*, 125(4), 331-359.

Krems, J. (1994). *Wissensbasierte Urteilsbildung: diagnostisches Problemlösen durch Experten und Expertensysteme*. Bern: Huber.

Land, M. F. & McLeod, P. (2000, December). From eye movements to actions: how batsmen hit the ball. *Nature neuroscience*, 3, 1340-1345.

Landers, D. M., Boutcher, S. H. & Wang, M. Q. (1986). A psychobiological study of archery performance. *Research Quarterly of Exercise and Sport*, 57(3), 236-244.

Lee, W. (1977). *Psychologische Entscheidungstheorie*. Weinheim: Beltz.

Lee, T. D. & Simon, D. A. (2005). Contextual interference. In A. M. Williams & N. J. Hodges (Hrsg.), *Skill acquisition in sport: Research, theory and practice* (S. 29-44). London: Routledge.

Lee, J. R. & Zeigh, D. S. (1991). *The Neurology of Eye Movements*. Philadelphia: F. A. Davies.

Lewin, K. (1935). *A dynamic theory of personality*. New York: McGraw-Hill.

Lipshitz, R., Klein, G., Orasanu, J. & Salas, E. (2001). Focus article: Taking stock of naturalistic decision making. *Journal of Behavioral Decision Making*, 14, 331-352.

Loffing, F., Lotze, S., Hagemann, N. & Schorer, J. (2006). Lateralisierte Wahrnehmungsexpertise im Handball und Cricket. In B. Halberschmidt & B. Strauss (Hrsg.), *Elf Freunde sollt ihr sein!?* (S. 97). Hamburg: Czwalina.

Luciano, M., Wright, M., Smith, G. A., Geffen, G. M., Geffen, L. B. & Martin, N. G. (2001). Genetic covariance among measures of information processing speed, working memory, and IQ. *Behavioural Genetics*, 31, 581-592.

Mackworth, N. H. (1976). Ways of recording line of sight. In R. A. Monty & J. W. Senders (Hrsg.), *Eye movements and psychological processes* (S. 124-145). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Magill, R. A. (2006). *Motor Learning and Control. Concepts and Applications*. Chicago: McGraw Hill Higher Education.

Marey, E. J. (1895). *Movement*. New York: Arno.

Massaro, D. (1975). *Experimental psychology and information processing*. Chicago: Rand McNally College Processing.

Masters, R. S. W. (1992). Knowledge, knerves and know-how: The role of explicit versus implicit knowledge in the breakdown of a complex motor skill under pressure. *British Journal of Psychology*, 83, 343-358.

Maxwell, J. P., Masters, R. S. W. & Eves, F. F. (2000). From novice to no know-how: A longitudinal study of implicit motor learning. *Journal of Sports Sciences*, 18, 111-120.

McGarry, T., Anderson, D. I., Wallace, S. A., Hughes, M. D. & Franks, I. M. (2002). Sport competition as a dynamical self-organizing system. *Journal of Sport Sciences*, 20, 771-781.

McPherson, S. L. (1993). The influence of player experience on problem solving during batting preparation in baseball. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 15(3), 304-325.

McPherson, S. L. & Kernodle, M. W. (2003). Response selection skills and expertise in tennis. In J. Starkes & K. A. Ericsson (Hrsg.), *Expert performance in sport: Recent advances in research on sport expertise* (S. 137-167). Champaign, IL: Human Kinetics.

Meijer, O. G. & Roth, K. (1988). *Complex movement behaviour: the motor-action controversy*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers.

Mester, J. (1988). Diagnostik von Wahrnehmung und Koordination im Sport. Lernen von sportlichen Bewegungen. *Wissenschaftliche Schriftenreihe des Deutschen Sportbundes*, 20, 219.

Miller, N. E. (1944). Experimental studies of conflict. In J. McHunt (Hrsg.), *Personality and the behavior disorders* (S. 431-465). New York: The Ronald Press.

Millslagle, D. G. (1988). Visual perception, recognition, recall and mode of visual search control in basketball involving novice and inexperienced players. *Journal of Sport Behavior*, 11, 32-44.

Mischel, W. (1973). Toward a cognitive social learning reconceptualization of personality. *Psychological Review*, 80, 251-283.

Montgomery, H. (2001). Reflective versus nonreflective thinking: Motivated cognition in Naturalistic Decision Making. In E. Salas & G. Klein (Hrsg.), *Linking Expertise and Naturalistic Decision Making* (S. 159-170). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Müller, S, Abernethy, B & Farrow, D. (im Druck). How do world-class cricket batsmen anticipate a bowler's intention? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*.

Neumaier, A. (1982). Untersuchung zur Funktion des Blickverhaltens bei visuellen Wahrnehmungsprozessen im Sport. *Sportwissenschaft*, 12, 78-91.

Newell, K. M., Liu, Y.-T. & Mayer-Kress, G. (2001). Time Scales in Motor Learning and Development. *Psychological Review*, 108(1), 57-82.

Olivier, N., Blischke, O., Daus, R., Meyer, G. & Möbius K. (1989). Aufmerksamkeitslenkungen und Blickverhalten beim sportmotorischen Video-Training. In R. Daus, K.-H. Leist & H.-V. Ulmer (Hrsg.), *Motorikforschung aktuell* (S. 212-218). Hamburg: Czwalina.

Panzer, S., Daus, R., Ehrig, A. & Toews, A. (2001). Umlernen - die Umstellung von dem Normal- auf den Klappschlittschuh. *Leistungssport*, 31(3), 12-17.

Parker, H. (1981). Visual detection and perception in netball. In I. M. Cockerill & W. W. MacGillivray (Hrsg.), *Vision and sport* (S. 42-53). London: Stanley-Thornes.

Petrakis, E. (1986). Visual observation patterns of tennis teachers. *Research Quarterly*, 57(3), 254-259.

Petrakis, E. (1987). Analysis of visual search patterns of dance teachers. *Journal of Teaching in Physical Education*, 6, 149-156.

Pliske, R. M., McCloskey, M. J. & Klein, G. (2001). Decision skills training: Facilitating learning from experience. In E. Salas & G. Klein (Hrsg.), *Linking Expertise and Naturalistic Decision Making* (S. 37-53). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Poolton, J., Maxwell, J. P., Masters, R. S. W. & Raab, M. (2005). Benefits of an external focus of attention: Common coding or conscious processing? *Journal of Sport Sciences*, 24, 89-99.

Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3-25.

Prinz, W. (1997). Perception and action planning. *European Journal of Cognitive Psychology*, 9(2), 129-154.

Raab, M. (2001). *SMART*. Köln: Sport und Buch Strauß.

Raab, M. (2002). T-ECHO: model of decision making to explain behaviour in experiments and simulations under time pressure. *Psychology of Sport and Exercise*, 3, 151-171.

Raab, M. & Johnson, J. G. (2004). Individual differences of action-orientation for risk-taking in sports. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 75, 326-336.

Raab, M. & Reimer, T. (2006, im Druck). *Intuitive und deliberative Entscheidung als Grundlage sportlicher Expertise*.

Radlo, S. J., Janelle, C. M., Barba, D. A. & Frehlich, S. G. (2001). Event related potential activity (ERP) differences in elite versus novice baseball players in simulated batting conditions. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 72, 22-31.

Reber, A. S. (1997). Implicit ruminations. *Psychonomic Bulletin & Review*, 4, 49-55.

Ripoll, H. (1988). Analysis of visual scanning patterns of volleyball players in a problem solving task. *International Journal of Sport Psychology*, 19, 9-25.

Ripoll, H. (1989). Uncertainty and visual search strategy in table tennis. *Perceptual and Motor Skills*, 68, 507-512.

Ripoll, H. (1991). The understanding-action process in sport: The relationship between the semantic and the sensorimotor visual function. *International Journal Sport Psychology*, 22, 244-250.

Ripoll, H., Fleurance, P. & Cazeneuve, D. (1987). Analysis of the visual strategies involved in the execution of forehand and backhand strokes in table tennis. In J. K. O'Regan & A. Levy-Schoen (Hrsg.), *Eye Movements: From Physiology to Cognition* (S. 234-265). Amsterdam: Elsevier Science.

Ripoll, H., Kerlirzin, Y., Stein, J.-F. & Reine, B. (1995). Analysis of information processing, decision making, and visual strategies in a complex solving sport situation. *Human Movement Science*, 14, 325-349.

Ripoll, H., Papin, J. P., Guezennec, J. Y., Verdy, J. P. & Philip, M. (1985). Analysis of visual scanning patterns of pistol shooters. *Journal of Sport Science*, 3, 93-101.

Ritzdorf, V. (1983). Antizipation im Sportspiel - dargestellt am Beispiel des Tennisgrundschlags. *Leistungssport*, 13(3), 5-9.

Rosenbaum, D. A. (1991). *Human motor control*. San Diego, CA: Academic Press.

Roth, K. (1989). *Taktik im Sportspiel: zum Erklärungswert der Theorie generalisierter motorischer Programme für die Regulation komplexer Bewegungshandlungen*. Schorn-dorf: Karl Hofman.

Roth, K. (1990). Ein neues "ABC" für das Techniktraining im Sport. *Sportwissen-schaft*, 20(1), 9-20.

Roth, K. (1991). Ein neues "ABC" - kein vollständiges. *Sportwissenschaft*, 21(1), 85-88.

Roth, K., Raab, M. & Greco, P. (2000). *Das Modell der inzidentellen Inkubation: Eine Überprüfung der Kreativitätsentwicklung brasilianischer und deutscher Sportspieler*. Unveröffentlicher Projektbericht, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg.

Rowe, R. M. & McKenna, F. P. (2001). Skilled anticipation in real-world tasks: Measurement of attentional demands in the domain of tennis. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 7, 60-67.

Sahre, E. (1986). *Zur Trainierbarkeit von Reaktions- und Aktionsschnelligkeit bei Handballtorwarten*. Bielefeld: Fakultät für Psychology und Sportwissenschaft, Abteilung Sportwissenschaft.

Salazar, W., Landers, D. M., Petruzzello, S. J., Han, M., Crew, D. J. & Kubitz, K. A. (1999). Hemispheric asymmetry, cardiac response, and performance in elite archers. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 61, 351-359.

Salmela, J. H. & Fiorito, P. (1979). Visual cues in ice hockey's goaltending. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 4, 56-59.

Salthouse, T. A. (1991). *Theoretical perspectives on cognitive aging*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Schmidt, R. A. (1988). *Motor control and learning*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Schmidt, R. A., Carello, C. & Turvey, M. T. (1990). Phase transitions and critical fluctuations in visual coordination of rhythmic movements between people. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16, 227-247.

Schorer, J. & Abernethy, B. (2006). *Contextual interference effects in perceptual learning?* Manuskript in Vorbereitung.

Schorer, J. & Baker, J. (2006). *The effect of personal history as coach and player on a pattern-recognition and a tactical soccer task.* Manuskript in Vorbereitung.

Schorer, J., Baker, J., Fath, F. & Jaitner, T. (in Druck). Identification of inter- and intraindividual movement patterns in varying expertise levels. *Journal of Motor Behaviour*.

Schorer, J., Fath, F. & Abernethy, B. (2006). *Comparison of objective biomechanical cues with subjective perceived information in handball goalkeepers.* Manuskript in Vorbereitung.

Schorer, J. & Müller, D. (2000). Wer zu spät kommt... *Handballtraining*, 5, 4-8.

Schorer, J. & Peters, B. (im Druck). *Blickbewegungsdiagnostik bei Hockeynationalspielern und ihre Trainingsimplikationen.*

Schorer, J. & Raab, M. (1999). Zusätzliches Lernen? - Über die Bedeutung von Interferenzen für den Lernprozess. In J. Wiemeyer (Hrsg.), *Forschungsmethodologische Aspekte von Bewegung, Motorik und Training im Sport. 3. gemeinsames Symposium der dvs-Sektionen Biomechanik, Sportmotorik und Trainingswissenschaft vom 17.-19.9.1998 in Darmstadt* (S. 294-298). Hamburg: Czwalina.

Schorer, J. & Weiß, C. (in Druck). A weighted Kappa-coefficient for three observers as a measure for reliability of expert ratings on characteristics in handball throwing patterns. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*.

Sedlmeier, P. (1996). Jenseits des Signifikanztest-Rituals: Ergänzungen und Alternativen. *Methods of Psychological Research Online*, 1(4), 41-63.

Shank, M. D. & Haywood, K. M. (1987). Eye movements while viewing a baseball pitch. *Perceptual and Motor Skills*, 64, 1191-1197.

Shepard, R. N. (1990). *Mind sights*. New York: Freeman.

Simon, H. A. (1956). Rational choice and the structure of environments. *Psychological Review*, 63, 129-138.

Simon, H. A. (1957). *Models of man: Social and rational*. New York: Wiley.

Simon, H. A. (1987). Rational decision making in business organizations. In L. Green & J. H. Kagel (Hrsg.), *Advances in behavioral economics* (S. 18-47). Norwood, NJ: Ablex.

Simon, H. A. (1991). Cognitive architectures and rational analysis: Comment. In K. Van Lehn (Hrsg.), *Architectures for intelligence* (S. 25-39). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Simon, H. A. & Chase, W. G. (1973). Skill in chess. *American Scientist*, 61, 394-403.

Simonton, D. K. (1996). Creative expertise: A life-span developmental perspective. In K. A. Ericsson (Hrsg.), *The road to excellence: The acquisition of expert performance in the arts and sciences, sports, and games* (S. 227-254). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Sinclair, G. D. & Moys, P. W. (1979). Speed of response characteristics of goalkeepers: a descriptive and developmental report. *Canadian Journal of Applied Sport Science*, 4(4), 60-65.

Singer, R. N., Cauraugh, J. H., Chen, D., Steinberg, G. M. & Frehlich, S. G. (1996). Visual search, anticipation, and reactive comparisons between highly-skilled and beginning tennis players. *Journal of Applied Sport Psychology*, 8, 9-26.

Singer, R. N. & Janelle, C. M. (1999). Determining sport expertise: from genes to supremes. *International Journal for Sport Psychology*, 30, 117-150.

Skinner, J. S. (2001). Do genes determine champions? *Sports Science Exchange*, 14(4), 83-90.

Starkes, J. L. (1987). Skill in field hockey: the nature of the cognitive advantage. *Journal of Sport Psychology*, 9, 146-160.

Starkes, J. L. & Deakin, J. (1984). Perception in sport: a cognitive approach to skilled performance. In W. F. Straub & J. M. Williams (Hrsg.), *Cognitive sport psychology* (S. 115-128). Lansding, NY: Sport Science ASS.

Starkes, J. L., Deakin, J., Allard, F., Hodges, N. J. & Hayes, A. (1996). Deliberate practice in sports: What is it anyway? In K. A. Ericsson (Hrsg.), *The road to excellence: The acquisition of expert performance in the arts and sciences, sports, and games* (S. 81-106). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Starkes, J. L. & Ericsson, K. A. (2003). *Expert performance in sport. Advances in research on sport expertise*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Starkes, J. L., Weir, P. L. & Young, B. W. (2003). Retaining expertise: What does it take for older expert athletes to continue to excel? In J. Starkes & K. A. Ericsson (Hrsg.),

Expert performance in sport: Recent advances in research on sport expertise (S. 251-272). Champaign, IL: Human Kinetics.

Summers, J. J. (2004). A historical perspective on skill acquisition. In A. M. Williams & N. J. Hodges (Hrsg.), *Skill acquisition in sport Research, theory and practice* (S. 1-26). New York: Routledge.

Tenenbaum, G., Sar-El, T. & Bar-Eli, M. (2000). Anticipation of ball location in low and high-skill performers: a developmental perspective. *Psychology of Sport and Exercise*, 1, 117-128.

Thiel, A. & Hecker, S. (1989). *Halten wie wir! Von der Grundtechnik bis zur Perfektion im Handballtor. Ein Lehrbuch für Torwarte und ihre Trainer*. Münster: Philippka.

Tukey, J. W. (1977). *Exploratory data analysis*. Reading, MA: Addison-Wesley.

Tyldesley, D. A., Bootsma, R. J. & Bomhoff, G. T. (1983). Skill level and eye-movement patterns in a sport-oriented reaction time task. In H. Rieder (Hrsg.), *Schriftenreihe des Bundesinstituts für Sportwissenschaft 50* (S. 290-296). Schorndorf: Karl Hofmann.

van den Tillaar, R. & Ettema, G. (2004). Effect of body size and gender in overarm throwing performance. *European Journal of Applied Physiology*, 91, 413-418.

van der Kamp, J., Savelsbergh, G. & Davis, W. (1998). Body-scaled ratio as control parameter for prehension in 5- to 9-year-old-children. *Developmental Psychobiology*, 33, 351-361.

Vereijken, B., Whiting, H. T. A., Newell, K. M. & Emmerik, R. E. A. van. (1992). Free(z)ing degrees of freedom in skill acquisition. *Journal of Motor Behaviour*, 24(1), 133-142.

Vickers, J. N. (1992). Gaze control in putting. *Perception*, 21, 117-132.

Vickers, J. N. (1996a). Visual control when aiming at a far target. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22(2), 342-354.

Vickers, J. N. (1996b). Control of visual attention during the basketball free throw. *The American Journal of Sports Medicine*, 24(6), 93-97.

Vickers, J. N. (2003). Decision training: An innovative approach to coaching. *Canadian Journal for Woman in Coaching*, 3, 1-9.

Vickers, J. N. & Adophe, R. M. (1997). Gaze behaviour during a ball tracking and aiming skill. *International Journal of Sports Vision*, 4(1), 18-27.

Vickers, J. N., Canic, M., Abbott, S. & Livingston, L. (1988). Eye movement of elite ice hockey players. *Proceedings of Canadian Society for Psychomotor Learning and Sport Psychology Conference* (S. 78-79). Canada: Collingwood.

Vickers, J. N., Reeves, M. A., Chambers, K. L. & Martell, S. T. (2004). Decision training: Bridging cognition and motor learning into the profession of coaching. In A. M. Williams & N. J. Hodges (Hrsg.), *Skill acquisition in sport: Research, theory and practice* (S. 103-120). London: Routledge.

Walls, J., Bertrand, L., Gale, T. & Sauders, N. (1998). Assessment of upwind dinghy sailing performance using a virtual reality dinghy sailing simulator. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 1, 61-71.

Ward, P., Hodges, N. J., Williams, A. M. & Starkes, J. L. (2004). Deliberate practice and expert performance: Defining the path to excellence. In A. M. Williams & N. J. Hodges (Hrsg.), *Skill acquisition in sport: Research, theory and practice* (S. 231-258). London: Routledge.

Ward, P. & Williams, A. M. (2003). Perceptual and cognitive skill development in soccer: the multidimensional nature of expert performance. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 25(1), 93-101.

Ward, P., Williams, A. M. & Ericsson, K. A. (2003). Underlying mechanisms of perceptual-cognitive expertise in soccer. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 25(1), 136-153.

Warren, W. H. (1984). Perceiving affordances: Visual guidance of stairclimbing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10, 683-703.

Williams, A. M. (2002). Visual search behaviours in sport [Special issue]. *Journal of Sports Sciences*, 20 (3), 169-170.

Williams, A. M. & Burwitz, K. (1993). Advance cue utilization in soccer. In T. Reilly, J. Clarys & A. Stibbe (Hrsg.), *Science and Football* (Vol. 3, S. 239-243). London: E&FN Spon.

Williams, A. M. & Davids, K. (1995). Declarative knowledge in sport: a by-product of experience or a characteristic of expertise? *Journal of Sport and Expertise Psychology*, 17, 259-275.

Williams, A. M. & Davids, K. (1998). Visual search strategy, selective attention, and expertise in soccer. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69(2), 111-128.

Williams, A. M., Davids, K., Burlitz, L. & Williams, J. G. (1993, June). Visual search and sports performance. *The Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 22, 55-65.

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

Williams, A. M. & Elliott, D. (1999). Anxiety, expertise, and visual search strategy in karate. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 21, 362-375.

Williams, A. M. & Ericsson, K. A. (2005). Perceptual-cognitive expertise in sport: Some considerations when applying the expert performance approach. *Human Movement Science*, 24, 283-307.

Williams, A. M., Hodges, N. J., North, J. & Barton, J. G. (2006). Perceiving patterns in play in dynamic sport tasks: Investigating the essential information underlying skilled performance. *Perception*, 35(3), 317-332.

Williams, A. M., Singer, R. N. & Weigelt, C. (1998). Visual search strategy in "live" on-court situations in tennis: an exploratory study. In A. Lees & I. W. Maynard (Hrsg.), *Science and rackets* (Vol. 3, S. 45-67). London: E&FN Spon.

Williams, A. M. & Ward, P. (2003). Perceptual expertise: Development in sport. In J. Starkes & K. A. Ericsson (Hrsg.), *Expert performance in sport: Recent advances in research on sport expertise* (S. 220-249). Champaign, IL: Human Kinetics.

Williams, A. M., Ward, P., Allen, M. & Smeeton, N. J. (2005). Training perceptual skill using on-court instruction in tennis: Perception versus perception and action. *Journal of Applied Sport Psychology*, 16, 1-11.

Williams, A. M., Ward, P., Knowles, J. M. & Smeeton, N. J. (2002). Anticipation skill in a real-world task: measurement, training, and transfer in tennis. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 8(4), 259-270.

Wörner, A. (2004). *Der Handballtorhüter beim Siebenmeter. Eine explorative Interviewstudie mit Torhütern, Trainern und Theoretikern*. Unveröffentlichte Abschlussarbeit, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg.

Yates, J. F. (2001). „Outsider“: Impressions of Natural Decision Making. In E. Salas & G. Klein (Hrsg.), *Linking Expertise and Naturalistic Decision Making* (S. 9-34). Mahwah, NJ: Erlbaum.

15 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Vier Arten von Erwartungen in Bezug zu den vier Stadien (Heckhausen, 1980, S. 621).....	11
Abbildung 2. Gesamtschema zur Beschreibung des Phasenverlaufs nach Roth (1991, S. 80).	12
Abbildung 3. Zeitlicher Verlauf einer Wurf- und einer Abwehrhandlung (vgl. Hatzl, 2000). 20	
Abbildung 4. Der Expert Performance Approach (Williams & Ericsson, 2005, S. 286).....	26
Abbildung 5. Schematische Illustration der Methoden zur Identifikation von Expertise.....	29
Abbildung 6. Verschiedene Beispiel einer spatialen Okklusion (vgl. Müller et al., im Druck).	30
Abbildung 7. Vergleich des Moving-Window-Ansatzes (Reihe 1-3) und des Progressive-Window-Ansatzes (Reihe 3-5).....	31
Abbildung 8. Die Entwicklung von Expertise (Ericsson, 2003a, S. 64).....	37
Abbildung 9. Versuchsaufbau bei der Umweltanalyse.....	52
Abbildung 10. Platine mit aktivierter Leuchtdiode zur Treffererfassung (rot = rechts oben).	53
Abbildung 11. Positionierung der Marker aus der 0°-(links), 35°-(Mitte) und 70°-Perspektive (rechts).....	54
Abbildung 12. Endframe bei den drei verschiedenen temporalen Okklusionsstufen (links TO 1, mitte TO 2 und rechts TO 3).....	58
Abbildung 13. Versuchsaufbau für Sensorik- und Motorikanalyse.....	60
Abbildung 14. Desktop-Ansicht des iView Analysesystems.....	62
Abbildung 15. Vergleich der Reaktionsqualität zwischen Nationaltorhütern (n = 8), Regio- nalligatorhütern (n = 4) und Sportstudierenden (n = 5) in Prozent der richti- gen Lösungen.....	76
Abbildung 16. Vergleich der Reaktionsqualität zwischen Experten (n = 8), Fortgeschrittenen (n = 4) und Novizen (n = 5) in Prozent der richtigen Lösungen.....	77
Abbildung 17. Vergleich der Reaktionsqualität zwischen Experten (n = 8), Fortgeschrittenen (n = 4) und Novizen (n = 5) in Prozent der richtigen Lösungen.....	78
Abbildung 18. Vergleich der Reaktionszeit zwischen Experten (n = 8), Fortgeschrittenen (n = 4) und Novizen (n = 5) in Frames.....	82
Abbildung 19. Vergleich der Reaktionszeit zwischen Experten (n = 8), Fortgeschrittenen (n = 4) und Novizen (n = 5) in Frames.....	83
Abbildung 20. Vergleich der Bewegungszeit zwischen Experten (n = 8), Fortgeschrittenen (n = 4) und Novizen (n = 5) in Frames.....	84
Abbildung 21. Vergleich der Reaktionszeit zwischen Experten (n = 8), Fortgeschrittenen (n = 4) und Novizen (n = 5) in Frames.....	85
Abbildung 22. Vergleich der Bewegungszeit zwischen Experten (n = 8), Fortgeschrittenen (n = 4) und Novizen (n = 5) in Frames.....	86
Abbildung 23. Vergleich der Reaktionszeit zwischen Experten (n = 8), Fortgeschrittenen (n = 4) und Novizen (n = 5) in Frames.....	87
Abbildung 24. Vergleich der Bewegungszeit zwischen Experten (n = 8), Fortgeschrittenen (n = 4) und Novizen (n = 5) in Frames.....	88
Abbildung 25. Vergleich der Anzahl der Fixationen zwischen Experten (n = 8), Fortgeschrit- tenen (n = 4) und Novizen (n = 4).....	89

Abbildung 26. Vergleich der relativen und absoluten Fixationsdauer zwischen Experten (n = 8), Fortgeschrittenen (n = 4) und Novizen (n = 5) in Frames.....	90
Abbildung 27. Vergleich der Fixationsregionen zwischen Experten (n = 8), Fortgeschrittenen (n = 4) und Novizen (n = 5) in Prozent (Fixationsregionen von links nach rechts: Kopf, Ball/Hand, Wurfarmschulter, Gegenschulter, Hüfte, Beine/Füße, sonstiges & fehlende Werte).....	91
Abbildung 28. Vergleich der Anzahl der Fixationen zwischen Experten (n = 8), Fortgeschrittenen (n = 4) und Novizen (n = 5).....	92
Abbildung 29. Vergleich der relativen und absoluten Fixationen zwischen Experten (n = 8), Fortgeschrittenen (n = 4) und Novizen (n = 5) in Millisekunden.....	93
Abbildung 30. Vergleich der Fixationsregionen zwischen Experten (n = 8), Fortgeschrittenen (n = 4) und Novizen (n = 5) in Prozent (Fixationsregionen von links nach rechts: Kopf, Ball, rechte Schulter, linke Schulter, Hüfte, Beine/Füße, sonstiges, fehlende Werte, Schläger & Schlagarm).....	94
Abbildung 31. Vergleich der Reaktionsqualität zwischen D-Kader (n = 8), C-Kader (n = 5), B-Kader (n = 9), A-Kader (n = 8) und Ex-Kader (n = 3) in Prozent.....	97
Abbildung 32. Vergleich der Reaktionszeit zwischen D-Kader (n = 8), C-Kader (n = 5), B-Kader (n = 9), A-Kader (n = 8) und Ex-Kader (n = 3) in Frames.	97
Abbildung 33. Vergleich der Bewegungszeit zwischen D-Kader (n = 8), C-Kader (n = 5), B-Kader (n = 9), A-Kader (n = 8) und Ex-Kader (n = 3) in Frames.	98
Abbildung 34. Vergleich der Reaktionsqualität zwischen D-Kader (n = 8), C-Kader (n = 5), B-Kader (n = 9), A-Kader (n = 8) und Ex-Kader (n = 3) in Prozent.....	99
Abbildung 35. Vergleich der Reaktionszeit zwischen D-Kader (n = 8), C-Kader (n = 5), B-Kader (n = 9), A-Kader (n = 8) und Ex-Kader (n = 3) in Frames.	100
Abbildung 36. Vergleich der Bewegungszeit zwischen D-Kader (n = 8), C-Kader (n = 5), B-Kader (n = 9), A-Kader (n = 8) und Ex-Kader (n = 3) in Frames.....	101
Abbildung 37. Vergleich der Reaktionsqualität zwischen D-Kader (n = 8), C-Kader (n = 5), B-Kader (n = 9), A-Kader (n = 8) und Ex-Kader (n = 3) in Prozent.....	102
Abbildung 38. Vergleich der Reaktionszeit zwischen D-Kader (n = 8), C-Kader (n = 5), B-Kader (n = 9), A-Kader (n = 8) und Ex-Kader (n = 3) in Frames.....	103
Abbildung 39. Vergleich der Bewegungszeit zwischen D-Kader (n = 8), C-Kader (n = 5), B-Kader (n = 9), A-Kader (n = 8) und Ex-Kader (n = 3) in Frames.....	104
Abbildung 40. Vergleich der Reaktionszeit zwischen D-Kader (n = 8), C-Kader (n = 5), B-Kader (n = 9), A-Kader (n = 8) und Ex-Kader (n = 3) in Frames.....	105
Abbildung 41. Vergleich der Bewegungszeit zwischen D-Kader (n = 8), C-Kader (n = 5), B-Kader (n = 9), A-Kader (n = 8) und Ex-Kader (n = 3) in Frames.	106
Abbildung 42. Vergleich der Anzahl der Fixationen zwischen D-Kader (n = 8), C-Kader (n = 5), B-Kader (n = 9), A-Kader (n = 8) und Ex-Kader (n = 3).....	107
Abbildung 43. Vergleich der relativen Fixationsdauer zwischen D-Kader (n = 8), C-Kader (n = 5), B-Kader (n = 9), A-Kader (n = 8) und Ex-Kader (n = 3) in Millisekunden.	108
Abbildung 44. Vergleich der absoluten Fixationsdauer zwischen D-Kader (n = 8), C-Kader (n = 5), B-Kader (n = 9), A-Kader (n = 8) und Ex-Kader (n = 3) in Millisekunden.	109
Abbildung 45. Vergleich der Fixationsregionen zwischen D-Kader (n = 8), C-Kader (n = 5), B-Kader (n = 9), A-Kader (n = 8) und Ex-Kader (n = 3) in Prozent (Fixationsregionen von links nach rechts: Kopf, Ball/Hand, Wurfarmschulter, Gegenschulter, Hüfte, Beine/Füße, sonstiges & fehlende Werte).....	110

- Abbildung 46. Vergleich der Anzahl der Fixationen zwischen D-Kader (n = 8), C-Kader (n = 5), B-Kader (n = 9), A-Kader (n = 8) und Ex-Kader (n = 3)..... 111
- Abbildung 47. Vergleich der relativen und der absoluten Fixationsdauer zwischen D-Kader (n = 8), C-Kader (n = 5), B-Kader (n = 9), A-Kader (n = 8) und Ex-Kader (n = 3) in Millisekunden.....112
- Abbildung 48. Vergleich der Fixationsregionen zwischen D-Kader (n = 8), C-Kader (n = 5), B-Kader (n = 9), A-Kader (n = 8) und Ex-Kader (n = 3) in Prozent (Fixationsregionen von links nach rechts: Kopf, Ball/Hand, Wurfarmschulter, Gegenschulter, Hüfte, Beine/Füße, sonstiges, fehlende Werte, Schläger & Schlagarm).....114

16 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	
Überblick zu sportwissenschaftlichen Blickbewegungsuntersuchungen.....	34
Tabelle 2	
Experiment 1 & 2 -	
Vergleich des Alters, der Spielvorerfahrung und des spezifischen Torwarttrainings.....	66
Tabelle 3	
Experiment 3 -	
Vergleich des Alters, der Spielvorerfahrung und des spezifischen Torwarttrainings.....	67
Tabelle 4	
Überblick zu den empirischen Hypothesen für die Experimente 1-3.....	69
Tabelle 5	
Experiment 1 -	
Überblick zum inferenzstatistischen Vergleich zwischen Experten (n = 8), Fortgeschrittenen (n = 4) und Novizen (n = 5).....	79
Tabelle 6	
Experiment 1 & 2 -	
Überblick zu den inferenzstatistischen Vergleichen zwischen Experten (n = 8), Fortgeschrittenen (n = 4) und Novizen (n = 5).....	95
Tabelle 7	
Experiment 3 -	
Überblick zu den inferenzstatistischer Vergleich zwischen D-Kader (n = 8), C-Kader (n = 5), B-Kader (n = 9), A-Kader (n = 8) und Ex-Kader (n = 3).....	115
Tabelle 8	
Studie -	
Überblick zu den inferenzstatistischen Vergleichen zwischen zwischen Experten (n = 8), Fortgeschrittenen (n = 4) und Novizen (n = 5) [oben] sowie zwischen D-Kader (n = 8), C-Kader (n = 5), B-Kader (n = 9), A-Kader (n = 8) und Ex-Kader (n = 3) [unten].....	117

Formale Erklärung zur Dissertation

Hiermit erkläre ich, Jörg Schorer, geb. 12.03.1972 in Tübingen, dass ich die Dissertation selbständig angefertigt, nur die angegebenen Hilfsmittel benutzt und die Zitate gekennzeichnet habe. Außerdem erkläre ich, dass ich die Dissertation in dieser oder einer anderen Form nicht bereits anderweitig als Prüfungsarbeit verwendet oder einer anderen Fakultät als Dissertation vorgelegt habe.

(J. Schorer)