

Erhöhung der Antriebsleistungen beim Startsprung im Sportschwimmen

- Eine quasiexperimentelle Untersuchung -

Von der Sportwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Leipzig

genehmigte

D I S S E R T A T I O N

zur Erlangung des akademischen Grades

Doctor philosophiae
(Dr. phil.)

vorgelegt

von Diplomsportlehrer Jens Graumnitz

geboren am 26. April 1961 in Leipzig

Gutachter: Prof. Dr. Jürgen Krug

Prof. Dr. Arndt Pfützner

Tag der Verleihung 15.08.2011

Bibliografische Beschreibung:

Graumnitz, Jens

Erhöhung der Antriebsleistung beim Startsprung im Sportschwimmen

- Eine quasiexperimentelle Untersuchung -

Universität Leipzig, Sportwissenschaftliche Fakultät, Dissertation, 2010

166 S. / 139 Lit. / 50 Abb. / 28 Tab. / 95 S. Anlagen

Referat:

Die vorliegende Arbeit soll den Nachweis erbringen, dass mit einem spezifischen Trainingsprogramm, welches aus einer Kombination von Techniktrainingsformen besteht, Teilkörperbewegungen beim Absprung vom Block so optimiert werden, dass quantifizierbare Verbesserungen im Startabschnitt erzielt werden können. Ausgangspunkt ist die auf Wettkampfanalysen und Leistungsdiagnosemaßnahmen basierende Annahme, dass bei der Mehrheit der deutschen Nationalmannschaftsschwimmer erhebliche Reserven in der Ausführung der Absprungbewegung vom Block bestehen. Die Folge sind Nachteile der deutschen Sportler im Startabschnitt gegenüber der internationalen Konkurrenz. Ein spezielles Techniktrainingsprogramm wird als Trainingsintervention in einer Nachwuchstrainingsgruppe erprobt. Die Intervention erstreckt sich über zehn Wochen. Während der ersten sechs Wochen wird in wöchentlich vier Teiltrainingseinheiten ein Programm zur Sensibilisierung der Teilkörperbewegungen absolviert. In weiteren vier Wochen erfolgt wöchentlich einmal ein Messplatztraining. Neun Wochen nach Abschluss des ersten Interventionszeitraumes wird die Intervention wiederholt. Im Vergleich mit einer Kontrollgruppe können über das gesamte Trainingsjahr 2007/2008 für die Interventionsgruppe größere Entwicklungsraten bei den Startleistungsmerkmalen nachgewiesen werden. Die gewonnenen Erkenntnisse unterstreichen die Notwendigkeit eines sorgfältig geplanten und kontinuierlich durchgeführten Techniktrainings zur Verbesserung der azyklischen Absprungbewegung vom Block ohne, dass die Entwicklung anderer Leistungsvoraussetzungen beschränkt wird.

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort

1	Einführung – Problemkennzeichnung und Ziel der Arbeit	1
2	Ausgangsposition	5
2.1	<i>Weltstandsanalyse</i>	5
2.2	<i>Azyklische Wettkampfanteile</i>	9
3	Theoretische Positionen	14
3.1	<i>Der Start im Sportschwimmen</i>	14
3.1.1	Phasen des Starts vom Block (Einzelrennen)	16
3.1.2	Kennzeichnung der Startparameter	22
3.1.2.1	<i>Blockzeit</i>	23
3.1.2.2	<i>Absprungwinkel</i>	26
3.1.2.3	<i>Flugzeit und Flugweite</i>	27
3.1.2.4	<i>Absprunggeschwindigkeit</i>	29
3.1.2.5	<i>7,5-m-Start-Zeit</i>	31
3.1.2.6	<i>15-m-Start-Zeit</i>	32
3.1.2.7	<i>Abschwimmgeschwindigkeit</i>	32
3.1.2.8	<i>Zusammenfassung</i>	33
3.1.3	Startvarianten	35
3.1.4	Objektivierungsverfahren	43
3.1.5	Training der Starts	50
3.2	<i>Techniktraining</i>	56
3.2.1	Computergestütztes parameterorientiertes Training (CP-Training)	58
3.2.1.1	<i>CP-Training als eine Form des Techniktrainings</i>	58
3.2.1.2	<i>Praktische Nutzung des CP-Trainings im Bereich des Deutschen Schwimm-Verbandes</i>	64
3.2.1.3	<i>Kritische Anmerkungen zum CP-Training</i>	65

3.2.1.4	<i>Schlussfolgerungen für ein optimales CP-Training</i>	67
3.2.2	Techniktrainingsformen und Vereinfachungsstrategien	69
3.3	<i>Ableitungen für die vorliegende Arbeit</i>	72
4	Forschungshypothesen	75
5	Untersuchungsmethodik	78
5.1	<i>Probanden</i>	78
5.1.1	Interventionsgruppe	78
5.1.2	Kontrollgruppe	79
5.2	<i>Untersuchungsablauf</i>	80
5.2.1	Trainingsintervention	82
5.2.1.1	<i>Trainingsprogramm zur Sensibilisierung von Teilbewegungen des Absprungs vom Block</i>	83
5.2.1.2	<i>CP-Training zum Transfer der verbesserten Teilbewegungen in den Gesamtbewegungsvollzug des Absprungs vom Block</i>	86
5.2.1.3	<i>Trainingsanalyse</i>	90
5.2.2	Tests	90
5.2.2.1	<i>Testablauf</i>	91
5.2.2.2	<i>Ermittlung der Startparameter</i>	92
5.2.2.3	<i>Ermittlung der Sprungkraft</i>	100
5.3	<i>Variable und Datenanalyse</i>	101
5.3.1	Unabhängige und abhängige Variable	101
5.3.2	Datenanalyse	101
5.3.2.1	<i>Auswahl der Daten</i>	101
5.3.2.2	<i>Datenverarbeitung</i>	102
5.4	<i>Methodenkritik</i>	105
5.4.1	Untersuchungszeitraum	105
5.4.2	Auswahl der Probanden	105
5.4.3	Intervention	107
5.4.4	Testverfahren	108
5.4.5	Datenverarbeitung	109

6	Darstellung der Ergebnisse	112
6.1	<i>Zusammenhang zwischen den Startleistungs- merkmalen Blockzeit und Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)</i>	112
6.2	<i>Zusammenhang zwischen Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) und Sprunghöhe beim vertikalen Sprung</i>	113
6.3	<i>Entwicklung der Startleistungsmerkmale bei Anwendung der bevorzugten Startvariante</i>	114
6.3.1	Entwicklung der Blockzeit	114
6.3.2	Entwicklung der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)	116
6.3.3	Zur Hypothese 1.1	118
6.3.4	Zur Hypothese 1.2	119
6.3.5	Zur Hypothese 1.3	120
6.3.6	Zur Forschungshypothese 1	121
6.4	<i>Entwicklung der Startleistungsmerkmale bei Anwendung der alternativen Startvariante</i>	122
6.4.1	Entwicklung der Blockzeit	122
6.4.2	Entwicklung der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)	124
6.4.3	Zur Hypothese 2.1	127
6.4.4	Zur Hypothese 2.2	127
6.4.5	Zur Hypothese 2.3	128
6.4.6	Zur Forschungshypothese 2	129
7	Diskussion und Ausblick	131
7.1	<i>Interpretation der Untersuchungsergebnisse</i>	131
7.2	<i>Zusammenfassung</i>	138
7.3	<i>Trainingsmethodische Schlussfolgerungen</i>	139
7.4	<i>Orientierungen für zukünftige Untersuchungen zum Forschungsgegenstand</i>	142

Literaturverzeichnis	145
Abkürzungsverzeichnis	154
Abbildungsverzeichnis	158
Tabellenverzeichnis	162
Formel- und Symbolverzeichnis	164
Anlagen	

Vorwort

Die vorliegende Arbeit wäre ohne die Unterstützung zahlreicher Personen nicht möglich gewesen. Bei ihnen allen möchte ich mich an dieser Stelle herzlich bedanken.

Mein besonderer Dank gilt:

Herrn Prof. Dr. Jürgen Krug, der mich bei der Anfertigung dieser Arbeit betreute und mir mit Geduld wissenschaftliche Untersuchungsmethodik nahe brachte,

Herrn Prof. Dr. Arndt Pfützner, der mir ebenfalls als Betreuer zur Seite stand und mir den Nutzen der Arbeit für die Trainingspraxis ans Herz legte,

Herrn Dr. Jürgen Kuchler, der mir in zahlreichen Diskussionen biomechanische Sachverhalte erläuterte, technische Hilfe bei den Testdurchführungen leistete, mich von einigen meiner beruflichen Tätigkeiten entlastete und mir immer wieder Mut zusprach,

Frau Prof. Dr. Maren Witt, die mich mit kompetenten Ratschlägen bei der Literaturrecherche und der Testdurchführung unterstützte,

Herrn Prof. Dr. Jürgen Dietze, der mich zur Promotion ermunterte und mich auf den ersten Schritten begleitete,

Frau Karen Kühnert, Herrn Oliver Trieb und den Sportlerinnen und Sportlern ihrer Trainingsgruppen, ohne die diese Untersuchung nicht stattgefunden hätte,

Herrn Markus Buck, der mit Engagement an der Durchführung der Trainingsintervention und der Tests persönlich beteiligt war,

meiner Lebensgefährtin, Frau Katrin Seitz, die auf manch gemeinsame Stunde verzichten musste,

meiner Mutter, Frau Dr. Christa Graumnitz, die mir mit ihren Erfahrungen sowie mit mütterlichem Rat und Zuspruch über schwierige Phasen hinweg half,

Frau Susann Weidt und Herrn Eberhard Liebenau, die mich auf Besonderheiten der deutschen Rechtschreibung hinwiesen,

dem Institut für Angewandte Trainingswissenschaft Leipzig, dessen Infrastruktur ich für meine Untersuchungen nutzen durfte.

1 Einführung – Problemkennzeichnung und Ziel der Arbeit

Aktuelle Wettkampfanalysen der Schwimmwettkämpfe von Weltmeisterschaften und Olympischen Spielen bestätigen die hohe Leistungsdichte in allen schwimmsportlichen Disziplinen (Graumnitz & Kuchler, 2007; 2009; Kuchler, Graumnitz & Schnabel, 2009). Besonders in den Disziplinen bis 100 m Streckenlänge entscheiden Differenzen von wenigen 100stel-Sekunden über den Sieg, über das Erringen einer Medaille oder über das Erreichen eines Finals. Dieser Sachverhalt spiegelt sich in den Tabellen 1 und 2 wider, in denen die Differenzen zwischen den Zeiten der Erst- und Zweitplatzierten, der Zweit- und Drittplatzierten sowie der Dritt- und Viertplatzierten¹ in den olympischen Disziplinen bis 100 m von den Weltmeisterschaften 2007 und den Olympischen Spielen 2008 aufgelistet sind.

Tab. 1. *Zeit-Differenz zur jeweils besseren Platzierung in den olympischen 50-m- und 100-m-Disziplinen der Männer bei den Weltmeisterschaften 2007 und bei den Olympischen Spielen 2008 (in Sekunden)*

	WM 07 50 F	WM 07 100 F	WM 07 100 B	WM 07 100 R	WM 07 100 S	OS 08 50 F	OS 08 100 F	OS 08 100 B	OS 08 100 R	OS 08 100 S
2. – 1.	0,06	0,00	0,16	0,52	0,05	0,15	0,11	0,29	0,57	0,01
3. – 2.	0,03	0,04	0,62	0,11	1,00	0,04	0,35	0,17	0,07	0,53
4. – 3.	0,03	0,04	0,02	0,08	0,21	0,13	0,00	0,20	0,00	0,01

Tab. 2. *Zeit-Differenz zur jeweils besseren Platzierung in den olympischen 50-m- und 100-m-Disziplinen der Frauen bei den Weltmeisterschaften 2007 und bei den Olympischen Spielen 2008 (in Sekunden)*

	WM 07 50 F	WM 07 100 F	WM 07 100 B	WM 07 100 R	WM 07 100 S	OS 08 50 F	OS 08 100 F	OS 08 100 B	OS 08 100 R	OS 08 100 S
2. – 1.	0,09	0,30	0,62	0,43	0,09	0,01	0,04	1,56	0,23	0,37
3. – 2.	0,08	0,04	0,93	0,53	0,10	0,10	0,23	0,61	0,15	0,15
4. – 3.	0,09	0,13	0,11	0,12	0,96	0,08	0,58	0,09	0,04	0,59

Im Finale der Olympischen Spiele 2008 über 50 m Freistil der Frauen siegte B. Steffen (GER) vor D. Torres (USA). Die Zeitdifferenz von 0,01 s zwischen Siegerin und Zweitplatzierte entsprach unter Berücksichtigung der im Zielbereich geschwommenen Geschwindigkeiten (Graumnitz & Kuchler, 2007) einer Entfernung von ca. 0,02 m. Die Fünftplatzierte M. Veldhuis (NED) hatte einen Rückstand von 0,20 s (ca. 0,37 m) zur Siegerin.

¹ Im weiteren Verlauf sind, wenn nicht explizit darauf hingewiesen wird, unter dem Begriff „Athleten/Sportler“ sowohl weibliche als auch männliche Sportler zu verstehen.

Noch knapper war der Ausgang des 100-m-Freistil-Finals der Männer bei den XII. Schwimmweltmeisterschaften 2007. F. Magnini (ITA) und B. Hayden (CAN) belegten gemeinsam den 1. Platz². Mit einem Abstand von 0,04 s folgte E. Sullivan (AUS). Weitere 0,04 s später schlug der viertplatzierte C. Cielo Filho (BRA) an, der J. Lezak (USA) um 0,01 s auf den fünften Platz verwies. Sein Abstand auf den Sieger betrug 0,09 s, was einer Strecke von ca. 0,15 m entsprach.

Der aufmerksame Beobachter einer Schwimmveranstaltung (in einem 50-m-Becken³) wird bemerken, dass von den Schwimmern unterschiedliche Positionen auf dem Startblock eingenommen werden⁴, welche dem äußeren Anschein nach Einfluss darauf haben, wie schnell die Sportler vom Startblock springen. Ihm wird darüber hinaus auffallen, dass einige Athleten weiter oder kürzer bzw. steil nach oben oder flach springen. In der Zeit zwischen dem Ertönen des Startsignals und dem vollständigen Eintauchen der Sportler in das Wasser kann er die unterschiedlichsten Bewegungsabläufe verfolgen. Dieser Beobachter wird feststellen, dass die Abstände nach dem Startabschnitt in einigen Fällen größer als am Ende des Rennens sind. Im Ergebnis könnte er den Eindruck gewinnen, dass für einige Schwimmer allein ein verbesserter Startabschnitt ausreichen würde, um einen Wettkampf erfolgreich zu gestalten, ohne dass er schneller schwimmen muss.

Im Gegensatz zu einem subjektiven Beobachter ist es dem Sportwissenschaftler unter Nutzung objektivierender Verfahren wie der Wettkampfanalyse⁵ mög-

2 Nach den Wettkampfbestimmungen der Fédération Internationale de Natation (FINA, 2009 a) werden die geschwommenen Zeiten auf 0,01 s genau gemessen. Wird innerhalb eines Wettbewerbs für zwei oder mehrere Schwimmer die gleiche Zeit ermittelt, werden diese auf einen Platz gesetzt.

3 Bei Welt- und Europameisterschaften werden zusätzlich zu den Disziplinen im 50-m-Becken Wettkämpfe im Freiwasser über 5 km, 10 km und 25 km ausgetragen. Seit 2008 sind die 10 km bei Männern und Frauen Bestandteil des olympischen Programms. In der vorliegenden Arbeit genannte Schwimmwettkämpfe und Schwimmdisziplinen beziehen sich generell auf das Schwimmen im 50-m-Becken.

4 Rückenschwimmer betrifft dies nicht. Wettkämpfe im Rückenschwimmen werden aus dem Wasser heraus gestartet (vgl. FINA, 2009 a).

5 „Methodisches Vorgehen zur Erfassung und Beurteilung wesentlicher Faktoren der sportlichen Leistung im Wettkampf (Einzel- und Mannschaftsleistung) auf der Basis verschiedener Untersuchungsmethoden. Im Wesentlichen kommen Beobachtungsverfahren sowie berührungs- und rückwirkungsfreie Messverfahren zum Einsatz. Zielstellungen der Wettkampfanalyse sind Ableitungen für das Training und die Vertiefung von Erkenntnissen zur Struktur der Wettkampfleistung.“ (Krug, 2008 a, S. 559)

lich, einzelne Wettkampfabschnitte zu quantifizieren und auf Ausprägungsgrade einzelner Leistungsvoraussetzungen zu schließen.

Gegenüber anderen Sportarten, in denen das Ziel ebenso darin besteht, eine definierte Strecke in möglichst kurzer Zeit zurückzulegen, gibt es im Sportswimmen ein Phänomen: Nur eine kurze Zeitspanne nach dem Beginn des Wettkampfs, nämlich in dem Moment, wenn die Füße den Startblock verlassen, besitzt der Schwimmer die höchste Geschwindigkeit⁶ des gesamten Wettkampfverlaufs. Zahlreiche Untersuchungen zur Wettkampfstruktur veranlassten Sportwissenschaftler zu der Aussage, dass die Gestaltung des Startabschnitts im Sportschwimmen wettkampfscheidenden Charakter besitzt (Küchler & Leopold, 2000; Küchler & Witt, 2000; Rudolph, 2001; Wolfram, 2001; Graumnitz & Küchler, 2004; Houel, Taiar, Marchand, Rey, Boissiere, Lecat, Quievre & Hellard, 2006; Seifert, Payen, Vantorre & Chollet, 2006; Sanchez, Maanon, Mon & Arrelano, 2006; Graumnitz & Küchler, 2009; Küchler et al., 2009). Aufgrund des großen Anteils des Startabschnitts an der Gesamtstreckenlänge trifft dies auf die kürzeren Wettkampfdistanzen (50-m- und 100-m-Wettbewerbe) insbesondere zu.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, aufgrund der hohen trainingspraktischen Relevanz einen trainingsmethodischen Lösungsansatz zur Erhöhung der Antriebsleistungen beim Startsprung zu entwickeln, dessen erfolgreiche Anwendung sich in kürzeren Blockzeiten⁷ und höheren Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) widerspiegelt. Im Theorieteil der vorliegenden Arbeit wird herausgearbeitet, welchen Einfluss die horizontale Komponente der Absprunggeschwindigkeit und die Blockzeit auf den Startabschnitt und den gesamten Rennverlauf nehmen.

Hohe Antriebsleistungen basieren gleichermaßen auf konditionellen und koordinativ-technischen Leistungsvoraussetzungen. Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist die Optimierung von Bewegungsabläufen des Absprungs vom Block.

6 Höchste Geschwindigkeit in Schwimmrichtung.

7 Zeitdifferenz zwischen dem Ertönen des Startsignals und dem Lösen der Füße vom Block.

Damit erfolgt eine Konzentration auf die koordinativ-technischen Leistungsvoraussetzungen, in deren Entwicklung der Verfasser wesentlich größeres Potenzial vermutet als in der Entwicklung konditioneller Voraussetzungen (vgl. Mechling, 1988; Lehnertz, 1991; Martin, 1991; Krug, 1995). Diese Vermutung wird durch Ergebnisse von Wettkampfanalysen, Leistungsdiagnosen und Trainingsanalysen (Küchler & Leopold, 2000; eigene unveröffentlichte Untersuchungen) gestützt, die zeigen, dass in einer planmäßigen und konsequenten Optimierung azyklischer Bewegungsabläufe in den Bereichen des Anschluss- und Hochleistungstrainings des Deutschen Schwimm-Verbandes (DSV) große Reserven bestehen.

Daraus ergab sich die Notwendigkeit, ein spezielles Techniktrainingsprogramm zu konzipieren, mithilfe dessen die Bewegungsausführung des Absprungs vom Block so optimiert wird, dass kürzere Blockzeiten und höhere Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) erreicht werden. Das spezielle Techniktrainingsprogramm setzt sich aus einem Trainingsprogramm zur Sensibilisierung von Teilbewegungen des Absprungs vom Block und einem computergestützten parameterorientierten Training⁸ zusammen.

Um der Zielstellung gerecht zu werden, das Trainingsprogramm nach erfolgreicher Überprüfung als standardisiertes Trainingsmittel zu empfehlen, mussten Anforderungen erfüllt werden, die den Einklang mit dem normalen Trainingsablauf garantierten und damit den Ansprüchen an die Feldforschung (vgl. Bortz & Döring, 2006) genügten. Die Überprüfung der Wirksamkeit dieses Programms erfolgt im Rahmen der vorzustellenden Untersuchung.

8 Das auch als Messplatztraining bezeichnete „computergestützte parameterorientierte Training“ (CP-Training) wird unter 3.2.1 erläutert.

2 Ausgangsposition

2.1 Weltstandsanalyse

Ein Ende der Entwicklung menschlicher Leistungsfähigkeit im Sport ist nicht abzusehen. Zu den Sportarten, in denen die sportliche Leistung messbar ist, zählt das Sportschwimmen. Die Leistungsfortschritte lassen sich neben den Weltrekordverläufen gleichfalls an den Leistungen nachvollziehen, die für das Erringen einer Medaille bzw. für das Erreichen eines Finals notwendig sind. Unabhängig von Prognosen zur zukünftigen Weltrekordentwicklung und dem theoretischen Erreichen von Grenzen der sportlichen Leistungsfähigkeit (vgl. Krug, 2009) ist in allen Schwimmdisziplinen eine ununterbrochene Steigerung der Wettkampfleistungen zu verzeichnen. Nach einer Leistungsstagnation in den 1990er-Jahren nahm die Anzahl der Weltrekordverbesserungen im Vorfeld der Olympischen Spiele 2000 wieder zu. Besonders seit den Weltmeisterschaften 2007 ist die Entwicklung der Wettkampfleistungen im internationalen Schwimmsport durch eine sprunghafte Dynamik gekennzeichnet. Abbildung 1 verdeutlicht den Sachverhalt am Beispiel der Leistungsentwicklung über 200 m Brust der Männer⁹.

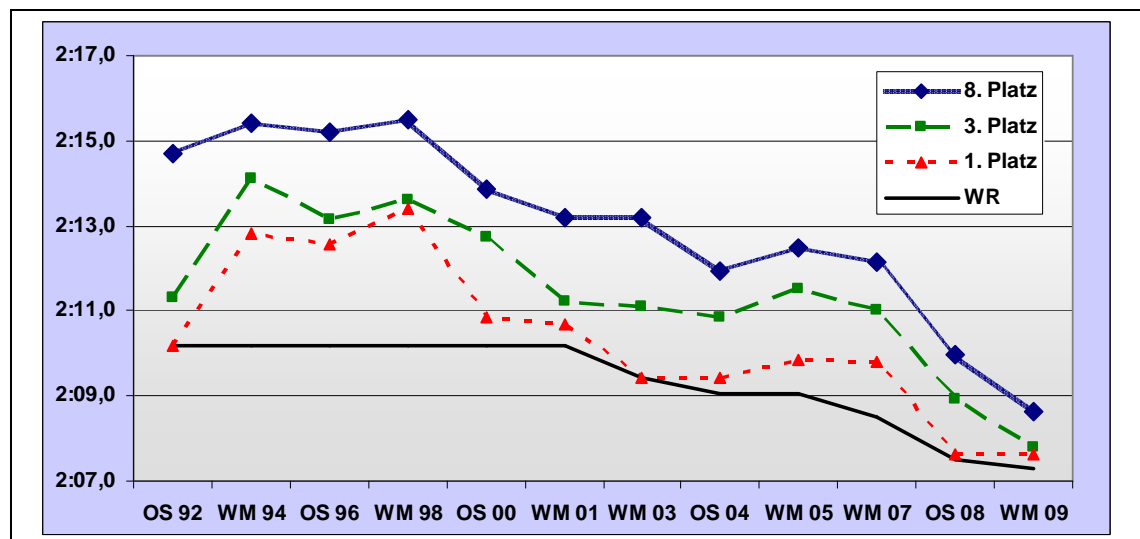


Abb. 1. Entwicklung der Wettkampfleistungen über 200 m Brust der Männer

⁹ Beispielhafte Darstellung der Entwicklung des Weltrekords, der Leistungen der Erst-, Dritt- und Achteplatzierten bei Olympischen Spielen und Weltmeisterschaften über 200 m Brust der Männer (Graumnitz & Küchler, 2009). Dabei wird die jeweils bessere der Zeiten des Achteplatzierten der Semifinals und des Achteplatzierten des Finals verwendet.

Bei den internationalen Top-Events¹⁰ seit 2005 stellten die Schwimmer in den olympischen Disziplinen zahlreiche Weltrekorde auf¹¹. Die inflationäre Zahl neu aufgestellter Weltrekorde in den Jahren 2008 (Olympische Spiele) und 2009 (Weltmeisterschaften) ist zu großen Teilen auf die sich enorm entwickelnde Technologie der Schwimmbekleidung zurückzuführen. Die in Abbildung 2 dargestellten Entwicklungsraten bestätigen dies, zeigen aber, dass sich das Leistungsniveau auch in den Zeiträumen erhöhte, die nicht durch technologische Neuentwicklungen geprägt waren.

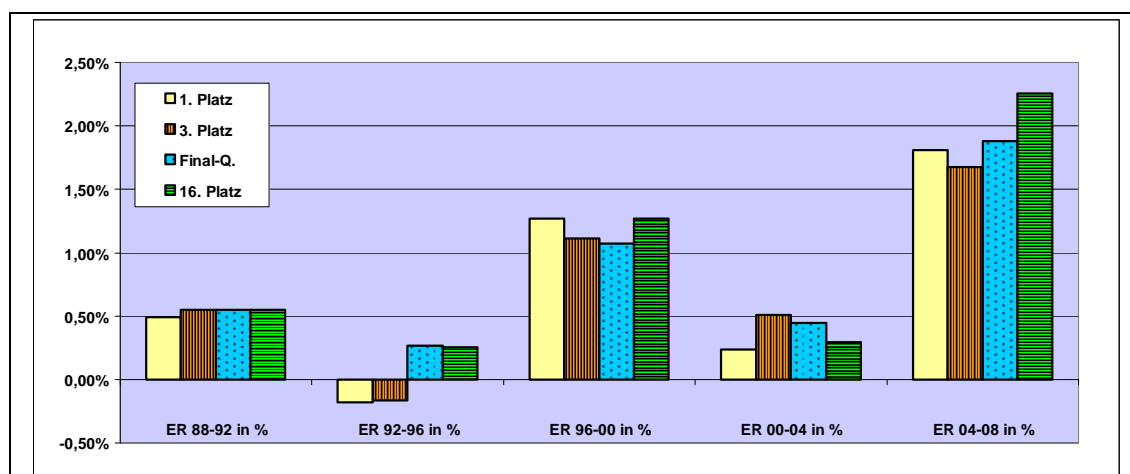


Abb. 2. Entwicklungsraten in den olympischen Schwimmdisziplinen für die Olympiadezyklen seit 1988

An den Abbildungen 1 und 2 ist ebenfalls die zunehmende Leistungsdichte im internationalen Schwimmsport erkennbar. Die Entwicklungsraten der für das Erreichen der Finals und Halbfinals bzw. des 8. und 16. Platzes¹² notwendigen Leistungen waren im vergangenen Olympiadezyklus höher als die Entwicklungsraten der Leistungen für die Medaillentränge (vgl. Abbildung 2).

10 Top-Events: Olympische Spiele, Welt- und Kontinentalmeisterschaften und vergleichbare Wettkämpfe (z. B. Commonwealth Games) auf der 50-m-Bahn.

11 2005 wurden in zehn Disziplinen, 2006 und 2007 in jeweils 15 Disziplinen neue Weltrekorde auf der 50-m-Bahn aufgestellt. 2008 konnten die Weltrekorde in 27 der 32 olympischen Disziplinen verbessert werden (Graumnitz & Küchler, 2009).

12 In den 50-m-, 100-m- und 200-m-Einzeldisziplinen werden Halbfinals ausgetragen, für die sich die 16 Zeitbesten nach den Vorläufen qualifizieren. Die acht zeitschnellsten Schwimmer aus den Halbfinals qualifizieren sich für die Finals. Die acht Finalisten für die Disziplinen ab 400 m sowie für die Staffeldisziplinen werden direkt in den Vorläufen ermittelt. Sollten den letzten Final- bzw. Halbfinalplatz aufgrund von Zeitgleichheit zwei oder mehrere Schwimmer belegen, wird zwischen ihnen ein Ausschwimmen (Stichkampf) durchgeführt.

Maßgeblich beteiligt an dieser Entwicklung sind die Mannschaften der USA und Australiens, welche den Weltschwimmsport dominieren. Bei den olympischen Schwimmwettbewerben 2008 errangen sie mit 51 Medaillen mehr als die Hälfte der 98 in Peking vergebenen Medaillen. Die verbliebenen 47 Medaillen verteilten sich auf Schwimmer aus weiteren 19 Ländern (Graumnitz & Kuchler, 2009). Ähnliche Bilanzen wurden nach den Analysen der Weltmeisterschaften von 2005 und 2007 (Graumnitz & Kuchler, 2006; 2007) gezogen. Seit dem Beginn der 1990er-Jahre vergrößerten und stabilisierten die Schwimmer dieser Nationen ihre führenden Positionen. Sportler Asiens und Afrikas¹³ sind seit dem Jahr 2000 zunehmend an Medaillen- und Punktgewinnen beteiligt. Im Gegensatz dazu müssen für die europäischen Schwimmer Positionsverluste festgestellt werden (Rudolph, 2009). Das trifft auch auf die deutschen Schwimmer zu (vgl. Abbildung 3), die sich nur noch in wenigen Disziplinen in der Weltspitze behaupten können.

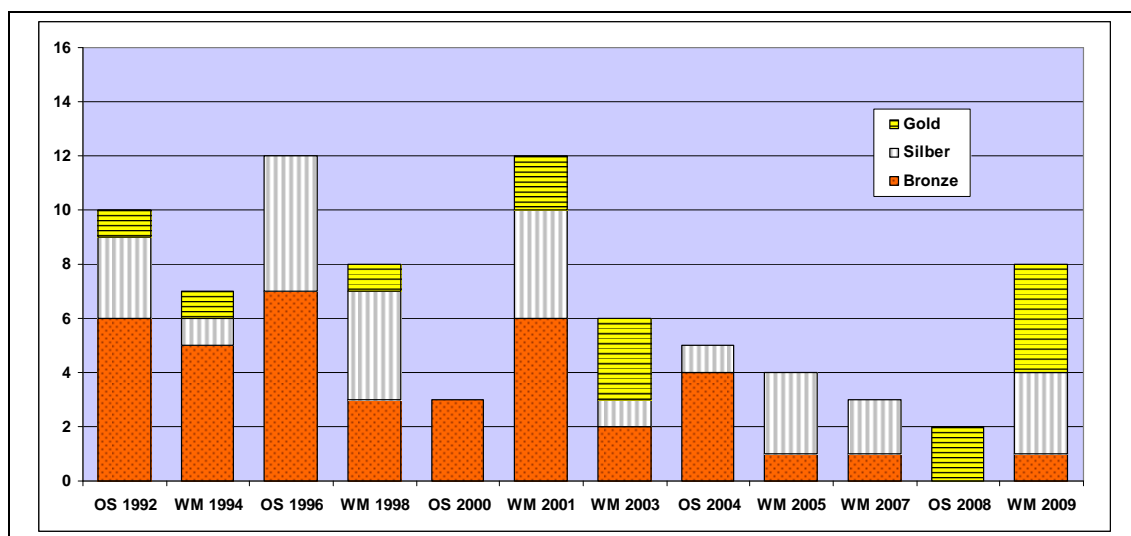


Abb. 3. Medaillenbilanz der deutschen Schwimmer bei Weltmeisterschaften und Olympischen Spielen seit 1992 in den olympischen Disziplinen

Nach Abschluss der Olympischen Spiele (Stand 31.08.2008) waren deutsche Sportler mit nur sieben Leistungen unter den jeweils ersten Zehn in den Jah-

¹³ Hauptsächlich handelt es sich um Sportler Nord- bzw. Südafrikas, die nach solider schwimmerischer Grundausbildung in ihrem Heimatland erst als Studenten an den Universitäten der USA in die Weltspitze stießen, indem sie die dort herrschenden leistungsfördernden Trainingsbedingungen nutzen konnten.

resweltbestenlisten der 32 olympischen Disziplinen platziert (Staffeln eingeschlossen)¹⁴.

Bei Wettkampfanalysen wurde diagnostiziert, dass die deutschen Schwimmer im Vergleich mit den Weltbesten Defizite in allen Rennabschnitten besitzen. Der deutsche Schwimmsport konnte internationalen Entwicklungstendenzen im Weltschwimmsport nur ungenügend folgen (Küchler, Graumnitz & Schnabel, 2004; 2009; Leopold & Küchler, 2004; Küchler & Graumnitz, 2006). Der Nachholbedarf der deutschen Schwimmer im Startbereich wurde von Küchler, Leopold & Graumnitz (2005) in einer Nachbetrachtung zu den olympischen Schwimmwettbewerben von 2004 mit dem Schwerpunkt Startleistungen klar herausgearbeitet.

Neben hochwertigerer Schwimmbekleidung sind weitere Aspekte für die sprunghafte Entwicklung der Wettkampfleistungen in den letzten zehn Jahren zu nennen (vgl. Graumnitz & Küchler, 2009):

- Veränderungen im internationalen Wettkampfgeschehen
 - o Seit 2001 finden Weltmeisterschaften in jedem zweiten Jahr statt
 - o Aufwertung der Wettbewerbe auf der 25-m-Bahn (jährlich ausgetragene Weltcupserien und Kurzbahn-Europameisterschaften, zwei Kurzbahn-Weltmeisterschaften im Olympiazzyklus (ab 2010 jährlich))
- Professionalisierung
 - o Zunehmende Zahl der Schwimmprofis im Bereich der Weltspitze
 - o Mediales Interesse infolge der steigenden Anzahl und höheren Attraktivität der Wettkämpfe
- Veränderungen im Regelwerk
 - o Erlaubter Delfinkick beim Ausführen des Tauchzuges im Brustschwimmen
- Veränderungen in Wettkampf-, Leistungs- und Trainingsstruktur
 - o Zunehmende Bedeutung der azyklischen Wettkampfanteile und der Delfinbewegung in den Übergängen nach Start und Wenden

14 Ein positiver Trend zeichnete sich im Weltmeisterschaftsjahr 2009 ab. Nach Ende der Welttitelkämpfe (Stand vom 15.08.2009) waren deutsche Schwimmer mit 14 Leistungen unter den jeweils zehn Besten der Welt vertreten (vgl. Küchler et al., 2009).

- Höhere Potenziale der Schnellkeits- und Schnellkraftvoraussetzungen
- Optimierte Konzepte für den Langfristigen Leistungsaufbau (Sichtung und Auswahl, Belastungsverträglichkeit)
- Effektivere Methoden bei der mittel- und kurzfristigen Trainingssteuerung

Die Veränderungen in der Wettkampfstruktur werden an den ungleich hohen Entwicklungsraten in Disziplinen mit unterschiedlichen Wettkampfdistanzen deutlich (vgl. Abbildung 4). In den 50-m-Disziplinen (50 m Freistil) waren in den letzten fünf Olympiazyklen die höchsten Entwicklungsraten zu verzeichnen, in den Disziplinen mit einer Länge von 400 m bis 1500 m die niedrigsten.

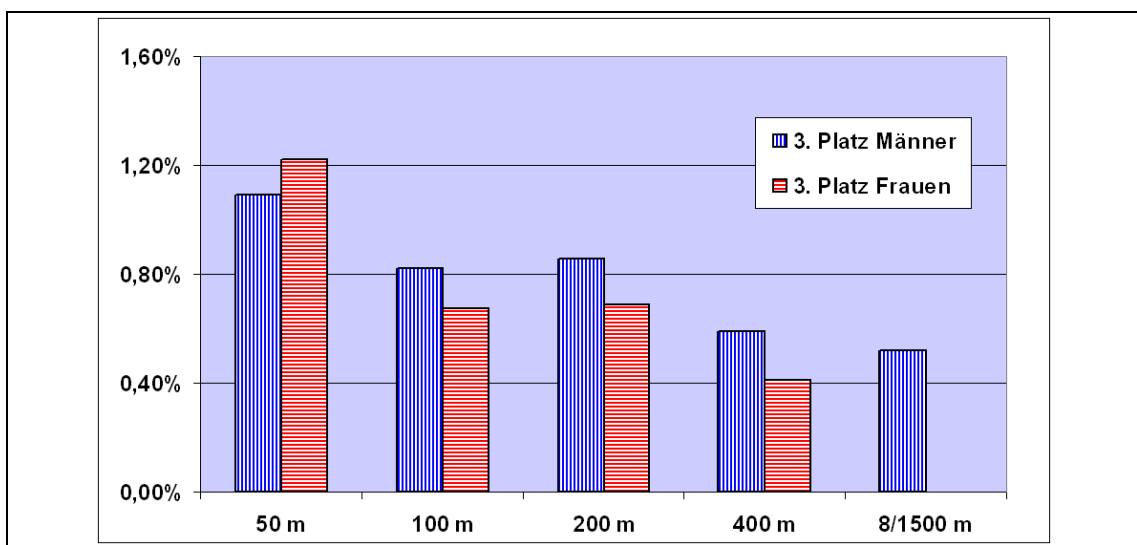


Abb. 4. Mittlere Entwicklungsraten für den 3. Platz in den olympischen Schwimmdisziplinen für die Olympiazyklen seit 1988, differenziert nach Streckenlängen

2.2 Azyklische Wettkampfanteile

Die Veränderungen in der Wettkampfstruktur spiegeln sich in den Ergebnissen der Rennanalysen wider. Ein Wettkampffrennen kann in Startabschnitt, Abschnitt(e) der zyklischen Bewegung, Wendenabschnitt(e)¹⁵ und Finishabschnitt gegliedert werden. Die zyklische Bewegung und das Finish umfassen das eigentliche Schwimmen. Dagegen werden die Teilleistungen bei Start und Wen-

¹⁵ Mit den 50 m Freistil beinhaltet das olympische Programm bei Frauen und Männern jeweils eine Disziplin ohne Wendenausführung.

de(n) wesentlich durch azyklische Bewegungsabläufe beeinflusst. Für die Quantifizierung der Start- und Wendenabschnitte werden die Wettkampfbestimmungen berücksichtigt. Diese verlangen nach Start und Wende, dass der Kopf des Schwimmers spätestens an der 15-m-Marke die Wasseroberfläche durchbricht, was gleichbedeutend mit dem Beginn der zyklischen Bewegung in der jeweiligen Sportschwimmart ist.

Dementsprechend wurde die Länge des Startabschnitts auf 15 m festgelegt. Einschließlich der Wenden beträgt der Anteil der Wettkampfabschnitte mit azyklischen Anteilen 30 % der Wettkampfdistanz (vgl. Abbildung 5).

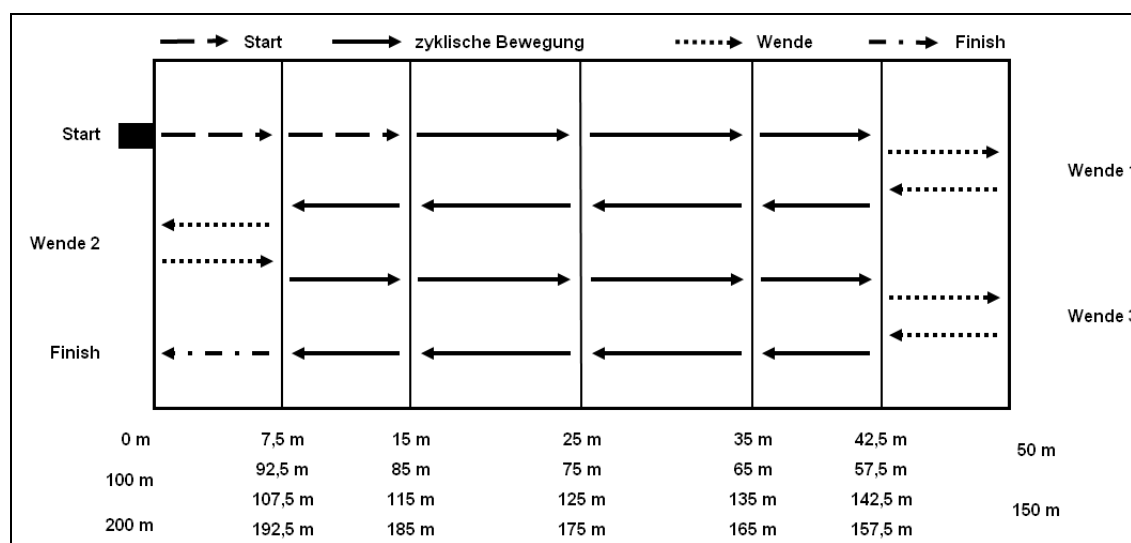


Abb. 5. Wettkampfabschnitte eines 200-m-Rennens

Das Besondere dieser Wettkampfabschnitte liegt darin, dass sie mit einem Absprung vom Block bzw. mit einem Abstoß von der Wand die Möglichkeit bieten, unter der Nutzung eines festen Widerlagers höhere Geschwindigkeiten zu erzielen, als mit der zyklischen Bewegung in den Sportschwimmarten erreichbar ist. Bei den Wendenabstößen wird das 1,5-Fache der Geschwindigkeit der zyklischen Bewegung erreicht, bei den Absprüngen vom Block das 2- bis 3-Fache (Graumnitz, Küchler & Drenk, 2007). Das Ziel des Sportlers besteht einerseits darin, bei Absprüngen und Abstoßen hohe Geschwindigkeiten zu erzielen und andererseits darin, den unvermeidlichen Geschwindigkeitsverlust möglichst lang hinauszuzögern.

Die Delfinbewegung¹⁶ gilt nach derzeitigem Kenntnisstand als das beste Mittel, um dem schnellen Geschwindigkeitsverlust am effektivsten entgegenzuwirken. Gemessen an der Wettkampfdistanz beträgt der Anteil des Startabschnitts an der Wettkampfdistanz eines 200-m-Rennens 7,5 %, eines 100-m-Rennens 15 % und eines 50-m-Rennens 30 %. Bezogen auf den Anteil an der Wettkampfdauer sind dies bei den Weltbesten für die 200-m-Strecken ca. 3,5 % bis 5,5 %, für die 100-m-Strecken ca. 11,0 % bis 12,0 % und für die 50-m-Strecken ca. 24,0 % bis 27,0 % (vgl. Graumnitz & Küchler, 2009). Daraus kann abgeleitet werden, dass die Bedeutung des Startabschnitts für den Ausgang des Rennens mit abnehmender Streckenlänge steigt¹⁷.

Der aufmerksame Beobachter der Schwimmveranstaltung lag mit seiner Annahme richtig, dass nicht unbedingt derjenige einen Wettkampf gewinnen muss, der am schnellsten schwimmt, sondern dass es einem Schwimmer möglich sein kann, den im Startbereich erarbeiteten Vorteil bis ins Ziel zu verteidigen. Ein Beispiel dafür zeigen Tabelle 3 und Abbildung 6.

Tab. 3. *Wettkampfteilzeiten der Medaillengewinner über 50 m Schmetterling der Männer bei den Weltmeisterschaften 2005 (in Sekunden)*

	Gold Schoeman	Silber Crocker	Bronze Breus
Blockzeit	0,63	0,71	0,79
Flugzeit	0,50	0,52	0,52
15-m-Zeit	5,39	5,55	6,09
50-m-Zeit	22,96	23,12	23,38

Ihre Vorteile aus dem Startbereich (15-m-Zeit) gegenüber dem Ukrainer Breus im 50-m-Schmetterlingsfinale der Weltmeisterschaften 2005 sicherten dem Südafrikaner Schoeman die Gold- und dem US-Amerikaner Crocker die Silbermedaille.

16 In den Schlagschwimmarten Schmetterling, Rücken und Kraul ist die Delfinbewegung bei Start und Wende bis jeweils 15 m nach der Wand gestattet. Beim Brustschwimmen ist bei Start und Wende nur je ein Delfinkick erlaubt, der unmittelbar in Zusammenhang mit dem Tauchzug ausgeführt werden muss.

17 Maglischo (2003) gibt den Anteil des Starts an 50-m-Strecken mit 10 % und den an 100-m-Strecken mit 5 % an ohne dies zu belegen.

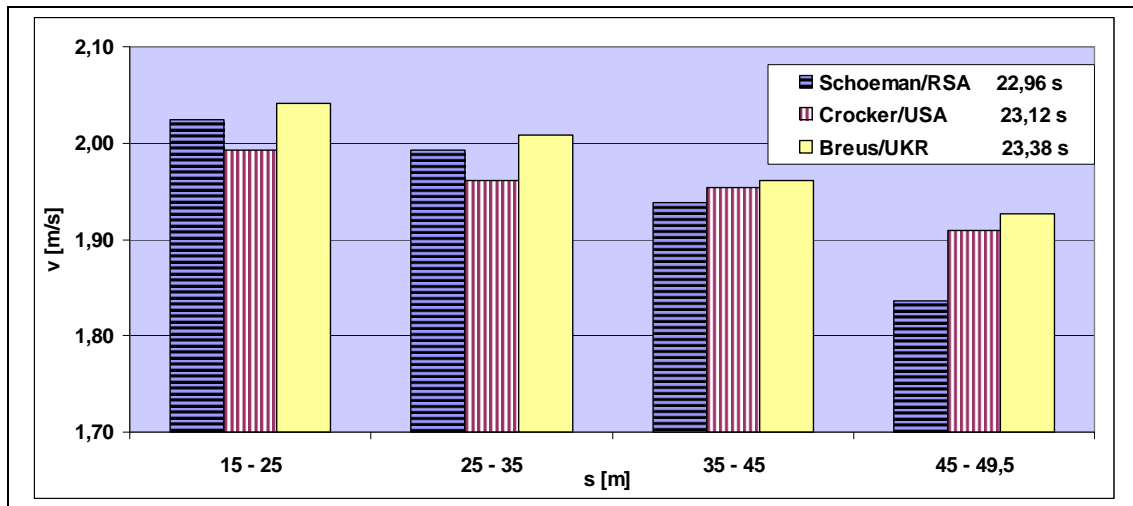


Abb. 6. Mittlere Geschwindigkeiten der Medaillengewinner in ausgewählten Rennabschnitten über 50 m Schmetterling der Männer bei den Weltmeisterschaften 2005

Breus, der in allen dem Startabschnitt folgenden Rennabschnitten die höchsten Schwimgeschwindigkeiten in der zyklischen Bewegung erreichte, belegte den dritten Platz.

Aus Tabelle 4 wird ersichtlich, dass Mitte der 1990er-Jahre die Möglichkeiten des „Kampfes gegen den Geschwindigkeitsverlust“ erkannt und seitdem zunehmend genutzt wurden (Graumnitz & Kuchler, 2009). Der Russe D. Pankratov war der Erste, der die Geschwindigkeitsvorteile aus dem Absprung mit der Delfinbewegung koppelte und damit in seiner aktiven Zeit die 100-m-Schmetterlingsdisziplin dominierte.

Tab. 4. Daten zum Startabschnitt über 100 m Schmetterling der Männer

Name/Nation	Wettkampf	15-m-Startzeit [s]	Geschwindigkeit [m/s]	Endzeit [s]
Frolander/SWE	WM 1994	6,38	1,92	53,65
Pankratov/RUS	WM 1994	6,30	1,95	53,68
Pankratov/RUS	EM 1995	5,86	2,07	52,32
Frolander/SWE	WM 2001	5,94	2,02	52,10
Huegill/AUS	WM 2001	5,80	2,12	52,36
Crocker/USA	WM 2001	5,82	2,13	52,25
Rupprath/GER	EM 2002	5,79	2,15	51,94
Esposito/FRA	EM 2002	5,81	2,20	52,83
Crocker/USA	WM 2003	5,60	2,22	50,98
Phelps/USA	WM 2003	5,88	2,12	51,10
Rupprath/GER	WM 2003	5,79	2,18	51,98
Crocker/USA	WM 2005	5,36	2,31	50,40

In den elf Jahren zwischen 1994 und 2005 wurde die 15-m-Startzeit um mehr als eine Sekunde verbessert. Die mittlere Geschwindigkeit zwischen 7,5 m und 15 m erhöhte sich in dieser Zeitspanne um fast 0,4 m/s, was einer Steigerung von ca. 20 % entspricht¹⁸.

Aufgrund der nachhaltigen Wirkung der im Startabschnitt erzielten höheren Geschwindigkeit werden auch in den folgenden Abschnitten der zyklischen Bewegung höhere Geschwindigkeiten festgestellt. Eigene, unveröffentlichte leistungsdiagnostische Untersuchungen ergaben, dass mit der Delfinbewegung allein keine höhere Geschwindigkeit erreicht wird, als mit der zyklischen Bewegung des Kraulschwimmens. Der Vorteil der Delfinbewegung in einem langen Übergang ist in engem Zusammenhang mit der hohen Geschwindigkeit aus dem Absprung zu sehen. Daraus ist zu schließen, dass eine weitere Erhöhung der Geschwindigkeit im Übergang zur zyklischen Bewegung durch eine höhere Geschwindigkeit aus dem Absprung vom Block ermöglicht wird.

Wie dies erreicht werden kann, ist Gegenstand dieser Arbeit.

¹⁸ Die 15-m-Zeit und der Weltrekord Crockers wurden erst in der Zeit der neuen Anzugtechnologie wieder erreicht. Aus diesem Grund erfolgte keine Aktualisierung der Tabelle.

3 Theoretische Positionen

3.1 Der Start im Sportschwimmen

„Durch den Start soll der Körper aus dem Zustand der relativen Ruhe schnell auf eine hohe Bewegungsgeschwindigkeit beschleunigt werden und nach dem Absprung ... einen optimal langen Weg in der Luft zurücklegen, hydrodynamisch günstig in das Wasser eintauchen, um damit bereits gute Vorbedingungen für die Realisierung des folgenden Teils der Bewegungsaufgabe zu schaffen“ (Schramm, 1987, S. 109). Für die Lösung der Bewegungsaufgabe „Start“ sind zur Wahrung der Chancengleichheit und vergleichbarer Bedingungen bei verschiedenen Wettkämpfen einheitliche Wettkampfbestimmungen für den Startbereich zu berücksichtigen. Im internationalen Schwimmsport wird nach den „Swimming Rules“ der FINA (FINA, 2009 a) verfahren. Bei nationalen Veranstaltungen gelten die Wettkampfbestimmungen des DSV (DSV, 2003, S. 13-16)¹⁹.

Das Regelwerk schreibt vor, dass

- Der Start für das Freistil-, Brust-, Schmetterlings- und Lagenschwimmen „durch Sprung“ erfolgt
- In den Disziplinen der Schlagschwimmarten bis 15 m unter der Wasseroberfläche geschwommen werden kann²⁰
- Es beim Brustschwimmen erlaubt ist, nach dem Start einen vollständigen Bewegungszyklus einschließlich eines Delfinkicks unter der Wasseroberfläche auszuführen

19 Prinzipiell gleichen die Wettkampfbestimmungen des DSV den Swimming Rules der FINA. Das verantwortliche DSV-Fachgremium für die Wettkampfbestimmungen ist der „DSV-Fachausschuss Schwimmen“, der sich bemüht, die Swimming Rules der FINA in den Wettkampfbestimmungen des DSV umzusetzen. Jede Änderung muss durch den Fachausschuss beschlossen werden. Dadurch ergeben sich geringe Abweichungen zwischen beiden Regelwerken. Die für die vorliegende Arbeit relevanten Festlegungen gleichen sich in beiden Regelwerken. Der Verfasser verwendet daher den Begriff „Wettkampfbestimmungen“.

20 Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem Absprung vom Block. Auf den Rückenstart, der aus dem Wasser heraus erfolgt, wird nicht eingegangen. Beim Brustschwimmen ist das Auftauchen bei spätestens 15 m nicht vorgeschrieben. Die Sportler können einen kompletten Schwimmzyklus, einschließlich eines Delfinbeinekicks, unter der Wasseroberfläche ausführen. Mit Beginn des zweiten Armzyklus muss die Wasseroberfläche durchbrochen werden. Bis auf eine sehr geringe Anzahl von Ausnahmen bei den Männern, wird vor der 15-m-Marke mit der zyklischen Bewegung begonnen.

- Der Abstand zwischen der Wasseroberfläche und der Startblockvorderkante 50 cm bis 75 cm betragen muss
- Die Trittpläche des Blocks Kantenlängen von mindestens 50 cm Länge besitzen muss und ihre Oberfläche rutschfest zu sein hat.

Im Rahmen dieser Bedingungen haben sich verschiedene Starttechniken und Ausführungsvarianten entwickelt. Sie unterscheiden sich nach

- der Schwimmart
- der Art des Wettkampfs (Einzel- oder Staffelwettbewerb)
- der Ausgangsposition vor dem Startsignal
- der Körperhaltung im Flug
- dem Übergang in die zyklische Bewegung.

Abbildung 7 gibt einen Überblick über die derzeit gebräuchlichsten Starttechniken im Sportschwimmen²¹.

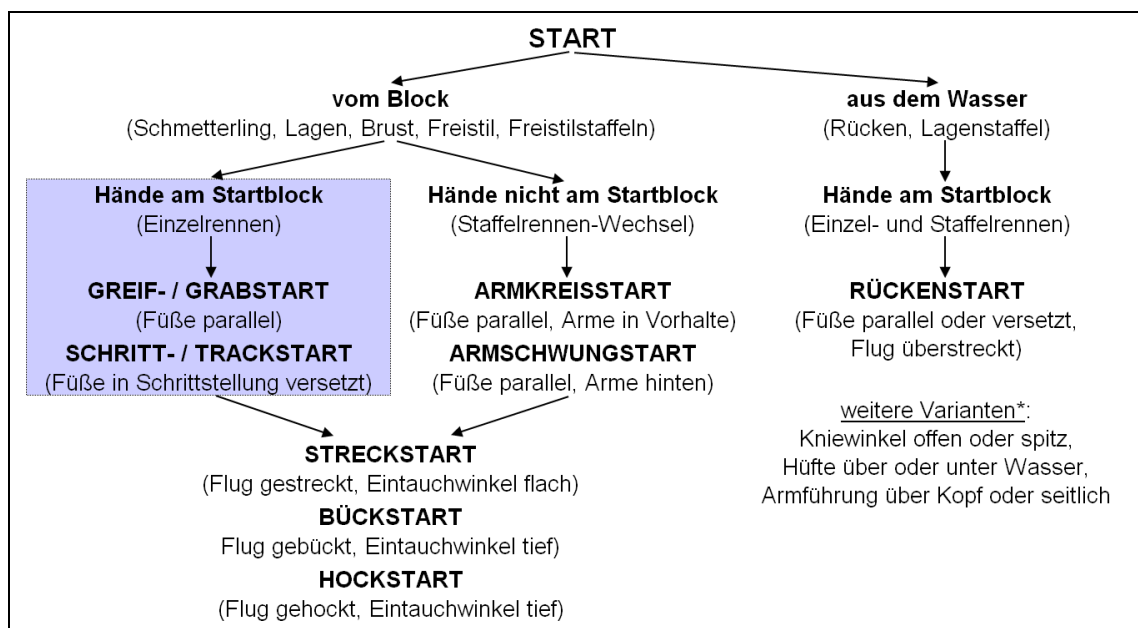


Abb. 7. Starttechniken im Sportschwimmen nach einer Abbildung von Ungerechts, Volck und Freitag (2002, S. 111) *ergänzt durch Wolfram (1999)

Die Antwort auf die Frage nach der effektivsten Starttechnik kann nicht allgemeingültig beantwortet werden, da die individuell zweckmäßigste Variante durch die Ausprägung individueller Voraussetzungen des Sportlers (Konstitution, konditionelle und koordinative Leistungsvoraussetzungen) bestimmt ist

²¹ Die Technik des Starts vom Block mit Handhaltung am Block in der Ausgangsposition ist hervorgehoben, da sie Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist.

(Küchler & Leopold, 2000; Küchler et al., 2005; Mason, Alcock & Fowlie, 2007). Um herauszufinden, wie diese individuellen Voraussetzungen bestmöglich eingesetzt werden können, muss analysiert werden, in welchen Abschnitten des Startbereichs Stärken und Schwächen des Sportlers liegen. Dazu wird der Start in einzelne Phasen unterteilt.

3.1.1 Phasen des Starts vom Block (Einzelrennen)

Dietze & Saborowski (2005, S. 10) fassten in einer Übersicht (vgl. Tabelle 5) mehrere Varianten einer Phaseneinteilung der Starts aus der deutschen Literatur zusammen (Schramm, 1987; Hoffmann, 1989; Pfeifer, 1991; Küchler, 1994; Wilke & Daniel, 2000; Küchler & Leopold, 2000; Ungerechts et al., 2002). Aus der Übersicht wird deutlich, dass sich die Bezeichnungen der einzelnen Phasen über die letzten 20 Jahre kaum änderten und dass die Autoren die Strukturierung der Phasen nach unterschiedlichen Gesichtspunkten vornahmen. Die einzelnen Phasen wurden nicht eindeutig definiert und/oder die Funktionen bzw. die Ziele der Phasen wurden unvollständig oder gar nicht benannt. Neben qualitativen und beschreibenden Bewegungsanalysen (Schramm, 1987) finden sich mit der Entwicklung der Objektivierungsverfahren Phaseneinteilungen, die sich an messbaren Teilzeiten für zurückgelegte Abschnitte orientieren (Pfeifer, 1991; Küchler, 1994; Wilke & Daniel, 2000; Küchler & Leopold, 2000; Ungerechts et al., 2002). Darüber hinaus wurden zum Teil Schwerpunkte für eine zweckmäßige Bewegungskonzeption genannt (Küchler, 1994; Ungerechts et al., 2002).

Die nur in geringer Anzahl vorliegenden internationalen Veröffentlichungen, die Bezug auf eine vollständige Phasenstruktur des Starts nehmen, sind in Tabelle 6 zusammengestellt. Definitionen der einzelnen Startphasen vermisst man ebenso wie ihre biomechanische Begründung. Gegenstand der Untersuchungen sind größtenteils objektiv erfassbare Parameter, auf die an späterer Stelle eingegangen wird.

Die Gemeinsamkeiten der Phasenstrukturen aller Autoren können zusammengefasst werden in:

- Einen Abschnitt, der in dem Moment endet, in welchem die Füße den Block verlassen bzw. der Absprung erfolgt ist („Absprungphase“)
- Eine „Flugphase“

- Einen Abschnitt, der mit dem Ende der Flugphase beginnt und mit dem Beginn der zyklischen Bewegung endet („Übergangsphase“)

Tab. 5. Phasen des Starts vom Block, modifiziert nach Dietze & Saborowski (2005, S. 10)

Schramm (1987, S. 111f.)	Ausgangsstellung	Absprung	Flug	Eintauchen	Gleiten	Übergang zu den Schwimm- bewegungen
	verschiedene Arm- und Beinhaltungen mit Einfluss auf die Verweildauer (Reaktions- und Aktionszeit) auf dem Block nach dem Startsignal	Kraftstoß, bei dem die Abdruckkraft schnell und kontinuierlich bis zum Max. kurz vor dem Lösen der Füße ansteigen soll	Kurve, Weite, Körperverhalten beeinflusst durch Absprung, Flugweite ca. doppelte Körperhöhe, Vorbereitung des Eintauchens	Widerstandsarm, Winkel je Startform	strömungsgünstige Streckhaltung, da durch den hohen Impuls beim Eintauchen Extremitätenbewegungen nicht antriebswirksam, sondern bremsend werden können	darf erst nach passivem Gleiten einsetzen wenn Gleitgeschwindigkeit gleich der Schwimmgeschwindigkeit
Hoffmann (1989, S. 49)	Ausgangsphase	Absprungphase	Flugphase	Eintauchphase	Übergangsphase	
	Zeitraum zwischen Startkommando und Startsignal	Zeitraum vom Startsignal bis zum Lösen des Sportlers vom Startblock	Zeitraum vom Lösen bis zum ersten Wasserkontakt (Hände!)	Zeitraum vom ersten Wasserkontakt bis zum vollständigen Abbremsen der vertikalen, abwärtsgerichteten Bewegung	Zeitraum vom vollständigen Abbremsen der vertikalen, abwärtsgerichteten Bewegung bis zum Beginn des ersten Schwimmzyklus	
Pfeifer (1991, S. 48)	Ausgangsstellung	Absprung	Flugphase	Übergangsbereich		
	Körperposition zum Zeitpunkt des ertörens des Startsignals	Zeitintervall vom ertönen des Startsignals bis zum Lösen der Füße vom Block	Zeitintervall vom Lösen der Füße vom Block bis zum Eintauchen des KSP	Zeitintervall vom Eintauchen des KSP bis zum Kopfdurchgang bei 7,5 m		
Küchler (1994, S. 77f.)	Ausgangsstellung	Absprung	Flug	Unterwasserbereich		
	(ohne quantitative Parameter) Körperposition, die einen sicheren Stand garantiert und eine schnelle Vorverlagerung des KSP sichert	(Blockzeit - Zeitintervall vom Startsignal bis zum Verlassen des Startblocks) schnelles Erreichen einer großen horizontalen Komponente der Absprunggeschwindigkeit bei einem Absprungwinkel von 25-30°	(Flugzeit - Zeitintervall vom Verlassen des Startblocks bis zum Eintauchen des KSP) Vorbereitung einer optimalen Eintauchhaltung	(Unterwasserzeit - Zeitintervall vom Eintauchen des KSP bis zum Kopfdurchgang bei 7,5 m) Hinauszögerung des Geschwindigkeitsabfalls durch eine strömungsgünstige Körperhaltung beim Eintauchen und eine zweckmäßige Antriebsgestaltung beim Übergang in die zyklische Bewegung		
Wilke & Daniel (2000, S. 64f.)	Ausgangs- oder Startstellung	Absprungposition	Flug	Übergang		
	Position bis zum ertönen des Startsignals	Zeit vom Startsignal bis zum Lösen der Füße	Zeit vom Lösen der Füße bis zum Eintauchen des KSP	Zeit vom Eintauchen des KSP bis zum Kopfdurchgang einer festgelegten Marke (z. B. bei 7,5 m) und dem Beginn der ersten Antriebsbewegung		
Küchler & Leopold (2000, S. 107f.)		Absprung	Flug	Eintauchen	Übergang	
		Zeitintervall vom Startsignal bis zum Verlassen des Startblocks	Zeitintervall vom Verlassen des Startblocks bis zum Eintauchen des KSP	Zeitintervall vom Eintauchen des KSP bis zum Kopfdurchgang bei 7,5 m	Zeitintervall vom Kopfdurchgang bei 7,5 m bis zum Kopfdurchgang bei 15 m	
Ungerechts, Volck & Freitag (2002, S. 109f.)		Blockaktion (einschl. Absprung)	Flug / Eintauchen		Gleiten / Übergang	
		Zeitintervall vom Startsignal bis zum Lösen der Füße vom Block "schnell vom Block wegkommen"	Zeitintervall vom Lösen der Füße bis zum Eintauchen des KSP "in ein kleines Loch in der Reihenfolge Arme, Kopf, Rumpf, Beine eintauchen"		Zeitintervall vom Eintauchen des KSP bis zum Kopfdurchgang bei 7,5 m (oder 10 m / 15 m) "Eintauchgeschwindigkeit ausnutzen"	

Tab. 6. *Phasen des Starts vom Block in der internationalen Literatur*

Arellano, Moreno, Martinez & Ona (1996, S. 195)							
	Blockzeit 1		Flugzeit	Wasserphase			
	Blockzeit 2						
Maglisco (2003, S.268-273)							
Vorbereitungs- position	Ziehen	Absprung	Flug	Eintauchen	Gleiten	Auftauchen	
Seifert, Payen, Vantorre & Chollet (2006, S. 91)							
	Blockzeit		Flug		Unterwasserbereich		Schwimmen
					Gleiten	Auftauchen	
Ozeki, Sakurai & Taguchi (2008)							
Blockphase			Flugphase	Eintauchphase	Gleitphase		Schwimm- phase
Vantorre, Seifert, Fernandes, Vilas-Boas & Chollet (2010, S. 17)							
Blockphase			Flugphase	Eintauchphase	Gleitphase	Beinkick- Phase	Schwimm- phase

Aus Sicht des Verfassers wird diese grobe Phaseneinteilung einer optimalen Analyse der Starts nicht gerecht. Aufgrund der vielfältigen individuellen Lösungen der Bewegungsaufgabe „Start“ ist es notwendig, die Phasen des Starts nach konkreten, biomechanisch relevanten Ereignissen festzulegen, wobei die Zielstellung des Starts im Schwimmen zu berücksichtigen ist.

Ein Ziel des Starts ist es, den Startbereich in möglichst kurzer Zeit zurückzulegen. So wird in zahlreichen Untersuchungen zur Effektivität von Startvarianten die Kürze der Startzeit als Maß genutzt. Handelt es sich um Felduntersuchungen unter Wettkampf- bzw. vergleichbaren Bedingungen, wird als Startzeit die 15-m-Zeit herangezogen (Issurin & Verbitsky, 2003; Kuchler et al., 2005; Houel, Rey, Lecat & Hellard, 2006; Graumnitz & Kuchler, 2009; Vantorre, Seifert, Fernandes, Vilas-Boas & Chollet, 2010). Bei spezifischen Untersuchungen zur Starteffektivität in Form von Feld- und Labortests werden auch abweichende Distanzen für den Startbereich verwendet, die durch die örtlichen bzw. durch die Testbedingungen vorgegeben sind:

- 9,00 m (Guimaraes & Hay, 1985)²²
- 6,07 m (Vilas-Boas, Cruz, Sousa, Conceicao, Fernandes & Carvalho, 2003)
- 5,00 m (Welcher, Hinrichs & George, 2008)
- 5,00 m, 10,00 m und 15 m (DSV, 2008)

Diese unterschiedlichen Startbereichsdistanzen lassen keine validen Vergleiche zu, da sie aufgrund der linear in die Startzeit eingehenden Blockzeit und der negativen Beschleunigung des KSP nach dem Verlassen des Startblocks zu einer Verschiebung des Verhältnisses zwischen der Blockzeit und der Startzeit führen. Ein Beispiel soll dies verdeutlichen. In Tabelle 7 sind die Startparameter der beiden Erstplatzierten des olympischen Finals von 2008 über 200 m Brust der Männer aufgelistet.

Tab. 7. *Startteilzeiten aus dem 200-m-Brust-Finale der Männer bei den Olympischen Spielen 2008 (nach Kuchler, 2008)*

Messstelle	Kitajima (JPN) 2:07,64 min	Rickard (AUS) 2:08,88 min
Füße lösen (BZ)	0,69 s	0,84 s
Eintauchen Hüfte	1,18 s	1,28 s
7,5 m	2,28 s	2,22 s
15 m	6,56 s	6,46 s
25 m	12,88 s	12,74 s

K. Kitajima (JPN) verließ den Block 0,15 s früher als B. Rickard (AUS). Aufgrund der höheren mittleren Geschwindigkeit zwischen dem Lösen der Füße vom Block und dem Eintauchen der Hüfte konnte der Australier den Rückstand bis zur 7,5-m-Marke wettmachen und in einen Vorsprung von 0,06 s umwandeln²³. Obwohl der Geschwindigkeitsabfall des Australiers ab dem Eintauchvorgang größere Beträge aufwies als der des Japaners, besaß B. Rickard auch in dem Rennabschnitt nach dem Start (15 m bis 25 m) noch eine höhere Geschwindigkeit als K. Kitajima. Die Zeitdifferenz zwischen beiden Schwimmern nahm bis 25 m zu (vgl. Abbildung 8).

²² Es wird vermutet, dass es sich bei den Untersuchungen um eine Länge von 10,00 Yard handelte, die in der Veröffentlichung mit 9,00 m angegeben wurde (10,00 Yard entsprechen 9,144 m).

²³ Bis 7,5 m wurde von keinem der beiden Schwimmer der Tauchzug angesetzt, sodass die 7,5-m-Zeiten miteinander verglichen werden können. Bis 15 m wurden die Tauchzüge abgeschlossen und mit der zyklischen Bewegung „Brustschwimmen“ begonnen.

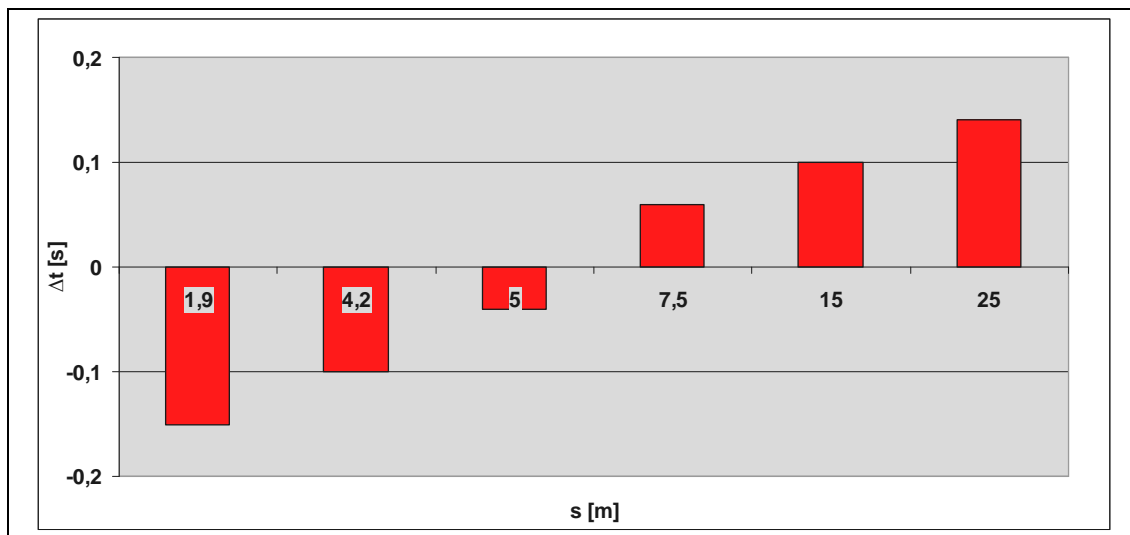


Abb. 8. Zeitdifferenzen im Startabschnitt zwischen K. Kitajima (JPN) und B. Rickard (AUS) im 200-m-Brust-Finale der Männer bei den Olympischen Spielen 2008

Aus diesem Grund ist es sinnvoll, eine einheitliche Distanz für den Startbereich festzulegen. Am besten eignet sich die 15-m-Marke. Spätestens an diesem Punkt muss den Wettkampfbestimmungen entsprechend jeder Sportler mit der zyklischen Bewegung begonnen haben²⁴.

Die Effektivität des Starts allein nach einer Startzeit zu beurteilen, ist selbst bei einheitlicher Startbereichdistanz problematisch. Startzeiten (15-m-Zeiten) werden von verschiedenen Sportlern auf unterschiedliche Weise erreicht, wodurch sich unterschiedliche Einflüsse auf das weitere Renngeschehen ergeben. Untersuchungen zum Startabschnitt von Mason et al. (2007), Welcher et al. (2008) sowie Vantorre et al. (2010) bestätigen die Bedeutung des Geschwindigkeitsverlaufs im Startbereich. Dietze & Saborowski (2005, S. 18) formulieren folgerichtig: „Ziel des Starts ist es, den Startabschnitt in möglichst kurzer Zeit zurückzulegen, wobei gleichzeitig eine hohe Geschwindigkeit in die zyklische Bewegung der Schwimmt (Gesamtkoordination) eingebracht werden soll“.

Diesem Ziel entsprechend überarbeiteten Dietze & Saborowski (2005) die Phasenstruktur des Starts, legten Startphasen fest und definierten sie wie folgt²⁵:

- Ausgangsposition

Die Körperstellung, die der Sportler nach der Aufforderung des Starters zur Einnahme der Startposition auf dem Startblock einnimmt und mit der ersten Bewegung als Reaktion auf das Startsignal verlässt.

24 Gilt nicht für das Brustschwimmen (vgl. Fußnote 20).

25 Eine ausführliche Kennzeichnung der Startphasen ist in Anlage III enthalten.

- wird vor dem Startsignal eingenommen
- beeinflusst Dauer und Geschwindigkeit der KSP-Verlagerung nach vorn und damit die Blockzeit und die Absprunggeschwindigkeit
- Auftakt²⁶
Beginnt mit der ersten Bewegung als Reaktion auf das Startsignal, dient der Vorbereitung des Absprungs und endet mit dem Lösen der Hände vom Startblock.
 - hat Einfluss auf die Abflugparameter
 - beeinflusst Dauer und Geschwindigkeit der KSP-Verlagerung vor die Startblockvorderkante und damit die Blockzeit und die Absprunggeschwindigkeit
- Absprung
Beginnt mit dem Lösen der Hände vom Startblock und endet mit dem Lösen der Füße vom Startblock.
 - beeinflusst Dauer und Geschwindigkeit der KSP-Verlagerung vor die Startblockvorderkante und damit die Blockzeit und die Absprunggeschwindigkeit
 - besitzt Einfluss auf die Abflugparameter
- Flug
Beginnt mit dem Lösen der Füße vom Startblock und endet mit der ersten Wasserberührung (in der Regel mit dem Eintauchen der Fingerspitzen).
 - Die Körperhaltung am Ende der Flugphase beeinflusst die Widerstandskräfte und damit die Höhe des Geschwindigkeitsverlusts beim Eintauchen
- Eintauchen
Beginnt mit der ersten Wasserberührung und endet, wenn sich der Sportler mit seinem gesamten Körper im Wasser befindet.
 - beeinflusst die Höhe des Geschwindigkeitsverlusts

²⁶ Die bereits von Guimaraes & Hay (1985) sowie Hoffmann (1989) erwähnte Auftaktbewegung (von Maglischo [2003] als „Ziehen“ bezeichnet) wird aufgrund ihrer hohen Relevanz inzwischen als eigenständige Phase definiert.

- Übergang²⁷

Beginnt, wenn sich der Sportler mit seinem gesamten Körper im Wasser befindet und endet mit dem Einsatz der zyklischen Bewegung in der jeweiligen Schwimmarbeit (Gesamtkoordination) unter Einhaltung der Wettkampfbestimmungen.

- beeinflusst die Höhe des Geschwindigkeitsverlusts nach dem Eintauchen
- hat Einfluss auf die Geschwindigkeit mit dem Beginn der zyklischen Bewegung

Um beurteilen zu können, ob einer der Phasen eine besondere Bedeutung für den Start beigemessen werden kann und wenn ja warum, ist es notwendig, geeignete Parameter zur Objektivierung der einzelnen Phasen zu nutzen.

3.1.2 Kennzeichnung der Startparameter

Auf der Suche nach Leistungsreserven werden die Wettkampfstrecken im Schwimmen in immer kürzere Abschnitte untergliedert, um Teilleistungen gezielter objektivieren zu können. Qualitative Einschätzungen, die auf beobachteten äußeren Erscheinungen basieren, können zu falschen Schlussfolgerungen führen²⁸.

In Deutschland werden seit dem Ende der 1980er-Jahre Wettkampfanalysen durchgeführt, welche eine Beurteilung der Leistungen in einzelnen Wettkampfabschnitten erlauben, die über die Teilzeiten der geschwommenen Bahnen hinaus gehen (Reischle & Loetz, 1988; Pfeifer, 1989). Seit wann genau außerhalb Deutschlands Wettkampfanalysen durchgeführt werden, ist nicht bekannt. Belegbar sind Analysen, die anlässlich der Japanischen Olympiaqualifikation 1988, der Schwimmwettbewerbe zu den Panpazifischen Spielen 1989 (Wakayoshi, Nomura, Takahashi, Mutoh & Miyashito, 1992) sowie der Schwimmwettbewerbe zu den Olympischen Spielen 1992 in Barcelona unter der Leitung von Arellano (Arellano, Brown & Cappaert, 1992) durchgeführt wurden.

27 Der Übergang wird in der Literatur auch als „Wasserphase“ (water phase) bezeichnet (de la Fuente, Garcia & Arellano, 2003).

28 Ein Meter wird von Männern nach dem Absprung vom Block in der Luft in ca. 0,2 s überwunden. Am Ende der ersten Bahn wird ein Meter in einem 100-m-Freistilrennen in ca. 0,5 s und in einem 200-m-Brustrennen in ca. 0,7 s zurückgelegt.

Wie unter 2.2 beschrieben, werden die Wettkampfstrecken bei nationalen und internationalen Wettkampfanalysen inzwischen für komplette Teilnehmerfelder in 5-m- (Start und Wende) und 10-m-Abschnitte (Start, Wende, zyklische Bewegung) gegliedert, um detaillierte und vergleichbare Daten zu erhalten. Bei der Analyse der Daten kann auf das Niveau der einzelnen Leistungsvoraussetzungen geschlossen werden.

Dies trifft auch auf den Startabschnitt zu, für den

- „Blockzeit“ (Blockaktion)
- „Flugzeit“ (Flug)
- „5-m-Zeit“ bzw. 7,5-m-Zeit (Ende des ersten Teils des Übergangs)
- „15-m-Zeit“ (Ende des zweiten Teils des Übergangs und Ende des Starts)

gemessen werden.

In der Leistungsdiagnostik wird die Startleistung wesentlich differenzierter analysiert. Dabei werden neben den Parametern, die bei Wettkampfanalysen erhoben werden, folgende Größen bestimmt:

- Kraftzeitverläufe von Bodenreaktionskräften
- Absprungwinkel
- Flugweite und Flugzeit
- Absprunggeschwindigkeit (horizontale und vertikale Komponente)
- 10-m-Zeit
- Abschwimmgeschwindigkeit

Im Folgenden werden die zu erfassenden Parameter bezüglich ihrer Relevanz für den Startabschnitt gekennzeichnet.

3.1.2.1 *Blockzeit*

Als Blockzeit wird die Zeit bezeichnet, die vom Ertönen des Startsignals bis zum Verlassen der Füße vom Startblock vergeht. Sie ist ein Parameter, der bei allen Analysen und Untersuchungen zur Bewertung der Starteffektivität herangezogen wird (Guimares & Hay, 1985; Hoffmann, 1989; Küchler, 1994; Juergens, 1995; de la Fuente et al., 2003; Küchler et al., 2005; Seifert, et al., 2006; Takeda & Nomura, 2006; Graumnitz et al., 2007; Mason et al., 2007; Vantorre et al., 2010).

Die Blockzeit umfasst einen Teil der Phase „Ausgangsposition“, die Phase „Auf-takt“ und die Phase „Absprung“.

Die Blockzeit gliedert sich in Reaktionszeit und Aktionszeit. Als Reaktionszeit wird die Zeitdifferenz zwischen dem Ertönen des Startsignals und der ersten messbaren Kraftänderung bezeichnet. Da sich diese Kraftänderung mit kinematischen Verfahren nicht genau genug ermitteln lässt, ist das Feststellen der Reaktionszeit im Rahmen von Wettkampfanalysen nicht durchführbar²⁹. Unter Aktionszeit ist demzufolge die Zeit zu verstehen, die von der ersten Kraftänderung bis zum Verlassen der FüÙe vom Block verstreicht. Mit einem dynamometrischen Startblock ist es bei leistungsdiagnostischen Untersuchungen möglich, Beginn, Dauer und Höhe der Bodenreaktionskräfte beim Absprung vom Block zu messen.

In Abbildung 9 ist das Dynamogramm eines Startsprungs (Greifstart) mit den Verläufen der jeweils vertikalen und horizontalen Kräfte des linken und rechten Beines sowie der vertikalen Kraft der Hände dargestellt. Dabei wird deutlich, dass die erste Kraftänderung durch die Hände bzw. durch die Arme ausgelöst wird, welche den Rumpf vorwärts abwärts beschleunigen.

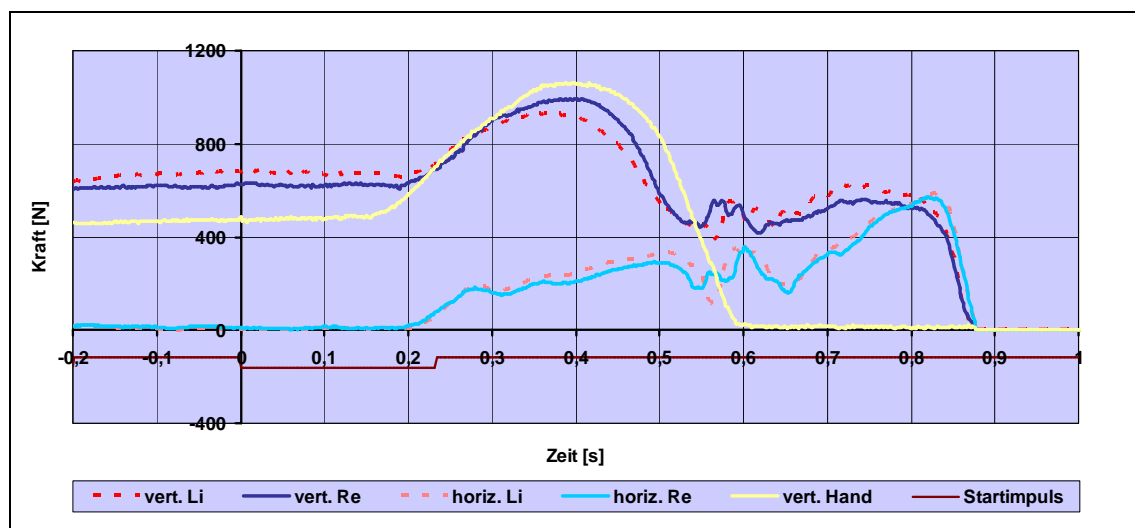


Abb. 9. Dynamogramm eines Startsprungs (Greifstart)

²⁹ Bei internationalen und Deutschen Meisterschaften werden Startblockaufsätze verwendet, um Frühstarts bei Staffelwechseln zu erkennen. In Einzeldisziplinen entspricht die Zeitdifferenz zwischen dem Ertönen des Startsignals und dem Öffnen eines geschlossenen Kontaktes in den Startblockaufsätzen der Blockzeit. Diese ermittelte Zeit wird bei internationalen Veranstaltungen im Protokoll aufgeführt. Irrtümlich wird sie in den Medien häufig als „Reaktionszeit“ (mitunter auch „Startzeit“) bezeichnet. Unter „Reaktionszeit“ ist aber die „Zeit vom Setzen eines Sinnesreizes bis zum Beginn der willkürlichen Reaktion“ (Schnabel & Thies, 1993 b, S. 657) zu verstehen.

Anhand eines Dynamogramms ist die Zeit vom Ertönen des Startsignals bis zum Lösen der Hände vom Block bei einer Abtastfrequenz von mindestens 100 Hz mit ausreichender Genauigkeit messbar. Damit ist eine Unterteilung der Blockzeit in

- „Blockzeit 1“ (Zeitdauer vom Ertönen des Startsignals bis zum Lösen der Hände vom Block) und
- „Blockzeit 2“ (Zeitdauer vom Lösen der Hände vom Block bis zum Lösen der Füße vom Block)

möglich (vgl. de la Fuente et al., 2003), deren praktische Relevanz aber noch nicht nachgewiesen wurde.

Bis zum Lösen der Hände vom Block wird in der gesamten Streckmuskulatur der Beine und des Rumpfs eine Vorspannung ausgelöst (als Gegenwirkung des Armzuges vorerst hohe vertikale Kräfte). Die horizontalen Kräfte steigen bis zum Lösen der Füße vom Block an.

Die Blockzeit ist ein Indiz dafür, wie schnell ein Schwimmer reagiert und Kräfte für den Absprung vom Block entfalten kann. Abbildung 10 gibt einen Überblick über die kürzesten und längsten Blockzeiten in den Finals der olympischen 100-m-Disziplinen bei den internationalen Wettkampfhöhepunkten zwischen 2004 und 2009.

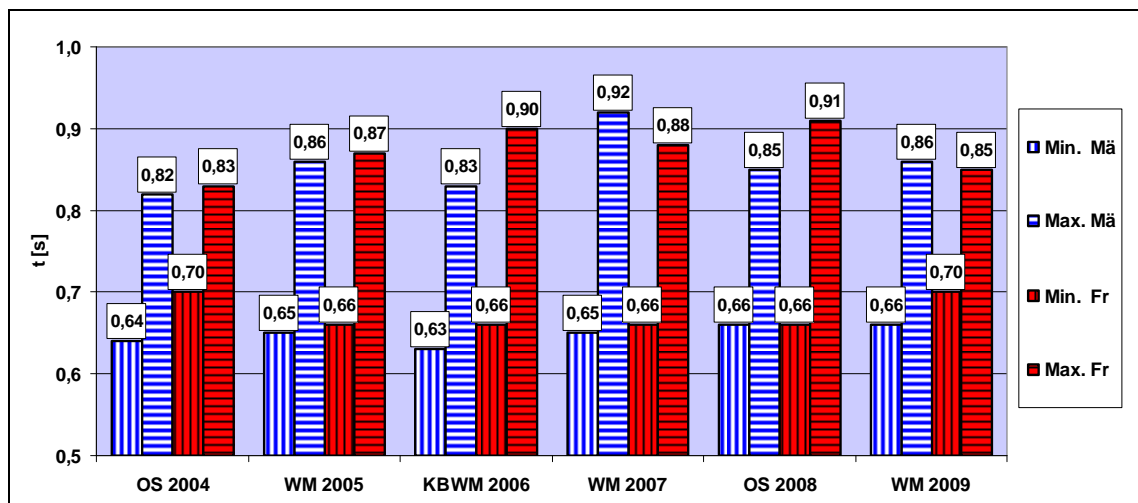


Abb. 10. Kürzeste (Min.) und längste (Max.) Blockzeiten in den Finals der olympischen 100-m-Disziplinen bei internationalen Wettkampfhöhepunkten zwischen 2004 und 2009 (Männer [Mä] und Frauen [Fr])

An den Differenzen zwischen den kürzesten und den längsten Blockzeiten wird unter Berücksichtigung der teilweise sehr geringen Zeitabstände zwischen den

Medaillenrängen (vgl. Tabellen 1 und 2) deutlich, dass die Differenzen zwischen den Blockzeiten wettkampfsentscheidend sein können.

3.1.2.2 Absprungwinkel

Die Schenkel des Absprungwinkels werden durch die horizontale Verlängerung der Startblockvorderkante und die Verbindungslinie zwischen dem KSP und der Startblockvorderkante im Moment des Lösens der Füße vom Block gebildet.

Der Scheitel des Absprungwinkels ist der Schnittpunkt der beiden Schenkel in der Startblockvorderkante (vgl. Abbildung 11)³⁰.

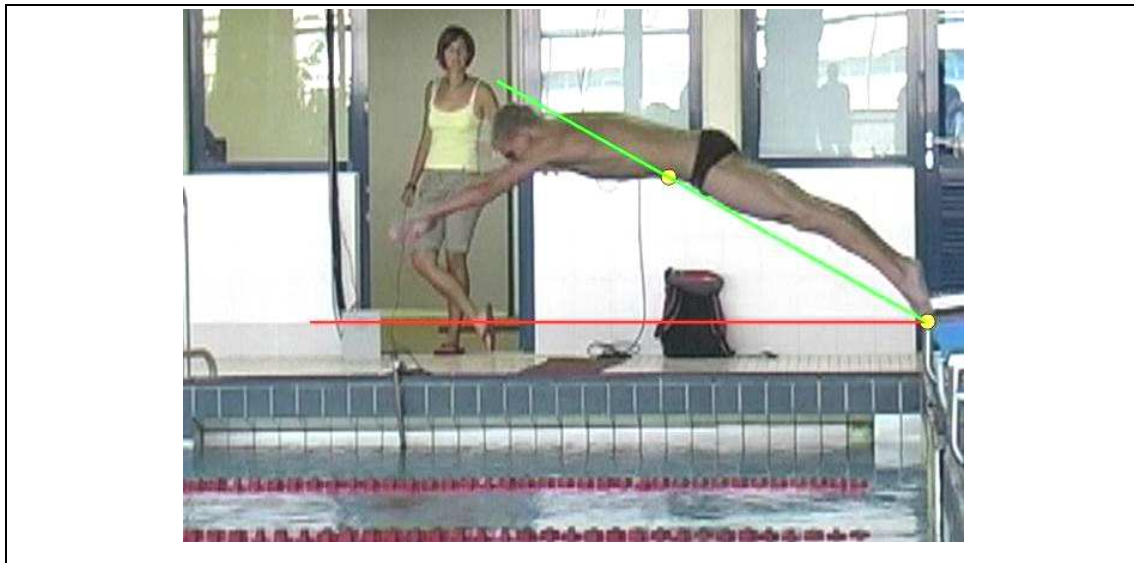


Abb. 11. Absprungwinkel

Große Absprungwinkel ($> 30^\circ$) begünstigen eine relativ lange Flugzeit, kleine Absprungwinkel ($< 20^\circ$) haben relativ kurze Flugzeiten zur Folge. Die Größe des Absprungwinkels wird durch die Ausgangsposition des Sportlers auf dem Block sowie die Koordination der Teilkörperbewegungen während des Absprungs bestimmt³¹. Die Größe des Absprungwinkels beeinflusst das Verhältnis zwischen horizontaler und vertikaler Komponente der Absprunggeschwindigkeit

30 In der Literatur wird alternativ ein Absprungwinkel verwendet, der durch den Winkel zwischen der Horizontalebene und dem Geschwindigkeitsvektor des Körperschwerpunkts im Moment des Absprungs beschrieben wird (Miller, Allen & Pein, 2003; Takeda & Nomura, 2006; Mason et al., 2007).

31 Ein vergleichsweise kurzer und/oder schwacher Armzug an der Startblockvorderkante führt z. B. dazu, dass die Schultern zu gering abgesenkt werden. Das zieht bei einer totalen Streckung der Hüfte während des Absprungs einen relativ großen Absprungwinkel nach sich. Den gleichen Effekt erzeugt ein zu geringes Absenken der Knie in der Auftaktphase.

und ist daher für die Höhe der Geschwindigkeit in Schwimmrichtung bedeutsam (Mason et al., 2007).

3.1.2.3 Flugzeit und Flugweite

Der Abschnitt soll mit einem Exkurs zum Umgang mit den Begriffen „Flugzeit“ und „Flugweite“ begonnen werden. Entsprechend der Definition der Phase „Flug“ beschreibt die Flugzeit die Zeitdifferenz zwischen dem Lösen der Füße vom Block und dem Berühren des Wassers mit den Fingerspitzen. Folgerichtig entspricht die Flugweite der horizontalen Entfernung der Fingerspitzen von der Startblockvorderkante im Moment des Eintauchens der Fingerspitzen (Kollias, Baltzopoulos, Chatzinikolaou, Tsirakos & Vasiliadis, 1992; Miller et al., 2003). Warum sich Eintauchzeitpunkt und Eintauchpunkt der Fingerspitzen dennoch nicht für diagnostische Untersuchungen und Analysen eignen, verdeutlicht Abbildung 12. Durch unterschiedliche Armhaltung im Bezug zum Körper können die Entfernungen zwischen dem Eintauchpunkt der Fingerspitzen und dem des KSP erheblich voneinander abweichen. Gleiches gilt für die Differenz zwischen dem Eintauchzeitpunkt der Fingerspitzen und dem des KSP. Für Längs- und Querschnittsvergleiche ist die Verwendung des Eintauchzeitpunktes und des Eintauchpunktes des KSP zuverlässiger.

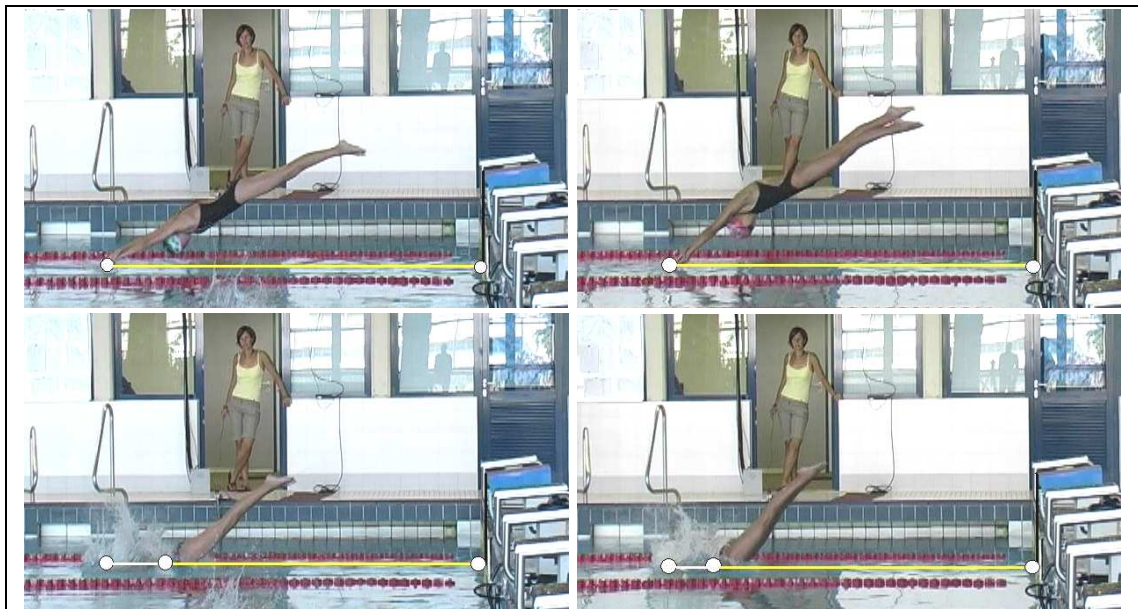


Abb. 12. Unterschiedliche Entfernungen zwischen den Eintauchpunkten von Händen und KSP

Durch die KSP-Absprungparameter im Moment des Lösens der Füße vom Block sind bei Vernachlässigung des Luftwiderstandes die Flugbahn und damit auch der Eintauchzeitpunkt und der Eintauchpunkt des KSP festgelegt³². Aufgrund der besseren Vergleichsmöglichkeiten werden diese auf den KSP bezogenen Parameter sowohl international (Takeda & Nomura, 2006) als auch im Bereich des DSV (DSV, 2004; 2008) genutzt. Im Folgenden ist mit der „Flugzeit“ die Zeitdifferenz zwischen dem Lösen der Füße vom Block und dem theoretischen Eintauchen des KSP³³ beschrieben und mit der „Flugweite“ die horizontale Entfernung zwischen der Startblockvorderkante und dem KSP im Moment seines Eintauchens (vgl. Abbildung 13).

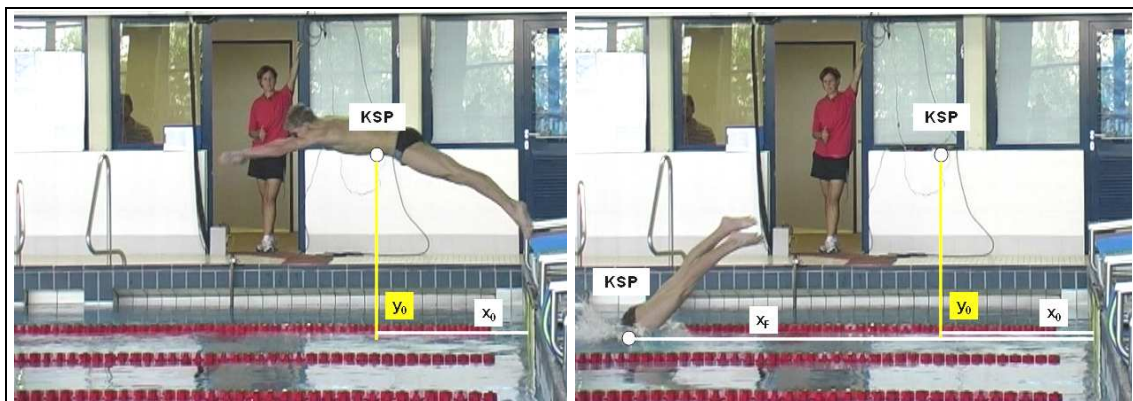


Abb. 13. Bestimmung der KSP-Koordinaten zur Berechnung der Flugparameter

Die Annahme, dass eine Maximierung der Flugzeit zweckmäßig ist, da der Wasserwiderstand später zu wirken beginnt, wurde bereits durch Hoffmann (1989) widerlegt. Er unterscheidet „Steilspringer“ (relativ lange Flugzeit) von „Flachspringern“ (relativ kurze Flugzeit) und stellt fest, dass die „Flachspringer“ zwar kürzere Flugzeiten aufweisen, aber die wesentlich höheren Geschwindigkeiten in Schwimmrichtung und teilweise sogar größere Flugweiten erreichen als die „Steilspringer“. Sind hohe Startleistungen das Ziel, müssen demzufolge Flugzeit und Flugweite immer im Zusammenhang gesehen werden. Für jeden

32 Küchler (1994) wies nach, dass der Einfluss des Wasserwiderstandes die Flugzeit gegenüber dem freien Fall um ca. 0,02 s verlängert und die Flugweite um ca. 0,05 m verkürzt.

33 Die Berechnung der KSP-Koordinaten (vgl. Abbildung 13) ist an erhöhten technischen Aufwand gebunden, der zwar in der Leistungsdiagnostik aufgebracht wird, nicht aber in der Routine der Wettkampfanalysen. Eine „Ersatz“-Lösung stellt die Nutzung des Eintauchpunktes und des Eintauchzeitpunktes der Hüfte dar, die denen des KSP gleichen und deshalb in der Wettkampfanalyse und bei der Sofortinformation beim CP-Training verwendet werden.

Sportler gibt es im Rahmen seiner vorhandenen Leistungsvoraussetzungen eine optimale Flugzeit, in der er seine optimale Flugweite erreicht.

3.1.2.4 Absprunggeschwindigkeit

Als „Absprunggeschwindigkeit“ wird die Geschwindigkeit des KSP im Moment des Lösens der Füße vom Block bezeichnet. Sie besteht aus einer horizontalen und einer vertikalen Komponente. Da die horizontale Komponente die Schwimmrichtung repräsentiert, ist sie ein höchst relevanter Parameter, der in zahlreichen Untersuchungen zur Starteffektivität ermittelt wird (Guimaraes & Hay, 1985; Hoffmann, 1989; Kollias et al., 1992; Kuchler, 1994; Juergens, 1995; Holthe & McLean, 2001; de la Fuente et al., 2003; Houel et al. 2006; Graumnitz et al., 2007; Mason et al., 2007).

Die Höhe der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) ist davon abhängig, wie der Sportler seine Kraftvoraussetzungen (besonders der Bein- und Rumpfmuskulatur) durch zweckmäßige Teilkörperbewegungen wirksam machen kann. Vergleichende dynamometrische Untersuchungen (Lee, Huang, Wang & Lin, 2001; de la Fuente et al., 2003) von vertikalen Sprüngen mit Absprüngen vom Block hatten unterschiedliche Kraft-Zeit-Verläufe und Bewegungsmuster zum Ergebnis. Eine eigene unveröffentlichte Analyse von Sprunghöhen vertikaler Sprünge und von Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) deutscher Kaderschwimmer ergab einen hochsignifikanten starken Zusammenhang ($r=0,615^{**}$) zwischen diesen beiden Parametern. Danach muss davon ausgegangen werden, dass sich die Bewegungen des Absprungs vom Block und des vertikalen Sprungs auf den Körper bezogen gleichen, so dass die beim vertikalen Sprung erreichte Höhe als Maß der Sprungkraftvoraussetzungen verwendet werden kann (vgl. DSV, 2004, 2008).

Abbildung 14 stellt die simulierten Geschwindigkeitsverläufe zweier Sportler im Startabschnitt dar. Es wird davon ausgegangen, dass

- sich die Sportler im Körperbau gleichen (Körperhöhe, Körpermasse)
- sie im Absprung die gleiche vertikale Komponente der Absprunggeschwindigkeit erzielen
- sie das Eintauchen und die Delfinbewegung gleich gut ausführen.

Das Einzige, wodurch sie sich unterscheiden, ist die horizontale Komponente der Absprunggeschwindigkeit.

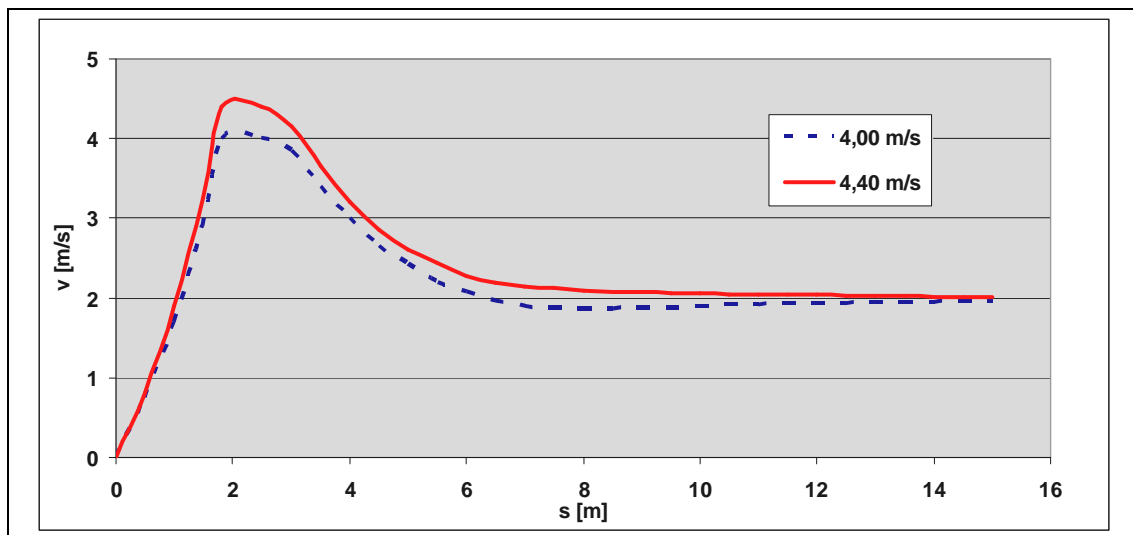


Abb. 14. Simulierter Geschwindigkeitsverlauf im Startabschnitt von Sportlern mit unterschiedlicher Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente [nach KÜchler, 2003])

Der eine Sportler besitzt eine Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) von 4,00 m/s, der andere von 4,40 m/s. Unter diesen Bedingungen kumuliert der Zeitvorteil des Sportlers mit der 0,4 m/s höheren Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) bis zum Ende des Startabschnittes bei 15 m auf 0,45 s (vgl. Abbildung 15).

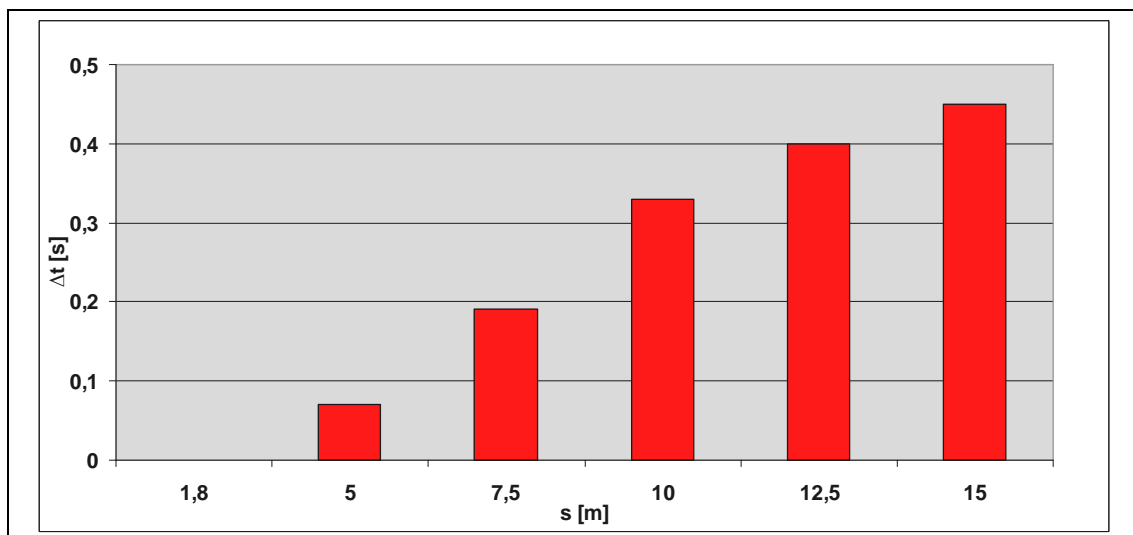


Abb. 15. Zeitdifferenzen im Startabschnitt zwischen Sportlern mit unterschiedlicher Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente [nach KÜchler, 2003])

3.1.2.5 7,5-m-Start-Zeit³⁴

Als 7,5-m-Start-Zeit wird die Zeitdifferenz zwischen dem Ertönen des Startsignals und dem Kopfdurchgang an der 7,5-m-Marke bezeichnet. Neben den drei Phasen der „Blockaktion“, deren Gesamtdauer durch die Blockzeit repräsentiert wird und dem Flug, beinhaltet dieser Parameter den Eintauchvorgang³⁵ und den ersten Teil des Übergangs.

Die 7,5-m-Start-Zeit ist ein wettkampfrelevanter Parameter, der Aussagen über die Qualität des Absprungs zulässt (vgl. Kuchler, 1994). Kuchler nutzte dabei keine statistischen Verfahren, sondern ein einfaches mechanisches Modell, von dem er eine analytische Funktion ableitete. Wie Guimaraes & Hay (1985) unterteilte er den Startabschnitt (Guimaraes & Hay 9,00 m; Kuchler 7,5 m) in drei Bereiche, sodass sich die 7,5-m-Start-Zeit $t_{7,5}$ aus den Teilzeiten für den Absprung (Blockzeit BZ), für den Flug (Flugzeit t_{FSI}) und für den Unterwasserbereich bis 7,5 m (Unterwasserzeit $t_{W7,5}$) zusammensetzt:

$$t_{7,5} = BZ + t_{FSI} + t_{W7,5} \quad [1]$$

Unter der Berücksichtigung physikalischer Gegebenheiten beschreibt Kuchler die 7,5-m-Start-Zeit durch eine analytische Funktion, die von nur wenigen Parametern abhängig ist:

$$t_{7,5} = F(BZ, x_0, y_0, v_x, v_y, C_{eff}, m, l) \quad [2]$$

Neben der Körpermasse m und der Körperhöhe l des Schwimmers ist die von Kuchler eingeführte empirische Konstante C_{eff} Bestandteil der Funktion, die ein Maß für die Zweckmäßigkeit der Bewegungen nach dem Eintauchen ist. Mit dieser Funktion kann die 7,5-m-Start-Zeit simuliert und der Einfluss verschiedener Parameter auf die 7,5-m-Start-Zeit quantitativ bestimmt werden.

Die von Kuchler (1994) durchgeführten Simulationsrechnungen zeigten, dass die 7,5-m-Start-Zeiten maßgeblich durch die horizontale Komponente der KSP-

34 Trotz der zeitlich kurzen 7,5-m-Start-Zeiten im internationalen Spitzenbereich zwischen 2,1 s (Freistilsprint Männer) und 2,8 s (Brustschwimmen Frauen) erfordert die inzwischen sehr unterschiedliche Handhabung des Übergangsbegins noch differenziertere Analysen. Seit Beginn des laufenden Olympiazklus wird im DSV (DSV, 2008) statt der 7,5-m-Start-Zeit die 5-m-Start-Zeit als erste routinemäßig erfassbare Teilzeit zur Absprunganalyse verwendet, da ein Teil des Übergangs, der die Teilzeit beeinflusst, ausgeschlossen wird.

35 Ozeki et al. (2008) wiesen u. a. nach, dass die Größe der Differenz zwischen den Eintauchwinkeln des KSP und der Hände (vgl. Abbildung 12) den Geschwindigkeitsabfall beeinflusst.

Geschwindigkeit (Absprunggeschwindigkeit) v_x und den Wasserwiderstandsbeiwert C_{eff} bestimmt wird.

3.1.2.6 15-m-Start-Zeit

Die 15-m-Start-Zeit umfasst die Zeitdifferenz zwischen dem Ertönen des Startsignals und dem Kopfdurchgang an der 15-m-Marke. Sie wird durch die Qualität der Teilleistungen aller sechs Startphasen repräsentiert. Damit ist sie ein geeignetes Maß für die Effektivität des gesamten Startabschnittes (de la Fuente et al., 2003; Issurin & Verbitsky, 2003; KÜchler et al., 2005; Houel et al., 2006; Mason et al., 2007; Graumnitz & KÜchler, 2009; Vantorre et al., 2010).

Neben der Blockzeit, der Flugzeit, der Flugweite, der Absprunggeschwindigkeit, dem Eintauchverhalten und dem Beginn des Übergangs wird die 15-m-Start-Zeit maßgeblich durch die Gestaltung des Übergangs bestimmt. Für die Schlagschwimmarten ist die Vortriebswirksamkeit der Delfinbewegung bedeutsam, für das Brustschwimmen die des Tauchzuges. Die Länge der Gleitphase bzw. der Tauchphase vor dem Einsetzen der zyklischen Bewegung beeinflusst die 15-m-Start-Zeit ebenfalls.

3.1.2.7 Abschwimmgeschwindigkeit

Ein Indikator für die optimale Ausführung des Übergangs ist die Abschwimmgeschwindigkeit, die durch die mittlere Geschwindigkeit aus der Differenz zwischen der 15-m- und 7,5-m-Start-Zeit beschrieben wird.

Außer von der Geschwindigkeit, die der Schwimmer zu Beginn des Übergangs besitzt, hängt die Höhe der Abschwimmgeschwindigkeit von der Vortriebswirksamkeit der Delfinbewegung bzw. des Tauchzuges ab sowie von der Länge des getauchten Abschnittes³⁶. Je zweckmäßiger der Übergang gestaltet wird, desto geringer ist der Geschwindigkeitsverlust.

³⁶ Mit der Einführung der 5-m-Messstelle anstelle der 7,5-m-Messstelle verändert sich die Länge der Strecke, auf welcher die mittlere Abschwimmgeschwindigkeit ermittelt wird, von 7,5 m (7,5 m bis 15 m) auf 10 m (5 m bis 15 m). Bei noch differenzierteren Analysen, z. B. in der Leistungsdiagnostik (DSV, 2008), wird zusätzlich die 10-m-Zeit ermittelt, was die Berechnung von zwei Geschwindigkeiten im Übergang und damit Informationen über den Geschwindigkeitsabfall im Übergang zulässt.

3.1.2.8 Zusammenfassung

Untersuchungen belegen den hohen Einfluss der Übergangsgestaltung auf die 15-m-Start-Zeit (Guimaraes & Hay, 1985; Hoffmann, 1989; Juergens, 1995; Kuchler, 1994; Vilas-Boas et al., 2003; Kuchler et al., 2005). Einige Autoren schlussfolgern aus ihren Ergebnissen, dass die Eintauchphase und/oder die Phase des Übergangs die bedeutendsten für die 15-m-Start-Zeit sind, weil sich festgestellte Unterschiede in den Abflugparametern nicht in den ermittelten Startzeiten niederschlugen bzw. weil sich zwar statistische Zusammenhänge zwischen der Geschwindigkeit in der Unterwasserphase und der Startzeit fanden, nicht aber zwischen den Abflugparametern und der Startzeit (Arellano et al., 1996; Vilas-Boas et al., 2003; de la Fuente et al., 2003; Vantorre et al., 2010).

Demgegenüber stellten Guimaraes und Hay (1985), welche bereits 1983 (Hay & Guimaraes, 1983) akribisch den Start bestimmende Determinanten herausarbeiteten (vgl. Abbildung 16), bei einer Analyse der Greifstarttechnik fest, dass eine höhere Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) zwar größere Widerstandskräfte beim Eintauchen impliziert, aber trotzdem zu einem Geschwindigkeitsvorteil im Übergang führt. Kuchler (1994) bestätigte anhand von Modellrechnungen mit Daten aus der Leistungsdiagnostik diese Aussage.

Dies unterstreicht, dass die losgelöste Betrachtung einzelner Startphasen ohne Berücksichtigung der jeweils Vorangegangenen nicht zielführend sein kann. Primäres Ziel muss es sein, während der ersten drei Startphasen (Ausgangsposition, Auftakt, Absprung) in kurzer Zeit eine möglichst hohe Geschwindigkeit (horizontale Komponente der Absprunggeschwindigkeit) zu generieren (Guimaraes & Hay, 1985; Kuchler, 1994; Juergens, 1995). Die nächste Zielstellung besteht darin, in den nachfolgenden drei Phasen (Flug, Eintauchen, Übergang) den mit dem Eintauchen in das dichtere Medium Wasser verbundenen Geschwindigkeitsverlust so gering wie möglich zu halten.

Ein weiterer, zu berücksichtigender Aspekt ist die Wechselwirkung zwischen Blockzeit und Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente). Eine kürzere Startzeit kann durch eine Verringerung der Blockzeit und/oder durch eine Erhöhung der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) erreicht werden.

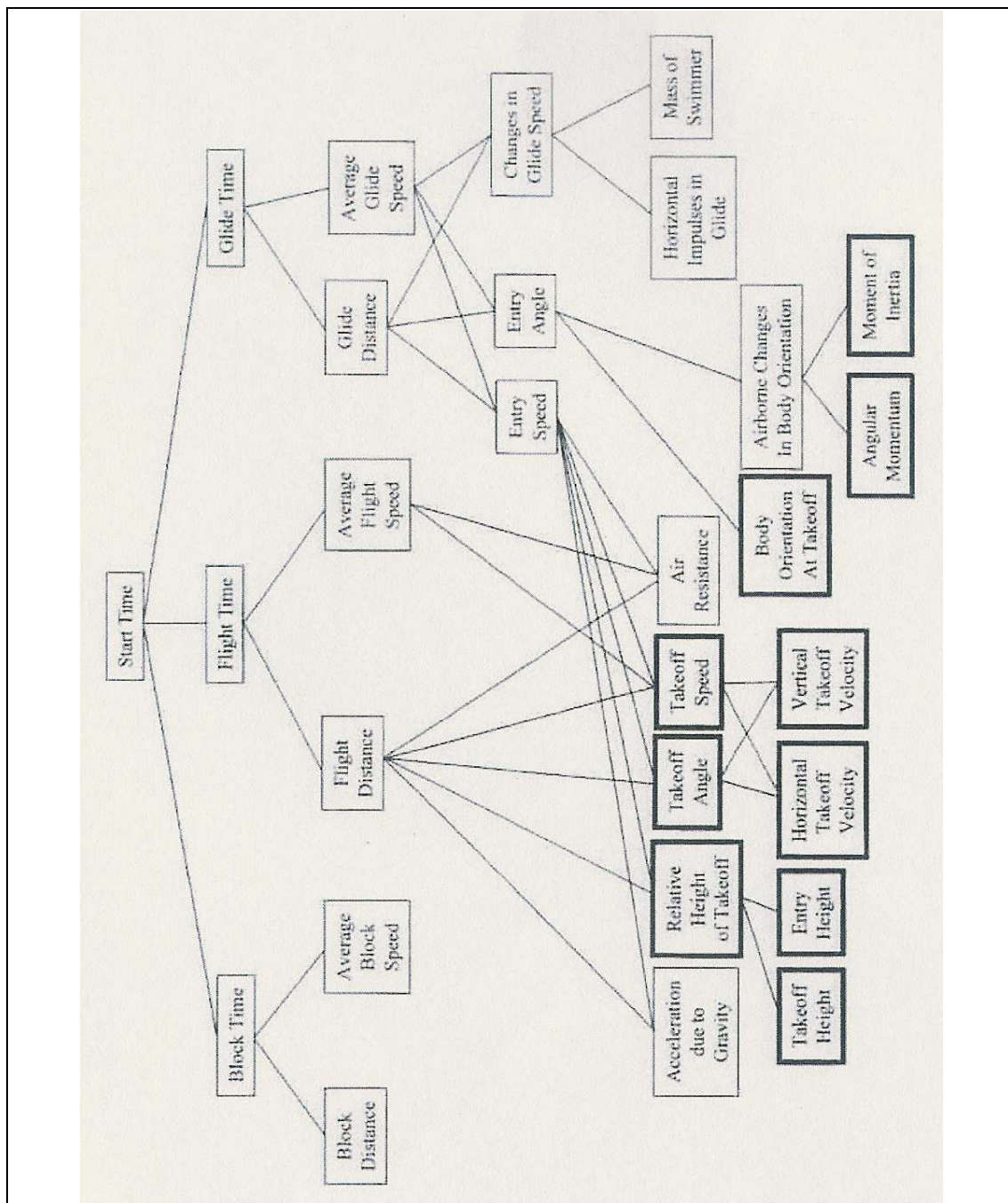


Abb. 16. Modell der deterministischen Komponenten des Starts im Schwimmen von Hay & Guimaraes (1983, S. 78)

Die einseitige Orientierung auf eine Verkürzung der Blockzeit kann zu negativen Auswirkungen auf das Beschleunigungsvermögen führen. So kann das Erreichen einer kürzeren Blockzeit mit einer niedrigeren Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) verbunden sein. Das Ergebnis wäre eine längere Startzeit bzw. eine vergleichbare Startzeit mit geringerer Geschwindigkeit im Übergang zur zyklischen Bewegung. Unterschiedlich ausgeprägte individuelle Voraussetzungen (konstitutionelle, konditionelle, koordinative) sollten die indivi-

duell optimale Lösung zwischen Blockzeit und Absprunggeschwindigkeit (Graumnitz et al., 2007; Vantorre et al., 2010) bestimmen³⁷.

Als Maß für die individuell optimale Lösung bietet sich die 7,5-m-Start-Zeit an, da sie maßgeblich durch die Blockzeit und die Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) bestimmt wird (vgl. Kuchler, 1994).

3.1.3 Startvarianten

Seit den 1970er-Jahren suchen Sportwissenschaftler Antwort auf die Frage, wie der Start vom Block in einer Einzeldisziplin am effektivsten gestaltet werden kann.

Während in den 1970er-Jahren größtenteils der „Schwungstart“ mit dem „Greifstart“ verglichen wurde, galt das Hauptinteresse seit den 1980er-Jahren dem Vergleich zwischen dem in der Mehrzahl angewendeten Greifstart und dem neu aufkommenden „Schrittstart“.

Charakteristisches Unterscheidungsmerkmal zwischen Schwungstart und Greifstart ist die Hand- bzw. Armhaltung in der Ausgangsposition. Beim Schwungstart befinden sich die zumeist leicht gebeugten Arme in der Vorhalte (ähnlich wie bei Kniebeugen) oder gestreckt seitlich hinter dem Körper. Auf das Startsignal hin werden die Arme mit einem Armschwung von hinten nach vorn bzw. durch eine leichte Kreisbewegung nach vorn gebracht. Beim Greifstart fassen die Hände in der Ausgangsposition um die Startblockvorderkante.

Hanauer (1972) sowie Bowers & Cavanagh (1975) fanden heraus, dass der Greifstart dem Schwungstart in den Einzeldisziplinen überlegen ist, da durch das Ziehen an der Startblockvorderkante eine wesentlich schnellere Beschleunigung in die Schwimmrichtung möglich ist, als mit dem Armschwung ohne festes Widerlager³⁸.

37 Die Überprüfung des Zusammenhangs zwischen Blockzeit und Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) ergab für 59 Starts verschiedener Schwimmer bei den KBWM 2006 (vgl. Graumnitz et al., 2007) einen Korrelationskoeffizienten von 0,035 bei einem Signifikanzniveau von 0,795 (zweiseitig).

38 In den Staffeldisziplinen wird durch die Wechselschwimmer auch heute noch der Schwungstart angewendet. Durch das Antizipieren des Anschlagzeitpunktes des vorherigen Schwimmers, ist der Zeitaufwand für das Schwungholen ohne Bedeutung, so dass der Schwimmer einen maximalen Beschleunigungsweg für die Arme nutzen kann, um auf diesem Weg eine möglichst hohe Absprunggeschwindigkeit zu erzielen.

Bemerkenswert ist, dass der Greifstart nicht aufgrund seiner biomechanischen Vorteile den Einzug in das Wettkampfgeschehen fand, sondern als Notlösung für einen an Kinderlähmung erkrankten Sportler (Juergens, 1995). In einer sichereren Ausgangsposition auf dem Startblock wurde ein weiterer Vorteil gegenüber dem Schwungstart gesehen.

Der maßgebliche Unterschied zwischen Greif- und Schrittstart ist die Stellung der Füße in der Ausgangsposition. Während die Füße beim Greifstart in einer parallelen Position gehalten werden, befinden sie sich beim Schrittstart in einer Schrittposition. Nach dem Vorbild der Leichtathletik wurde in den 1970er-Jahren begonnen, mit dem Start aus einer Schrittposition heraus zu experimentieren (Juergens, 1995). Dabei wurden auch Vorrichtungen genutzt, die den im leichtathletischen Sprint verwendeten Startklötzen ähneln, aber bis heute noch keinen Einzug in den Wettkampfbetrieb gefunden haben³⁹.

Die ersten veröffentlichten Untersuchungen stammen von Ayalon, van Gheluwe & Kanitz (1975) und Zatsiorsky, Bulgakowa & Chaplinsky (1979). In der Untersuchung von Ayalon et al. (1975) wurden Vorteile des Schrittstarts bei den Blockzeiten festgestellt. In beiden Untersuchungen konnten aber keine Vorteile der einen oder der anderen Variante nach 5 m bzw. nach 5,5 m⁴⁰ nachgewiesen werden.

Juergens (1995) berichtete über eine Untersuchung von Hunt in den 1970er-Jahren, die keine signifikanten Vorteile des Schrittstarts gegenüber dem Greifstart erbringt, aber auch Vorteile des Schrittstarts in den Blockzeiten offenbarte. Seitdem beschäftigten sich zahlreiche Untersuchungen mit vergleichenden Betrachtungen der beiden Startvarianten. Aus den 1980er-Jahren sind Veröffentlichungen von Shin & Groppe (1986), Counsilman, Nomura, Endo & Counsilman (1988), Stone (1988), Kirner, Bock & Welch (1989) sowie von Hoffmann (1989) bekannt. Jüngere Publikationen stammen von Holte & McLean (2001), Invernizzi, Mauro, Mauro & Dugnani (2003), Vilas-Boas et al. (2003), Maglisho (2003), Issurin & Verbitsky (2003), Miller et al. (2003), Wick, Krüger & Hohmann (2003), Takeda & Nomura (2006), Graumnitz et al. (2007), Mason et al. (2007) bzw. Welcher et al. (2008).

39 Ab 2010 sind solche Zusatzblöcke zugelassen.

40 Da es sich um eine Publikation nordamerikanischer Autoren handelt, wird angenommen, dass sich die angegebenen 5,5 m auf ursprünglich gemessene 6,0 Yard beziehen.

Die Untersuchungsergebnisse fielen unterschiedlich aus.

Folgende Gründe können aus der Sicht des Verfassers genannt werden:

- Zum Teil stark voneinander abweichende Kriterien für die Bewertung der Startleistung:
 - o Blockzeit
 - o 5-m-Zeit
 - o 7,5-m-Zeit
 - o 15-m-Zeit
 - o Startzeiten auf Messstrecken mit Yard-Format im nordamerikanischen Raum
 - o Absprunggeschwindigkeit
 - o Geschwindigkeit in der Unterwasserphase
- Die Zielstellung des Starts „...den Startabschnitt in möglichst kurzer Zeit zurückzulegen, wobei gleichzeitig eine hohe Geschwindigkeit in die zyklische Bewegung der Schwimmarbeit (Gesamtkoordination) eingebracht werden soll“ (Dietze & Sabowrowski, 2005, S. 18) wurde nur selten als ein Kriterium für die Effektivität der jeweiligen Startvariante genutzt.
- Das breit gefächerte Leistungsniveau der untersuchten Probanden:
 - o Internationale Spitzenschwimmer (Issurin & Verbitsky, 2003; Graumnitz et al., 2007; Mason et al., 2007)
 - o Weibliche Mitglieder der deutschen Nationalmannschaft (Wick et al., 2003)
 - o Männliche portugiesische Spitzenschwimmer (Vilas-Boas et al., 2003)
 - o Weibliche US-amerikanische College-Schwimmer (Jürgens, 1995; Welcher et al., 2008)
 - o Männliche Anschlusskader der DDR-Spitze (Hoffmann, 1989)
 - o Männliche und weibliche Collegeschwimmer mit langjähriger Wettkampferfahrung (Miller et al., 2003)

Davon muss abgeleitet werden, dass auch der Beherrschungsgrad der Bewegungsabläufe beim Start von sehr unterschiedlichem Niveau war.

- Fast ausnahmslos alle untersuchten Sportler bevorzugten eine Startvariante (das Training der alternativen Variante wurde vernachlässigt). Nur in der Publikation von Vilas-Boas et al. (2003) wird beschrieben, dass die

Sportler vor Beginn der Untersuchung über vier Wochen in wöchentlich sechs Teiltrainingseinheiten jeweils 15 Minuten (ca. zehn Versuche) die alternative Starttechnik trainierten, um den Bewegungsablauf zu beherrschen.

- Keine oder ungenügende Beschreibung der äußeren Umstände (Arbeitsbedingungen) der Untersuchung⁴¹.

Außer bei Vilas-Boas et al. (2003) und Welcher et al. (2008) wurde in keiner Publikation erwähnt, welche Variante des Schrittstarts zur Anwendung kam. Allgemein wurde davon ausgegangen, dass sich der KSP beim Schrittstart wesentlich weiter hinter der Startblockvorderkante befand als beim Greifstart. In praxi wird aber auch eine Variante des Schrittstarts genutzt, bei welcher der KSP in der Ausgangsposition, ähnlich dem Greifstart, nur wenig hinter der Startblockvorderkante liegt.

In Abbildung 17 sind die Ausgangspositionen für den Greifstart (parallele Fußstellung), den Schrittstart mit nach vorn verlagertem KSP und den Schrittstart mit rückverlagertem KSP in der Ausgangsposition dargestellt. Zwischen den beiden letztgenannten Varianten gibt es viele Variationen, die nicht immer eindeutig einer der beiden Varianten zugeordnet werden können.



Abb. 17. Ausgangspositionen des Greifstarts und der Schrittstartvarianten mit vor- und mit rückverlagertem KSP

41 Die im Abschnitt 3.1 genannten Wettkampfbestimmungen des DSV und der FINA lassen Spielräume bei der Beschaffenheit der Wettkampfanlagen zu. So ist es für Querschnittsvergleiche aus verschiedenen Untersuchungen erheblich, welcher Abstand zwischen Startblockvorderkante und Wasseroberfläche besteht, ob die Länge der Startblockkanten 50 cm oder mehr als 50 cm betragen, ob die Neigung der Startblockoberfläche 0° oder 10° beträgt und wie die Startblockvorderkante sowie die Startblockoberfläche beschaffen sind.

Es kann vermutet werden, dass die Zweckmäßigkeit der einen oder der anderen Variante von den individuellen konstitutionellen Voraussetzungen des jeweiligen Sportlers abhängt. Einem Schwimmer mit geringerer Körperhöhe kommt die Variante mit dem rückverlagerten KSP entgegen, da er dadurch einen längeren Beschleunigungsweg nutzen kann. Ein körperlich größerer Athlet würde mehr Zeit für die Streckung der relativ kleinen Gelenkwinkel benötigen. Bis dato sind keine Veröffentlichungen zu dieser Problematik bekannt.

Bei der Beurteilung von Untersuchungsergebnissen sollten demnach die während der Untersuchungen herrschenden äußeren Bedingungen sowie die Zusammensetzung der Untersuchungsgruppen berücksichtigt werden.

Eine Aussage ist bei fast allen Untersuchungen gleich: Mit dem Schrittstart werden im Mittel kürzere Blockzeiten erreicht als mit dem Greifstart. Die durch die Autoren angegebenen Differenzen schwanken relativ stark.

Im Folgenden werden Ergebnisse eigener Untersuchungen vorgestellt, die zur Aufhellung beitragen sollen.

Mit den Olympischen Spielen 2000 hat sich der Schrittstart als eine viel genutzte Startvariante durchgesetzt. Wie die unterschiedlichen Ergebnisse der Veröffentlichungen zeigen und eigene Wettkampfbeobachtungen bestätigen, muss davon ausgegangen werden, dass die meisten Sportler eine der Startvarianten bevorzugen, ohne sich immer bewusst zu sein, ob die genutzte Variante die individuell günstigste ist. Vor allem die etwas anspruchsvolleren Bewegungsabläufe des Schrittstarts werden oftmals nicht genügend beherrscht. Es kann angenommen werden, dass in bestimmten Ländern oder Regionen die Anwendung einer Variante verbreiteter ist als die andere. Graumnitz et al. (2007) stellen bei einer Untersuchung anlässlich der Kurzbahnweltmeisterschaften 2006⁴² fest, dass die Europäer bei Männern und Frauen überwiegend den Greifstart anwendeten, während Nichteuropäer beiderlei Geschlechts den Schrittstart bevorzugten.

42 2006 fand kein internationales Großereignis im Schwimmen auf der 50-m-Bahn statt, bei dem alle Nationen startberechtigt gewesen wären. Deshalb wurden die Ergebnisse der Kurzbahnweltmeisterschaften (25-m-Bahn) herangezogen. Diese KBWM 2006 fanden zwei Wochen nach dem Ende der Commonwealth Games und mitten in der Vorbereitungszeit der meisten Europäer auf die Europameisterschaften im Sommer 2006 in Budapest statt, sodass einige Weltspitzenathleten auf eine Teilnahme verzichteten.

Aus Abbildung 18 ist ersichtlich, dass sich der Trend zur Anwendung des Schrittstarts in der internationalen Spitze bei den Männern bis zu den Olympischen Spielen 2008 fortgesetzt hat. Bei den Frauen überwogen in den 100-m-Finals bei den Olympischen Spielen 2004 in Athen die Schrittstarter. In den folgenden Jahren begann ein im Vergleich zu den Männern entgegen gesetzter Trend. Bei den Weltmeisterschaften 2007 und bei den Olympischen Spielen 2008 hielten sich die Anzahl der Greifstarterinnen und Schrittstarterinnen nahezu die Waage.

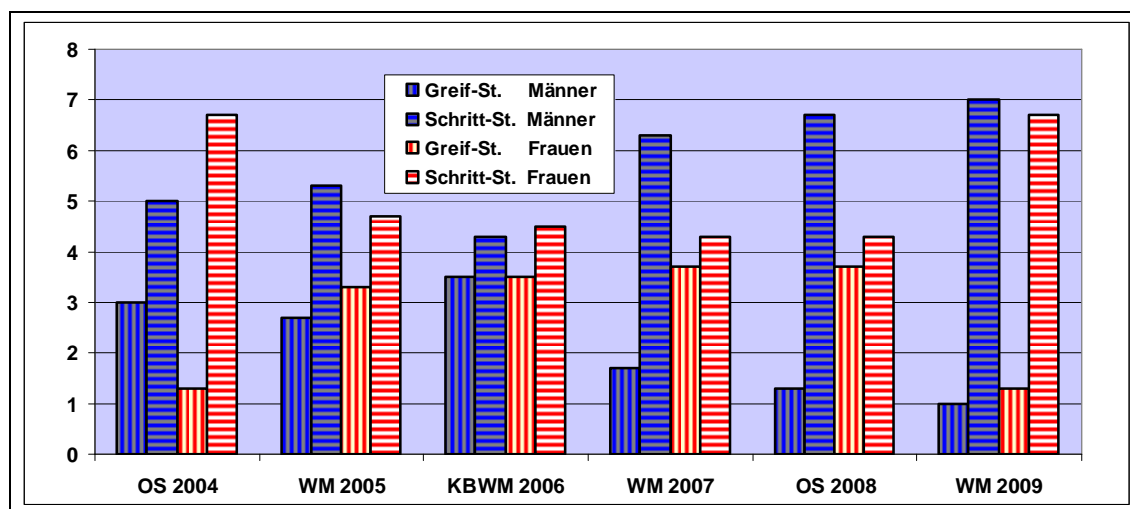


Abb. 18. Mittlere Anzahl der Greif- und Schrittstarter in den 100-m-Finals (olympische Disziplinen)

Um Ursachen für diesen Fakt zu finden, sind die Teilleistungen zu untersuchen, welche die Startleistung bestimmen. Die erste Teilleistung stellt die Blockzeit dar. Sie wird bei internationalen Meisterschaften und Olympischen Spielen mit in die Startblockaufsätze integrierten Kontaktplatten ermittelt und im Wettkampfprotokoll festgehalten⁴³.

Abbildung 19 offenbart die Blockzeitvorteile der Schrittstarter gegenüber den Greifstartern in den Finals der olympischen 100-m-Disziplinen bei den internationalen Wettkampfhöhepunkten seit den Olympischen Spielen 2004 bei den Männern. Die Differenzen der gemittelten Blockzeiten von ca. 0,1 s (Weltmeisterschaften 2007 und 2009, Olympische Spiele 2008) stellen Werte dar, die wettkampfscheidend sein können (vgl. Tabelle 1). In den Finals über 100 m

⁴³ Bei eigenen Untersuchungen wurde das Auftreten von einzelnen Mess- bzw. Protokollfehlern festgestellt. In diesen Fällen wurden bei der Darstellung eigener Ergebnisse korrigierte Daten verwendet.

Freistil wurden seit den Weltmeisterschaften 2007 nur Schrittstarts ausgeführt. Im Finale der Weltmeisterschaften 2009 über 100 m Schmetterling standen ebenfalls nur Schrittstarter.

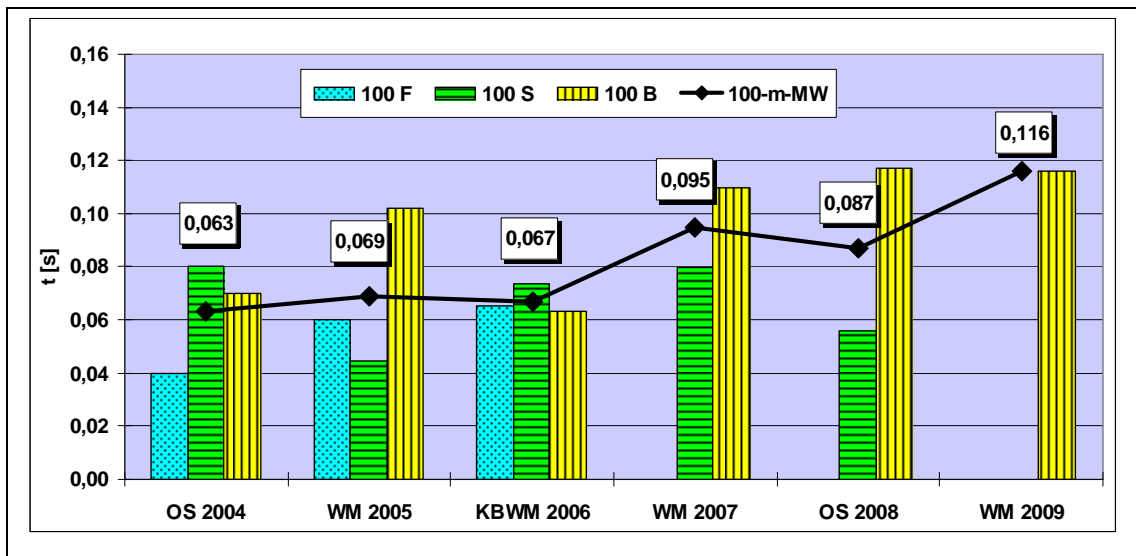


Abb. 19. Differenzen zwischen den Blockzeit-Mittelwerten der Greif- und Schrittstarter in den 100-m-Finals der Männer (olympische Disziplinen)

Bei den Frauen ergibt sich ein differenzierteres Bild (vgl. Abbildung 20). Nachdem die Differenz zwischen den gemittelten Blockzeiten der Schritt- und Greifstarterinnen bei den Olympischen Spielen mit 0,035 s relativ gering ausfiel, verdoppelte sie sich bei den KBWM 2006.

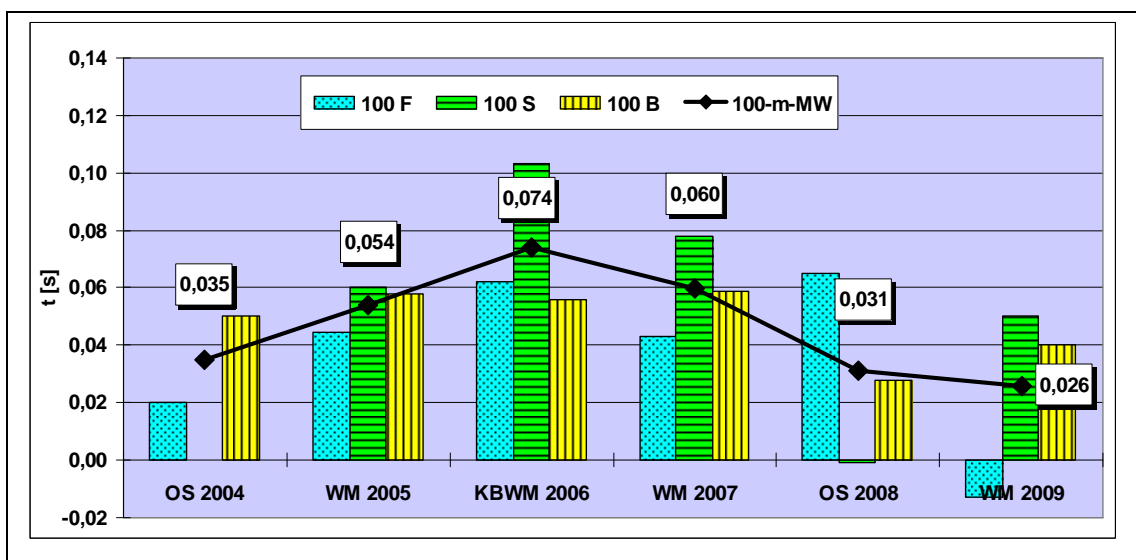


Abb. 20. Differenzen zwischen den Blockzeit-Mittelwerten der Greif- und Schrittstarter in den 100-m-Finals der Frauen (olympische Disziplinen)

Bei den Olympischen Spielen 2008 und den Weltmeisterschaften 2009 konnte mit ca. 0,03 s wieder eine geringere Differenz festgestellt werden. Im 100-m-Schmetterlingsfinale der Olympischen Spiele 2008 und im 100-m-Freistilfinale der Weltmeisterschaften 2009 hatten die Greifstarterinnen in der mittleren Blockzeit einen geringen Vorteil gegenüber den Schrittstarterinnen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass mit dem Schrittstart kürzere Blockzeiten als mit dem Greifstart erzielt werden. Damit werden Untersuchungsergebnisse von Issurin & Verbitsky (2003) bestätigt, deren Analyse ebenfalls auf der Grundlage von Wettkampfdaten durchgeführt wurde.

Die Blockzeit stellt aber nur einen der Parameter dar, welche die Leistung im Startabschnitt bestimmen. Im Folgenden soll mit der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) ein zweiter, für den Start wichtiger, Parameter betrachtet werden.

Werte zur Absprunggeschwindigkeit im Wettkampf liegen nur aus eigenen Untersuchungen vor (Graumnitz et al., 2007). Im Rahmen der Kurzbahnweltmeisterschaften 2006 wurden 102 Starts von 28 Frauen und von 45 Männern analysiert⁴⁴. Die Untersuchung erbrachte folgende Ergebnisse (vgl. Abbildung 21):

Bei den Männern erreichten die Schrittstarter im Mittel 0,08 s kürzere Blockzeiten und 0,12 m/s höhere Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente).

Etwas anders gestalteten sich die Verhältnisse bei den Frauen. Die Schrittstarterinnen erzielten zwar im Mittel 0,07 s kürzere Blockzeiten als die Greifstarterinnen, besaßen aber eine im Durchschnitt 0,17 m/s niedrigere Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) als die Greifstarterinnen.

Über die Ursache für die Unterschiede in den Absprunggeschwindigkeiten der Greif- und Schrittstarter bei Männern und Frauen liegen noch keine gesicherten Erkenntnisse vor.

⁴⁴ Die Ergebnisse können nur als Trend interpretiert werden (vgl. Fußnote 43). Zudem stellen die 102 Analysen nur einen vergleichsweise geringen Bruchteil der Gesamtanzahl aller ausgeführten Starts dar. Allein in den Finals und Halbfinals auf den 50-m- und 100-m-Disziplinen mit Startsprung gab es bei KBWM 336 Starts.

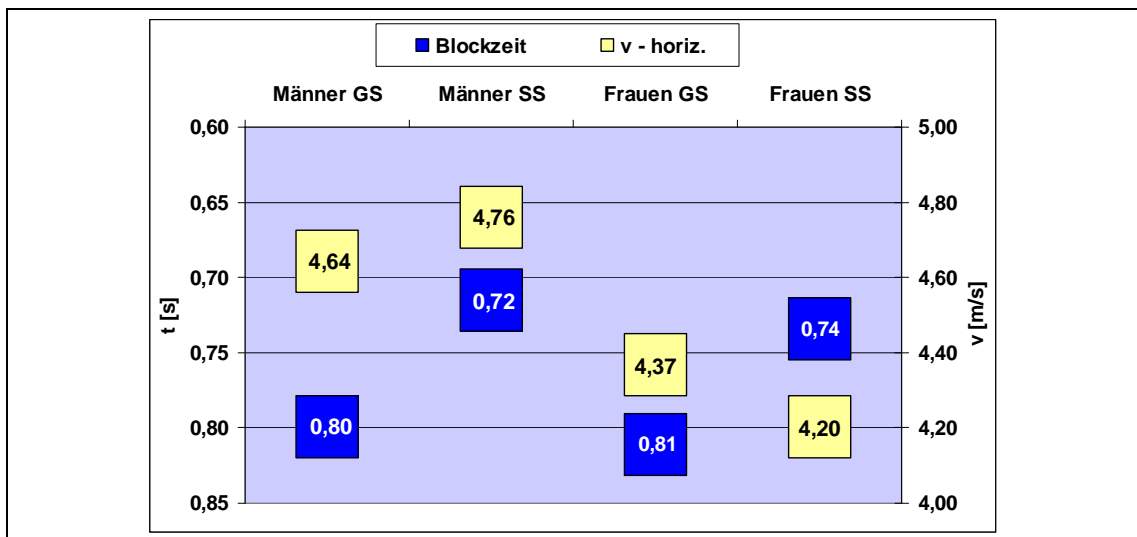


Abb. 21. Mittlere Blockzeiten und mittlere Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) von ausgewählten Greif- und Schrittstartern bei den Kurzbahnweltmeisterschaften 2006 (in Anlehnung an Graumnitz et al., 2007)

3.1.4 Objektivierungsverfahren

Im Sportschwimmen ist das Ziel von Untersuchungen, die jeweilige Rennstruktur so differenziert wie nötig zu objektivieren bzw. zu quantifizieren, um detaillierte Erkenntnisse über die Wettkampfstruktur und notwendige Leistungsvoraussetzungen zu erlangen. Dies gilt in gleichem Maße für den Startabschnitt. Bei der Wahl geeigneter Objektivierungsverfahren ist zu berücksichtigen, welchem Zweck die Untersuchung dient und welche Verfahren an den Untersuchungsorten eingesetzt werden können.

Dabei muss unterschieden werden zwischen

- Wettkampfanalysen (Felduntersuchungen) mit dem Ziel, das Startverhalten der Sportler unter Wettkampfbedingungen zu untersuchen (Issurin & Verbitsky, 2003; Küchler et al., 2005; Graumnitz & et al., 2007; Küchler et al., 2009)
 - o Vorteile sind die Vergleichbarkeit der individuellen Lösungsvarianten von Spitzenathleten (national und international) und ihr Einfluss auf den weiteren Wettkampfverlauf und das Endergebnis.
 - o Nachteile sind die geringe Anzahl der erfassbaren und analysierbaren Parameter sowie die von den Wettkampfbedingungen abhängenden größeren Messabweichungen. Infolgedes-

sen sind Rückschlüsse auf den Ausprägungsgrad einzelner Leistungsvoraussetzungen nur in begrenztem Maß möglich.

- Untersuchungen von Startvorgängen unter standardisierten Bedingungen, die den Wettkampfbedingungen ähnlich sind (Guimaraes & Hay, 1985; Hoffmann, 1989; Küchler, 1994; Mason et al., 2007; Vantorre et al., 2010)
 - o Vorteile sind die guten intra- und interindividuellen Vergleichsmöglichkeiten der an den Untersuchungen beteiligten Probanden sowie die größere Anzahl der erfassbaren Parameter und die höhere Genauigkeit, mit der sie gemessen werden können. Im Ergebnis kann auf den Ausprägungsgrad verschiedener, die Startleistung beeinflussender, Leistungsvoraussetzungen geschlossen werden.
 - o Nachteil ist die Unkenntnis der Auswirkungen auf den Rennverlauf. Weiterhin kann die Auswertung der untersuchten Starts mit einem erhöhten Zeitaufwand verbunden sein.
- Untersuchungen zu spezifischen Startabschnitten bzw. zum Ausprägungsgrad einer begrenzten Anzahl von Leistungsvoraussetzungen unter feldähnlichen oder unter Laborbedingungen (Lee et al., 2001; de la Fuente et al., 2003; Wick et al., 2003; Takeda & Nomura, 2006)
 - o Vorteile sind detaillierte Informationen über Ursachen und Zusammenhänge des Ausprägungsgrades einzelner Leistungsvoraussetzungen und ihrer Auswirkung auf einzelne Startabschnitte.
 - o Nachteile sind die von der Wettkampfübung abweichenden äußeren Bedingungen, die Rückschlüsse auf den gesamten Startbereich bzw. den gesamten Rennverlauf nicht erlauben. Die Auswertung der Daten ist unter Umständen mit einem erheblichen Zeitaufwand verbunden.

Die derzeit gebräuchlichsten und am besten handhabbaren Objektivierungsverfahren sind die kinematischen oder auch Bildmessverfahren, die sich durch Berührungslosigkeit auszeichnen und aufgrund der Kamerabildwechselfrequenz Zeitinformationen ermöglichen. Ist die Dauer einer erfassten Videosequenz auf maximal eine Sekunde begrenzt, beträgt die mögliche Abweichung bei einer Bildwechselfrequenz von 50 Hz mindestens 2 %. Diese Abweichung kann durch

den Einsatz von Kameras mit höheren Bildwechselfrequenzen begrenzt werden. Highspeedkameras liefern bis zu 500 Bilder pro Sekunde, erfordern aber eine sehr gute Ausleuchtung und lange Verarbeitungszeiten. In den meisten Untersuchungen mit Teilzeitmessung im Startabschnitt werden Kameras mit Bildwechselfrequenzen von

- 50 Hz (Hoffmann, 1989; Vilas-Boas, 2003; KÜchler et al., 2005; Houel et al., 2006; Graumnitz et al., 2007; Vantorre et al., 2010)
- 60 Hz (Holte & McLean, 2001; Welcher et al., 2008)
- 100 Hz (Guimaraes & Hay, 1985; Kollias et al., 1992)
- 125 Hz (Takeda & Nomura, 2006)

verwendet. Diese Bildwechselfrequenzen ermöglichen eine ausreichende Genauigkeit beim Messen von Teilzeiten im Schwimmen.

Tabelle 8 gibt einen Überblick über die Parameter, die von verschiedenen Autoren in ihren Untersuchungen zur Starteffektivität genutzt werden und auf der Erfassung mit kinematischen Verfahren beruhen⁴⁵.

Um Messabweichungen bei der Bestimmung von Teilzeiten möglichst gering zu halten, sollten bei kinematischen Verfahren weitere Aspekte beachtet werden:

- Einsatz feststehender Kameras an den Messmarken senkrecht zur Bewegungsebene des Sportlers
- Beim Einsatz mehrerer Kameras Synchronisierung der Kameras untereinander (gleichzeitiger Bildwechsel)
- Einsatz von Unterwasserkameras, um störende Lichtreflexionen an der Wasseroberfläche zu umgehen und um eine günstigere Beobachterperspektive zu sichern (gegebenenfalls Mischen von Bildern der Über- und Unterwasserkameras an einer Messmarke)
- Einsatz von mindestens zwei starren, untereinander synchronisierten Kameras aus unterschiedlichen Perspektiven bei der Bestimmung der KSP-Verlagerung (3D-Bildanalyse)
- Kalibrierung in der Bewegungsebene, in der die Messung stattfindet

⁴⁵ Eine vollständige Auflistung aller auf der Grundlage kinematischer Verfahren ermittelbarer Startparameter enthält Tabelle D1 im Formel- und Symbolverzeichnis in der Anlage D.

Tab. 8. Auf der Basis kinematischer Verfahren bestimmte Startparameter

Parameter	Sym.	Bemerkungen	Autoren
Blockzeit ⁴⁶	BZ	BZ 1 / BZ 2	- Kollias et al., 1992 - K�uchler, 1994 - de la Fuente et al., 2003 - Takeda & Nomura, 2006 - Graumnitz et al., 2007 - Welcher et al., 2008 - Vantorre et al., 2010
Absprungwinkel	α	nur α	- Hoffmann, 1989 - Kollias et al., 1992 - Holte & McLean, 2001 - Miller et al., 2003 - Takeda & Nomura, 2006
Eintauchwinkel	β		
Absprunggeschwindigkeit (horizontale und vertikale Komponente)	v_x v_y	nur v_y	- Guimaraes & Hay, 1985 - Hoffmann, 1989 - Kollias et al., 1992 - K�uchler, 1994 - Holte & McLean, 2001 - de la Fuente et al., 2003 - Graumnitz et al., 2007 - Welcher et al., 2008
Flugzeit	t_{Fst}	nur t_{Fst} Eintauchzeit – BZ nur x_F	- Guimaraes & Hay, 1985 - Hoffmann, 1989 - Kollias et al., 1992 - K�uchler, 1994 - Miller et al., 2003 - Welcher et al., 2008 - Vantorre et al, 2010 - Takeda & Nomura, 2006
Flugweite	x_F		
Start-Zeit 1	$t_{7,5}$	9 m 5 m / 7,5 m / 10 m 5 m 5 m / 7,5 m	- Guimaraes & Hay, 1985 - Hoffmann, 1989 - K�uchler, 1994 - de la Fuente et al., 2003 - Mason et al., 2007 - Welcher et al., 2008
Start-Zeit 2	t_{15}	15 m / 25 m	- Hoffmann, 1989 - K�uchler, 1994 - de la Fuente et al., 2003 - Issurin & Verbistky, 2003 - Graumnitz et al., 2007 - Vantorre et al., 2010 - Mason et al., 2007
Abschwimmgeschwindigkeit	v_{ab}	Wassergeschwindigkeit 7,5 m – 15 m 7,5 m – 15 m	- Guimaraes & Hay, 1985 - Hoffmann, 1989 - K�uchler, 1994

46 In einigen Untersuchungen wurden neben kinematischen auch dynamometrische Messverfahren eingesetzt. Wenn aus der beschriebenen Untersuchungsmethodik nicht hervor geht, dass die Blockzeit mit kinematischen Verfahren bestimmt wurde, sind die Autoren in der Tabelle nicht aufgelistet.

Ein weiteres Verfahren, welches für die Objektivierung des Absprungverhaltens eingesetzt wird, ist die Dynamometrie. Entweder werden dafür Kraftmessplattformen als Startblockoberfläche genutzt oder unter der Startblockoberfläche werden Kraftmessgeber installiert, welche die Kräfte messen, die auf die Startblockoberfläche wirken. In den meisten Fällen werden vertikale und horizontale Bodenreaktionskräfte während des Absprungs vom Block bestimmt (Hoffmann, 1989; Juergens, 1995; Lee et al., 2001; de la Fuente et al., 2003; Miller et al., 2003; Wick et al., 2003; Kibele, 2005; Mason et al., 2007). In einem Fall ist der dynamometrische Messstartblock so aufgebaut, dass vertikale und horizontale Bodenreaktionskräfte getrennt für das linke und rechte Bein gemessen werden können. Darüber hinaus wird die vertikale Bodenreaktionskraft, die durch die Hände an der Startblockvorderkante erzeugt wird, erfasst (Knoll, 2005).

Mit dem dynamometrischen Verfahren ist es möglich, Kraftzeitverläufe zu erstellen, die Aufschluss über Beginn und Ende von Kraftwirkungen sowie über ihre Zeitdauer und Höhe geben. Auf dieser Basis lässt sich diagnostizieren, wie schnell und wie zweckmäßig koordiniert die Teilbewegungen des Absprungs vom Block ausgeführt werden.

In Tabelle 9 sind die Parameter dargestellt, die in Untersuchungen zur Starteffektivität auf der Grundlage dynamometrischer Verfahren ermittelt werden⁴⁷.

Vorteile des dynamometrischen Verfahrens bestehen in der Ermittlung von Parametern, die mit kinematischen Verfahren nicht bestimmt werden können und in der hohen Abtastfrequenz von bis zu 1.000 Hz. Zur Sicherung valider Daten müssen die Maße des Messstartblocks den Wettkampfbestimmungen entsprechen und es muss eine Kalibrierung des Messstartblocks erfolgen.

Da die Messung mit dem Verlassen der Füße vom Block abgeschlossen ist, geben die dynamometrischen Parameter allein keinen Aufschluss über die Effektivität des gesamten Starts. Deshalb werden dynamometrische Messverfahren in Untersuchungen mit kinematischen gekoppelt.

⁴⁷ Eine vollständige Auflistung aller auf der Grundlage dynamometrischer Verfahren ermittelbarer Startparameter enthält Tabelle D2 im Formel- und Symbolverzeichnis (Anlage D).

Tab. 9. Auf der Basis dynamometrischer Verfahren bestimmte Startparameter

Parameter	Sym.	Bemerkungen	Autoren
Reaktionszeit	RZ		- Hoffmann, 1989 - Juergens, 1995 - Kibele, 2005 - Mason et al., 2007
Blockzeit	BZ		- Juergens, 1995 - Kibele, 2005 - Mason et al., 2007
Horizontales Kraftmaximum	$F_{\max-h}$		- Hoffmann, 1989 - Juergens, 1995 - de la Fuente et al., 2003 - Wick et al., 2003 - Kibele, 2005 - Mason et al., 2007
Zeitpunkt des horizontalen Kraftmaximums	$t_{F_{\max-h}}$		- Wick et al., 2003
2. vertikales Kraftmaximum	$F_{\max-v2}$		- Hoffmann, 1989 - Juergens, 1995 - de la Fuente et al., 2003 - Kibele, 2005
vertikaler Impuls	I_v		- Juergens, 1995 - Miller et al., 2003 - Kibele, 2005
horizontaler Impuls	I_h		- Hoffmann, 1989 - Juergens, 1995 - Kibele, 2005
Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)	v_x		- Mason et al., 2007
Absprunggeschwindigkeit (vertikale Komponente)	v_y		- Mason et al., 2007

Die Elektromyografie (EMG) ist ein Verfahren, welches über auf die Haut aufgeklebter Elektroden detaillierte Informationen über Muskelaktivitäten ermöglicht. Somit kann diagnostiziert werden, zu welchem Zeitpunkt die Kontraktion eines Muskels beginnt, von welcher Dauer sie ist und wann sie endet.

Die Anwendung dieses Verfahrens ist gegenwärtig sehr aufwendig und der Informationsumfang ist durch die begrenzte Anzahl der Aufnahmekanäle limitiert. Da die Elektromyografie noch nicht drahtlos angewendet werden kann, müssen Einschränkungen der Bewegungsfreiheit hingenommen werden. Bedingt durch die elektrische Leitfähigkeit des Wassers ist bei Untersuchungen von Startsprüngen ins Wasser mit weiteren Widrigkeiten zu rechnen.

Trotz dieser Schwierigkeiten setzten Wick et al. (2003) bei ihrer vergleichenden Untersuchung von Greifstart und Schrittstart neben kinematischen und dynamometrischen Verfahren ebenfalls die Elektromyografie ein. Es ist die einzige

publizierte Untersuchung zur Effektivität des Startsprungs, bei welcher das elektromyografische Verfahren angewendet wurde.

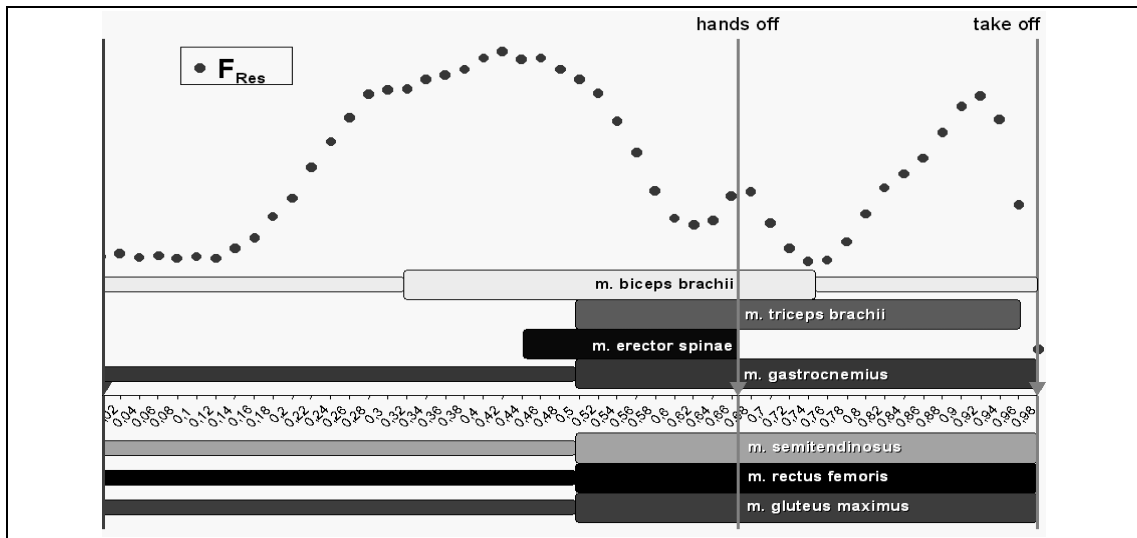


Abb. 22. Kraft-Zeit-Kurve (Fr) und Schema des Aktivierungsmusters der untersuchten Muskeln beim Grabstart⁴⁸ von Schwimmerin K. M. (Wick et al., 2003, S. 51)

Aus den Abbildungen 22 (Greifstart) und 23 (Schrittstart), die der Veröffentlichung (Wick et al., 2003, S. 51) entnommen sind, ist erkennbar, dass sich die Aktivitäten der hauptsächlich am Absprung beteiligten Muskeln bei den beiden Startvarianten deutlich unterscheiden.

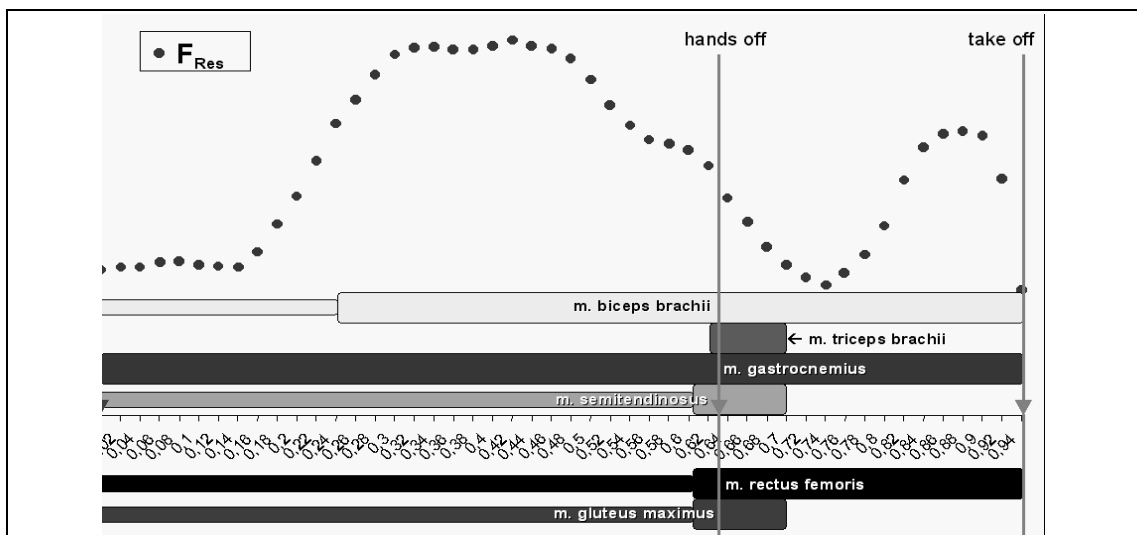


Abb. 23. Beispiel einer Kraft-Zeit-Kurve (Fr) und Schema des Aktivierungsmusters der untersuchten Muskeln beim Trackstart⁴⁹ von Schwimmerin K. M. (Wick et al., 2003, S. 51)

48 „Grabstart“ ist der englischsprachige Begriff für „Greifstart“.

49 „Trackstart“ ist der englischsprachige Begriff für „Schrittstart“.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass alle drei Verfahren Vor- und Nachteile bei Analysen zur Effektivität der Starts besitzen. Die Startparameter, die als abhängige Variablen für die vorliegende Untersuchung dienen sollen, müssen direkten Bezug zur Wettkampfleistung besitzen. Unter 3.1.2 wurde herausgearbeitet, dass die 7,5-m-Zeit dieser wettkampfrelevante Parameter ist, der neben dem Eintauchverhalten maßgeblich durch die Blockzeit und die horizontale Komponente der Absprunggeschwindigkeit bestimmt wird. Folgerichtig müssen Verfahren zum Einsatz kommen, die die Bestimmung dieser Parameter mit der notwendigen Genauigkeit und unter wettkampfnahen Bedingungen ermöglichen.

Die Blockzeit ist unter dieser Maßgabe mittels Dynamometrie mit einer Abtastfrequenz von mindestens 100 Hz zu bestimmen, um Messabweichungen möglichst gering zu halten.

Die horizontale Komponente der Absprunggeschwindigkeit kann unter den gegebenen Untersuchungsmöglichkeiten am zuverlässigsten auf der Basis kinematischer Verfahren bestimmt werden. Eine Bildwechselfrequenz der eingesetzten Kamera von 50 Hz ist für diesen Zweck ausreichend.

Um den Einfluss des Absprungs auf den gesamten Startvorgang objektivieren zu können, sind als weitere Startparameter die Flugzeit, die Flugweite, die 7,5-m-Zeit, die 15-m-Zeit sowie die mittlere Abschwimmgeschwindigkeit zu ermitteln. Diese Parameter können nur auf der Basis kinematischer Verfahren erhoben werden. Bildwechselfrequenzen der im Messplatzaufbau eingebundenen Kameras von 50 Hz werden den Anforderungen gerecht.

3.1.5 Training der Starts

Die Objektivierungsverfahren tragen dazu bei, den Start im Sportschwimmen unter Feld- und Laborbedingungen detailliert zu analysieren (vgl. 3.1.1 bis 3.1.3). Damit ist die Basis für ein gezieltes Training der Leistungsvoraussetzungen, welche die Startleistung beeinflussen, gegeben.

Für ein effektives Training der Starts spielen mehrere Aspekte eine Rolle:

- Häufigkeit und Umfang des Starttrainings
- Einordnung des Starttrainings in den Trainingsaufbau
- Mittel, Methoden und Inhalte des Starttrainings.

In der internationalen Literatur ist nur eine geringe Anzahl von Veröffentlichungen zu finden, die sich mit dem Training der Starts beschäftigen. Counsilman (1980), Maglischo (2003) sowie Sweetenham & Atkinson (2003) stellen die Bedeutung des Starts für das nachfolgende Rennen heraus und beschreiben zweckmäßige Bewegungsabläufe. Sie fordern zwar ein regelmäßiges Training der Starts, lassen aber Angaben zum Umfang, zur Einordnung in den Trainingsaufbau und zum trainingsmethodisch Vorgehen vermissen. Gleiches gilt für Publikationen im deutschsprachigen Raum. Im Rahmentrainingsplan des DSV (DSV, 2006) sind Orientierungswerte für einzelne Teilleistungen der Starts aufgeführt. Hinweise zum Anteil des Starttrainings an der aufsummierten Gesamttrainingszeit, zur Einordnung in den Trainingsjahresaufbau oder zur trainingsmethodischen Gestaltung des Starttrainings sind nicht enthalten.

Witt (1998), Witt & Wolfram (1999), Wiedner (2002) sowie Wiedner & Pfeiffer (2006) publizierten trainingsmethodische Lösungsansätze, die der Entwicklung spezifischer Kraft-, Schnellkraft- und Schnelligkeitsvoraussetzungen für Starts und Wenden dienen. Reuss (2007) untersuchte die Wirksamkeit eines vierwöchigen Sprungkrafttrainings auf die Startleistung im Hochleistungsbereich. Die erzielten Sprungkraftverbesserungen schlugen sich nicht in kürzeren Startzeiten nieder. Der direkte Einfluss trainingsmethodischer Interventionen auf die Startleistung konnte von Wiedner & Pfeiffer (2006) bei jugendlichen Schwimmern nachgewiesen werden. Alle genannten Veröffentlichungen beschäftigen sich mit den konditionellen Leistungsvoraussetzungen. Mit der Optimierung von Bewegungsabläufen während des Absprungvorgangs sowie ihrer inhaltlichen Gestaltung und Einordnung in ein Trainingsjahr beschäftigte sich nur Hoffmann (1989). Er wies in Einzelfallstudien nach, dass akzentuiertes Techniktraining der Absprünge vom Block über den Zeitraum von sieben Monaten zur Verkürzung der 7,5-m-Start-Zeiten führte.

Aufgrund der fehlenden Evaluierung des Trainings deutscher Hochleistungs- und Anschlusskader⁵⁰ wird auf der Grundlage eigener, unveröffentlichter Forschungsergebnisse festgestellt, dass das separate Training der azyklischen

⁵⁰ In der Schwimm-Nationalmannschaft des DSV existiert keine zentrale Trainingsdatendokumentation, die detaillierte Trainingsanalysen ermöglicht. Es sind teilweise örtliche (auf die spezifischen Bedürfnisse bzw. Möglichkeiten zugeschnittene) Lösungen vorhanden, die nur vereinzelt die Dokumentation von Start- und Wendetraining vorsehen.

Wettkampfanteile „Start“ und „Wende“ ca. drei Prozent der aufsummierten Gesamttrainingszeit des Wassertrainings umfasst⁵¹.

Der Anteil der Trainingsaufgaben an Land, der auf eine Verbesserung der Antriebsleistung beim Absprung vom Block zielt, ist gemessen am Umfang des Landtrainings als ähnlich gering einzuschätzen, wie der am Wassertraining.

Die historisch bedingte unspezifische Kategorisierung des Landtrainings gestattet nur eine begrenzte Analyse des auf den Absprung vom Block orientierten Landtrainings. Die Kategorisierung des Landtrainings beschränkt sich auf

- allgemeine Kraft
- spezifische Kraft
- Lockerung und Dehnung
- Koordination
- Ausdauer.

Das auf den Startvorgang orientierte Landtraining besteht hauptsächlich in der Ausführung von vertikalen Sprüngen. Zusätzlich werden zur Verbesserung der Sprungkraft Übungen mit Voraussetzungscharakter in das Training aufgenommen, die eine Kräftigung der Beinstrecker, Fußstrecker und Hüftstrecker zum Ziel haben. Obwohl die vertikalen Sprünge wesentliche, zeitlich-räumliche Merkmale der Wettkampfübung „Startsprung“ besitzen und damit als spezielle (Berger, 2008) oder semispezifische Körperübungen zu bezeichnen sind, werden sie in der Praxis der Kategorie „allgemeine Kraft“ zugeordnet⁵².

Die Kategorie „spezielle Kraft“ beinhaltet hauptsächlich Armzugübungen, die in ihrer zeitlich-räumlichen Struktur weitestgehend der Wettkampfübung „Schwimmen in einer Sportschwimmart“ entsprechen.

In die Kategorie „Koordination“ fallen Trainingsmittel, welche der Erhaltung bzw. der Verbesserung koordinativer Fähigkeiten dienen.

51 Auf azyklische Anteile gerichtete spezielle Schwerpunkte für Trainingsaufgaben, die vornehmlich konditionellen Charakter tragen, sind nicht inbegriffen.

Das Trainingsjahr der Schwimmer umfasst in der Regel den Zeitraum von Ende August/Anfang September bis Ende Juli/Anfang August des folgenden Kalenderjahres. Das Wassertraining beinhaltet alle Trainingsaufgaben, die im Wasser (fast ausschließlich im Schwimmbecken) absolviert werden.

52 Der Kategorie „allgemeine Kraft“ werden auch Trainingsinhalte mit Maximalkraft-, Schnellkraft- und Kraftausdauercharakter zugeordnet, gleich, welche Muskulatur dabei angesteuert wird.

In der Trainingspraxis des Hochleistungs- und Anschlusstrainings findet sich zumeist eine komplexe Anwendung, entweder in Verbindung mit Krafftelementen (z. B. in Form von Physio- bzw. Funktionsgymnastik) oder in Verbindung mit einem Ausdaueraspekt (z. B. in Form von kleinen Spielen).

Aus der dargestellten Kategorisierung der Starttrainingsinhalte und dem geringen Anteil des Starttrainings an der aufsummierten Gesamttrainingszeit ist zu schließen, dass der im Kapitel 2 herausgearbeiteten Bedeutung des Startabschnitts für die komplexe Wettkampfleistung nicht entsprochen werden kann.

Folgerichtig bestehen für deutsche Schwimmer Reserven in den Teilleistungen des Startabschnitts (Graumnitz & Kuchler, 2007, S. 117):

- Erhöhung der Absprunggeschwindigkeit (höhere Antriebsleistung der unteren Extremitäten, Verbesserungen in der Rumpfstreckung, wirksamerer Armeinsatz),
- Erhöhung der Antriebsleistung mit der Delfinbewegung bzw. beim Tauchzug (Verbesserungen in der Rumpfkraft),
- Optimierung des Bewegungsablaufes beim Absprung (Richtung) und bei Eintauchen/Übergang (Minimieren des Widerstandes).

Diese Defizite widerspiegeln sich in eigenen unveröffentlichten Startanalysen deutscher Nationalmannschaftsmitglieder, die sich über mehrere Jahre in der leistungsdiagnostischen Betreuung des IAT Leipzig befinden. Sie hatten zum Ergebnis, dass jeweils zwei Drittel der Frauen und Männer die für die Startleistung maßgeblichen Teilleistungen „Blockzeit“ und „Absprunggeschwindigkeit“ über mehrere Trainingsjahre nicht steigerten (vgl. Abbildungen 24 und 25).

Dafür sind folgende Ursachen zu nennen:

Eine Ursache ist im Trainingsjahresaufbau zu sehen. Der „klassische“ Aufbau sieht drei bis vier Makrozyklen vor (vgl. DSV-Rahmentrainingsplan Schwimmen, 2006), die durch unterschiedliche Trainingsschwerpunkte geprägt sind:

- 1. Makrozyklus – Allgemeines Training
 - o Wiederherstellung bzw. Entwicklung allgemeiner Funktionssysteme (Erhöhung der Belastbarkeit und des Wiederherstellungsvermögens)
 - o Entwicklung von individuell bedeutsamen, speziellen Leistungsvoraussetzungen

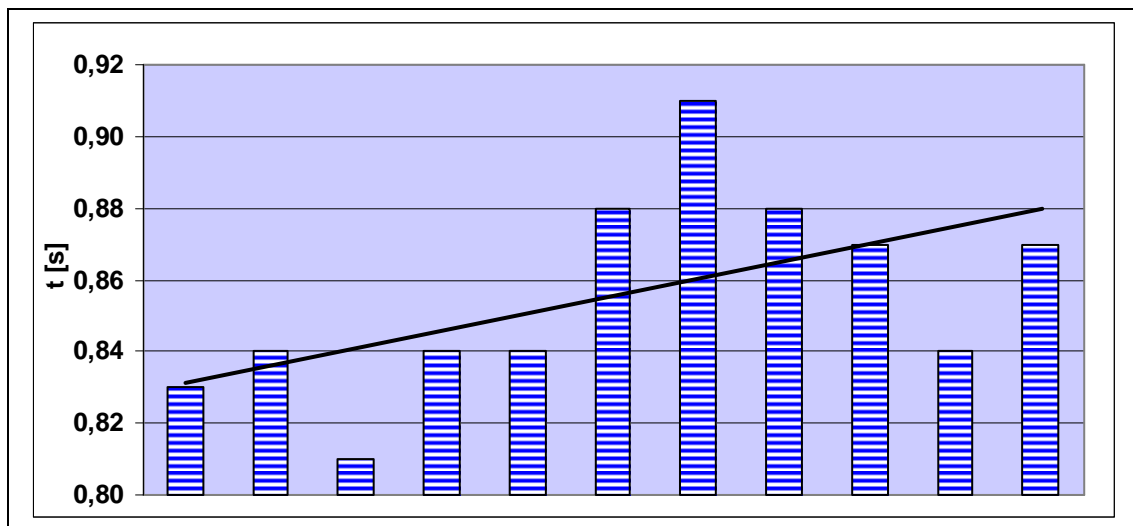


Abb. 24. Exemplarische Längsschnittdarstellung der Blockzeiten eines Mitglieds der deutschen Schwimernationalmannschaft über einen Olympiazzyklus

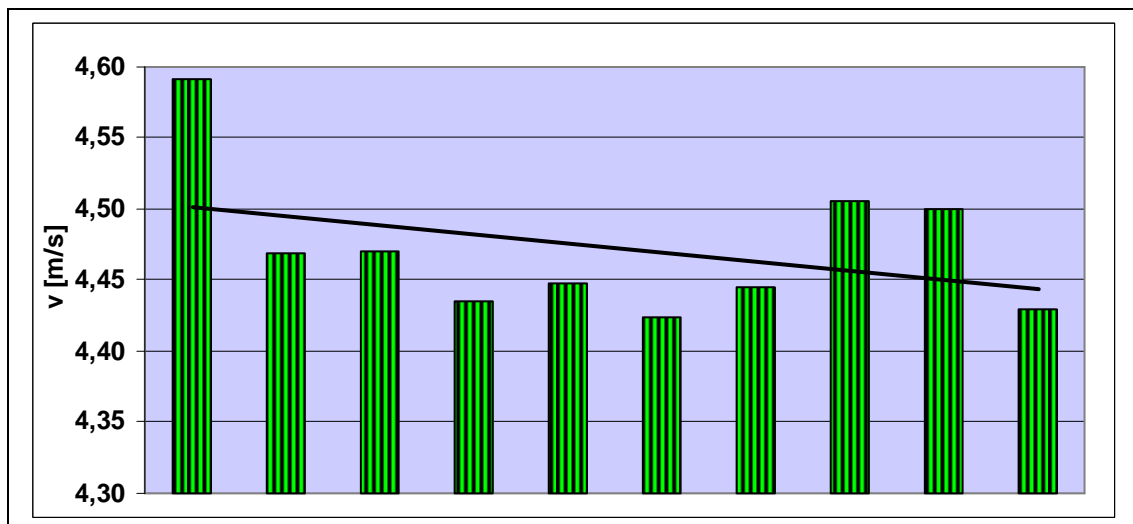


Abb. 25. Exemplarische Längsschnittdarstellung der Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) eines Mitglieds der deutschen Schwimernationalmannschaft über einen Olympiazzyklus

- Entwicklung der Sprungkraft als Leistungsvoraussetzung für den Startsprung
- 2. Makrozyklus – Grundlagenausdauer
 - Hohe Kilometerumfänge, geringe Intensitäten
 - Geringe Anteile allgemeinen Trainings
 - Untergeordnetes Training allgemeiner und spezifischer Leistungsvoraussetzungen für den Startsprung in sehr geringem Umfang
- 3. Makrozyklus – Leistungsausprägung
 - Abnehmende Kilometerumfänge, zunehmende Intensitäten
 - Zunahme des wettkampfspezifischen Trainings

- Geringe Anteile allgemeinen Trainings
- Spezielles Starttraining in den letzten Wochen vor den Deutschen Meisterschaften⁵³

Mit diesem Aufbau wird das Startsprungtraining auf wenige Wochen im Jahr beschränkt. Im 1. Makrozyklus steht die Entwicklung der konditionellen Leistungsvoraussetzungen im Vordergrund und im 3. Makrozyklus das Training koordinativ-technischer Leistungsvoraussetzungen. Umfang und Häufigkeit des Starttrainings fallen für das Erreichen hoher Antriebsleistungen beim Absprung vom Block zu gering aus.

Als zweite Ursache muss unzweckmäßiges trainingsmethodisches Vorgehen beim spezifischen Startsprungtraining genannt werden. Das in den Phasen der Leistungsausprägung bevorzugt durchgeführte CP-Training führt meist nicht zu den erwarteten Ergebnissen und äußert sich nicht in kürzeren Startzeiten. Eigene, unveröffentlichte Untersuchungen sehen den Grund dafür im Unvermögen der betreffenden Sportler, Veränderungen an Teilbewegungen des Absprungs während des Vollzugs der komplexen Absprungbewegung umzusetzen.

Zusammenfassend wird für die Wirksamkeit des Starttrainings die Ausschöpfung folgender Reserven angesehen:

- Ganzjähriges Training aller den Startsprung beeinflussenden Leistungsvoraussetzungen
- Zielgerichtetes Krafttraining der am Absprung vom Block beteiligten Muskulatur unter Berücksichtigung der bewegungstechnischen Anforderungen des Startsprungs
- Effektives Techniktraining, welches eine für die maximale Antriebsleistung beim Absprung vom Block optimale Bewegungsausführung zum Ziel hat

⁵³ Die Deutschen Meisterschaften finden in der Regel in einem Zeitraum zwischen Ende Mai und Ende Juni statt und sind gleichzeitig der einzige Qualifikationswettkampf für den internationalen Wettkampfhöhepunkt des Trainingsjahres (Olympische Spiele, Weltmeisterschaft, Europameisterschaft).

3.2 Techniktraining

Im Mittelpunkt der vorliegenden Arbeit steht die Erschließung der letztgenannten Reserve. Die Herausbildung sporttechnischer Fertigkeiten soll die Sportler befähigen, ihre energetischen Ressourcen bestmöglich zum Erreichen kurzer Blockzeiten und hoher Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) einzusetzen. Die „sporttechnische Fertigkeit“ ist definiert als eine „Spezifische koordinative Leistungsvoraussetzung zur Realisierung der für eine bestimmte sportliche Handlung erforderlichen Technik, die in der Regel in einem längeren Lern- und Trainingsprozess erworben werden muss und mit der Ausbildung regulatoriver (Teil-)Automatismen verbunden ist.“ (Schnabel, 2008 b, S. 122). Sie wird dem Leistungsfaktor Koordination/Technik zugeordnet, der neben den Faktoren Persönlichkeit, Taktik, Kondition und Konstitution die sportliche Leistung bestimmt (Schnabel, 2008 a). In seinem nach Gundlach (1980) modifizierten Modellansatz setzt Schnabel (2008 a) diese Faktoren Leistungsvoraussetzungen gleich, die sich in Wechselwirkung mit verschiedenen Vollzugsebenen befinden. Außer diesen persönlichkeitsgebundenen Kategorien sind Umwelteinflüsse weitere Bestandteile des Modells. Sie unterscheiden sich im Einfluss auf die sportliche Leistung:

- Direkte Wirkung in der Wettkampfsituation (Medium, Geräte, Sportstätte, Gegner, Partner)
- Indirekte Wirkung (Trainer, Trainings- und Leistungsanforderungen)

In der Wettkampfsituation wirkende Umwelteinflüsse sind bei der Planung des Techniktrainings zu berücksichtigen (Göhner, 1979 a). Neumaier (1999) hebt die Bedeutung der im Wettkampf auftretenden Informationsanforderungen und Druckbedingungen hervor. Bei der Absprungbewegung vom Block gestalten sich diese Bedingungen weitestgehend stabil:

- Die Beschaffenheit des Startblocks ist durch die Wettkampfbestimmungen vorgeschrieben und lässt nur geringe Spielräume zu
- Die Startvorbereitung und der Startvorgang sind durch die Wettkampfbestimmungen vorgeschrieben⁵⁴
- Es findet keine direkte Gegnereinwirkung statt

54 Das Rennen wird durch ein akustisches Signal, überwiegend ein elektronischer Hupton, gestartet. Mit dem Ertönen des Startsignals wird die elektronische Zeitmessung gestartet.

- Die Dauer der Absprungbewegung ist auf maximal 1,00 s begrenzt

In die Konzipierung des Techniktrainings müssen weitere Elemente einbezogen werden, die Einfluss auf die Lösung der Bewegungsaufgabe besitzen. Neumaier (1997) stellte sie in seinem „Komponenten-Modell“ zusammen, welches Rückkopplungen im Trainingsprozess berücksichtigt. Bestandteile des Modells sind:

- ein *Technikleitbild*, welches auf Beobachtung von erfolgreichen Spitzenathleten, Anforderungsanalysen in der Sportart, wissenschaftlichen Untersuchungen sowie Erfahrungen aus der Praxis beruht und das Ausloten der Grenzen des Regelwerks einbezieht
- *individuelle bzw. gruppenspezifische Voraussetzungen und Bedingungen*
- *Ableitung der Zieltechnik*
- die konkrete *Planung des Techniktrainings*, welche die Wahl zweckmäßiger Mittel und Methoden sowie die Einordnung in Trainingseinheiten und Trainingszyklen einschließt
- die *Durchführung des Techniktrainings* unter Anwendung geeigneter Arten und Formen des Techniktrainings
- *Kontrolle* der Wirksamkeit des Techniktrainings unter Trainings- und/oder Wettkampfbedingungen.

Die Wechselwirkungen weiterer Leistungsfaktoren mit dem Techniktraining erfasst Neumaiers Modelldarstellung (Neumaier, 1997, S. 175) nicht. Sie finden Berücksichtigung in den „Methodischen Hauptschritten (Algorithmus) in der sporttechnischen Ausbildung“ von Schnabel (1986, S. 209). Die Kombination von Elementen beider Modelle sollte die Basis für das Konzipieren eines Techniktrainings sein.

3.2.1 Computergestütztes parameterorientiertes Training (CP-Training)

3.2.1.1 CP-Training als eine Form des Techniktrainings

Eine wirksame Form des Techniktrainings ist das CP-Training⁵⁵, auch wenn dies im Widerspruch zu der Aussage im Abschnitt 3.1.5 zu stehen scheint, dass durch das CP-Training offensichtlich nur geringe und/oder nicht lang andauernde Verbesserungen im Bewegungsablauf erreicht werden. Die Wirksamkeit des CP-Trainings ist abhängig von der Einhaltung mehrerer Grundsätze, die im Verlauf der Entwicklung von Messplätzen aufgestellt wurden.

Ziel des CP-Trainings ist es, die auf dem „Sollwert-Istwert-Vergleich“ (Schnabel, 2007)⁵⁶ basierenden subjektiven Eigeninformationen im System Mensch durch fremde Informationen zu ergänzen. Thorhauer (1971) bezeichnet sie als „Ergänzungsinformationen“, die er in „subjektiv ergänzende Informationen“ und „objektiv ergänzende Informationen“ unterteilt. Subjektiv ergänzende Informati-

55 Der Begriff „CP-Training“ (umgangssprachlich „Messplatztraining“) assoziiert die Vorstellung, dass es sich um eine Form des „Technik“-Trainings handelt. Krug (2008 b, S. 298) erweitert in seiner Definition den Begriff als eine „Form des Techniktrainings – bei anderer Akzentsetzung auch des Konditions- bzw. komplexen Trainings –, bei der der Bewegungsvollzug in der Interaktion mit natürlicher Umwelt und Sportgeräten über biomechanische und leistungsphysiologische Kenngrößen objektiviert und das Ergebnis in einem trainingswirksamen Zeitintervall als Feedback mit Soll-Ist-Vergleichen Trainern und Sportlern zur Verfügung gestellt wird“. Im weitesten Sinne trifft dies auch auf das Intervalltraining eines Schwimmers zu, der Belastungs- und Pausenzeiten, Belastungsintensitäten und Bewegungsfrequenzen mit dem „Messplatz“ Stoppuhr steuert. Der Unterschied zwischen dem Messplatz Stoppuhr und dem Messplatz im Sinne eines „Mess- und Informationssystems“ (Heilfort, 1986) besteht darin, dass bei letzterem zumeist kinematische und dynamometrische Daten erfasst, unter Verwendung eines oder mehrerer PC zusammengeführt, zielbezogen weiterverarbeitet, gespeichert und/oder transferiert werden. In kürzester Zeit liegen anwendungsrelevante Ergebnisse in anschaulicher Form vor (vgl. Krug, 2008 b, S. 298, Abb. 5.1.-5).

56 Das Ändern bzw. Korrigieren von (sportlichen) Bewegungen wird als Regelung des Bewegungsablaufs bezeichnet. Diese wird nur durch rückgekoppelte Informationen möglich, auf der Grundlage von Reafferenzen (rückgemeldete Informationen eines Effektors [z. B. eines Muskels] über den Verlauf bzw. über das Ergebnis einer Bewegung, die durch ein übergeordnetes Zentrum bei dem Effektor in „Auftrag“ gegeben wurde. Das Modell des „Reafferenzprinzips“ [von Holst & Mittelstaedt, 1950] bietet einen Erklärungsansatz für den „Sollwert-Istwert-Vergleich“ [Schnabel, 2007] auf physiologischer Ebene). Die Regelung des Bewegungsablaufs hat einen ganz bestimmten Bewegungsablauf zum Ziel. Der „Sollwert-Istwert-Vergleich“ erfolgt während oder nach dem Bewegungsvollzug. Das Ergebnis dieses Vergleichs bestimmt die Efferenz für eine Korrektur der laufenden oder der nächsten Bewegungswiederholung. Aufgrund der kurzen Zeitdauer der Absprungbewegung vom Block ist eine sinnvolle Regulation während der Bewegung in Form des „Sollwert-Istwert-Vergleichs“ nicht möglich. Die Istwerte kommen erst nach dem Ende des Bewegungsvollzugs zum Tragen. Bernstein (1988) geht davon aus, dass in dem Fall ein Vergleich zwischen Sollwerten und vorweggenommen, antizipierten Istwerten erfolgt, was auch für die Mehrzahl aller anderen Bewegungsakte gelten würde.

onen erhält der Sportler durch den Trainer oder andere Personen. Dabei besteht durch die Fülle, durch die Aufnahme- und/oder Verarbeitungsgeschwindigkeit von Informationen die Möglichkeit einer Überforderung des „menschlichen Auges“ der fremden Person. Erhaltene Informationen führen dann nicht in ausreichendem Maße zu Ursache-Wirkungs-Kenntnissen, die ein effektives trainingsmethodisches Vorgehen garantieren. Objektiv ergänzende Informationen basieren auf quantifizierten Ergebnissen des Bewegungsablaufs oder eines Teils des Bewegungsablaufs, die mittels technischer Messeinrichtungen erhoben werden. Damit stehen gesicherte trainingsrelevante Informationen über Dauer, Intensität, Schnelligkeit, Höhe, Weite oder Güte einer ausgeführten Bewegung bzw. einer Körperübung oder über Differenzen dieser Kategorien zwischen zwei oder mehreren Bewegungsvollzügen zur Verfügung⁵⁷. Ballreich (1981) hielt die Kombination von subjektiven Ergänzungsinformationen durch den Trainer und biomechanischen (objektiven) Ergänzungsinformationen durch die „biomechanische Technikanalyse“ für die effektivste Methode. Aus diesem Grund strukturierte er (Ballreich, 1981; 1983) Bewegungsabläufe nach qualitativen⁵⁸ und quantitativen Bewegungsmerkmalen, um beobachtbare von messbaren zu unterscheiden. Er begründete das damit, dass Bewegungsabläufe weder als Ganzes gemessen, noch als Ganzes beobachtet werden können und belegte dies mit erheblichen Unterschieden beim Vergleich des Bewegungssehens mit der biomechanischen Messung nach festgelegten, trainingsrelevanten Kriterien. Krug (1988, S. 17) forderte eine „Verschmelzung der subjektiven (Trainer) und objektiven (Gerät) Ergänzungsinformation“ und formulierte seine Anforderungen an die Funktionalität der Messplätze, durch die „für den Trainer ... eine neue Dimension der Informationsgabe erreicht werden“ muss. Bereits Mitte der 1960er-Jahre beschäftigte sich ein Kollektiv unter der Leitung von Hochmuth (1967) mit Objektivierungsverfahren zur Quantifizierung biomechanischer

57 Die Idee der „objektiv ergänzenden Information“ geht auf Farfel (1962) zurück, der objektiv ergänzende Informationen noch während der Bewegungsausführung („Synchroninformation“) bzw. kurz nach deren Abschluss („Schnellinformation“) zu einem methodischen Prinzip erhob.

58 Ballreich (1981) wies darauf hin, dass die qualitativen Bewegungsmerkmale auch eine quantitative Charakteristik besitzen, aber abhängig vom Beobachter/Untersucher als subjektive zu bezeichnen sind.

Sachverhalte. Der schnellen Verfügbarkeit von Informationen wurde höchste Priorität eingeräumt. Dafür wurde zunehmend Videotechnik genutzt.

Einen entscheidenden Schub für den Aufbau von Messplätzen leistete die Entwicklung der Videokameratechnik und vor allem die der Mikrorechner in den 1980er-Jahren. Durch den Einsatz von shutterbaren⁵⁹ Videokameras konnten Videosequenzen von sehr schnellen Bewegungen einzelbildweise in hoher Qualität wiedergegeben werden und waren damit auch für präzise Bewegungsanalysen nutzbar.

Die Mikrorechentechnik eröffnete die Möglichkeit, die verschiedensten erfassten Daten direkt an der Sportstätte in kürzester Zeit zu verarbeiten, zu speichern und in einer geeigneten Form darzustellen. Am FKS Leipzig entstanden so die ersten „Mess- und Informationssysteme“ (Heilfort, 1986), auch „MIS“ (umgangssprachlich „Messplatz“) genannt, die in ihrer Funktionalität und Komplexität zu dieser Zeit Weltspitze verkörperten.

Eine notwendige Grundbedingung für den Einsatz von Messplätzen ist das Festlegen der Parameter, die gemessen werden sollen. Es müssen die leistungsrelevanten Parameter ermittelt werden und es ist zu klären, wie ihre Objektivierung bzw. Quantifizierung erfolgen soll. Grundlage dafür ist die Aufklärung der Wettkampfstruktur anhand detaillierter Wettkampfanalysen. Weiterhin sind die individuellen Leistungsvoraussetzungen des Sportlers in Bezug zur Wettkampfstruktur zu analysieren. Anschließend ist zu prüfen, mit welchen der objektivierten Parameter der Messplatz am günstigsten für das Training genutzt werden kann (vgl. Ballreich, 1981; Ballreich, 1983; Heilfort, 1986; Krug, 1988).

Es wird deutlich, dass Messplätze zwei Funktionen besitzen:

- CP-Training unter Nutzung der „objektiv ergänzenden Schnell-Information“
- Diagnose
 - o Analyse wettkampfstruktureller Aspekte

⁵⁹ Als Verschluss wird in der Fototechnik ein lichtdichtes, mechanisch bewegliches Element bezeichnet, das bei einer Kamera im Strahlengang vor der Bildebene liegt. Während der Belichtungszeit wird dieses Element für die Dauer der voreingestellten Verschlusszeit geöffnet, in der das vom Objektiv kommende Licht auf die Bildebene trifft. Nach erfolgter Belichtung schließt sich der Verschluss und schützt bis zur nächsten Aufnahme die lichtempfindliche Schicht des Aufnahmematerials bzw. den digitalen Bildsensor vor ungewolltem Lichteinfall. Dieser Verschluss wird auch als Shutter bezeichnet.

- Analyse individueller Leistungsvoraussetzungen des Sportlers in Bezug zur Wettkampfstruktur

Um sehr komplexe Wettkampfübungen genau diagnostizieren und analysieren zu können, ist es notwendig, zahlreiche Parameter zu erfassen, zu verarbeiten, zu speichern und darzustellen.

Dagegen unterliegen die Messplätze für die „objektiv ergänzende Schnell-Information“ anderen Anforderungen, die sich an Krug (1988, S. 18-19) orientieren sollten: „Ausgehend von der Ziel-Inhalt-Methode-Relation des Trainings ist und bleibt der Messplatz ein Trainingsmittel. Das wesentliche im Training sind die Körperübungen“. Bei der Planung und Durchführung des Techniktrainings sollte beachtet werden, dass das CP-Training nur bei den Bewegungen oder Teilbewegungen eingesetzt wird, bei welchen andere Lerntrainingsformen, wie

- Varianten der Trainingsformen mit Einsatz der Wettkampftechnik
 - Kombiniertes Training von Technik und Taktik
 - Kombination von Technik- und Mentaltraining
 - Kombination von Technik- und Konditionstraining (Anpassen technischer Fertigkeit an ein verändertes konditionelles Niveau)
- Trainingsformen mit techniknaher Bewegungsausführung
 - Technikorientiertes Konditionstraining (meist Krafttraining)
 - Simulations- bzw. Imitationstraining
- Training von Einzelkomponenten der Technik
- Trainingsformen mit technikferner Bewegungsausführung: Koordinations-training
- Trainingsformen ohne Bewegungsausführung: Observatives, mentales, ideomotorisches Training,

für die Realisierung des Lerntrainingsziels nicht effektiv genug sind.

In Abhängigkeit von der konkreten Bewegungsaufgabe müssen für diese Bewegungen oder Teilbewegungen klare „individuelle“ Vorgaben (Soll-Werte) in quantifizierter Form vorliegen (Heilfort, 1986). Um den Soll-Ist-Wert-Vergleich in trainingsmethodisch sinnvollen Zeitintervallen durchführen zu können, müssen komplexe Messplätze die Möglichkeit bieten, den Vergleich innerhalb weniger Sekunden und für Trainer wie Sportler in anschaulicher Form (vgl. Heilfort, 1986) zur Verfügung zu stellen. Erfüllen die komplexen Messplätze diesen Anspruch nicht, müssen wie im Diskuswurf, im Rudern und im Wasserspringen

sehr spezifische, unter Umständen nur für relevante Teilbewegungen oder dafür notwendige Leistungsvoraussetzungen geeignete Messplätze geschaffen werden (vgl. Mendoza & Schöllhorn, 1991; Mattes, Bähr, Böhmert & Schmidt, 1997; Naundorf, 2007).

Eine weitere Anforderung an Messplätze hinsichtlich ihrer Zweckmäßigkeit für das CP-Training wurde durch Heilfort (1986) und Krug (1988) formuliert: Die sportliche Bewegung muss am Messplatz genauso ausführbar sein, wie dies in Wettkampf und Training ohne Messeinrichtung auch der Fall ist. Heilfort (1986, S. 18) nannte es das „Prinzip der minimalen Beeinflussung des Trainingsprozesses“. Für den Absprung vom Block bedeutet dies, dass einerseits der Startblock als Bestandteil des Messplatzes wie ein Wettkampfstartblock beschaffen sein muss und dass andererseits das Training selbst nicht durch Umstände beeinflusst wird, die in Zusammenhang mit der Nutzung des Messplatzes stehen (zeitlicher Ablauf des Startvorgangs, Art des Startsignals).

Messplätze, die sich für ein Diagnostizieren von Parametern im Startabschnitt des Schwimmens und damit für ein anforderungsgerechtes CP-Start-Training eignen, kamen in Deutschland erstmals Ende der 1980er-Jahre zum Einsatz (vgl. Hoffmann, 1989; Küchler & Wolf, 1993). In der Literatur finden sich keine Hinweise auf international vergleichbare Lösungen vor diesem Zeitraum. Dieser Fakt ist ebenfalls darauf zurückzuführen, dass die Entwicklung der Videokameras und der Mikroelektronik erst seit dem Ende der 1980er-Jahre ein anforderungsgerechtes CP-Start-Training ermöglichte.

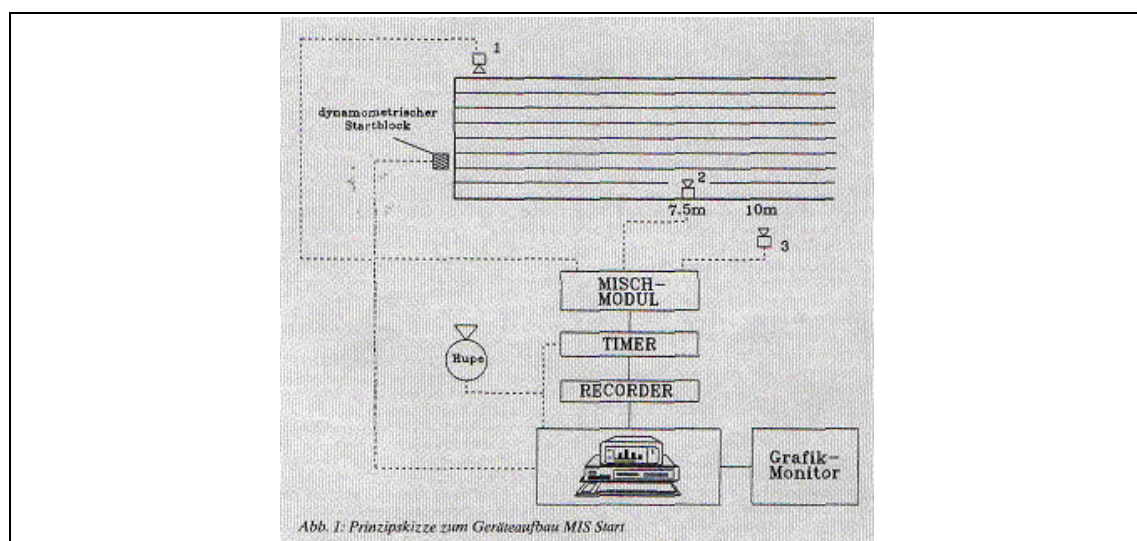


Abb. 26. Prinzipskizze zum Geräteaufbau MIS Start (Küchler & Wolf, 1993, S. 43)

Wenngleich sich die Anzahl der eingesetzten Kameras inzwischen erhöht hat, wird der in Abbildung 26 in Form einer Prinzipskizze dargestellte Start-Messplatz (Küchler & Wolf, 1993, S. 43) in seinem Grundaufbau und seiner Funktionalität noch heute genutzt⁶⁰.

Inzwischen stehen für diagnostische Zwecke hochkomplexe Startmessplätze zur Verfügung, mittels derer synchronisiert kinematische, dynamometrische und elektromyografische Parameter erfasst und verarbeitet werden können (vgl. Krüger, Wick, Hohmann, El-Bahrawi & Koth, 2003). Technologisch ist es noch nicht möglich, die leistungsrelevanten Parameter „horizontale und vertikale Komponente der Absprunggeschwindigkeit“ oder „Absprungwinkel“ mit erforderlicher Genauigkeit und in einer für die „Schnell-Information“ adäquaten Zeit zu ermitteln. In diesem Fall müssen Hilfsmittel dazu dienen, quantifizierbare Ereignisse bei leistungsdiagnostischen Untersuchungen herauszufinden, die im CP-Training in Form von „Hilfs-Daten“ genutzt werden können.

Für ein CP-Training in der momentanen Trainingspraxis kommen zwei Messplatzvarianten zum Einsatz, eine stationäre und eine mobile. Der Aufbau der stationären Variante ist unter 5.2.2.2 beschrieben (vgl. Abbildung 31). Bei der mobilen Variante werden statt der drei synchronisierbaren Kamera-paare (jeweils Über- und Unterwasserkamera) nur zwei eingesetzt. Der dynamometrische Startblock und der zusätzliche Camcorder sind keine Bestandteile des mobilen Messplatzaufbaus (vgl. Abbildung 30).

Die einzelnen Kameras können dabei an beliebigen Messpunkten innerhalb des Startbereiches am Beckenrand aufgebaut werden. Damit ist ein CP-Training mit differenzierbaren Zielstellungen realisierbar.

⁶⁰ Vorgänger dieser Messplätze für den Startabschnitt bzw. für Absprungbewegungen waren Fotokameras, die mit einem Auslösen des Kameraverschlusses entweder mehrere verschiedene Fotos von der Bewegungsausführung lieferten (Bildreihe) oder aber es ermöglichten, dass der startende Sportler auf einem großformatigen Foto in mehreren vorher fest definierten Posen (Chrono-Zyklogramm) zu sehen war. Das Verfahren der Chrono-Zyklo-Fotografie wurde von Hochmuth (1967) schon Mitte der 1960er-Jahre unter Berücksichtigung der Anwendbarkeit im Sport beschrieben. Wenn bei einem Startsprung Bilder von bestimmten, für die Auswertung relevanten, Ereignissen gefordert waren (z. B. Anheben der Hacken, „Füßelösen“ vom Block), erfolgte das Auslösen der Kamera bei einem Startsprung über einen elektrischen Impuls, der durch das Lösen der Hacken bzw. durch das Lösen der Füße von auf den Startblock geklebten Kontaktmatten gestartet wurde. Aufgrund des hohen Zeitaufwands für die Anfertigung und Weiterverarbeitung der Bildreihen bzw. der Chrono-Zyklogramme (vgl. Hoffmann, 1989) eigneten sich diese Verfahren nicht für eine „objektiv ergänzende Schnell-Information“.

3.2.1.2 Praktische Nutzung des CP-Trainings im Bereich des Deutschen Schwimm-Verbandes

Im Abschnitt 3.1.5 wurden die Einordnung des Starttrainings in den Trainingsjahresaufbau sowie das herkömmliche trainingsmethodische Vorgehen⁶¹ in den Bereichen des Hochleistungs- und des Anschlusstrainings erläutert. In diesem Abschnitt wird ein Überblick über das methodische Vorgehen bei Nutzung des CP-Trainings für den Startabschnitt im Hochleistungs- und Anschlusstraining im Bereich des DSV gegeben:

- CP-Training wird vor allem in der Vorbereitung der Wettkampfhöhepunkte bzw. in der Vorbereitung auf deren Qualifikationwettkämpfe (Olympische Spiele, Welt-, Europa- und Junioreuropameisterschaften, Deutsche Meisterschaften sowie Deutsche Jahrgangs-Meisterschaften) genutzt. Die Anzahl der für CP-Training nutzbaren Messplätze ist gemessen an der Bundeskaderanzahl im Schwimmen sehr begrenzt. Da die Vorbereitung auf die internationalen Wettkampfhöhepunkte fast ausschließlich in Form von Trainingslagern erfolgt, in denen auch Messplätze für Starttraining zur Verfügung stehen, ist CP-Training fester Bestandteil des Trainings in diesen Trainingslagern.

Der Zeitraum, in welchem das CP-Training durchgeführt wird, beschränkt sich auf die zwei bis drei Wochen vor dem Wettkampfhöhepunkt.

- Obwohl für die Bundeskader zwei bis drei Mal jährlich anlässlich der KLD-Maßnahme Startanalysen angefertigt werden, beginnt nahezu jedes CP-Training mit der Diagnose des gesamten Startvorgangs, da ein inhaltliches Konzept für das angesetzte CP-Training nicht existiert.
- Nach der Startdiagnose bemühen sich Messplatzbetreuer und/oder Trainer, leistungsrelevante, vor allem aber bis zum Zielwettkampf umsetzbare Schwerpunkte in der Bewegungsausführung zu finden. Dabei besteht das Ziel nicht nur darin, den Bewegungsablauf positiv zu beeinflussen, sondern vor allem darin, dem Sportler mit schnellen, quantitativ zählbaren Verbesserungen Erfolgserlebnisse für den bevorstehenden internationalen Einsatz zu verschaffen. Unter dieser Prämisse des „schnellen Er-

61 Einige (zu wenige) Trainer weichen im positiven Sinn vom „Herkömmlichen“ ab, indem sie die am Ende des Abschnitts 3.1.5 aufgestellten drei Forderungen in ihrer Trainingspraxis erfüllen. Im Folgenden bezieht sich der Verfasser auf das „herkömmliche Vorgehen“.

folgs“ werden Kompromisse eingegangen, die den eigentlichen Notwendigkeiten bei der Bewegungsausführung nicht gerecht werden. Die Bewegungsschwerpunkte, die für eine höhere Antriebsleistung gesetzt werden müssten, werden zurückgestellt, da mit wenigen Bewegungsvollzügen nur selten quantitativ messbare Erfolge zu verzeichnen sind. Dies hängt beim Starttraining im Schwimmen in erster Linie davon ab, wie koordinativ begabt oder vorgebildet ein Sportler ist.

- Ein weiterer Fakt, der sich negativ auf die Ergebnisse des CP-Trainings auswirkt, ist die Tatsache, dass das CP-Training in Trainingslagern oft am Ende der letzten Trainingseinheit vor einem trainingsfreien halben Tag⁶² angesetzt wird. Das bedeutet, dass der Sportler das Techniktraining meist im ermüdeten Zustand durchführt, quasi unter erschwerten Bedingungen. In den seltensten Fällen wird Messplatztraining als Hauptteil einer Trainingseinheit angesetzt.

Dieses trainingsmethodisch nicht optimale Vorgehen lässt vermuten, dass

- Trainer nur ungenügende biomechanische Kenntnisse besitzen
- das CP-Training vom Trainer in seiner Wirkung überschätzt bzw. verkannt wird
- der Trainer nur ungenügende trainingsmethodische Kenntnisse über das Techniktraining besitzt.

3.2.1.3 Kritische Anmerkungen zum CP-Training

Neben der Schilderung der Realität im Schwimmen sieht sich das CP-Training weiteren, sportartübergreifenden Kritiken ausgesetzt, die von Naundorf (2007) nach umfangreichen Recherchen zusammengefasst wurden.

Der gravierendste Kritikpunkt ist das „Überwiegen der Diagnostik gegenüber dem Training“ beim CP-Training (Daug, 2000; Dickwach & Wagner, 2004; Krug, Naundorf & Lattke, 2004)⁶³. Bei einer Flut von möglichen Informationen,

62 In Trainingslagern der Schwimmer wird ein festgelegter Rhythmus von Belastung und Erholung gewährleistet. Meist folgt nach zwei und einem halben Tag Training ein halber trainingsfreier Tag.

63 Ein ständiges Diagnostizieren ist Voraussetzung für ein erfolgreiches CP-Training, da ohne Diagnose keine „Soll-Ist-Diskrepanz“ festgestellt werden kann. Was vermieden werden soll, ist eine („Über-,“)Fülle an Informationen, die für das angestrebte Lernziel keine Relevanz besitzt.

besteht die Gefahr, sich nicht auf die Informationen, die Auskunft über Zielerreichung oder „Soll-Ist-Diskrepanz“ geben, zu beschränken.

Daug's (2000) forderte im Ergebnis seiner „Evaluation sportmotorischen Messplatztrainings im Spitzensport“ eine Planung des Messplatztrainings, die sich an den wissenschaftlich begründeten Prinzipien des Lerntrainings orientiert und warnte vor einer Vermischung der „technologisch-gestützten Meisterlehre“ mit „wissenschaftlich-technologischer Lernsteuerung“.

In der Auswertung seiner Recherche zur „Empirischen Befundlage Messplatztraining“ stellte Naundorf (2007, S. 37-39) fest, dass nur wenige Forschungsarbeiten zur Problematik der „objektiv ergänzenden Schnell-Information“ vorliegen, die sowohl modernen wissenschaftlichen Ansprüchen genügen, als auch eine Lernwirksamkeitsprüfung enthalten. Er verwies auf Einzelfallbeispiele im Diskuswurf (Mendoza & Schöllhorn, 1991) und im Rudern (Mattes et al., 1997), bei denen eine optimierte Bewegungsausführung zumindest vorübergehend zu verbesserten Trainingsleistungen führte. Für das Rudern konnten Mattes et al. (1997) im Training eine Verminderung der Soll-Ist-Diskrepanz verzeichnen, stellten aber keinen Transferbezug zur Wettkampfleistung her.

Mendoza & Schöllhorn (1991) mussten beim Diskuswurf einen ungenügenden Transfer zur Wettkampfübung konstatieren, nachdem es beim CP-Training zu einer Optimierung der angesteuerten Bewegung kam.

Das deckt sich mit Ergebnissen eigener unveröffentlichter Untersuchungen zum Start-CP-Training:

In einer Einzelfallanalyse wurde an einer größeren Amplitude des zurückgestellten Schwungbeines am Ende der Absprungphase beim Schrittstart gearbeitet, einem Detail einer sehr komplexen Bewegung. Mit einer größeren Amplitude wäre die Voraussetzung für einen größeren Absprungwinkel gegeben. Der größere Absprungwinkel könnte in diesem Fall eine Voraussetzung dafür sein, dass der Sportler seine Flugphase verlängern kann, ohne an horizontaler Geschwindigkeit zu verlieren. Ergebnis wäre eine kürzere Startzeit (7,5-m-Zeit). Mit dem gesteigerten Schwungbeineinsatz würde der Sportler ein größeres Drehmoment erreichen und könnte trotz der größeren Flugweite widerstandsarm eintauchen. Schematisch dargestellt:

Eine größere Amplitude des Schwungbeins - ist Voraussetzung für

- *ein größeres Drehmoment für widerstandsarmes Eintauchen – diese ist Voraussetzung für*
- *einen größeren Absprungwinkel – der ist Voraussetzung für*
- *eine längere Flugzeit bei mindestens gleicher Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) – diese ist Voraussetzung für*
- *eine kürzere 7,5-m-Zeit und hohe bzw. höhere Geschwindigkeit – diese sind Voraussetzung für*
- *Eine hohe Geschwindigkeit zu Beginn der zyklischen Bewegung.*

Das Ziel der Teilbewegung „Schwungbeineinsatz“ wurde relativ schnell erreicht. Es musste aber festgestellt werden, dass dies eine verkürzte Flugzeit und ein steileres Eintauchen zur Folge hatte. Ursache dafür war das gewohnte Ablaufen des dem Beinschwung folgenden Bewegungsprogramms. Das eigentliche Ziel, bei gleicher Absprunggeschwindigkeit die Flugzeit zu verlängern und die Startzeit zu verkürzen wurde nicht erreicht.

Dieser Einzelfall lässt vermuten, dass die Verkürzung der Startzeit bei 7,5 m im Hochleistungs- und Anschlusstraining des Schwimmens nicht allein mit einigen Trainingseinheiten am Messplatz erreicht werden kann. Sie führen zwar zu messbaren Verbesserungen im angesteuerten Bewegungsablauf, spiegeln sich aber im gleichen Zeitraum kaum oder gar nicht in einer verbesserten Wettkampfleistung wider. Ein Transfer auf die Wettkampfleistung wird wahrscheinlicher, sobald der angesteuerte Bewegungsablauf direkten Einfluss auf die Wettkampfleistung besitzt. Je indirekter sich dieses Verhältnis gestaltet, desto größer werden Anzahl und Wirkung weiterer Einflussgrößen auf die Wettkampfleistung. Ein zeitlich verzögerter Transfer ist zu erwarten, wenn der Sportler die Programme der flankierenden Bewegungen der im Messplatztraining erworbenen Fertigkeit angepasst hat. Dieser Prozess kann wesentlich mehr Zeit in Anspruch nehmen, als die Dauer des Messplatztrainings.

3.2.1.4 Schlussfolgerungen für ein optimales CP-Training

Für ein praxisnahes und wirksames CP-Training, welches auf eine Bewegungsausführung gerichtet ist, die eine hohe Antriebsleistung beim Absprung vom Block sichert, sollten folgende Anforderungen erfüllt werden:

- Leistungsstrukturelle und biomechanische Kenntnisse zum Start im Schwimmen im Allgemeinen und zum Absprung vom Block im Besonderen bei Trainer und Sportler (altersgemäß)
- Planung des CP-Trainings unter inhaltlichen Gesichtspunkten bei Berücksichtigung des Alters und des Ausbildungsstandes des Sportlers
- Sicherung der „objektiv ergänzenden Schnell-Information“⁶⁴
- Beschränkung auf für das CP-Trainings-Ziel relevante Informationen (einschließlich aufmerksamkeitslenkender Informationen⁶⁵)
- Dem CP-Trainings-Ziel angemessene Informationshäufigkeit und Informationsfrequenz und Berücksichtigung individueller Besonderheiten
- Kontinuierliche Durchführung des CP-Trainings im Verlauf des gesamten Trainingsjahrs
- Bei ungenügendem Lernerfolg Anwendung von Vereinfachungsstrategien
- Zielorientiertes Kombinieren des CP-Trainings mit anderen Techniktrainingsformen⁶⁶.

Im Abschnitt 3.1.5 wurde als eine Ursache für ungenügenden Lernerfolg das Unvermögen von Sportlern genannt, während des CP-Trainings Veränderungen an Teilbewegungen des Absprungs vom Block zu realisieren. Vereinfachungsstrategien sowie das Kombinieren des CP-Trainings mit anderen Techniktrainingsformen können beim Erreichen des Lernziels unterstützend wirken.

64 Beim CP-Training von Starts im Schwimmen ist kaum umsetzbar, dass der Sportler nach ca. zehn Sekunden selbst die Ausgabe der objektiv ergänzenden Information in ihrer ursprünglichen Form aufnimmt. Er ist darauf angewiesen, dass Trainer oder Messplatzleiter ihm die Information vermitteln. Das birgt einerseits die Gefahr in sich, dass diese weiter gegebene, dann „subjektive“ Information negativ wirkt, bietet aber andererseits die Chance, die Information pädagogisch so zu kommunizieren, dass sie vom Sportler effektiver verarbeitet wird, als die ursprünglich objektive.

65 „Aufmerksamkeitslenkende Informationen“ beziehen sich auf Knotenpunkte des Bewegungsablaufs und helfen dem Sportler, sich unter der Vielzahl von internen und externen Informationen auf die wesentlichen zu konzentrieren (Kernodle & Carlton, 1992; Neumann & Simon, 1994; Oliver, Blischke, Dausg & Müller, 1994).

66 Ist abzusehen, dass das CP-Trainings-Ziel nicht erreicht wird, auch nicht unter Einbeziehung von Vereinfachungsstrategien oder anderer Hilfen, können kritische Bewegungen oder Teilbewegungen unter Verwendung einer anderen Trainingsform vorbereitet oder vorgelernt werden.

3.2.2 Techniktrainingsformen und Vereinfachungsstrategien

Techniktrainingsformen beziehen sich vordergründig auf das methodische Vorgehen und/oder auf die eingesetzten Trainingsmittel (Krug, 2008 b)⁶⁷. Von den unter 3.2.1.1 genannten Formen ist die „Trainingsform mit Einsatz der Wettkampftechnik“ zu bevorzugen, da der Bewegungsablauf des Absprungs vom Block von Sportlern der relevanten Ausbildungsetappe in seiner Feinform beherrscht wird. Das CP-Training als eine Variante dieser Trainingsform eignet sich zum Anpassen technischer Fertigkeiten an das vorhandene konditionelle Niveau. Dabei stellt das „Üben“ die klassische Methode dar (Krug, 2008 b)⁶⁸. Sehr hohe Wiederholungszahlen sollen auch dann eine ausreichende Technikstabilisierung und Technikautomatisierung sichern, wenn ständige Veränderungen des konditionell-energetischen Niveaus der Leistungsvoraussetzungen immer wieder minimale Veränderungen in der Bewegungsausführung erfordern (Martin, Nicolaus, Ostrowski & Rost (1999)⁶⁹.

Wird das Bewegungsziel dennoch nicht erreicht, sollte das Techniktraining auf einer niedrigeren Etappe weitergeführt werden, die ursprünglich für das Neuerlernen von Bewegungsabläufen charakteristisch ist. In dem Fall sollten „methodische Reihungen“ eingesetzt werden, die auf bewährten, verallgemeinerten Praxiserfahrungen mit konzeptioneller Inhaltsorientierung, bezogen auf leitbildorientierten Zielübungen, basieren (Martin et al., 1999). Methodische Reihen bestehen aus nach methodischen Grundsätzen geordneten Übungsfolgen, die zum Erlernen der Zielübung führen (vgl. Fetz, 1988). Dabei werden ganz allgemeine Grundsätze berücksichtigt, wie „Vom Leichten zum Schweren“, „Vom Einfachen zum Komplexen“ oder besser: „Systematische Steigerung der Lern-

67 „Arten des Techniktrainings“ sind durch eine dominierende Zielstellung geprägt (Krug, 2008 b). Sie können als Techniktrainings-„Etappen“ verstanden werden. So haben zum Teil unterschiedliche Systematisierungsansätze von Martin (1989), Lehnertz (1991), Neumaier (1997) sowie Schnabel, Krug & Panzer (2007) gemeinsam, dass die erste Etappe durch Technikerwerb bis zu einer Grundstruktur (Grobform) einer Bewegung gekennzeichnet ist. Für die Optimierung der Absprungbewegung vom Block sind die Inhalte der weiteren Etappen relevant: Vervollkommnung, Stabilisierung, Automatisierung, Variation und Anwendung der gelernten Bewegung.

68 „Wiederholter Vollzug von (Bewegungs-) Handlungen mit dem Ziel ihrer Aneignung und Vervollkommnung. Im sportlichen Training die Hauptmethode zum Neuerwerb, zur Vervollkommnung und zur Stabilisierung von Bewegungsfertigkeiten, darüber hinaus auch von konditionellen, koordinativen und taktischen Fähigkeiten durch wiederholte Bewegungshandlungen“ (Krug, 2008 b, S. 291).

69 Diese Methode wird auch als „Überlernen“ bezeichnet, einem Fortsetzen des Übens, nachdem die angestrebte Bewegungsausführung bereits erreicht wurde (Bergius, 1971).

anforderung durch gezielte Übungsformen zum optimalen Ansteuern der leitbildorientierten Zielübung“⁷⁰.

Neben „seriellen Übungsreihen“ und „funktionalen Übungsreihen“ (Göhner, 1979 b) stellt die „Ganz-Teil-Ganz-Methode“ eine modifizierte Form der „methodischen Übungsreihen“ dar. Bei der „Ganz-Teil-Ganz-Methode“ wird der Gesamtbewegungsvollzug unter vereinfachten, angemessenen Bedingungen trainiert. Danach wird eine spezielle Phase herausgegriffen und separat geübt. Im Anschluss wird diese Phase wieder in die gesamte Bewegungsfertigkeit integriert, mit dem Ziel, ein höheres Ausführungsniveau zu realisieren. Ist dies erfolgreich geschehen, kann die nächste Phase herausgegriffen werden, um diese nach separatem Üben wiederum in den Gesamtbewegungsvollzug einzufügen. Diese Methode bietet den Vorteil, dass Lernfortschritte unmittelbar im komplexen Bewegungsvollzug spürbar werden. Für die Absprungbewegung vom Block ist diese Methode besonders relevant, da der Bewegungsablauf in der Grobform beherrscht wird und nur eine oder nur wenige Teilbewegungen zu optimieren sind.

Das differenzielle Lernen (Schöllhorn, 1999) ist eine Techniktrainingsform bei der Bezug zu systemdynamischen Anpassungsprozessen in der Natur genommen wird. Schöllhorn geht davon aus, dass die klassischen Techniktrainingsformen (z. B. streng am Technikleitbild orientierte Übungsreihen) für die wenigsten Sportler die individuell günstigste Lösung für Lerneffektivität darstellen, da bei diesen Techniktrainingsformen die Gefahr besteht, dass sich statische Stereotype einschleifen. Die Grundaussagen seines Ansatzes bestehen darin, dass eine angestrebte Zielbewegung nicht für alle Sportler gleichermaßen durch eine hohe Wiederholungsanzahl über eine permanente Minimierung der Soll-Ist-Diskrepanz erreicht wird, sondern dass beim Üben ganz bewusst eine individuelle, sehr große Bandbreite der Bewegungsausführung angestrebt wird. Diese Variationen werden durch Änderungen der beteiligten Gelenkwinkel, durch Änderungen der Gelenkwinkelgeschwindigkeiten und/oder durch Änderungen der Gelenkbeschleunigungen erreicht. Der Trainer spielt dabei eine ko-

70 Martin et al. (1999, S. 297/298) fordern für eine optimale Auswahl methodischer Übungsreihen: Angemessenheit bezüglich des Lernniveaus und der Lernanforderungen des bzw. der Sportler, Zweckmäßigkeit hinsichtlich des systematischen Erwerbs der Zielübung sowie inhaltliche Einordnung der zu erlernenden Fertigkeiten und Techniken in den systematischen Erweiterungsprozess der speziellen Ausbildung in einer Sportart.

ordinierende Rolle, indem er auf individuelle Besonderheiten des Sportlers eingeht und gegebenenfalls die Aufmerksamkeit auf bestimmte Bewegungsaspekte lenkt. Schöllhorn (1999) begründet das Vorgehen damit, dass sich das System Sportler durch Interpolation auf der Variationsbandbreite unbewusst der optimalen Bewegungsausführung nähert („Selbstorganisation“, Schöllhorn, 1999, S. 10). Weitere positive Aspekte sieht Schöllhorn (1999, 2006) in einer größeren Motivation der Lernenden für das Techniktraining, einen größeren Behaltenseffekt mit steigender Leistungskonstanz sowie eine schnellere Anpassung an veränderte konditionelle Voraussetzungen infolge Trainings bzw. infolge sich ändernder körperlicher Voraussetzungen durch die biologische Entwicklung im Kindes- und Jugendalter. Interventionsergebnisse in mehreren Sportarten, auch bei geschlossenen, großmotorischen Bewegungen (vergleichbar mit dem Absprung vom Block), bestätigen die Wirksamkeit des Konzepts von Schöllhorn (1999, 2003, 2006, 2007). Obwohl es die Auswahl der Probanden (Anzahl, unterschiedliches Alter, unterschiedliches Leistungsniveau) nicht zulässt, von den Ergebnissen Verallgemeinerungen für den Hochleistungssport abzuleiten, bietet das Nutzen dieser Form gute Voraussetzungen dafür, eventuell vorhandene statische Stereotype in der Absprungbewegung vom Block durch variierende Bewegungsamplituden schneller aufbrechen zu können. Eine weitere Möglichkeit, das Lernen optimierter Absprungbewegungen vom Block zu unterstützen sind „Vereinfachungsstrategien“. Roth (1993) nennt drei Überforderungsaspekte, die durch geeignete Verfahren ausgeschlossen bzw. verringert werden können:

- „Überforderung durch die Programmlänge“ (Aneinanderreihung mehrerer Teilbewegungen, die sich sowohl in ihrer Struktur als auch in ihrem zeitlich-räumlichen Verlauf sehr differenziert darstellen können)

Lösung:

- o Sinnvolle Trennung der Aufeinanderfolge der Bewegungen
 - o Schrittweises Üben der einzelnen Teile
 - o Zusammenfügen der geübten Teile zum komplexen Bewegungsvollzug
- „Überforderung durch Programmbreite“ (relativ zeitgleiche Ausführung mehrerer Teilbewegungen)

Lösung:

- „Verringerung der Programmbreite“, indem die Teilbewegungen separat geübt werden
- „Überforderung durch Parameteranforderungen“ (die Bewegungsausführung ist in ihrer Hauptphase an sehr hohe Geschwindigkeiten oder an sehr hohe Krafteinsätze gebunden)

Lösung:

- „Parameterveränderung“, indem die Bewegungen bei niedrigeren Geschwindigkeiten bzw. Krafteinsätzen ausgeführt werden

Die Vereinfachungsstrategien entsprechen der Techniktrainingsform „Training von Einzelkomponenten der Technik“. Mit CP-Training sind die Lösungsansätze nur bedingt zu erreichen. Einzelkomponenten der Technik bzw. Teilbewegungen des Absprungs vom Block können unter anderen Bedingungen (als denen während des komplexen Bewegungsvollzugs des Absprungs ins Wasser) günstiger trainiert werden. In einer Sporthalle ist das separate Üben von Teilbewegungen mit höheren Wiederholungszahlen und besseren Kontrollmöglichkeiten gewährleistet.

3.3 Ableitungen für die vorliegende Arbeit

Im Abschnitt 3.1 wird die hohe Relevanz des Starts im Schwimmen für die komplexe Wettkampfleistung in den Disziplinen bis 200 m hervorgehoben und herausgearbeitet, dass hohe Startleistungen primär von der Höhe der Geschwindigkeit abhängen, die während der ersten drei Phasen des Starts generiert wird.

Unveröffentlichte Evaluationen des Starttrainings im Hochleistungsbereich des Deutschen Schwimm-Verbandes offenbaren Reserven in der methodischen Gestaltung des Starttrainings. Unabhängig von den Möglichkeiten, die in der Steigerung konditioneller Leistungsvoraussetzungen liegen, wird im Abschnitt 3.2 verdeutlicht, dass für eine effektive Gestaltung des Absprungs vom Block großes Entwicklungspotential im technisch-koordinativen Bereich besteht.

Eine Untersuchung von Reuss (2007) und eigene unveröffentlichte Untersuchungen zeigen, dass der Transfer gesteigerter Kraftvoraussetzungen⁷¹ in hö-

71 In der Leistungsdiagnostik des DSV wird zur Objektivierung der konditionellen Leistungsvoraussetzungen für den Absprung vom Block der „Counter-movement-jump“ genutzt.

here Startleistungen nicht automatisch erfolgt. Desto notwendiger ist es nach Änderung konditioneller und/oder konstitutioneller (auch ontogenetisch bedingter) Leistungsvoraussetzungen, durch kontinuierliches Üben und Regulieren die Absprungbewegung vom Block immer wieder so zu optimieren, dass eine individuell maximale Antriebsleistung beim Absprung vom Block erreicht wird.

Eine Möglichkeit, die Absprungbewegung vom Block effektiver zu trainieren, besteht in der Anwendung von Vereinfachungsstrategien. Die Absprungbewegung kann in Teilbewegungen gegliedert werden, die von den Sportlern separat und unter erleichterten Bedingungen geübt werden. Dieses Sensibilisierungstraining für die Teilbewegungen muss auf die ersten drei Phasen des Starts ausgerichtet sein. Es ist über mehrere Wochen mehrmals wöchentlich durchzuführen. Im Anschluss daran ist es erforderlich, die verbesserte Ausführung der Teilbewegungen in die Wettkampfübung zu transferieren. Dazu eignet sich aufgrund der möglichen objektiven Ergänzungsinformationen das CP-Training am besten.

Zusammenfassend gelangt der Verfasser zu folgenden Schlussfolgerungen, die für ein effektives Starttraining berücksichtigt werden sollten:

- Aufgrund des festen Widerlagers in Form des Startblocks werden beim Absprung vom Block die höchsten Geschwindigkeiten im gesamten Wettkampfverlauf erzielt. Die drei ersten Phasen des Starts besitzen damit hohe Relevanz für den gesamten Wettkampfverlauf.
- Der Absprung vom Block ist eine zeitlich sehr kurze und azyklische Bewegung und gleicht einer technischen Schnellkraftdisziplin.
- Sportler und Trainer müssen Kenntnisse über den Einfluss des Starts auf die komplexe Wettkampfleistung sowie über die beim Start wirkenden biomechanischen Besonderheiten besitzen.
- Nach einer Analyse der die Absprungbewegung vom Block beeinflussenden individuellen Leistungsvoraussetzungen sind unter Bezug auf wissenschaftlich fundierte Leitbilder individuelle und messbare Zielstellungen festzulegen.
- Bei der Planung des Techniktrainings müssen sich Inhalte, Mittel und Methoden an der Zielstellung orientieren. Es ist auf eine sinnvolle Einnordnung in den Trainingsjahresaufbau zu achten, wobei individuelle

sowie trainingsgruppenspezifische Voraussetzungen zu berücksichtigen sind.

- Verbesserungen im Bewegungsablauf müssen stabil verfügbar sein. Das erfordert kontinuierliches Üben über das gesamte Trainingsjahr.
- Durch die Anwendung von Vereinfachungsstrategien kann der Lernprozess effektiver gestaltet werden. Teilbewegungen werden separat und unter erleichterten Bedingungen geübt, um anschließend in die komplexe Absprungbewegung integriert zu werden.
- Die Absprungbewegung vom Block wird in so kurzer Zeit ausgeführt, dass ein Sollwert-Istwert-Vergleich als Ausgangspunkt einer Regulation während der Bewegung praktisch unmöglich ist.
- Neben den Eigeninformationen des Sportlers sollen objektive und subjektive Ergänzungsinformationen den Lernprozess unterstützen. Objektive Ergänzungsinformationen werden durch die Integration von Messplätzen in das Techniktraining (CP-Training) realisiert. Subjektive Ergänzungsinformationen werden primär durch den Trainer gegeben und bestehen zur Unterstützung der Antizipation aus aufmerksamkeitslenkenden Informationen.

4 Forschungshypothesen

Im Abschnitt 3.1 wurde herausgearbeitet, dass die Leistungsfähigkeit im Startabschnitt durch die Kürze der Zeit, die für den Startabschnitt benötigt wird, sowie durch die Höhe der Geschwindigkeit, die in die zyklische Bewegung eingebracht wird, gekennzeichnet ist.

Diese komplexe Startleistung wird durch mehrere Faktoren beeinflusst. Die zwei entscheidenden Faktoren sind die Blockzeit, welche linear in die Startzeit eingeht sowie die mit dem Absprung vom Block generierte Geschwindigkeit (horizontale Komponente der Absprunggeschwindigkeit), die aufgrund ihrer Relevanz für das Geschwindigkeitsniveau im Startbereich und damit für den gesamten Rennverlauf hervorzuheben ist. Die Güte beider Absprungparameter hängt neben konditionellen Voraussetzungen von der Bewegungsausführung während der Blockaktion ab.

In der Optimierung der Bewegungsausführung des Absprungs vom Block werden Reserven gesehen, die nur durch konsequentes Lerntraining zu erschließen sind. Die Frage ist, ob sich Bewegungsfertigkeiten durch ein geeignetes Trainingsprogramm so herausbilden lassen, dass im Ergebnis eine Verbesserung der Absprungparameter erreicht wird ohne weitere, notwendige Trainingsinhalte zu beschneiden.

Um diese Frage beantworten zu können, wird jeweils in den ersten und in den zweiten Makrozyklus eines Trainingsjahres eine Trainingsintervention in Form eines speziellen Techniktrainingsprogramms implementiert, das den Anforderungen an ein effektives Lerntraining gerecht wird. Gleichzeitig werden eventuelle negative Wirkungen auf den alltäglichen Trainingsprozess auf ein Minimum begrenzt. Der dritte, interventionsfreie Makrozyklus des Trainingsjahres trägt Transformationscharakter.

Forschungshypothese 1:

Die Realisierung eines speziellen Techniktrainingsprogramms führt zu einer Verbesserung der Startleistungsmerkmale bei Anwendung der bevorzugten Startvariante.

Auch ohne das Absolvieren des speziellen Techniktrainingsprogramms sind im Aufbau- und Anschlussstraining aufgrund veränderlicher, trainingsunabhängiger Leistungsvoraussetzungen Verbesserungen der Absprungparameter zu erwar-

ten. Um Forschungshypothese 1 bestätigen zu können, müssten die Sportler, die am speziellen Techniktrainingsprogramm teilnehmen, größere Steigerungsraten bei den Absprungparametern erzielen als Sportler, die nicht am speziellen Techniktrainingsprogramm teilnehmen. Diese Annahme mündet in

Hypothese 1.1:

Teilnehmer an einem speziellen Techniktrainingsprogramm unterscheiden sich durch größere Entwicklungsraten bei den Startleistungsmerkmalen innerhalb des ersten Makrozyklus bei Anwendung der bevorzugten Startvariante von Sportlern mit Standardtraining.

In den Abschnitten 3.1.5 und 3.2 wurde festgestellt, dass das Lernen ein langwieriger Prozess ist. Kurzfristige Trainingsinterventionen führen nicht zu zweckmäßigeren Bewegungsausführungen, die so stabil ausgeprägt sind, dass sie sich in messbaren Fortschritten niederschlagen.

Die davon abgeleitete Annahme wird zum Ausdruck gebracht in

Hypothese 1.2:

Die Wiederholung des speziellen Techniktrainingsprogramms im zweiten Makrozyklus lässt weitere Verbesserungen der Startleistungsmerkmale bei Anwendung der bevorzugten Startvariante erwarten. Diese fallen bei den Teilnehmern am speziellen Techniktrainingsprogramm gegenüber den Sportlern mit Standardtraining deutlicher aus.

Die mit Abschluss der Intervention erzielten Leistungsfortschritte sollten so stabil ausgeprägt sein, dass sie auch nach einem interventionsfreien Zeitraum nachweisbar sind. Diese Annahme findet sich wieder in

Hypothese 1.3:

Die von den Teilnehmern an dem speziellen Techniktrainingsprogramm erzielten Verbesserungen der Startleistungsmerkmale bei Anwendung der bevorzugten Startvariante sind nach dem dritten, interventionsfreien Makrozyklus auf stabilem Niveau höher als bei Sportlern mit Standardtraining.

Forschungsergebnisse zu langfristig angelegten Trainingsinterventionen, welche die Optimierung der Absprungbewegung zum Ziel haben, liegen nicht vor. So ist auch nicht geklärt, wie sich ein spezielles Techniktrainingsprogramm auf die Antriebsleistungen beim Absprung vom Block unter Anwendung der alternativen Startvariante auswirkt.

Es stellt sich die Frage, ob mit dem speziellen Techniktrainingsprogramm eine so hohe Sensibilisierung für die Teilbewegungen des Absprungs unter Verwendung der alternativen Startvariante erreicht wird, dass auch dann verbesserte Absprungsparameter erwartet werden können, wenn nicht auf eine der Startvarianten besonderer Einfluss genommen wird.

Forschungshypothese 2:

Die Realisierung eines speziellen Techniktrainingsprogramms führt zu einer Verbesserung der Startleistungsmerkmale bei Anwendung der alternativen Startvariante.

Bezugnehmend auf die Formulierung der Hypothesen zur Forschungshypothese 1 leiten sich folgende Hypothesen zur Forschungshypothese 2 ab:

Hypothese 2.1:

Teilnehmer an einem speziellen Techniktrainingsprogramm unterscheiden sich durch größere Entwicklungsraten bei den Startleistungsmerkmalen innerhalb des ersten Makrozyklus bei Anwendung der alternativen Startvariante von Sportlern mit Standardtraining.

Hypothese 2.2:

Die Wiederholung des speziellen Techniktrainingsprogramms im zweiten Makrozyklus lässt weitere Verbesserungen der Startleistungsmerkmale bei Anwendung der alternativen Startvariante erwarten. Diese fallen bei den Teilnehmern am speziellen Techniktrainingsprogramm gegenüber den Sportlern mit Standardtraining deutlicher aus.

Hypothese 2.3:

Die von den Teilnehmern an dem speziellen Techniktrainingsprogramm erzielten Verbesserungen der Startleistungsmerkmale bei Anwendung der alternativen Startvariante sind nach dem dritten, interventionsfreien Makrozyklus auf stabilem Niveau höher als bei Sportlern mit Standardtraining.

5 Untersuchungsmethodik

Der Anspruch dieser quasiexperimentellen Untersuchung bestand in einer hohen externen Validität (Bortz & Döring, 2006). Um die aus der Überprüfung der Wirksamkeit des Interventionsprogramms abgeleiteten trainingspraktischen Konsequenzen auch im Trainingsprozess des Hochleistungsbereichs umsetzen zu können, mussten die Rahmenbedingungen des Trainingsprozesses dieser Ausbildungsetappe berücksichtigt werden.

5.1 Probanden

Für die Durchführung der Untersuchung wurde eine Interventionsgruppe gewählt, die einerseits unter vergleichbaren Bedingungen wie Hochleistungssportler trainierte und andererseits die Gewähr dafür bot, dass die Intervention in vollem Umfang abgesichert wird.

Zur Erhöhung der internen Validität wurde zum Vergleich eine Kontrollgruppe getestet.

Aus trainingspraktischen Gründen erfüllten Interventions- und Kontrollgruppe den Status „natürlicher Gruppen“, welche mit Trainingsgruppen der Landesstützpunkte Chemnitz bzw. Leipzig identisch waren. Damit handelte es sich um eine quasiexperimentelle Untersuchung.

5.1.1 Interventionsgruppe

Die Trainingsgruppe des Landesstützpunkts Chemnitz setzte sich zu Beginn der Untersuchung aus acht männlichen und sechs weiblichen Nachwuchssportler zusammen. Das mittlere kalendarische Alter der Mädchen betrug zu diesem Zeitpunkt (Ausgangstest) 13,3 (+/- 0,52) Jahre, das der Jungen 15,6 (+/- 0,92) Jahre. Die relativ großen Altersunterschiede innerhalb der Trainingsgruppe begründeten sich aus organisatorischen Gegebenheiten am Landesstützpunkt Chemnitz und sind typisch für vergleichbare Trainingsgruppen in Deutschland. Aus ontogenetischer Sicht befanden sich die Probanden während des Interventionszeitraums im Übergang vom frühen Jugendalter zum späten Jugendalter (vgl. Winter & Hartmann, 2007, S. 248).

Tab. 10. Kennzeichnung der Interventionsgruppe zu Beginn der Untersuchung

Proband	Geschlecht	Kalend. Alter	Kader-Status	Körperhöhe	Körpergewicht	Präferierte Startvariante
A. E.	w	13	ohne	166,5	53,0	Greifstart
L. J.	w	13	ohne	169,0	48,6	Greifstart
T. M.	w	13	D	168,0	50,8	Schrittstart
T. N.	w	13	D/C	177,0	59,0	Schrittstart
A. R.	w	14	ohne	174,0	66,2	Greifstart
S. W.	w	14	ohne	167,0	62,8	Greifstart
MW / SD	w	13,3 / 0,5		170,3 / 4,2	56,7 / 7,0	
Min. / Max.	w	13 / 14		166,5 / 177,0	48,6 / 66,2	
P. E.	m	15	ohne	170,0	57,8	Greifstart
F. G.	m	16	ohne	178,0	70,4	Greifstart
R. H.	m	17	D	199,0	93,0	Greifstart
P. K.	m	15	ohne	180,0	55,6	Schrittstart
E. L.	m	14	ohne	178,0	61,4	Schrittstart
G. M.	m	16	D	177,0	69,7	Greifstart
R. S.	m	16	D/C	187,0	74,4	ohne
M. U.	m	16	D/C	182,0	73,2	Greifstart
MW / SD	m	15,6 / 0,9		181,4 / 8,6	69,4 / 11,9	
Min. / Max.	m	14 / 17		170,0 / 199,0	55,6 / 93,0	

Bezogen auf den Ausbildungsstand waren die Interventionsteilnehmer dem Ende der Etappe des Aufbautrainings und dem Beginn der Etappe des Anschlusstrainings zuzuordnen⁷². Zu Beginn des Untersuchungszeitraums gehörten drei Schwimmer dem D/C-Kader des Deutschen und drei Schwimmer dem D-Kader des Sächsischen Schwimm-Verbands an. Die durchschnittliche aufsummierte Gesamttrainingszeit pro Woche betrug im Trainingsjahr der Untersuchungsdurchführung 18 Stunden (Wasser- und Landtraining).

5.1.2 Kontrollgruppe

Die Trainingsgruppe des Landesstützpunkts Leipzig setzte sich aus acht männlichen und sieben weiblichen Nachwuchssportlerinnen zusammen. Das mittlere kalendarische Alter der Mädchen betrug zu Beginn der Untersuchung (Ausgangstest) 12,4 (+/- 0,54) Jahre, das der Jungen 13,8 (+/- 0,71) Jahre. Im Vergleich zur Interventionsgruppe aus Chemnitz war die Kontrollgruppe altersmäßig ho-

⁷² Nach der Festlegung der Kaderkreise des DSV endet die Etappe des Aufbautrainings in dem Jahr, in welchem Mädchen das 14. und Jungen das 16. Lebensjahr vollenden. Gleichzeitig beginnt die Etappe des Anschlusstrainings, die zwei bis drei Jahre umfasst.

mogener zusammengesetzt. Sie bestand aus Sportlern zweier Klassenstufen. Aus ontogenetischer Sicht befanden sich die Probanden während des Interventionszeitraums im frühen Jugendalter (vgl. Winter & Hartmann, 2007, S. 248).

Tab. 11. Kennzeichnung der Kontrollgruppe zu Beginn der Untersuchung

Proband	Geschlecht	Kalend. Alter	Kader-Status	Körperhöhe	Körpergewicht	Präferierte Startvariante
L. A.	w	12	D	154,0	40,0	Greifstart
P. B.	w	12	D	162,0	43,8	Greifstart
A. M.	w	13	D/C	171,2	52,3	Greifstart
J. R.	w	13	D/C	164,0	48,2	Schrittstart
S. R.	w	13	D	170,5	56,1	Schrittstart
S. S.	w	12	D	154,5	43,4	Greifstart
A. W.	w	12	D	165,5	52,4	Greifstart
MW / SD	w	12,4 / 0,5		163,3 / 6,9	48,0 / 5,9	
Min. / Max.	w	12 / 13		154,0 / 171,2	40,0 / 56,1	
P. C.	M	15	ohne	175,6	62,7	Greifstart
F. E.	m	14	ohne	166,0	46,0	Schrittstart
T. F.	m	14	D	182,5	49,5	Greifstart
A. H.	m	13	D	165,4	49,2	Schrittstart
T. H.	m	14	D	178,5	58,6	Greifstart
H. R.	m	13	D	179,5	55,8	Schrittstart
P. Sch.	m	14	D	155,5	45,4	Greifstart
P. S.	m	13	D	166,5	50,8	Greifstart
MW / SD	m	13,8 / 0,7		171,4 / 9,20	52,2 / 6,2	
Min. / Max.	m	13 / 15		155,5 / 182,5	45,4 / 62,7	

Bezogen auf den Ausbildungsstand waren die Probanden der Kontrollgruppe der Etappe des Aufbautrainings zuzuordnen. Zu Beginn des Untersuchungszeitraums gehörten zwei Schwimmer dem D/C-Kader des Deutschen und elf weitere Schwimmer dem D-Kader des Sächsischen Schwimm-Verbands an. Die durchschnittliche aufsummierte Gesamttrainingszeit pro Woche betrug im Trainingsjahr der Untersuchungsdurchführung 14 Stunden (Wasser- und Landtraining).

5.2 Untersuchungsablauf

Voruntersuchungen zeigten, dass in diesem Leistungsbereich Trainingsinterventionen von nur wenigen Wochen zu keinen dauerhaften Verbesserungen von Bewegungsabläufen führten.

Aus diesem Grund entschied sich der Verfasser für einen Pretest-Posttest-Plan, der vorsah, eine im ersten Makrozyklus durchgeführte zehnwöchige Trainingsintervention im zweiten Makrozyklus zu wiederholen. Einschließlich des dritten, interventionsfreien Makrozyklus umfasste die Untersuchung ein gesamtes Trainingsjahr (vgl. Abbildung 27).

1. MAZ	September				Oktober				November				Dezember					
	Wo 35	Wo 36	Wo 37	Wo 38	Wo 39	Wo 40	Wo 41	Wo 42	Wo 43	Wo 44	Wo 45	Wo 46	Wo 47	Wo 48	Wo 49	Wo 50	Wo 51	Wo 52
			Theorie		Trainingsintervention - spezielles Techniktrainingsprogramm											Test 2		
		Test 1		Sensibilisierung von Teilkörperbewegungen				CP - Training										
2. MAZ	Januar				Februar				März				April					
	Wo 1	Wo 2	Wo 3	Wo 4	Wo 5	Wo 6	Wo 7	Wo 8	Wo 9	Wo 10	Wo 11	Wo 12	Wo 13	Wo 14	Wo 15	Wo 16		
				Theorie		Trainingsintervention - spezielles Techniktrainingsprogramm											Test 3	
				Sensibilisierung von Teilkörperbewegungen				CP - Training										
3. MAZ	April		Mai				Juni				Juli							
	Wo 17	Wo 18	Wo 19	Wo 20	Wo 21	Wo 22	Wo 23	Wo 24	Wo 25	Wo 26	Wo 27	Wo 28						
							Theorie					Test 4						

Abb. 27. Untersuchungsablauf im Trainingsjahr 2007/2008

- Woche 35 (2007): Trainingsjahresbeginn 2007/2008
- Woche 37: Test 1
 - o Erfassung des Ausgangsniveaus
 - o Theoretische Einführung von ca. 60 min für die Interventionsgruppe (Auffrischung und Erweiterung schon vorhandener biomechanischer Kenntnisse zum Start; Erläuterungen zu Ziel, Inhalten und Ablauf der Trainingsintervention)
- Woche 39: Beginn der Trainingsintervention (1)
- Woche 50: Test 2
 - o Überprüfung des Leistungsstands
- Woche 4 (2008): Theoriestunde mit Interventionsgruppe
 - o Präsentation der Gruppen- und Individualergebnisse nach Abschluss des ersten Interventionszeitraums
 - o Vorstellung des geplanten zweiten Untersuchungszeitraums
- Woche 6: Beginn der Trainingsintervention (2)
- Woche 16: Test 3

- Überprüfung des Leistungsstands
- Woche 23: Theoriestunde mit Interventionsgruppe
 - Präsentation der Gruppen- und Individualergebnisse nach Abschluss des zweiten Interventionszeitraums
 - Darstellung der Ergebnisse der gesamten Intervention
- Woche 27: Test 4
 - Überprüfung des Leistungsstands
- Woche 28 Trainingsjahresabschluss 2007/2008

Die Tests der Kontrollgruppe erfolgten zu jeweils vergleichbaren Terminen.

5.2.1 Trainingsintervention

Ziel der Trainingsintervention war es, den Bewegungsablauf des Absprungvorgangs vom Einnehmen der Ausgangsposition bis zum Verlassen der Füße vom Block so zu optimieren, dass eine Verbesserung der Absprungparameter Blockzeit und Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) erreicht wird. Die Steigerung konditioneller Voraussetzungen, insbesondere der Sprungkraft, war nicht das Ziel der Trainingsintervention⁷³. Es wurde kein Einfluss auf die inhaltliche Gestaltung des über die Trainingsintervention hinausgehenden Trainingsprozesses ausgeübt.

Die Planung der Trainingsintervention in Form eines speziellen Techniktrainingsprogramms erfolgte unter Berücksichtigung der in Abschnitt 3.3 gezogenen Schlussfolgerungen. Das CP-Training als wertvolle Lerntrainingsform wurde ein Bestandteil des speziellen Techniktrainingsprogramms. Voraussetzung für ein effektives CP-Training ist die Fähigkeit des Sportlers, Einfluss auf die Ausführung von Teilbewegungen des Absprungs zu nehmen.

Aus diesem Grund wurde ein Trainingsprogramm zur Sensibilisierung für die Teilbewegungen als zweiter Bestandteil des speziellen Techniktrainingsprogramms in den Untersuchungsplan aufgenommen und dem CP-Training vorgeschaltet (vgl. Knoll, 2009). Die Teilbewegungen wurden separat unter variierten Bedingungen trainiert, um beim Sportler bessere Bewegungsvorstellungen von Teilbewegungen auszubilden. Es konnte erwartet werden, dass diese verbesserten Bewegungsvorstellungen den Sportler in dem sich anschließenden

73 Höhere Sprungkraftvoraussetzungen können als Ergebnis von Interaktionseffekten infolge optimierter Bewegungsabläufe nicht ausgeschlossen werden.

CP-Training in die Lage versetzen würden, einen größeren Einfluss auf die Ausführung der Teilbewegungen im Vollzug des komplexen Bewegungsablaufs des Absprungs nehmen zu können, als ohne sie.

Die Trainingsintervention erforderte keine zusätzliche Trainingszeit, hatte aber geringe Abstriche an anderen Trainingsinhalten zur Folge.

Absolviert wurde das Interventionsprogramm im Schwimmstadion des Sportforums Chemnitz.

5.2.1.1 Trainingsprogramm zur Sensibilisierung von Teilbewegungen des Absprungs vom Block

Es wurde ein sechswöchiges Trainingsprogramm absolviert, welches pro Woche je zwei Teiltrainingseinheiten Wasser- und Landtraining von 20 min Dauer umfasste. Die Teiltrainingseinheiten wurden in herkömmliche Trainingseinheiten integriert und verteilten sich auf vier verschiedene Tage jeder Woche, um eine hohe Kontinuität zu sichern.

Für die inhaltliche Gestaltung der Teiltrainingseinheiten wurde ein Katalog mit Trainingsübungen erarbeitet. Der Zusammenstellung des Trainingsprogramms lag die Form des „Trainings von Einzelkomponenten der Technik“ zugrunde, die dem Überforderungsaspekt „Programmbreite“ entgegenwirken sollte.

Die systematische Zusammenstellung des Übungskatalogs erfolgte entsprechend der ersten drei Phasen des Starts, ihren Merkmalen und Kriterien (vgl. Kriterienkatalog „Start“, Dietze & Saborowski, 2005)⁷⁴. Damit waren die Trainingsübungen den Zielen der Phasen und ihren Wirkungsrichtungen (kurze Blockzeit und/oder hohe Absprunggeschwindigkeit [horizontale Komponente]) zugeordnet. Die im Katalog enthaltenen Trainingsübungen waren nicht speziell auf eine der Startvarianten (Greifstart, Schrittstart) zugeschnitten.

Die Folge der Trainingsübungen für die einzelnen Kriterien sah Aspekte der methodischen Reihungen „vom Leichten zum Schweren“ und „vom Einfachen zum Komplexen“ vor. Mit der Variation von Gelenkamplituden, Bewegungsgeschwindigkeiten und Krafteinsätzen kam die Vereinfachungsstrategie der Parameteränderung zum Einsatz. Die beim Landtraining herrschenden äußeren Bedingungen wurden für dieses methodische Vorgehen bewusst genutzt.

⁷⁴ Der vollständige Übungskatalog sowie der Kriterienkatalog von Dietze & Saborowski (2005) sind der Arbeit als Anlagen I und II beigelegt.

Trainingsübungen zur Verbesserung der Bewegungsausführung des Absprungs beim Start vom Block

Phase: Auftakt

Ziel: Schnelle Verlagerung des KSP vor die Startblockvorderkante, Vorbereitung des Absprungs

Merkmal: Vorwärts-/Abwärts-Bewegung des Rumpfes

Kriterium: Beugen in den Kniegelenken bis ca. 90°

Wirkung: hohe Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)

Übungen in Kombination mit "auf1-la-XX" und "auf2-la-XX"

Übg.-Nr.	Ausgangsstellung	Aufgabe	Belastung	Pause	Wdh.-Anz.	Ausführungshinweis	Variationen
auf3-la-01	Stand, Hände sind in die Hüfte gestemmt	Einnehmen einer Kniebeuge mit Kniewinkel von ca. 90°	1 - 3 sec	20 sec	3	relativ langsame Bewegungsausführung, Hände bleiben während der Übungsausführung in die Hüfte gestemmt	In der Ausgangsposition Kniewinkel von ca. 120° und von ca. 150° einnehmen
auf3-la-02	Stand, Hände sind in die Hüfte gestemmt	Einnehmen einer Kniebeuge mit Kniewinkel von ca. 90°		20 sec	3	schnelle, kurzzeitige Bewegungsausführung, Hände bleiben während der Übungsausführung in die Hüfte gestemmt	In der Ausgangsposition Kniewinkel von ca. 120° und von ca. 150° einnehmen
auf3-la-03	Startausgangsposition, Hände umfassen den Vorderfuß von vorn	Beugen in der Knie bis zu einem Kniewinkel von ca. 90°	1 - 3 sec	20 sec	3	relativ langsame Bewegungsausführung, Hände umfassen während der Übungsausführung den Vorderfuß	In der Ausgangsposition Kniewinkel von ca. 120° und von ca. 150° einnehmen
auf3-la-04	Startausgangsposition, Hände umfassen den Vorderfuß von vorn	Beugen in der Knie bis zu einem Kniewinkel von ca. 90°		20 sec	3	schnelle, kurzzeitige Bewegungsausführung, Hände umfassen während der Übungsausführung den Vorderfuß	In der Ausgangsposition Kniewinkel von ca. 120° und von ca. 150° einnehmen

Abb. 28. Übungskatalog zur Sensibilisierung von Teilbewegungen (Ausschnitt)

Abbildung 28 zeigt einen Ausschnitt aus dem Übungskatalog für das Kriterium „Beugen in den Kniegelenken bis ca. 90°“ für das Merkmal „Vorwärts-/ Abwärtsbewegung des Rumpfes“ in der Phase „Auftakt“. Die Wirkung der zugeordneten Trainingsübungen ist auf eine kurze Blockzeit gerichtet.

Über kodierte Nummern („Übg.-Nr.“) sind die Trainingsübungen den Kriterien, Merkmalen und Phasen des Starts sowie der Art der Trainingseinheit (Wasser oder Land) zugeordnet. Neben der Beschreibung von Ausgangsstellung und Übungsaufgabe enthält der Katalog Hinweise zur Übungsausführung sowie zur Belastungs- und Pausengestaltung. Darüber hinaus finden sich Variationsvorschläge zu den einzelnen Übungen.

Für die praktische Durchführung des Trainingsprogramms zur Sensibilisierung von Teilbewegungen des Absprungs vom Block wurden Inhalte für die einzelnen Teiltrainingseinheiten festgelegt. Damit lag ein Zwei-Wochen-Plan vor, der Trainingsübungen für alle Kriterien der ersten drei Startphasen enthielt (vgl. Abbildung 29). Dieser Zwei-Wochen-Plan kam in den Wochen drei und vier sowie fünf und sechs zur Wiederholung. Dabei wurden die den Kriterien zugeordneten Übungen entsprechend dem oben genannten methodischen Vorgehen variiert.

Aus trainingsorganisatorischen Gründen absolvierten alle Sportler der Interventionsgruppe unabhängig vom individuellen Leistungsvermögen und unabhängig von der bevorzugten Startvariante in jeder Teiltrainingseinheit die gleichen Übungen.

5.2.1.2 CP-Training zum Transfer der verbesserten Teilbewegungen in den Gesamtbewegungsvollzug des Absprungs vom Block

Dem sechswöchigen Trainingsprogramm zur Sensibilisierung von Teilbewegungen des Absprungs vom Block schloss sich direkt der Abschnitt mit dem CP-Training an. Ziel der CP-Trainingseinheiten war es, den Bewegungsablauf des Absprungs vom Block so zu optimieren, dass unter den individuell gegebenen konditionellen Voraussetzungen kürzeste Blockzeiten und höchste Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) bei Ausführung der bevorzugten Startvariante erreicht werden.

Die Leitung des CP-Trainings und die Bedienung des Messplatzes oblagen dem Verfasser. Der Messplatz (vgl. Abbildung 30) stellte eine mobile, abgerüstete Variante des stationären Messplatzes (vgl. 5.2.2.1) dar und genügte den

funktionellen Anforderungen⁷⁵ (Bestimmung relevanter Teilzeiten, qualitative Beurteilung des Absprungs).

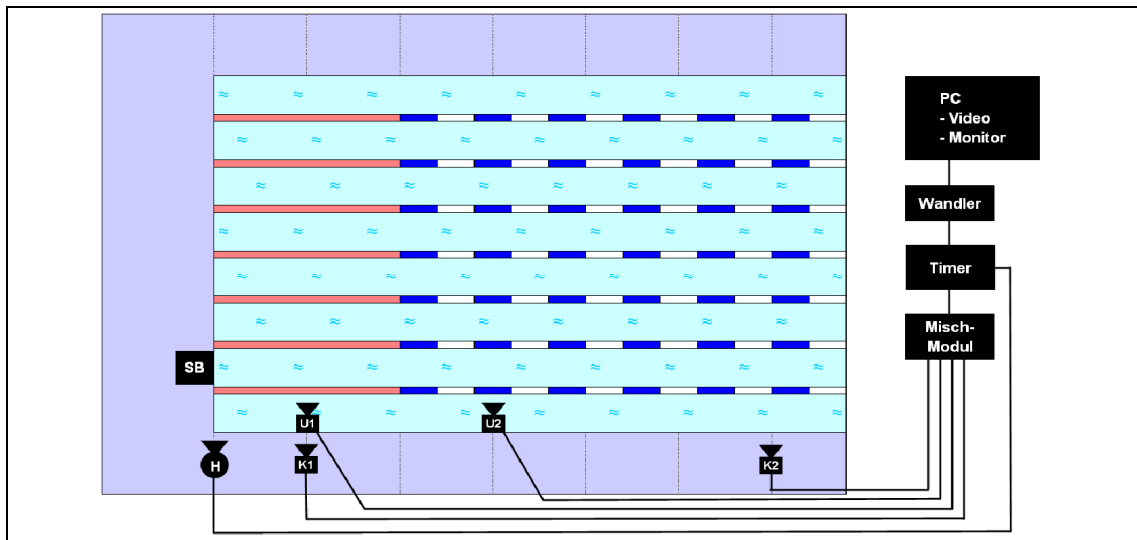


Abb. 30. Messplatzaufbau (mobil)

Die den Abschnitt 3.2.1 abschließenden Grundsätze fanden bei der Planung des CP-Trainings Berücksichtigung.

Das CP-Training wurde in vier aufeinander folgenden Wochen in der Dienstagvormittagstrainingseinheit durchgeführt. Dieser Termin ließ sich gut mit dem Gesamttagessablauf der Sportler in Übereinstimmung bringen und bot die Gewähr dafür, dass alle an der Intervention beteiligten Sportler nacheinander in Gruppen von drei bis vier Sportlern jeweils 45 min bis 60 min am Messplatz trainieren konnten⁷⁶.

Das CP-Training hatte nach standardisiertem Erwärmungs- und Einschwimmprogramm folgenden Ablauf:

- Beginn des CP-Trainings mit zwei 15-m-Sprints
 - o In der bevorzugten Startvariante
 - o Start gemäß den Wettkampfbestimmungen
 - o Ziel: kurze 15-m-Zeit
 - o Videoaufzeichnung

⁷⁵ Erläuterungen zum Messplatzaufbau erfolgen unter 5.2.2.1.

⁷⁶ Vier Sportler befanden sich in den Wochen 45 und 46 in einem Trainingslager. Sie bestritten das CP-Training in diesen beiden Wochen jeweils am Dienstagnachmittag am Messplatz im Trainingslager, der in Aufbau und Funktion dem in Abb. 30 dargestellten entsprach.

- Individuelle Kurzauswertung für jeden Sportler der Gruppe
 - o Teilzeitanalyse der Starts
 - o Qualitative Beurteilung des Bewegungsablaufs beim Absprung
 - o Setzen von ein bis zwei individuellen Schwerpunkten zur Optimierung der Bewegungsausführung
- Beginn selbstständigen Übens der Schwerpunktaufgaben nach Abschluss der Auswertung für Sportler A und Sportler B, währenddessen Kurzauswertung für Sportler C und Sportler D in gleicher Weise
- Mit Beginn des selbstständigen Übens der Sportler C und D, absolvierten Sportler A und B abwechselnd zwei bis vier Startversuche am Messplatz (Videoaufzeichnung)
 - o Objektive Ergänzungsinformation wurde innerhalb von 10 Sekunden nach Abschluss des Startversuchs durch den Messplatzleiter an den Sportler weitergegeben, der aufgrund der spezifischen Bedingungen nach ca. 30 Sekunden den in einem digitalen Videoformat gespeicherten Bewegungsablauf selbst optisch nachvollziehen konnte (vgl. Fußnote 69)
- Anschließend erneute individuelle Schwerpunktsetzung und selbständiges Üben
- Fortsetzung des Procedere bis zum Ablauf der zur Verfügung stehenden Zeit (45 min bis 60 min)
- Abschluss des CP-Trainings mit einem 15-m-Sprint
 - o Videoaufzeichnung

Die objektiven Ergänzungsinformationen, die vom Messplatz in Form von Daten (Teilzeiten, Körperwinkelgrößen) geliefert wurden, gab der Messplatzleiter so an den Sportler weiter, dass sie sich auf den vorgegebenen individuellen Schwerpunkt bezogen⁷⁷. Sie wurden zwischen den Startversuchen durch zu-

⁷⁷ Alle die Sportler erreichenden externen Informationen bezogen sich auf Bewegungsabläufe der ersten drei Startphasen. Nur während der jeweils letzten CP-Trainingseinheit der beiden Interventionszeiträume wurden teilweise zusätzliche individuelle Informationen zu den Phasen „Flug“, „Eintauchen“ und/oder „Übergang“ gegeben. Dieses Vorgehen sollte die Sportler befähigen, ihre erworbenen Fertigkeiten während der Blockaktion so mit den nachfolgenden Phasen zu koppeln, dass ein quantitativer Vorteil in Bezug zur Zielstellung des Startabschnitts erreicht werden konnte.

sätzliche, aufmerksamkeitslenkende Informationen ergänzt. Alle Anweisungen erfolgten knapp und prägnant.

Das trainingsmethodische Vorgehen entsprach der „Ganz-Teil-Ganz-Methode“. Die Konzentration lag auf den individuellen Schwerpunkten zum Bewegungsablauf während der ersten drei Startphasen.

Zur Unterstützung des Prozesses wurden Elemente von Vereinfachungsstrategien genutzt (Verringerung von Kräfteinsätzen, Verringerung von Bewegungsgeschwindigkeiten, Verringerung des Zeitdrucks).

Jeder Sportler absolvierte während einer CP-Trainingseinheit

- 3 bis 4 komplette Starts am Messplatz,
- 6 bis 8 weitere Startversuche am Messplatz mit unterschiedlichen individuellen Aufgabenstellung sowie
- 15 bis 20 selbständige Startversuche mit unterschiedlichen individuellen Aufgaben.

Am Ende jeder CP-Trainingseinheit fasste der Messplatzleiter die Ergebnisse zusammen und nannte für jeden Sportler ein bis zwei individuelle Schwerpunkte („Hausaufgaben“⁷⁸), die bis zum nächsten CP-Training bei Trainingsaufgaben mit Startsprüngen beachtet werden sollten.

Die Teilzeiten und die Schwerpunkte zur Bewegungsausführung der Startversuche zu Beginn des CP-Trainings wurden protokolliert (vgl. Anlage IV).

Neben der Aufforderung zur Selbsteinschätzung der zwei Startversuche zu Beginn der CP-Trainingseinheiten, wurden die Sportler auch nach den anderen Versuchen am Messplatz aufgefordert, diese hinsichtlich der Schwerpunktumsetzung zu beurteilen. Auf diese Weise sollte die subjektive Eigeninformation über den Bewegungsvollzug, aber auch die antizipierende Vorstellung der noch zu absolvierenden Bewegung angeregt werden. Dem gleichen Zweck diene das selbständige Üben.

78 Die Hinweise zu den Startversuchen am Messplatz und die „Hausaufgaben“ liegen für den zweiten Interventionszeitraum der Anlage V bei.

5.2.1.3 Trainingsanalyse

Eine Beurteilung der Wirksamkeit des speziellen Techniktrainingsprogramms erfordert die Berücksichtigung des unabhängig von der Trainingsintervention ablaufenden herkömmlichen Trainings.

Eine Beeinflussung der Trainingsintervention und/oder der Testergebnisse konnte nicht ausgeschlossen werden. Besonders hohe quantitative und/oder qualitative Trainingsbelastungen, aber auch eventuelle koordinative und/oder sporttechnische Schwerpunkte hätten sich sowohl auf die Qualität der Übungsausführung in den Interventionseinheiten auswirken können, als auch auf die Testergebnisse selbst.

Aus diesem Grund wurden

- die wöchentliche aufsummierte Gesamttrainingszeit (in Stunden) über das gesamte Trainingsjahr 2007/2008
- die Anteiligkeiten der Trainingsbereiche im Wasser- und im Landtraining (nach Art der Energiebereitstellung bzw. der Leistungsvoraussetzungen)
- der Zeitumfang des Starttrainings
- längere Ausfallzeiten aufgrund von Krankheit, Verletzung u. ä.

in den Untersuchungsgruppen erfasst und in die Interpretation der Ergebnisse einbezogen.

5.2.2 Tests

Zum Nachweis der Wirksamkeit des Interventionsprogramms mussten entsprechend dem Pretest-Posttest-Untersuchungsplan die Absprungparameter erfasst werden. Es wurden Feldtests durchgeführt, deren Testaufgaben denen der Startanalysen gleichen, die im Rahmen der DSV-KLD (DSV, 2004) stattfinden. Mit der Blockzeit und der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) wurden die Parameter erfasst, welche die Antriebsleistung beim Absprung vom Block repräsentieren und deren Verbesserung das Ziel des Interventionsprogramms war.

Für die Hypothesenprüfung war es weiterhin erforderlich, neben der bevorzugten auch die alternative Startvariante zu testen.

Da sich die beabsichtigte Wirkungsrichtung des Interventionsprogramms auf eine optimierte Bewegungsausführung und nicht vordergründig auf zu steigende konditionelle Voraussetzungen bezog, musste ausgeschlossen werden, dass

erhöhte Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) auf gestiegene konditionelle Voraussetzungen zurückzuführen sind. Aus diesem Grund wurde parallel zu den Starttests die Sprungkraft an Land getestet.

5.2.2.1 Testablauf

Ein Überblick zur Einordnung der Tests in den Gesamtablauf der Untersuchung wurde bereits durch die einführenden Bemerkungen zu Beginn des Abschnitts 5.2 sowie durch Abbildung 27 vermittelt.

Die Tests wurden für Interventions- und Kontrollgruppe unter Einhaltung vergleichbarer äußerer Bedingungen getrennt durchgeführt.

Aus organisatorischen Gründen absolvierte die Interventionsgruppe sowohl die Testübungen im Wasser als auch die Testübungen an Land an einem Tag, die Kontrollgruppe an verschiedenen Tagen innerhalb der Testwoche. Der Einfluss dieses Vorgehens auf die Testergebnisse wird als vernachlässigbar gering eingeschätzt, da die Pausen für die Interventionsgruppe zwischen den Testeinheiten im Wasser und an Land mit mehr als einer Stunde angemessen lang waren. Die Testeinheiten wurden als eigenständige Trainingseinheiten durchgeführt, sodass eine ausreichend große Pause zur vorherigen Trainingsbelastung gegeben war.

Vor Beginn der Testeinheiten an Land erfolgte die Bestimmung von Körperhöhe und Körpergewicht.

Startsprung-Tests

Die standardisierte Vorbereitung auf die Tests im Schwimmbecken wurde in beiden Untersuchungsgruppen durch den jeweiligen Trainer geleitet und bestand aus:

- einer allgemeinen Erwärmung an Land (ca. 10 min)
- einem Einschwimmprogramm (ca. 20 min)
- mehreren Startübungen (ca. 10 min)

Der Test bestand aus:

- zwei 15-m-Sprints unter Nutzung der bevorzugten Startvariante (Greifstart oder Schrittstart)
- zwei 15-m-Sprints unter Nutzung der alternativen Startvariante (Schrittstart oder Greifstart)

Ziel der Sprints war es, den 15-m-Startabschnitt in möglichst kurzer Zeit zurückzulegen. Damit wurde eine alleinige Ausrichtung auf das Erreichen einer kurzen Blockzeit bzw. einer maximal hohen Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) vermieden und der Charakter der Wettkampfübung gewahrt. Indem die Sportler in einer vorher festgelegten Reihenfolge nacheinander zu jeweils einem 15-m-Sprint starteten und die Dauer der 15-m-Sprints zehn Sekunden nicht überstieg, konnten alle Sprints in erholtem Zustand absolviert werden.

Im Fall eines erkannten Frühstarts oder einer anderen Anormalität, die durch den Sportler, den Trainer oder den Testleiter festgestellt wurde, wiederholte der Sportler den 15-m-Sprint. Somit war gewährleistet, dass jeder Sportler jeweils zwei Sprints mit regelgerecht ausgeführten Starts in jeder Startvariante realisierte.

Strecksprung-Tests (vertikaler Sprung)

Die standardisierte Vorbereitung auf die Sprungkrafttests wurde in beiden Untersuchungsgruppen durch den jeweiligen Trainer geleitet und umfasste:

- eine allgemeine Erwärmung (ca. 20 min)
- Sprung- und Sprintübungen (ca. 10 min)

Der Sprungkrafttest bestand aus:

- drei vertikalen Sprüngen mit fixierten Armen (Hände im Hüftstütz)

Ziel der Sprünge war es, eine größtmögliche Sprunghöhe zu erreichen. Die drei Sprünge wurden in einer vorher festgelegten Reihenfolge absolviert. Die Pause zwischen den drei Versuchen betrug jeweils ca. 20 Sekunden.

5.2.2.2 Ermittlung der Startparameter

Die Erfassung aller Startparameter erfolgte mit dem in Abbildung 31 dargestellten stationären Messplatz in der Leipziger Universitätsschwimmhalle. Der Messplatz setzt sich aus einer Videokomponente und einer dynamometrischen Komponente zusammen.

Die dynamometrische Komponente des Messplatzes besteht aus:

- einem Startblock-Dynamometer („SB-Dyn.“; IAT-Eigenentwicklung [Institut für Angewandte Trainingswissenschaft, 2005; Knoll, 2005]) mit 2D-Kraftmessung getrennt für jedes Bein (vertikal und horizontal) sowie für die Hände (vertikal),

- einem 5-kanaligen Messverstärker (IAT-Eigenentwicklung [Institut für Angewandte Trainingswissenschaft, 2005; Knoll, 2005]) mit angeschlossenem AD-Wandler „DT-9800“ („USB BNC Box“) der Firma „Data Translation“.

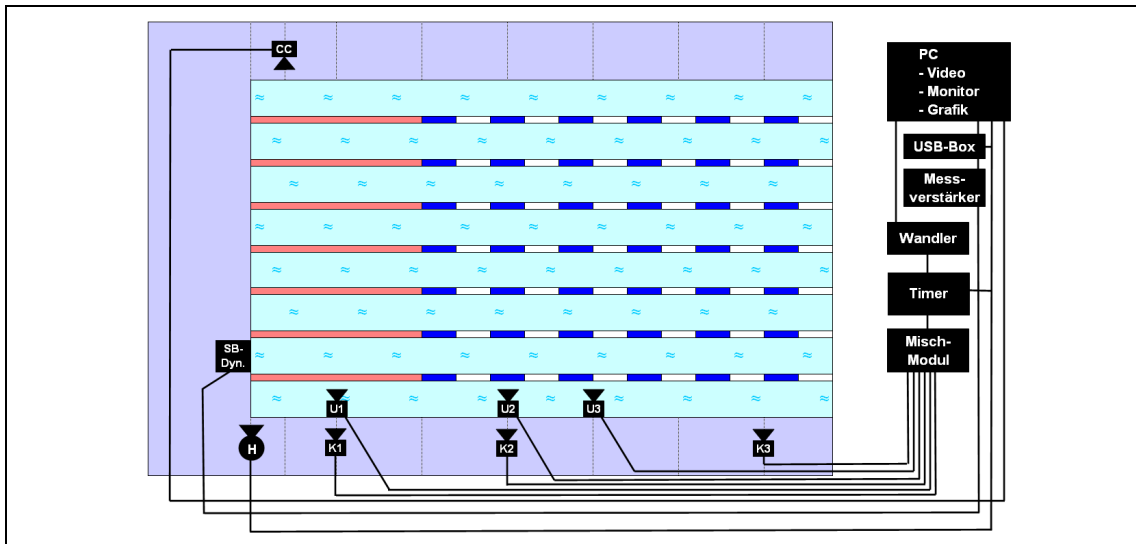


Abb. 31. Messplatzaufbau (stationär)

Zur Videokomponente des Messplatzes gehören:

- drei Kamerapaare, die sich jeweils aus einer Kamera „WV-CP 484“ der Firma „Panasonic“ („K1“; „K2“; „K3“) und einer Unterwasserkamera (IAT-Eigenentwicklung; „U1“; „U2“; „U3“) zusammensetzen,
- ein Bildmisch- und Umschaltmodul („Mischmodul“; IAT-Eigenentwicklung),
- ein Timer „VTG 22“ („Timer“) der Firma „For.A“ mit angeschlossener Hupe („H“; IAT-Eigenentwicklung),
- ein Bildsignalwandler „ADVC 55“ („Wandler“) der Firma „Canopus“,
- ein PC „TravelMate 8005LMI“ der Firma „Acer“ mit der Capture-Software „DVVideo“, der 2D-Bildanalyse-Software „Mess2DDV“, der Software „Unimess“ (Version 2.0.4.0 [alles IAT-Eigenentwicklungen]) und einer Abspielsoftware „fairPLAYlite“ (Version 4.0.6) der Firma „CCC“,
- ein separat betriebener Camcorder „XM 2“ („CC“) der Firma „Canon“.

Alle Kameras arbeiteten mit einer Bildwechselfrequenz von 50 Hz, waren geschuttert (1/120 s bzw. 1/250 s) und bis auf den separat betriebenen Camcorder untereinander synchronisiert.

Mit dem Startblock-Dynamometer wurden die Blockzeiten bestimmt. Es entsprach in den Abmessungen den internationalen Anforderungen an einen Wettkampfstartblock (FINA, 2009 b).

Die in dem Messverstärker verstärkten fünf Messsignale⁷⁹ (Abtastfrequenz von 500 Hz) der im Startblock angebrachten Wägezellen sowie das „Startsignal“⁸⁰ wurden in der „USB BNC Box“ digitalisiert und über eine USB-Schnittstelle in den PC geführt. Die Erfassung und Aufbereitung der Signalverläufe erfolgte mit der Software „Unimess“. Die Blockzeit wurde aus dem Dynamogramm des Verlaufs der horizontalen Komponente der Bodenreaktionskraft des Fußes, der den Block zuletzt verlässt, bestimmt⁸¹. Abbildung 32 zeigt ein Screenshot von der Benutzeroberfläche der Software „Unimess“.

Im Menü „Curser“ wurde der Kanal („1“) für das Signal der horizontalen Komponente der Bodenreaktionskraft des Fußes, der den Block zuletzt verlässt, gewählt („2“). Der senkrechte Cursor-Balken 1 („3“) wurde auf der Zeitleiste an den Punkt bewegt, an dem zeitsynchron zum Startsignal eine Spannungsänderung eintrat („4“). Der Cursor-Balken 2 („5“) wurde auf der Zeitleiste an den Punkt („6“) verschoben, an dem der Wert für die horizontale Komponente der Bodenreaktionskraft den durch einen waagerechten Balken gekennzeichneten Schwellwert von 20 N („7“) unterschritt. Im Menü „Cursor“ wird die Blockzeit („8“) als Differenz zwischen dem Ertönen des Startsignals („4“) und dem Unterschreiten des Schwellwerts („6“) für den gewählten Kanal angezeigt.

Die bestimmten Blockzeiten wurden für die Weiterverarbeitung in einer Excel-Tabelle gespeichert.

79 Es handelte sich um je ein Messsignal für die horizontalen Kräfte des linken und rechten Beines, die vertikalen Kräfte des linken und rechten Beines sowie der Hände.

80 Das „Startsignal“ diente der Identifizierung des akustischen Startsignals im Messwertverlauf über eine Spannungsänderung, die durch das Drücken des Handtasters synchron zum akustischen Startsignal ausgelöst wurde.

81 Es wurde der Zeitpunkt ermittelt, in welchem die angegebene horizontale Komponente der Bodenreaktionskraft einen Schwellwert von 20 N unterschritt.

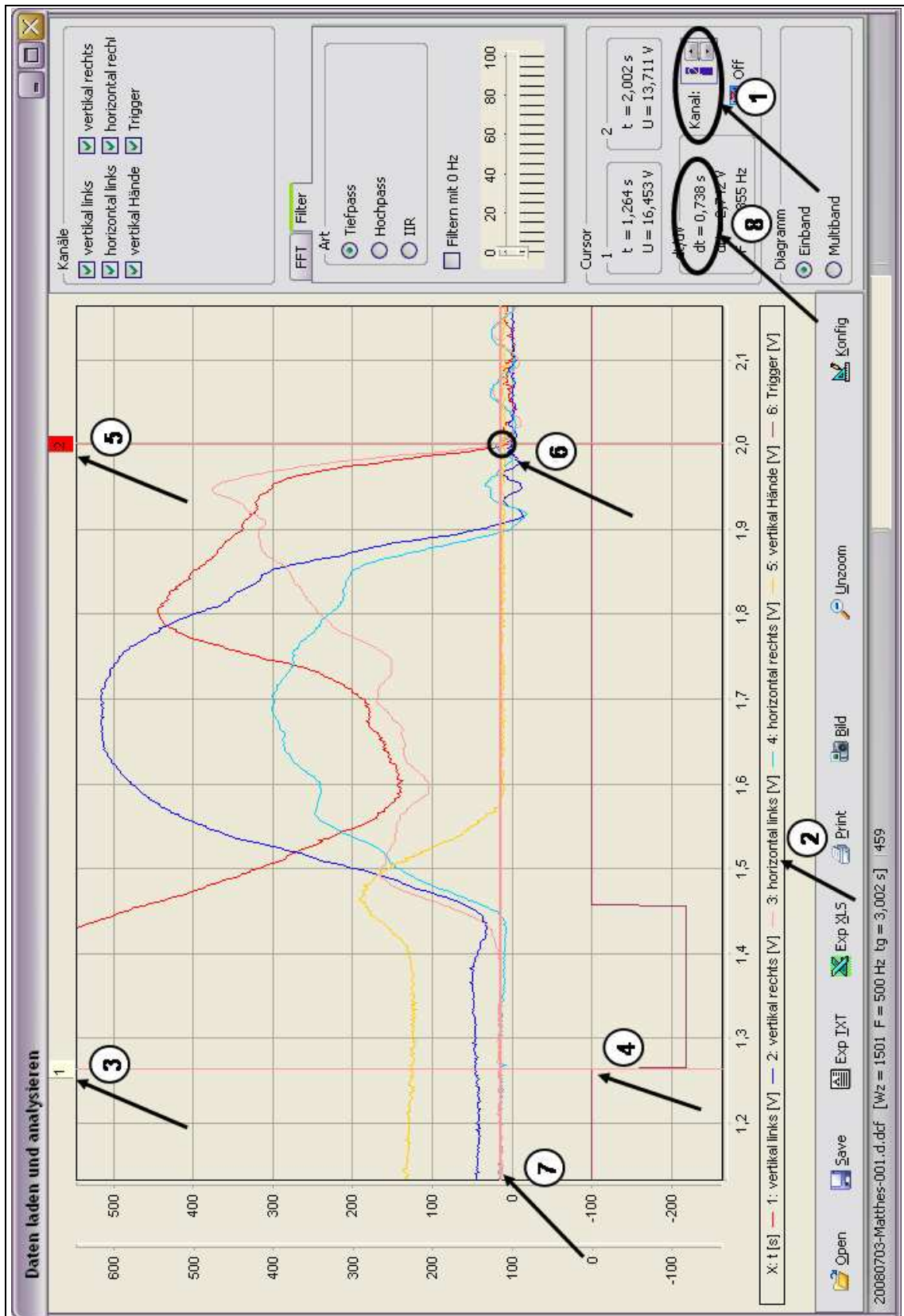


Abb. 32. Screenshot von der Benutzeroberfläche der Software „Unimes“

Die Bestimmung der Absprunggeschwindigkeit erfolgte anhand einer 2D-Bildanalyse. Die dafür notwendigen Videosequenzen wurden mit einer zusätzlichen Videokamera erfasst (Camcorder bzw. „CC“, vgl. Abbildung 31). Die Starts wurden auf eine Mini-DV-Kassette der Firma „Fuji“ aufgenommen. Nach dem Test wurde das Bildsignal über die „Firewire“-Schnittstelle in den PC geführt, um mit der Capture-Software „DVVideo“ digitale Videosequenzen der Sprünge anzufertigen und diese auf dem PC als „avi“-Dateien unkomprimiert zu speichern.



Abb. 33. Positionierung des Kalibrierrechtecks in der Bewegungsebene des Sportlers

Auf die gleiche Art und Weise wurde eine Videosequenz angelegt, die zum Zweck der Kalibrierung für die Weiterverarbeitung der Sequenzen notwendig war. Die Bewegungsebene des Sportlers wurde mit einem Rechteck (1,5 m x 1,0 m) kalibriert (vgl. Abbildung 33).

Für die Berechnung der KSP-Koordinaten verwendete der Verfasser ein massefreies KSP-Modell nach Dempster (Winter, 1990 [vgl. Anlage VI]), das auf einem 14-gliedrigen Menschmodell basiert. Die Absprunggeschwindigkeit wurde aus den Koordinaten der KSP-Bewegung im Flug berechnet. Dafür war es notwendig, die Positionen von 13 Körperpunkten zu drei Zeitpunkten zu identifizieren⁸² (vgl. Abbildung 34).

82 Auf eine Markierung der Körperpunkte wurde verzichtet, da in eigenen unveröffentlichten Untersuchungen festgestellt wurde, dass es zu von der Körperhaltung abhängigen Verschieben der Markierungen auf der Haut bzw. auf der Schwimmbekleidung kam.

Die Körperpunkte waren:

- die Fußspitzen (jeweils links und rechts)
- die Fußknöchel (jeweils links und rechts)
- die Kniegelenke (jeweils links und rechts)
- der große Trochanter (links)
- der Darmbeinkamm (links),
- der unterste Rippenbogen (links)
- das Schultergelenk (links)
- der Kopf (Ohr, links)
- das Ellenbogengelenk (links)
- das Handgelenk (links).



Abb. 34. Kennzeichnung der für die Berechnung des KSP-Modells ausgewählten Körperpunkte in den festgelegten Posen

Es wurde angenommen, dass sich die auf der rechten Körperseite befindlichen, nicht erfassten Körperpunkte, spiegelsymmetrisch bezüglich der Bewegungsebene zu den identifizierten Punkten auf der linken Körperseite befanden.

Die Identifizierung der Körperpunkte und die Berechnung der KSP-Koordinaten erfolgten unter Verwendung der 2D-Bildanalyse-Software „Mess2DDV“ (vgl. Abbildung 35), in welcher für die Berechnung der KSP-Koordinaten das KSP-Modell nach Dempster (Winter, 1990) hinterlegt war. Die von der 2D-Bildanalyse-Software „Mess2DDV“ in einer Textdatei ausgegebenen Koordinaten der identifizierten Körperpunkte und des KSP wurden in eine Excel-Tabelle übertragen (vgl. Anlage VII), in welcher die Berechnung der erforderlichen Ab sprung- und Flugparameter erfolgte.

Die Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) war für den Zeitpunkt zu ermitteln, in welchem die Füße den Block verließen. Die Bewegung des KSP während des Fluges konnte durch eine Bewegungsgleichung des schrägen Wurfs beschrieben werden, da der Luftwiderstand als einzig wirkende äußere

Kraft bei der realisierten Bahngeschwindigkeit (< 6 m/s) vernachlässigbar gering war.

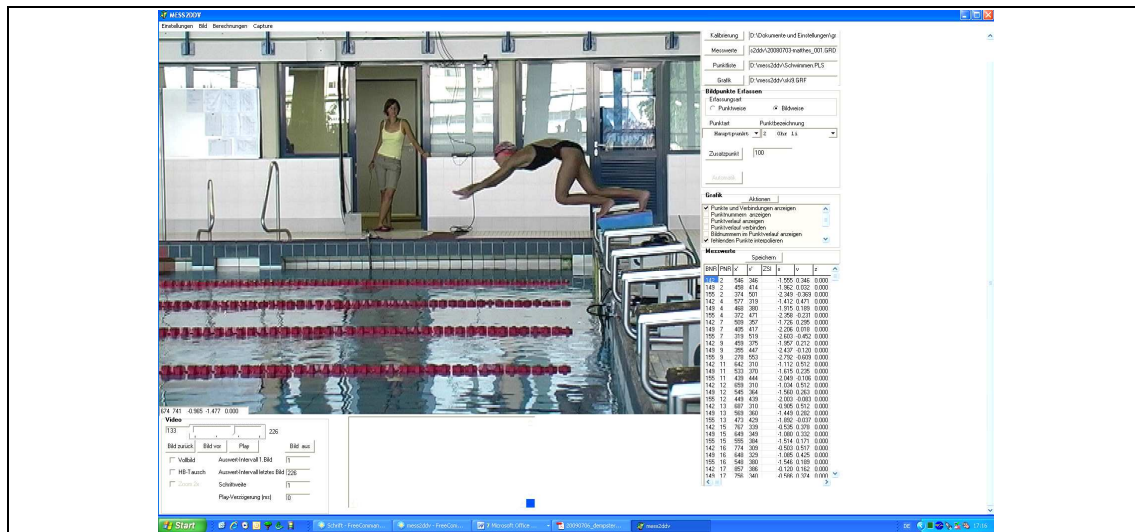


Abb. 35. Screenshot von der Benutzeroberfläche der 2D-Bildanalyse-Software „Mess2DDV“

Die horizontale Komponente der Absprunggeschwindigkeit (v_x) wurde nach folgender abgeleiteten Formel berechnet:

$$v_x = \frac{x_E - x_0}{t_E - BZ} \quad [3]$$

Flugzeit (t_{FSt}) und Flugweite (x_F) waren aus der KSP-Position des Zeitpunkts, zu welchem die Füße den Block verließen, sowie aus der ermittelten Absprunggeschwindigkeit (horizontale [v_x] und vertikale [v_y] Komponente) zu berechnen:

$$t_{FSt} = \frac{v_y}{g} + \sqrt{\frac{v_y^2}{g^2} + 2 \frac{(y_0 + h_{Block})}{g}} \quad [4]$$

$$\text{mit: } v_y = \frac{2(y_E - y_0) + g(t_E - BZ)^2}{2(t_E - BZ)} \quad [5]$$

$$x_F = x_0 + v_x t_{FSt} \quad [6]$$

Neben den für die Hypothesenprüfung relevanten Parametern Blockzeit und Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) waren für die Interpretation der Ergebnisse weitere Parameter erforderlich, die mittels Bildmessverfahren bestimmt wurden.

Die Bildsignale der Kameras K1 und U1, K2 und U2 sowie K3 und U3 wurden im Mischmodul so gemischt, dass auf dem Monitor jeweils in der oberen Bild-

hälfte das Bild der Überwasserkamera und auf der unteren Bildhälfte das Bild der dazugehörigen Unterwasserkamera zu sehen war. Die optischen Achsen der Kameras standen an folgenden Messstellen senkrecht zur Bewegungsrichtung des Sportlers:

- 2,5 m: K1 und U1
- 7,5 m: K2 und U2
- 10 m: U3
- 15 m: K3

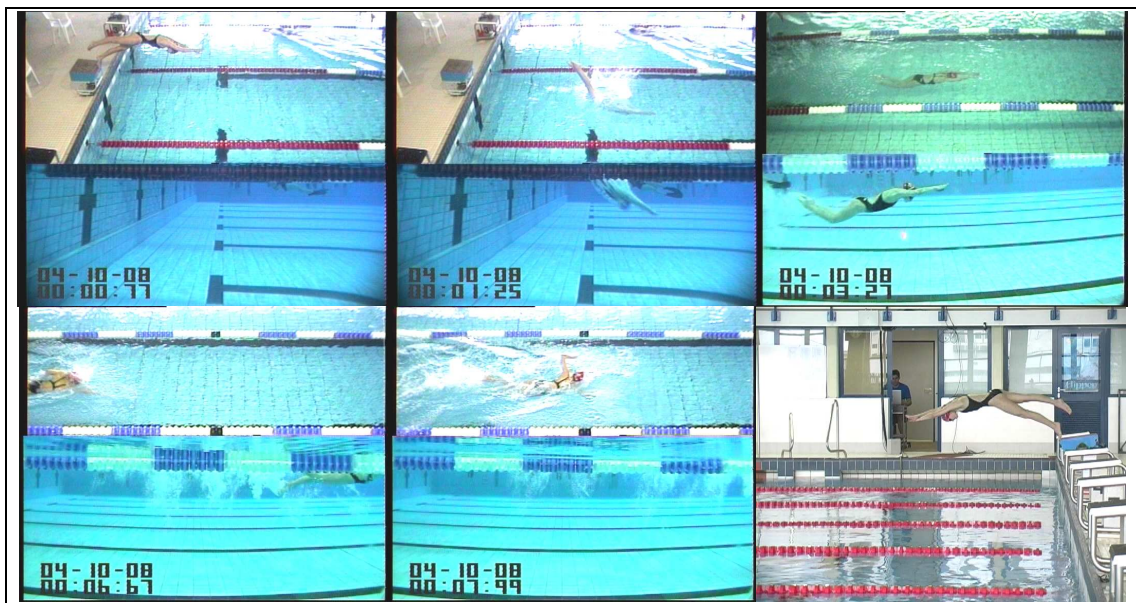


Abb. 36. Bildinformationen der Kameras K1/U1, K1/U1, K2/U2 (oben: v. l. n. r.), K3/U3, K3/U3 und CC (unten: v. l. n. r.)

Folgend werden die Funktionen der Kameras dargestellt (vgl. Abbildung 36):

- K1 erfasste die Phasen „Ausgangsposition“, „Auftakt“, „Absprung“, „Flug“ und das über der Wasseroberfläche zu beobachtende „Eintauchen“.
- U1 erfasste den Unterwasserbereich der Phasen „Eintauchen“ und den ersten Teil der Phase „Übergang“.
- K2 und U2 erfassten den mittleren Teil des „Übergangs“, einschließlich des Passierens der 7,5-m-Marke, je nach Auftauchpunkt das Auftauchen und den Beginn der zyklischen Bewegung über und unter der Wasseroberfläche. Anhand der Bilder dieser Kameras wurde die 7,5-m-Zeit bestimmt.

- U3 erfasste je nach Auftauchpunkt den „Übergang“, das Auftauchen, den Beginn der zyklischen Bewegung und/oder die zyklische Bewegung unter der Wasseroberfläche.
- K3 erfasste je nach Auftauchpunkt einen Teil des „Übergangs“, das Auftauchen, den Beginn der zyklischen Bewegung und/oder die zyklische Bewegung sowie das Passieren der 15-m-Marke über der Wasseroberfläche.

Mit dem Bildmisch- und Umschaltmodul war das Umschalten von der Ansicht eines Kamerapaars zur nächsten möglich. Dadurch konnte der Bewegungsablauf des Startbereichs vollständig erfasst werden. Das vom Mischmodul ausgegebene Bildsignal wurde in den Timer geführt, der die Einblendung einer Zeitinformation in das Bild realisierte. Der Timer war mit einer Hupe synchronisiert, die bei Druck auf einen Handtaster einen dem Startsignal bei Wettkämpfen vergleichbaren Ton abgab und gleichzeitig den Beginn der mitlaufenden Zeit auslöste. Das vom Timer ausgegebene analoge Bildsignal wurde in dem Bildsignalwandler digitalisiert und über eine „Firewire“-Schnittstelle in den PC geführt. Mit der Capture-Software „DVVideo“ wurden digitale Videosequenzen erstellt und in Form von „avi“-Dateien unkomprimiert auf dem PC gespeichert. Mit der Abspiel-Software „fairPLAYlite“ erfolgte anhand der abgespeicherten Videosequenzen die Teilzeitanalyse.

5.2.2.3 Ermittlung der Sprungkraft

Die Ermittlung der Sprungkraft fand der Testbeschreibung für den „Strecksprungtest“ (DSV, 2004) entsprechend statt. Damit wurden die Voraussetzungen des Sportlers für eine schnellkräftige Streckung der Fuß-, Knie- und Hüftgelenke getestet. Der Strecksprung (vertikaler Sprung, „Squat-Jump“) wurde aus dem Stand ausgeführt. Die Arme waren im Hüftstütz fixiert. Der Oberkörper wurde aufrecht gehalten. Der Kniewinkel betrug in der tiefsten Beuge ca. 90°.

Die Bestimmung der Flugzeiten erfolgte mit dem „Kontaktmatten-Messsystem WJump“ (Version 1.2) der Firma „Biovision“. Als Parameter wurde die Flughöhe (h_F) aus der Flugzeit (t_{FSp}) bestimmt. Dazu wurde folgende Formel verwendet:

$$h_F = \frac{g}{8} t_{FSp}^2 \quad [7]$$

5.3 Variable und Datenanalyse

5.3.1 Unabhängige und abhängige Variable

Von der Anwendung des speziellen Techniktrainingsprogramms wurde eine Erhöhung der Antriebsleistung beim Absprung vom Block erwartet. In Abschnitt 3.1 wurde herausgearbeitet, dass die Höhe der Antriebsleistung durch die Kürze der Blockzeit und durch die Höhe der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) gekennzeichnet ist. Demzufolge galten in der vorliegenden Untersuchung das Merkmal „spezielles Techniktrainingsprogramm“ als unabhängige Variable sowie die Merkmale der Leistungsvoraussetzungen für hohe Antriebsleistungen beim Absprung vom Block⁸³ „Blockzeit“ und „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ als abhängige Variable.

Tab. 12. Kennzeichnung der Variablen

Variable	Merkmal	Symbol	Einheit
unabhängig	spezielles Techniktrainingsprogramm (Interventionsprogramm)		
abhängig	Blockzeit - Leistungsvoraussetzung für die Startleistung	BZ	t in s
abhängig	Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) - Leistungsvoraussetzung für die Startleistung	v_x	v in m/s

5.3.2 Datenanalyse

5.3.2.1 Auswahl der Daten

Für die Hypothesenprüfung wurden die Merkmale der Startleistung „Blockzeit“ und „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ aufgrund ihrer Relevanz für den Startabschnitt ausgewählt.

Für jeden Sportler wurden die Mittelwerte der zwei Blockzeiten und der zwei Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) gebildet. Diese Mittel-

⁸³ Die Merkmale der Leistungsvoraussetzungen für die Antriebsleistung beim Absprung vom Block (Blockzeit; Absprunggeschwindigkeit [horizontale Komponente]) werden im Folgenden als „Merkmale der Startleistung“ bezeichnet.

werte, getrennt nach bevorzugter und alternativer Startvariante, kamen bei der Auswertung zur Anwendung.

Zur Beurteilung des Einflusses der konditionellen Leistungsvoraussetzung „Sprungkraft“ auf die Antriebsleistungen beim Absprung vom Block wurde die größte Sprunghöhe in die Auswertung einbezogen, die in den drei Versuchen der vertikalen Sprünge erzielt wurde.

Neben den Merkmalen der Startleistung, die als abhängige Variable dienen, wurden weitere Parameter erfasst und für die Dateninterpretation herangezogen (vgl. 5.2.2.1). Einen Überblick über die analysierten Parameter gibt Tabelle 13.

Tab. 13. *Analysierte Parameter*

Parameter	Symbol	Einheit	Funktion
Blockzeit	BZ	t in s	abhängige Variable
Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)	v_x	v in m/s	abhängige Variable
7,5-m-Zeit	t_{7,5}	t in s	Interpretation
Sprunghöhe (vertikaler Sprung)	h_F	h in cm	Interpretation

In die Analysen wurden die Daten der Probanden einbezogen, die an allen vier Tests beteiligt waren.

5.3.2.2 Datenverarbeitung

Die in Kapitel 4 formulierten Hypothesen zur Wirksamkeit des speziellen Techniktrainingsprogramms wurden mittels interferenzstatistischer Verfahren geprüft. Resultate der deskriptiven Statistik dienen der Interpretation der Untersuchungsergebnisse. Dabei wurde den Hypothesen entsprechend nach dem in Tabelle 14 dargestellten Auswerteschema vorgegangen.

Tab. 14. *Auswerteschema*

Hypothesen 1.1/2.1	Test 1	→	Test 2				
Hypothesen 1.2/2.2			Test 2	→	Test 3		
Hypothesen 1.3/2.3					Test 3	→	Test 4
Hypothesen 1/2	Test 1	→	→	→	→	→	Test 4

Zur Prüfung der Hypothesen wurden zweifaktorielle Varianzanalysen mit Messwiederholung auf einem Faktor durchgeführt. Die jeweiligen messwiederholten Faktoren waren die Blockzeit (bevorzugte und alternative Startvariante) sowie die Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente [bevorzugte und alternative Startvariante]). Der nichtmesswiederholte Faktor war die Zugehörigkeit zur Interventions- bzw. zur Kontrollgruppe. Dadurch konnten Interaktionseffekte zwischen den Untersuchungsgruppen geprüft werden.

Das α -Niveau wurde auf 0,05 (einseitig) festgelegt. Für die Überprüfung der Forschungshypothesen 1 und 2 wurden bei den Varianzanalysen „einfache“ Kontraste auf die erste Messung gewählt, für die Überprüfung der Hypothesen 1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2 und 2.3 die Kontraste „Wiederholung“.

Bei der Interpretation der aus den Varianzanalysen gewonnenen Ergebnisse fanden die Maße η^2 (partielles Eta-Quadrat) und λ (Nonzentralitätsparameter) für die Beurteilung der Effektstärke bzw. der Teststärke Berücksichtigung. Die für die Varianzanalysen mit Messwiederholung notwendigen Voraussetzungen wurden geprüft:

- Mindestens Intervallskaliertheit der Merkmale der Startleistung
 - o Zeiten und Geschwindigkeiten sind verhältnisskalierte Daten, womit die Voraussetzung erfüllt ist
- Normalverteilung der Merkmale der Startleistung
 - o grafische Überprüfung (Box-Plots, Q-Q-Diagramme)
 - o Prüfung mit dem Shapiro-Wilks-Test⁸⁴
- Varianzhomogenität der Merkmale der Startleistung
 - o Prüfung der Zirkularitätsannahme mit dem Mauchly-Test auf Sphärizität unter Einbeziehung des Verfahrens zur Korrektur der Freiheitsgrade nach Box⁸⁵

84 Bei kleinen Stichproben wird von Nachtigall & Wirtz (2009) die Prüfung mit dem „Shapiro-Wilks-Test“ empfohlen. Das Risiko, einen β -Fehler zu begehen, ist bei diesem Test geringer als beim „Kolmogorov-Smirnov-Test“ (Bredner, 2009). Um den β -Fehler bei kleinen Stichproben möglichst gering zu halten, wurde ein α -Niveau von 0,20 gewählt (vgl. Nachtigall & Wirtz, 2009).

85 Bei einer geringen Anzahl an Versuchspersonen kann eine Verletzung der Sphärizität vorliegen, obwohl der Mauchly-Test nicht signifikant ist. Es wurde zusätzlich mit dem Korrekturverfahren nach Box getestet. Dieses Verfahren wird in der Software „SPSS“ als Korrektur nach „Greenhouse-Geisser“ bezeichnet (Rasch, Friese, Hofmann & Naumann, 2010).

- homogene Korrelationen zwischen den einzelnen Stufen des messwiederholten Faktors
 - o Prüfung der Zirkularitätsannahme mit dem Mauchly-Test auf Sphärizität unter Einbeziehung des Verfahrens zur Korrektur der Freiheitsgrade nach Box.

Um den gegenseitigen Einfluss der abhängigen Variablen „Blockzeit“ und „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ aufeinander weitestgehend ausschließen zu können, wurde der Korrelationskoeffizient „r“ (Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson) zur Ermittlung der Stärke des Zusammenhangs zwischen den beiden Variablen bestimmt. Die Bestimmung erfolgte separat für die Startvarianten und die einzelnen Messzeitpunkte.

Der Korrelationskoeffizient „r“ wurde ebenfalls zur Ermittlung der Stärke des Zusammenhangs zwischen „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ und „Sprunghöhe“ (vertikaler Sprung) bestimmt. Aufgrund des erwarteten Nachweises eines starken Zusammenhangs wurden Kovarianzanalysen durchgeführt, durch die der eventuelle Einfluss veränderter Sprunghöhen beim vertikalen Sprung auf Veränderungen der Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) ausgeschlossen werden sollte. Die Regressionsresiduen der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) wurden in zweifaktoriellen Varianzanalysen mit Messwiederholung auf einem Faktor verrechnet. Das Vorgehen glich dem oben beschriebenen für die zweifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung auf einem Faktor ohne Kovarianzanalyse.

Zur statistischen Aufbereitung der Daten wurde die Statistik-Software „SPSS Statistics 17.0“ genutzt.

5.4 Methodenkritik

5.4.1 Untersuchungszeitraum

Ein Untersuchungszeitraum von neun Monaten bot einerseits die Möglichkeit, wettkampfrelevante Auswirkungen infolge verbesserter Leistungsvoraussetzungen festzustellen, andererseits bestand die Gefahr, dass andere Trainingseinflüsse die Wirkung der Intervention und damit die Werte der abhängigen Variablen beeinträchtigen.

Trotz sorgfältiger Auswahl der Testtermine konnte nicht ausgeschlossen werden, dass die Testergebnisse durch Belastungsschwankungen im Trainings- bzw. Schuljahresverlauf beeinflusst werden⁸⁶.

Die Durchführung des Abschlusstests (Test 4) war für Mitte September 2008 vorgesehen, um die Leistungsfähigkeit zu einem vergleichbaren Trainingsjahreszeitpunkt, wie dem der Ausgangsuntersuchung (Test 1), zu prüfen. Dieses Vorhaben wurde durch Rekonstruktionsmaßnahmen in der Leipziger Universitätsschwimmhalle verhindert. Mit der Rekonstruktion waren das Anheben des Wasserspiegels und der Einbau neuer Startblöcke verbunden. Damit hätten sich die Testbedingungen im Vergleich zu den ersten drei Tests verändert.

5.4.2 Auswahl der Probanden

Für die Prüfung des Interventionsprogramms auf Eignung zur erfolgreichen Anwendung im Hochleistungsbereich hätten sich eine Interventionsgruppe und eine Kontrollgruppe aus dieser Etappe des Langfristigen Leistungsaufbaus besser geeignet. In dem Fall hätten für Interventions- und Kontrollgruppe noch weniger Probanden zur Verfügung gestanden, als für die vorliegende Untersuchung.

Beim Vergleich der Persönlichkeitsmerkmale (Alter, Körperhöhe, Körpergewicht) der Probanden beider Untersuchungsgruppen wurden einerseits die Unterschiede in der ontogenetischen Entwicklung zwischen den Probanden der Interventionsgruppe und denen der Kontrollgruppe deutlich und andererseits die

⁸⁶ Zum Test 1 (ca. zwei Wochen nach Schuljahresbeginn) befanden sich die Sportler in relativ erholtem Zustand. Test 2 fand kurz vor Weihnachten statt, in einer Zeit mit relativ niedriger Trainingsbelastung, aber mit relativ hoher schulischer Beanspruchung. Test 3 wurde am Ende einer Phase mit sehr hoher Trainingsbelastung durchgeführt, Test 4 kurz vor Schul- und Trainingsjahresende bei relativ geringer physischer Belastung.

inhomogene Zusammensetzung der Interventionsgruppe (vgl. Abbildung 37). Die Überlegung, Interventions- und Kontrollgruppe für eine bessere Vergleichbarkeit geschlechtsspezifisch zu untergliedern, wurde verworfen.

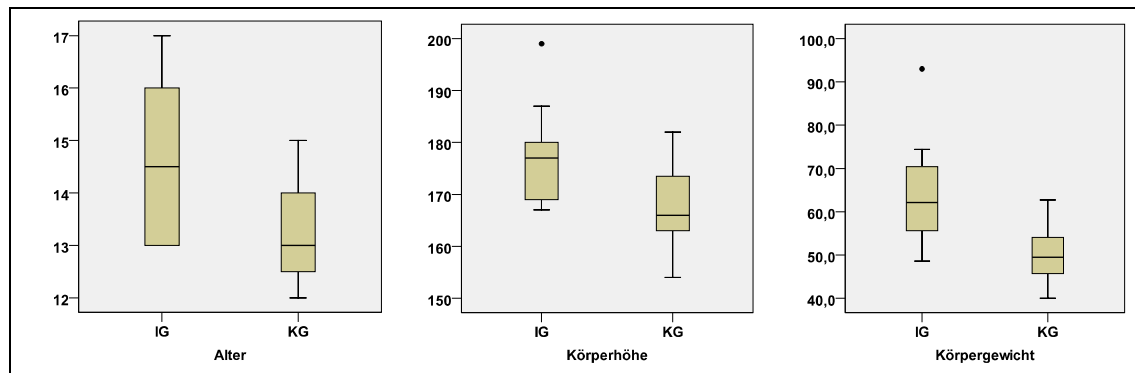


Abb. 37. Box-Plots zu den Persönlichkeitsmerkmalen der Probanden von Interventionsgruppe (IG) und Kontrollgruppe (KG) zu Beginn der Untersuchung

Der Einfluss der unterschiedlich ausgeprägten Persönlichkeitsmerkmale auf das Untersuchungsergebnis war für das auf die Optimierung von Bewegungsabläufen gerichtete Interventionsprogramm zu gering, als dass es einer differenzierteren Untergliederung bedurft hätte. Zudem wäre die Anzahl von fünf bis sieben Probanden pro Untersuchungsgruppe für eine statistische Hypothesenprüfung unzureichend.

In diesem Alter nicht ungewöhnlich war unterschiedliches Verhalten der einzelnen Sportler im Verlauf der Untersuchung, was sich auf die Untersuchungsergebnisse ausgewirkt haben könnte. Die Sportler beider Gruppen konnten nicht selbst darüber bestimmen, ob sie an der Intervention bzw. an den Tests teilnehmen oder nicht. So bestand die Möglichkeit, dass sich Erwartungen und Reaktionen der Sportler entsprechend differenziert gestalteten. Einerseits konnten die Tests als Chance zu einer individuellen Leistungsüberprüfung wahrgenommen werden, andererseits könnten sich Sportler aufgrund von Bewertungsängsten eher gehemmt fühlen.

Weiterhin muss im Zusammenhang mit dem relativ langen Untersuchungszeitraum auch auf eine differenzierte ontogenetische Entwicklung der Probanden in diesem Altersbereich hingewiesen werden. Änderungen konstitutioneller, konditioneller und koordinativer Voraussetzungen sowie psychischer Eigenschaften könnten Einfluss auf die Untersuchungsergebnisse gehabt haben.

5.4.3 Intervention

Mit der Implementierung des Interventionsprogramms in den normalen Trainingsablauf der Interventionsgruppe war eine hohe externe Validität der Untersuchung gegeben. Der Einfluss von Störvariablen konnte bei der Interventionsdauer nicht ausgeschlossen werden, sodass von einem geringen Grad interner Validität der Untersuchung ausgegangen werden musste.

Der Verfasser setzte voraus, dass der dem Übungskatalog zugrunde liegende Kriterienkatalog (Dietze & Saborowski, 2005) tatsächlich die für den Start relevanten Kriterien enthält, nach denen die Übungen zusammengestellt wurden. Eine Evaluation des Kriterienkatalogs hätte den Rahmen dieser Arbeit gesprengt.

Das Alter der Probanden und deren fehlende Erfahrungen im Umgang mit Techniktraining waren die Gründe dafür, dass in jeder Teiltrainingseinheit zur Sensibilisierung der Teilbewegungen des Absprungs vom Block von allen Sportlern die gleichen Übungen genutzt wurden. Eine individualisierte Übungsauswahl entsprechend den nicht erfüllten Kriterien im Bewegungsablauf des Absprungs vom Block eines jeden Sportlers wäre eventuell wirksamer gewesen.

Eine für alle Sportler einheitliche Informationsgestaltung (Häufigkeit, Frequenz) beim CP-Training hätte die interne Validität erhöht, wäre dem Anspruch einer hohen externen Validität aber nicht gerecht geworden. Eine höhere Anzahl von Wiederholungen am Messplatz und damit eine höhere Anzahl interner und externer Informationen wurden der einheitlichen Informationsgestaltung vorgezogen.

Eine Erhöhung der geringen Anzahl von vier CP-Trainingseinheiten pro Interventionszeitraum war trainingsorganisatorisch nicht umsetzbar.

Zu berücksichtigen ist, dass der Trainer bzw. der Messplatzleiter mit seinem persönlichen Engagement und seinem pädagogischen Einfühlungsvermögen die Einstellung der Sportler zur Trainingsintervention positiv oder negativ beeinflusste. Das betraf vor allem den Messplatzleiter, der den Sportlern zu Beginn des CP-Trainings weitestgehend unbekannt war.

5.4.4 Testverfahren

Messplatz „Start“

Die Wirksamkeit der Trainingsintervention zur Erhöhung der Antriebsleistungen beim Absprung vom Block ist am objektivsten mit Startanalysen bei Wettkämpfen zu bewerten. Eine zur Intervention zeitadäquate Erfassung unter reproduzierbaren Wettkampfbedingungen für beide Gruppen konnte aber nicht gesichert werden. Des Weiteren war die Bestimmung der Blockzeiten mit dynamometrischen Verfahren unter Wettkampfbedingungen nicht möglich.

Aufgrund der Nutzung des DSV-Standards „Analyse des Startabschnitts“ (DSV, 2004), der Teilen der komplexen Wettkampfleistung entspricht sowie der folgenden Fehleranalyse wurde auf eine „klassische“ Analyse der Gütekriterien Objektivität, Reliabilität und Validität, verzichtet.

Das Startblockdynamometer entsprach in Aufbau und Ausführung den Wettkampfbestimmungen (FINA, 2009 b). Die maximal mögliche absolute Messabweichung bei der Bestimmung der Blockzeit betrug bei dem unter 5.2.2.1 beschriebenen Vorgehen $\pm 0,004$ s, was einer relativen Messabweichung von weniger als 1 % entspricht. Die Reproduzierbarkeit wurde als gegeben angenommen (vgl. Knoll, 2005).

Bei der Teilzeitanalyse am Messplatz „Start“ konnte sich eine zufällige absolute Messabweichung von maximal $\pm 0,01$ s aus der Bildwechselfrequenz der eingesetzten Kameras von 50 Hz ergeben. Dies hätte eine maximal mögliche relative Abweichung von weniger als 0,5 % bei der Bestimmung einer 7,5-m-Zeit und von weniger als 0,2 % bei der Bestimmung einer 15-m-Zeit zur Folge gehabt⁸⁷.

Bei der Bestimmung der 7,5-m- und 15-m-Zeiten wäre eine maximale Abweichung von $\pm 0,02$ s möglich, für den Fall, dass der Kopfdurchgang an der Messmarke um ein Bild abgewichen wäre. Dies hätte bei der Bestimmung einer 7,5-m-Zeit einer relativen Abweichung von 0,8 % und bei der Bestimmung einer 15-m-Zeit einer relativen Abweichung von weniger als 0,4 % entsprochen. Bei Addition der beiden maximal möglichen Abweichungen hätten sich maximal mögliche relative Abweichungen von 1,3 % für 7,5-m-Zeiten und von weniger als 0,6 % für 15-m-Zeiten ergeben.

⁸⁷ Gemessen an den kürzesten Testzeiten der Probanden beider Untersuchungsgruppen.

Der Umstand, dass die Sportler der Interventionsgruppe neben ihrem herkömmlichen Training auch das Messplatztraining im Chemnitzer Sportforum absolvierten, die Startsprungtests aber in der Leipziger Schwimmhalle, kann eventuell zu Umstellungsproblemen geführt haben, die die Testergebnisse negativ beeinflussten. Beide Becken unterschieden sich durch die Lage der Wasseroberfläche (in Chemnitz in einer Ebene mit dem Beckenumlauf, in Leipzig ca. 30 cm tiefer als der Beckenumlauf) und durch eine Differenz im Abstand der Startblockvorderkante zur Wasseroberfläche von ca. 8 cm, was zu einer Beeinträchtigung der optischen Orientierung beigetragen haben könnte. Für die Sportler der Leipziger Kontrollgruppe bestanden diese möglichen Beeinträchtigungen nicht, da die Startsprungtests in ihrer gewohnten Trainingsumgebung stattfanden.

Messplatz „vertikaler Sprung“

Auf eine „klassische“ Analyse der Gütekriterien Objektivität, Reliabilität und Validität wird verzichtet, da die Testübung Bestandteil der Leistungsdiagnostik im DSV ist (DSV, 2004).

Die Bestimmung der Sprunghöhe bei vertikalen Sprüngen basierte auf der Annahme, dass die Entfernung zwischen dem KSP und der Unterlage in dem Moment, in welchem die Füße die Matte verließen, genauso groß war, wie in dem Moment, in welchem die Füße bei der Landung die Matte berührten. Das setzte eine nahezu identische Absprung- und Landehaltung des Sportlers voraus, was praktisch nicht gänzlich umsetzbar ist.

Die absolute Abweichung betrug bei Einhaltung der Testbedingungen + 0,02 m bis + 0,03 m, was einer relativen Abweichung von bis zu zehn Prozent entspricht. Bei Nichteinhaltung der Testbedingungen wäre die Abweichung noch größer ausgefallen. Trotz der eingeschränkten Reliabilität wurde dieses Testverfahren zur Ermittlung der Sprungkraft eingesetzt, da es sich bei diesen Messabweichungen in der Regel nicht um zufällige, sondern um systematische Abweichungen handelte, die individuelle Längsschnittvergleiche zulassen.

5.4.5 Datenverarbeitung

Bei der Verarbeitung der mit dem Camcorder aufgenommenen Bilder anhand der 2D-Bildanalyse-Software „Mess2DDV“ war ebenfalls mit Messabweichungen zu rechnen.

Abweichungen konnten bei der Verwendung des KSP-Modells nach Dempster (vgl. Winter, 1990) aufgrund individuell unterschiedlicher Anthropometrie und Masseverteilungen nicht ausgeschlossen werden. Während sich Dempsters Modell auf die Untersuchung von männlichen Leichenteilen gründet, bezieht sich ein Modell von Saziorski auf Untersuchungen weiblicher Schwimmer mit der Radioisotop-Methode (Saziorski, Aruin & Selujanow, 1984). Alle Modelle weichen von der Realität ab. Der Verfasser entschied sich für das KSP-Modell nach Dempster, da es eine etwas differenziertere Segmentierung im Rumpfbereich gestattet. Die beschriebenen Abweichungen waren systematischer Natur, soweit sich im Untersuchungszeitraum anthropometrische Daten und Masseverteilungen nicht deutlich veränderten.

Mit zufälligen Abweichungen war bei der Identifikation der Körperpunkte auf der Benutzeroberfläche der 2D-Bildanalyse-Software „Mess2DDV“ zu rechnen. Zwei Pixel auf der Benutzeroberfläche entsprachen 0,011 m in der vermessenen Ebene. Eigene unveröffentlichte Untersuchungen zur Reproduzierbarkeit erbrachten absolute Abweichungen von weniger als 0,03 m ($\pm 0,015$ m) bei wiederholter Identifizierung einzelner Körperpunkte. Maximale Abweichungen der KSP-Koordinaten betragen bei den gleichen Untersuchungen $\pm 0,01$ m. Eine Abweichung der KSP-Koordinaten dieser Größenordnung in der Horizontalen entspricht Abweichungen

- der horizontalen Komponente der Absprunggeschwindigkeit von ca. $\pm 0,03$ m/s,
- der Flugweite von bis zu ca. $\pm 0,015$ m.

Betrag die Abweichung der KSP-Koordinaten in der Vertikalen $\pm 0,01$ m, entspricht dies Abweichungen

- der vertikalen Komponente der Absprunggeschwindigkeit von ca. $\pm 0,03$ m/s,
- der Flugzeit von weniger als $\pm 0,01$ s und
- der Flugweite von bis zu ca. $\pm 0,01$ m⁸⁸.

88 Abweichungen der KSP-Koordinaten im Moment des Eintauchens ziehen größere Abweichungen für die vertikale Komponente der Absprunggeschwindigkeit, die Flugweite und die Flugzeit nach sich, als die gleichgroße Abweichung zu dem Zeitpunkt, in welchem die Füße den Block verlassen.

Traten diese Abweichungen von $\pm 0,01$ m bei der Bestimmung der KSP-Koordinaten sowohl beim Absprung als auch beim Eintauchen auf, wäre bei dem relevanten Parameter der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) eine maximale Abweichung von $\pm 0,06$ m/s zu konstatieren. Dies entspricht einer relativen Abweichung von bis zu 1,7 %.

Die genannten eigenen Untersuchungen zur Reproduzierbarkeit erbrachten bei wiederholten Auswertungen wenige Abweichungen von maximal 0,05 m/s ($\pm 0,025$ m/s). Häufiger wurden identische Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) ermittelt. Als mittlere Abweichung wurden 0,03 m/s ($\pm 0,015$ m/s) abgeschätzt. Das entspricht einer relativen Abweichung von maximal 1,0 % ($\pm 0,5$ %).

Unter diesen Voraussetzungen kann die Einhaltung der Gütekriterien angenommen werden.

Trotz der Robustheit der Varianzanalyse gegenüber Verletzungen der Voraussetzungen „Normalverteilung“ und/oder „Varianzhomogenität“ konnte sich die geringe Probandenanzahl in den Untersuchungsgruppen negativ auf die Zuverlässigkeit der Varianzanalyseergebnisse auswirken (Rasch et al., 2010). Gleiches gilt, wenn sich die Anzahl der Probanden in den Untersuchungsgruppen um mehr als das 1,5-Fache unterscheidet (Stevens, 1999).

Problematisch kann die Verwendung des Effektstärkemaßes η^2 (partielles Eta-Quadrat) sein, da es nur den Anteil der durch einen Effekt aufgeklärten Varianz auf Stichprobenebene angibt. Seine Größe „... hängt u. a. von der Korrelation zwischen den messwiederholten Messungen und den speziellen Berechnungen der Freiheitsgrade und Quadratsummen ab und ist deshalb nicht mit Effektgrößen aus Studien ohne Messwiederholung vergleichbar“ (Rasch et al., 2010, S. 139).

6 Darstellung der Ergebnisse⁸⁹

Im Rahmen der Ergebnisdarstellung erfolgt die Bestätigung bzw. die Ablehnung der in Kapitel 4 aufgestellten Hypothesen.

Zur Sicherung einer hohen internen Validität bei der Ergebnisinterpretation ist der Einfluss von Störvariablen weitestgehend auszuschließen. Das betrifft die unter 3.1.2.8 geschilderte Wechselwirkung zwischen Blockzeit und Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) sowie den unter 3.1.2.4 beschriebenen Zusammenhang zwischen der Sprunghöhe beim vertikalen Sprung als dem Parameter für die Sprungkraft und der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente). Aufgrund ihrer Relevanz werden die Ergebnisse der Zusammenhangsprüfung an den Beginn der Ergebnisdarstellung gesetzt.

6.1 Zusammenhang zwischen den Startleistungsmerkmalen Blockzeit und Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)

Tab. 15. Ergebnisse der Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson zur Bestimmung der Stärke des Zusammenhangs zwischen den Startleistungsmerkmalen Blockzeit und Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)

Merkmal	Statistik	Symbol	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
Bevorzugte Startvariante	Anzahl	N	22	21	22	21
	Prüfgröße	r	0,161	0,069	0,185	-0,083
	Signifikanz*	p	0,475	0,765	0,409	0,721
Alternative Startvariante	Anzahl	N	22	22	22	21
	Prüfgröße	r	-0,028	-0,183	0,010	0,116
	Signifikanz*	p	0,902	0,416	0,965	0,616

* zweiseitig

Tabelle 15 zeigt, dass die Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson für die analysierten Starts beider Untersuchungsgruppen zu allen Testzeitpunkten nur schwache Zusammenhänge⁹⁰ zwischen den Startleistungsmerkmalen Blockzeit

89 Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden Abbildungen und Tabellen zur statistischen Datenaufbereitung nur in dem Umfang dargestellt, wie es für das Verständnis notwendig ist. Die Voraussetzungen für die statistischen Prüfverfahren (vgl. Kapitel 5) sind erfüllt, wenn nichts Gegenteiliges angegeben wird. Die vollständigen Tabellen sind in Anlage VIII enthalten.

90 Nach Cohen (1988) gilt zur Beurteilung der Stärke des Zusammenhangs bei zwei intervallskalierten Merkmalen auf Basis des Effektstärkemaßes r folgende Vereinbarung: $|r| \approx 0,1$: schwacher Effekt; $|r| \approx 0,3$: mittlerer Effekt; $|r| \approx 0,5$: starker Effekt.

und Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) ergab. Das trifft sowohl bei Anwendung der bevorzugten Startvariante als auch bei Anwendung der alternativen Startvariante zu. Wenn diese Ergebnisse auch nicht signifikant sind, kann davon ausgegangen werden, dass sich veränderte Ausprägungen der beiden Startleistungsmerkmale gegenseitig nur unwesentlich beeinflussten.

6.2 Zusammenhang zwischen Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) und Sprunghöhe beim vertikalen Sprung

Mit der Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson wurde der starke Zusammenhang zwischen den gemessenen Sprunghöhen beim vertikalen Sprung und den ermittelten Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) in beiden Untersuchungsgruppen bestätigt (vgl. Tabelle 16).

Tab. 16. *Ergebnisse der Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson zur Bestimmung der Stärke des Zusammenhangs zwischen der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) und der Sprunghöhe des vertikalen Sprungs*

Merkmal	Statistik	Symbol	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
Absprunggeschwindigkeit (bV)	Anzahl	N	22	22	22	21
	Prüfgröße	r	0,584	0,829	0,681	0,685
	Signifikanz*	p	0,004	< 0,001	< 0,001	0,001
Absprunggeschwindigkeit (aV)	Anzahl	N	22	22	22	21
	Prüfgröße	r	0,651	0,576	0,706	0,716
	Signifikanz*	p	0,001	0,005	< 0,001	< 0,001

* zweiseitig

Dies trifft für die Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) bei Anwendung der bevorzugten (bV) sowie der alternativen Startvariante (aV) und für alle Testzeitpunkte zu. Die festgestellten Zusammenhänge sind signifikant.

Das hat zur Folge, dass die Ursachen für Veränderungen der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) nur unter Berücksichtigung der Sprunghöhen beim vertikalen Sprung interpretiert werden können. Aus diesem Grund wird für die Hypothesenprüfung ergänzend eine Kovarianzanalyse durchgeführt, durch die der Einfluss der Sprunghöhe auf die Höhe der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) weitestgehend herausgerechnet wird (vgl. 6.3.2 und 6.4.2).

6.3 Entwicklung der Startleistungsmerkmale bei Anwendung der bevorzugten Startvariante

Die in diesem Abschnitt dargestellten Ergebnisse führen zur Bestätigung oder zur Ablehnung der Forschungshypothese 1: „Die Realisierung eines speziellen Techniktrainingsprogramms führt zu einer Verbesserung der Startleistungsmerkmale bei Anwendung der bevorzugten Startvariante“. Das Zutreffen dieser Aussage kann nur beurteilt werden, indem die abgeleiteten Hypothesen 1.1, 1.2 und 1.3 auf ihren Wahrheitsgehalt geprüft werden. Unter diesem Gesichtspunkt werden die Ergebnisse am Ende des Abschnitts zusammengefasst.

6.3.1 Entwicklung der Blockzeit

In Tabelle 17 und Abbildung 38 ist die Entwicklung des Startleistungsmerkmals Blockzeit (BZ) bei Anwendung der bevorzugten Startvariante (bV) für den gesamten Untersuchungszeitraum dargestellt. Die Mittelwerte der Blockzeiten der Interventionsgruppe (IG) sind für alle Testzeitpunkte denen der Kontrollgruppe (KG) und denen aller Probanden (Gesamt) gegenübergestellt.

Tab. 17. Entwicklung des Startleistungsmerkmals „Blockzeit“ BZ (bevorzugte Startvariante)

	Parameter	Einheit	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
IG	N		12	12	12	12
	MW - BZ (bV)	s	0,886	0,893	0,861	0,825
	SD - BZ (bV)	s	0,046	0,061	0,056	0,057
KG	N		9	9	9	9
	MW - BZ (bV)	s	0,863	0,868	0,844	0,848
	SD - BZ (bV)	s	0,043	0,046	0,041	0,050
Gesamt	N		21	21	21	21
	MW - BZ (bV)	s	0,876	0,882	0,854	0,835
	SD - BZ (bV)	s	0,045	0,055	0,050	0,054

Die Mittelwerte erhöhten sich in beiden Untersuchungsgruppen von Test 1 zu Test 2 jeweils um weniger als 0,01 s, was minimalen Verschlechterungen dieses Startleistungsmerkmals entspricht. Von Test 2 zu Test 3 verringerten sich die Mittelwerte in beiden Untersuchungsgruppen, wobei die Verbesserung in der Interventionsgruppe mit 0,032 s höher ausfiel als die in der Kontrollgruppe mit 0,024 s. Von Test 3 zu Test 4 verringerte sich der Mittelwert der Blockzeiten in der Interventionsgruppe um 0,036 s, während sich der in der Kontrollgruppe

um 0,004 s erhöhte. Der Vergleich der Blockzeit-Mittelwerte beider Untersuchungsgruppen von Test 1 und Test 4 hatte Verbesserung von 0,061 s in der Interventionsgruppe und von 0,015 s in der Kontrollgruppe zum Ergebnis⁹¹.

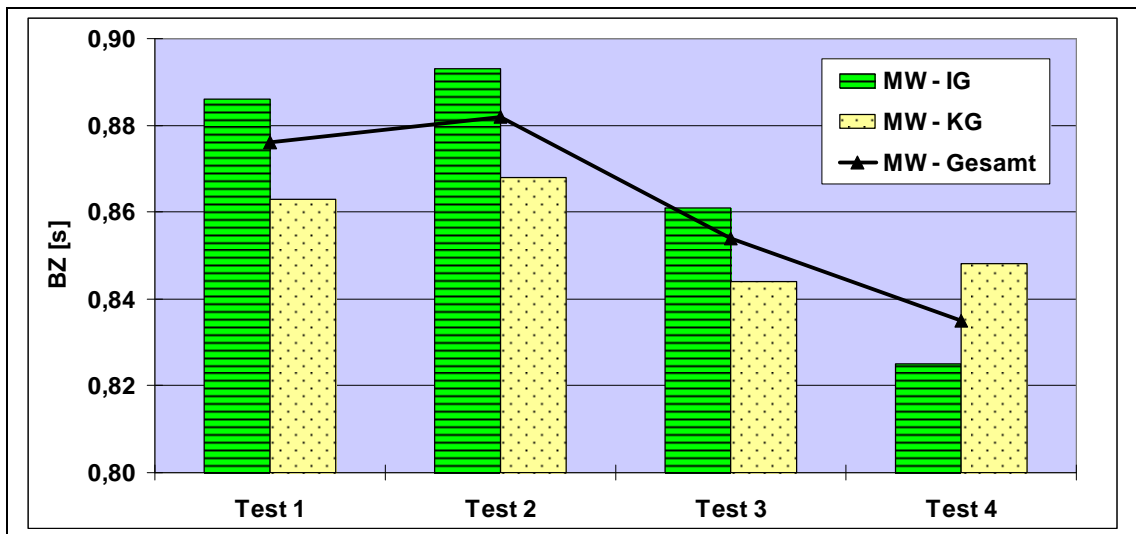


Abb. 38. Entwicklung des Startleistungsmerkmals „Blockzeit“ BZ (bevorzugte Startvariante)

Die Prüfung der statistischen Signifikanz mittels zweifaktorieller Varianzanalyse mit Messwiederholung auf einem Faktor ergab, dass die Verkürzungen der Blockzeiten zwischen Test 2 und Test 3, zwischen Test 3 und Test 4 sowie zwischen Test 1 und Test 4 für beide Untersuchungsgruppen gemeinsam betrachtet signifikant sind (vgl. Tabelle 18).

Tab. 18. Test der Innersubjektkontraste (Blockzeit; bevorzugte Startvariante)

	Innersubjektkontraste	F	p
Test	Test 1 zu Test 2	0,345	0,564
	Test 2 zu Test 3	10,630	0,004
	Test 3 zu Test 4	6,840	0,017
	Test 1 zu Test 4	31,632	< 0,001
Test - Gruppe	Test 1 zu Test 2	0,018	0,894
	Test 2 zu Test 3	0,217	0,646
	Test 3 zu Test 4	10,922	0,004
	Test 1 zu Test 4	11,595	0,003

⁹¹ Alle aufgeführten Vergleiche zwischen Test 1 und Test 4 stehen für die Entwicklung des jeweiligen Parameters über den gesamten Untersuchungszeitraum.

Ebenfalls signifikant sind die unterschiedlichen Verläufe der Blockzeitentwicklung zwischen der Interventionsgruppe und der Kontrollgruppe von Test 3 zu Test 4 sowie von Test 1 zu Test 4, obwohl keine vom Testzeitpunkt unabhängigen signifikanten Unterschiede zwischen den Blockzeiten der Interventionsgruppe und denen der Kontrollgruppe bestehen (vgl. Tabelle 19).

Tab. 19. *Test der Zwischensubjekteffekte (Blockzeit; bevorzugte Startvariante)*

Zwischensubjekteffekte	F	p
Gruppe	0,255	0,620

6.3.2 Entwicklung der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)

In Tabelle 20 und Abbildung 39 ist die Entwicklung des Startleistungsmerkmals Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente [v_x]) bei Anwendung der bevorzugten Startvariante (bV) für den gesamten Untersuchungszeitraum dargestellt. Die Mittelwerte der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) der Interventionsgruppe (IG) sind für alle Testzeitpunkte denen der Kontrollgruppe (KG) und denen aller Probanden (Gesamt) gegenübergestellt.

Tab. 20. *Entwicklung des Startleistungsmerkmals „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ v_x (bevorzugte Startvariante)*

	Parameter	Einheit	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
IG	N		12	12	12	12
	MW - v_x (bV)	m/s	3,880	4,028	3,997	3,945
	SD - v_x (bV)	m/s	0,358	0,320	0,277	0,289
KG	N		9	9	9	9
	MW - v_x (bV)	m/s	3,914	3,935	3,962	3,906
	SD - v_x (bV)	m/s	0,128	0,171	0,156	0,209
Gesamt	N		21	21	21	21
	MW - v_x (bV)	m/s	3,894	3,988	3,982	3,929
	SD - v_x (bV)	m/s	0,278	0,265	0,228	0,253

Die Mittelwerte erhöhten sich zwischen Test 1 und Test 2 in beiden Untersuchungsgruppen, wobei die Erhöhung in der Interventionsgruppe mit 0,148 m/s wesentlich größer ausfiel als die in der Kontrollgruppe mit 0,021 m/s. Zwischen Test 2 und Test 3 verringerte sich der Mittelwert der Absprunggeschwindigkeit

ten (horizontale Komponente) in der Interventionsgruppe um 0,031 m/s während sich der in der Kontrollgruppe um 0,027 m/s erhöhte. Zwischen Test 3 und Test 4 verringerten sich die Mittelwerte in beiden Untersuchungsgruppen, in der Interventionsgruppe um 0,052 m/s, in der Kontrollgruppe um 0,056 m/s. Zwischen Test 1 und Test 4 erhöhte sich der Mittelwert der Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) in der Interventionsgruppe um 0,065 m/s. Der Mittelwert in der Kontrollgruppe verringerte sich im gleichen Zeitraum um 0,008 m/s.

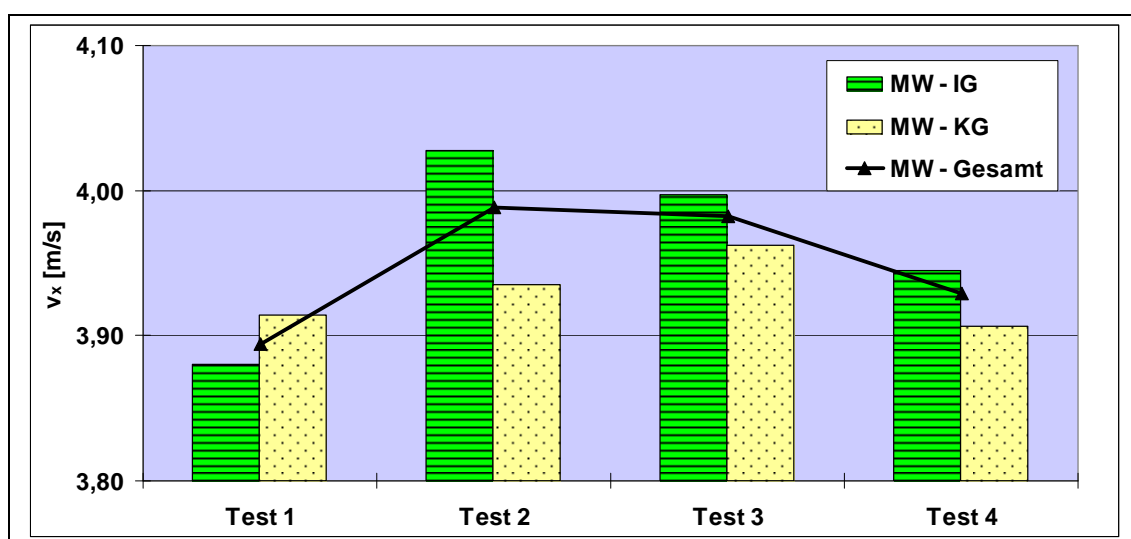


Abb. 39. Entwicklung des Startleistungsmerkmals „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ v_x (bevorzugte Startvariante)

Tab. 21. Test der Innersubjektkontraste (Absprunggeschwindigkeit; bevorzugte Startvariante)

	Innersubjektkontraste	F	p
Test	Test 1 zu Test 2	5,836	0,026
	Test 2 zu Test 3	0,004	0,948
	Test 3 zu Test 4	6,684	0,018
	Test 1 zu Test 4	0,558	0,464
Test - Gruppe	Test 1 zu Test 2	3,290	0,086
	Test 2 zu Test 3	0,771	0,391
	Test 3 zu Test 4	0,014	0,908
	Test 1 zu Test 4	0,900	0,355

Die Prüfung der statistischen Signifikanz mittels zweifaktorieller Varianzanalyse mit Messwiederholung auf einem Faktor ergab, dass die Erhöhung der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) zwischen Test 1 und Test 2

für beide Untersuchungsgruppen gemeinsam betrachtet signifikant ist (vgl. Tabelle 21). Als signifikant ist auch die Verringerung zwischen Test 3 und Test 4 für beide Untersuchungsgruppen gemeinsam betrachtet zu bezeichnen. Die Unterschiede in der Entwicklung der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) zwischen der Interventionsgruppe und der Kontrollgruppe in den Zeiträumen zwischen den Tests sind nicht signifikant.

Entsprechend der im Abschnitt 6.2 bestätigten Annahme, dass die Sprunghöhe beim vertikalen Sprung als Parameter der Sprungkraft Einfluss auf die Höhe der Absprunggeschwindigkeit besitzt, wurde eine zweifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung auf einem Faktor mit den Residuen aus der Regression des Startleistungsmerkmals „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ und der Kovariaten „Sprunghöhe“ (vertikaler Sprung) durchgeführt. Nach dem Ergebnis dieser zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung auf einem Faktor sind alle Veränderungen von Test zu Test für beide Untersuchungsgruppen gemeinsam betrachtet nicht signifikant (vgl. Tabelle 22). Es wurden auch keine signifikanten Entwicklungsunterschiede zwischen den Residuen der Interventionsgruppe und denen der Kontrollgruppe für die angegebenen Zeiträume zwischen den Tests festgestellt.

Tab. 22. *Test der Innersubjektkontraste (Residuen der Absprunggeschwindigkeit; bevorzugte Startvariante)*

	Innersubjektkontraste	F	p
Test	Test 1 zu Test 2	0,940	0,345
	Test 2 zu Test 3	0,422	0,524
	Test 3 zu Test 4	0,774	0,391
	Test 1 zu Test 4	0,941	0,345
Test - Gruppe	Test 1 zu Test 2	3,026	0,099
	Test 2 zu Test 3	0,085	0,774
	Test 3 zu Test 4	0,023	0,882
	Test 1 zu Test 4	2,651	0,121

6.3.3 Zur Hypothese 1.1

Hypothese 1.1 lautet: „Teilnehmer an einem speziellen Techniktrainingsprogramm unterscheiden sich durch größere Entwicklungsraten bei den Absprung-

parametern innerhalb des ersten Makrozyklus bei Anwendung der bevorzugten Startvariante von Sportlern mit Standardtraining“.

Bedingungen für die uneingeschränkte Bestätigung dieser Hypothese sind:

- In der Interventionsgruppe werden die Blockzeiten im ersten Makrozyklus in höherem Maße verringert als in der Kontrollgruppe.
- In der Interventionsgruppe werden die Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) im ersten Makrozyklus in höherem Maße gesteigert als in der Kontrollgruppe.

Die Blockzeiten erhöhten sich im ersten Makrozyklus in beiden Untersuchungsgruppen minimal. Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Entwicklungsraten beider Untersuchungsgruppen festgestellt werden.

Die Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) erhöhten sich im gleichen Zeitraum in beiden Untersuchungsgruppen. Die Entwicklungsrate in der Interventionsgruppe war deutlich höher als die in der Kontrollgruppe. Der Unterschied war statistisch fast signifikant.

Fazit:

Hypothese 1.1 kann nur für das Startleistungsmerkmal „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ bestätigt werden. Bezüglich des Startleistungsmerkmals „Blockzeit“ muss sie abgelehnt werden.

6.3.4 Zur Hypothese 1.2

Hypothese 1.2 lautet: „Die Wiederholung des speziellen Techniktrainingsprogramms im zweiten Makrozyklus lässt weitere Verbesserungen der Absprungparameter bei Anwendung der bevorzugten Startvariante erwarten. Diese fallen bei den Teilnehmern am speziellen Techniktrainingsprogramm gegenüber den Sportlern mit Standardtraining deutlicher aus“.

Bedingungen für die uneingeschränkte Bestätigung dieser Hypothese sind:

- Blockzeiten und Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) wurden im ersten Makrozyklus durch die Interventionsgruppe verbessert.
- In der Interventionsgruppe werden die Blockzeiten im zweiten Makrozyklus in höherem Maße verringert als in der Kontrollgruppe.
- In der Interventionsgruppe werden die Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) im zweiten Makrozyklus in höherem Maße gesteigert als in der Kontrollgruppe.

Im ersten Makrozyklus wurden in der Interventionsgruppe nur die Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) verbessert. Die Blockzeiten verschlechterten sich.

Die Blockzeiten verringerten sich im zweiten Makrozyklus in beiden Untersuchungsgruppen. Die Verringerung fiel in der Interventionsgruppe deutlicher aus als in der Kontrollgruppe, wobei dieser Unterschied statistisch nicht signifikant ist.

Im zweiten Makrozyklus verringerten sich die Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) in der Interventionsgruppe, während sie sich in der Kontrollgruppe erhöhten.

Fazit:

Hypothese 1.2 kann nur für das Startleistungsmerkmal „Blockzeit“ bestätigt werden. Bezüglich des Startleistungsmerkmals „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ muss sie abgelehnt werden.

6.3.5 Zur Hypothese 1.3

Hypothese 1.3 lautet: „Die von den Teilnehmern an dem speziellen Techniktrainingsprogramm erzielten Verbesserungen der Startleistungsmerkmale bei Anwendung der bevorzugten Startvariante sind nach dem dritten, interventionsfreien Makrozyklus auf stabilem Niveau höher als bei Sportlern mit Standardtraining“.

Bedingungen für die uneingeschränkte Bestätigung dieser Hypothese sind:

- Blockzeiten und Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) wurden im Verlauf der ersten beiden Makrozyklen durch die Interventionsgruppe verbessert.
- Die im Verlauf der ersten beiden Makrozyklen erzielten Entwicklungsraten bei den Blockzeiten und den Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) fielen in der Interventionsgruppe höher aus als in der Kontrollgruppe.
- Die Verbesserungen der Blockzeiten und der Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) in der Interventionsgruppe werden nach dem dritten Makrozyklus bestätigt.

- Die Differenz zwischen den Entwicklungsraten der Interventionsgruppe und der Kontrollgruppe aus den ersten beiden Makrozyklen verändert sich im dritten Makrozyklus nicht zuungunsten der Interventionsgruppe

Im Verlauf der ersten beiden Makrozyklen wurden die Blockzeiten durch die Interventionsgruppe verkürzt und die Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) erhöht.

Im Verlauf der ersten beiden Makrozyklen wies die Interventionsgruppe höhere Entwicklungsraten bei den Blockzeiten und Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) auf als die Kontrollgruppe.

Im dritten Makrozyklus wurden die Blockzeiten durch die Interventionsgruppe noch einmal verbessert. Die Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) verringerten sich, blieben aber deutlich über dem Ausgangsniveau.

Im dritten Makrozyklus erhöhten sich die Blockzeiten der Kontrollgruppe, sodass in diesem Zeitraum die Entwicklungsrate bei den Blockzeiten in der Interventionsgruppe deutlich höher ausfiel als in der Kontrollgruppe. Die Verringerung der Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) war im dritten Makrozyklus in der Kontrollgruppe größer als in der Interventionsgruppe. Die Differenz zwischen den Entwicklungsraten wuchs demnach geringfügig zugunsten der Interventionsgruppe.

Fazit:

Hypothese 1.3 kann für beide Startleistungsmerkmale (Blockzeit und Absprunggeschwindigkeit [horizontale Komponente]) bestätigt werden.

6.3.6 Zur Forschungshypothese 1

Forschungshypothese 1 lautet: „Die Realisierung eines speziellen Techniktrainingsprogramms führt zu einer Verbesserung der Startleistungsmerkmale bei Anwendung der bevorzugten Startvariante“.

Die Voraussetzungen für eine Bestätigung der Forschungshypothese sind durch die Bedingungen zur Bestätigung der Hypothesen 1.1, 1.2 und 1.3 gegeben. Trotz der nur teilweisen Bestätigung der Hypothesen 1.1 und 1.2 kann festgestellt werden:

- Die Interventionsgruppe verbesserte im Untersuchungszeitraum die Startleistungsmerkmale „Blockzeit“ und „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ bei Anwendung der bevorzugten Startvariante.

- Die Interventionsgruppe wies im Untersuchungszeitraum bei beiden Startleistungsmerkmalen größere Entwicklungsraten auf als die Kontrollgruppe.
- Die Verbesserungen der Blockzeiten konnten nach dem interventionsfreien Zeitraum bestätigt werden.
- Die Verbesserungen der Absprunggeschwindigkeiten konnten nicht bestätigt werden, lagen aber über den Ausgangswerten vor Beginn der Intervention.

Fazit:

Forschungshypothese 1 kann bestätigt werden.

6.4 Entwicklung der Startleistungsmerkmale bei Anwendung der alternativen Startvariante

Die in diesem Abschnitt dargestellten Ergebnisse führen zur Bestätigung oder zur Ablehnung der Forschungshypothese 2: „Die Realisierung eines speziellen Techniktrainingsprogramms führt zu einer Verbesserung der Startleistungsmerkmale bei Anwendung der alternativen Startvariante“. Das Zutreffen dieser Aussage kann nur beurteilt werden, indem die abgeleiteten Hypothesen 2.1, 2.2 und 2.3 auf ihren Wahrheitsgehalt geprüft werden. Unter diesem Gesichtspunkt werden die Ergebnisse am Ende des Abschnitts zusammengefasst.

6.4.1 Entwicklung der Blockzeit

In Tabelle 23 und Abbildung 40 ist die Entwicklung des Startleistungsmerkmals Blockzeit (BZ) bei Anwendung der alternativen Startvariante (aV) für den gesamten Untersuchungszeitraum dargestellt. Die Mittelwerte der Blockzeiten der Interventionsgruppe (IG) sind für alle Testzeitpunkte denen der Kontrollgruppe (KG) und denen aller Probanden (Gesamt) gegenübergestellt.

Von Test 1 zu Test 2 erhöhte sich der Mittelwert der Interventionsgruppe um 0,003 s, der Mittelwert der Kontrollgruppe verringerte sich in diesem Zeitraum um 0,008 s. Von Test 2 zu Test 3 verringerten sich die Mittelwerte in beiden Untersuchungsgruppen, wobei die Verbesserung in der Interventionsgruppe mit 0,062 s deutlich höher ausfiel als die in der Kontrollgruppe mit 0,018 s. Von Test 3 zu Test 4 verringerte sich der Mittelwert der Blockzeiten in der Interventionsgruppe um 0,008 s, während sich der Mittelwert in der Kontrollgruppe um

0,018 s erhöhte. Der Vergleich der Blockzeit-Mittelwerte beider Untersuchungsgruppen von Test 1 und Test 4 ergibt eine Verringerung in der Interventionsgruppe von 0,067 s und in der Kontrollgruppe von 0,008 s.

Tab. 23. Entwicklung des Startleistungsmerkmals „Blockzeit“ BZ (alternative Startvariante)

	Parameter	Einheit	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
IG	N		12	12	12	12
	MW - BZ (aV)	s	0,904	0,907	0,845	0,837
	SD - BZ (aV)	s	0,058	0,059	0,045	0,067
KG	N		9	9	9	9
	MW - BZ (aV)	s	0,852	0,844	0,826	0,844
	SD - BZ (aV)	s	0,050	0,043	0,032	0,045
Gesamt	N		21	21	21	21
	MW - BZ (aV)	s	0,881	0,880	0,837	0,840
	SD - BZ (aV)	s	0,060	0,061	0,041	0,058

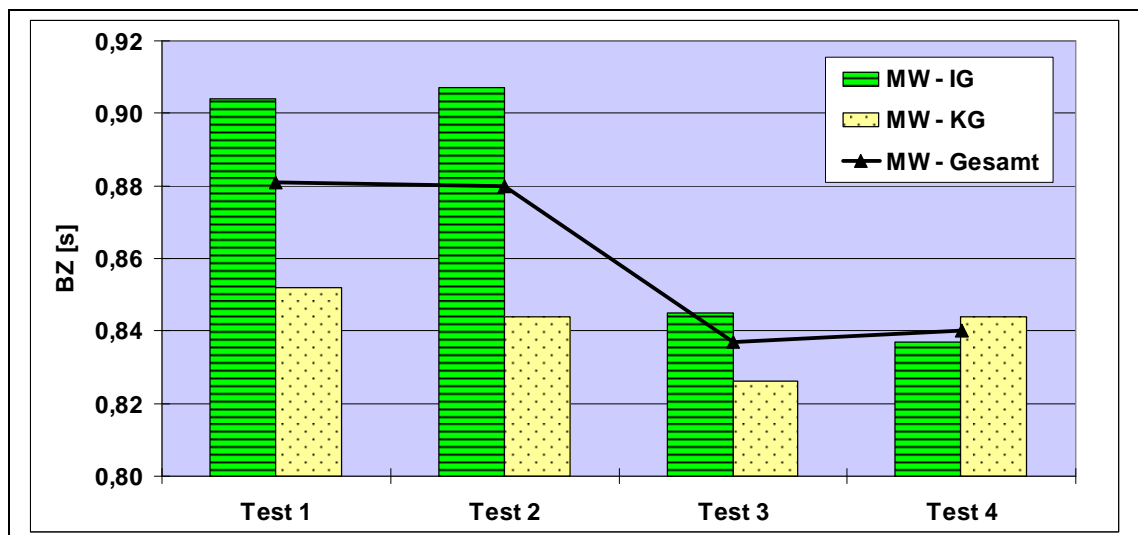


Abb. 40. Entwicklung des Startleistungsmerkmals „Blockzeit“ BZ (alternative Startvariante)

Die Prüfung der statistischen Signifikanz mittels zweifaktorieller Varianzanalyse mit Messwiederholung auf einem Faktor ergab, dass die Verkürzung der Blockzeiten zwischen Test 2 und Test 3 sowie zwischen Test 1 und Test 4 für beide Untersuchungsgruppen gemeinsam betrachtet signifikant ist (vgl. Tabelle 24). Ebenfalls signifikant sind die unterschiedlichen Verläufe der Blockzeitentwicklung zwischen der Interventionsgruppe und der Kontrollgruppe von Test 2 zu Test 3, von Test 3 zu Test 4 sowie von Test 1 zu Test 4. Es bestehen keine vom Testzeitpunkt unabhängigen signifikanten Unterschiede zwischen den

Blockzeiten der Interventionsgruppe und denen der Kontrollgruppe (vgl. Tabelle 25).

Tab. 24. Test der Innersubjektkontraste (Blockzeit; alternative Startvariante)

	Innersubjektkontraste	F	p
Test	Test 1 zu Test 2	0,103	0,752
	Test 2 zu Test 3	24,369	< 0,001
	Test 3 zu Test 4	0,704	0,412
	Test 1 zu Test 4	10,987	0,004
Test - Gruppe	Test 1 zu Test 2	0,619	0,441
	Test 2 zu Test 3	7,404	0,014
	Test 3 zu Test 4	5,213	0,034
	Test 1 zu Test 4	7,032	0,016

Tab. 25. Test der Zwischensubjekteffekte (Blockzeit; alternative Startvariante)

	Zwischensubjekteffekte	F	p
Gruppe		2,457	0,134

6.4.2 Entwicklung der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)

In Tabelle 26 und Abbildung 41 ist die Entwicklung des Startleistungsmerkmals Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente $[v_x]$) bei Anwendung der alternativen Startvariante (aV) für den gesamten Untersuchungszeitraum dargestellt. Die Mittelwerte der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) der Interventionsgruppe (IG) sind für alle Testzeitpunkte denen der Kontrollgruppe (KG) und denen aller Probanden (Gesamt) gegenübergestellt.

Die Mittelwerte erhöhten sich zwischen Test 1 und Test 2 in beiden Untersuchungsgruppen, wobei die Erhöhung in der Interventionsgruppe mit 0,003 m/s deutlich geringer ausfiel als die in der Kontrollgruppe mit 0,084 m/s. Zwischen Test 2 und Test 3 verringerten sich die Mittelwerte der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) in beiden Untersuchungsgruppen, in der Interventionsgruppe um 0,007 m/s, in der Kontrollgruppe um 0,016 m/s. Zwischen Test 3 und Test 4 verringerten sich die Mittelwerte in der Interventionsgruppe um 0,048 m/s und in der Kontrollgruppe um 0,108 m/s. Zwischen Test 1 und Test 4 verringerte sich der Mittelwert der Absprunggeschwindigkeiten (horizon-

tales Komponente) in der Interventionsgruppe um 0,052 m/s. Der Mittelwert in der Kontrollgruppe verringerte sich im gleichen Zeitraum um 0,040 m/s.

Tab. 26. Entwicklung des Startleistungsmerkmals „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ v_x (alternative Startvariante)

	Parameter	Einheit	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
IG	N		12	12	12	12
	MW - v_x (aV)	m/s	3,847	3,850	3,843	3,795
	SD - v_x (aV)	m/s	0,340	0,236	0,263	0,293
KG	N		10	10	10	10
	MW - v_x (aV)	m/s	3,846	3,930	3,914	3,806
	SD - v_x (aV)	m/s	0,162	0,155	0,127	0,145
Gesamt	N		22	22	22	22
	MW - v_x (aV)	m/s	3,847	3,886	3,876	3,800
	SD - v_x (aV)	m/s	0,268	0,203	0,211	0,233

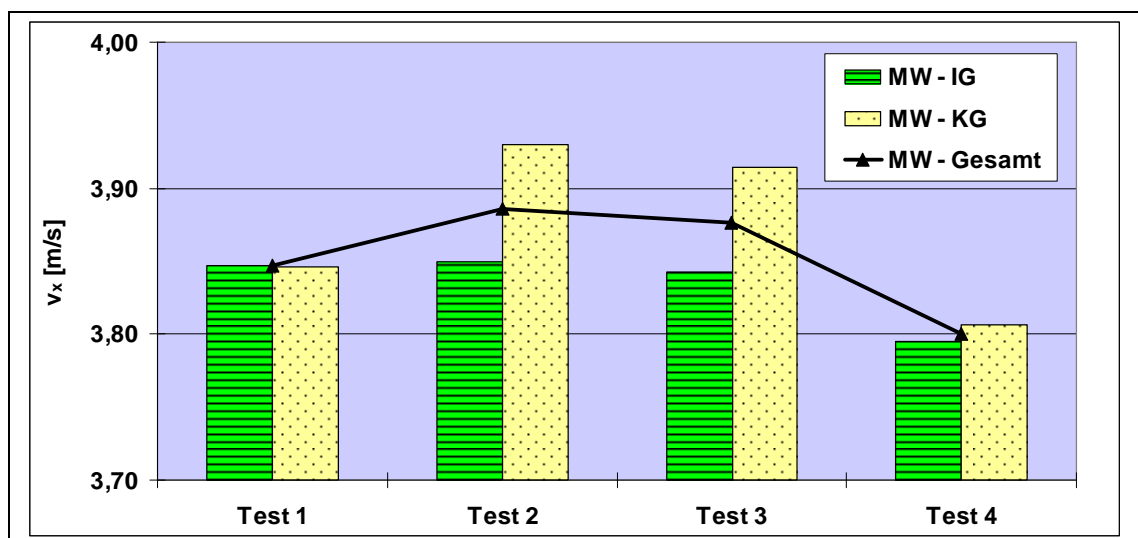


Abb. 41. Entwicklung des Startleistungsmerkmals „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ v_x (alternative Startvariante)

Die Prüfung der statistischen Signifikanz mittels zweifaktorieller Varianzanalyse mit Messwiederholung auf einem Faktor ergab, dass keine der Veränderungen in der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) für die untersuchten Zeiträume zwischen den Tests statistisch signifikant ist (vgl. Tabelle 27)⁹². Dies trifft sowohl für die Entwicklung bei gemeinsamer Betrachtung beider Untersu-

⁹² Die Verringerung der Absprunggeschwindigkeit von Test 3 zu Test 4 ist zwar für beide Untersuchungsgruppen gemeinsam betrachtet signifikant, war aber nicht das Ziel der Intervention.

chungsgruppen zu als auch auf die unterschiedliche Entwicklung zwischen den Untersuchungsgruppen von Test zu Test.

Tab. 27. *Test der Innersubjektkontraste (Absprunggeschwindigkeit; alternative Startvariante)*

	Innersubjektkontraste	F	p
Test	Test 1 zu Test 2	1,918	0,181
	Test 2 zu Test 3	0,164	0,690
	Test 3 zu Test 4	11,001	0,003
	Test 1 zu Test 4	1,772	0,198
Test - Gruppe	Test 1 zu Test 2	1,702	0,207
	Test 2 zu Test 3	0,026	0,874
	Test 3 zu Test 4	1,682	0,209
	Test 1 zu Test 4	0,029	0,867

Die zweifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung auf einem Faktor mit den Residuen aus der Regression des Startleistungsmerkmals „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ und der Kovariaten „Sprunghöhe“ (vertikaler Sprung) bestätigte, dass alle Veränderungen von Test zu Test für beide Untersuchungsgruppen gemeinsam betrachtet nicht signifikant sind (vgl. Tabelle 28). Es fanden sich auch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Entwicklungen der Residuen in den Untersuchungsgruppen für die angegebenen Zeiträume zwischen den Tests.

Tab. 28. *Test der Innersubjektkontraste (Residuen der Absprunggeschwindigkeit; alternative Startvariante)*

	Innersubjektkontraste	F	p	η^2	λ
Test	Test 1 zu Test 2	0,048	0,829	0,003	0,048
	Test 2 zu Test 3	0,046	0,833	0,002	0,046
	Test 3 zu Test 4	0,064	0,803	0,003	0,064
	Test 1 zu Test 4	0,034	0,857	0,002	0,034
Test - Gruppe	Test 1 zu Test 2	0,015	0,903	0,001	0,015
	Test 2 zu Test 3	0,012	0,915	0,001	0,012
	Test 3 zu Test 4	0,481	0,496	0,025	0,481
	Test 1 zu Test 4	0,076	0,785	0,004	0,076

6.4.3 Zur Hypothese 2.1

Hypothese 2.1 lautet: „Teilnehmer an einem speziellen Techniktrainingsprogramm unterscheiden sich durch größere Entwicklungsraten bei den Startleistungsmerkmalen innerhalb des ersten Makrozyklus bei Anwendung der alternativen Startvariante von Sportlern mit Standardtraining“.

Bedingungen für die uneingeschränkte Bestätigung dieser Hypothese sind:

- In der Interventionsgruppe werden die Blockzeiten im ersten Makrozyklus in höherem Maße verringert als in der Kontrollgruppe.
- In der Interventionsgruppe werden die Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) im ersten Makrozyklus in höherem Maße gesteigert als in der Kontrollgruppe.

In der Interventionsgruppe erhöhten sich die Blockzeiten im ersten Makrozyklus, in der Kontrollgruppe verringerten sie sich. Im gleichen Zeitraum stagnierten die Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) in der Interventionsgruppe und erhöhten sich in der Kontrollgruppe. Die Entwicklungsrate in der Interventionsgruppe war deutlich geringer als die in der Kontrollgruppe. Der Unterschied war statistisch nicht signifikant.

Fazit:

Hypothese 2.1 kann nicht bestätigt werden.

6.4.4 Zur Hypothese 2.2

Hypothese 2.2 lautet: „Die Wiederholung des speziellen Techniktrainingsprogramms im zweiten Makrozyklus lässt weitere Verbesserungen der Startleistungsmerkmale bei Anwendung der alternativen Startvariante erwarten. Diese fallen bei den Teilnehmern am speziellen Techniktrainingsprogramm gegenüber den Sportlern mit Standardtraining deutlicher aus“.

Bedingungen für die uneingeschränkte Bestätigung dieser Hypothese sind:

- Blockzeiten und Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) wurden im ersten Makrozyklus durch die Interventionsgruppe verbessert.
- In der Interventionsgruppe werden die Blockzeiten im zweiten Makrozyklus in höherem Maße verringert als in der Kontrollgruppe.
- In der Interventionsgruppe werden die Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) im zweiten Makrozyklus in höherem Maße gesteigert als in der Kontrollgruppe.

Im ersten Makrozyklus wurden die Startleistungsmerkmale durch die Interventionsgruppe nicht verbessert.

Die Blockzeiten verringerten sich im zweiten Makrozyklus in beiden Untersuchungsgruppen. Die Verringerung fiel in der Interventionsgruppe deutlicher aus als in der Kontrollgruppe. Der Unterschied ist statistisch signifikant.

Im zweiten Makrozyklus verringerten sich die Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) in beiden Untersuchungsgruppen.

Fazit:

Hypothese 2.2 kann nur für das Startleistungsmerkmal „Blockzeit“ bestätigt werden. Bezüglich des Startleistungsmerkmals „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ muss sie abgelehnt werden.

6.4.5 Zur Hypothese 2.3

Hypothese 2.3 lautet: „Die von den Teilnehmern an dem speziellen Techniktrainingsprogramm erzielten Verbesserungen der Startleistungsmerkmale bei Anwendung der alternativen Startvariante sind nach dem dritten, interventionsfreien Makrozyklus auf stabilem Niveau höher als bei Sportlern mit Standardtraining“.

Bedingungen für die uneingeschränkte Bestätigung dieser Hypothese sind:

- Blockzeiten und Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) wurden im Verlauf der ersten beiden Makrozyklen durch die Interventionsgruppe verbessert.
- Die im Verlauf der ersten beiden Makrozyklen erzielten Entwicklungsraten bei den Blockzeiten und den Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) fielen in der Interventionsgruppe höher aus als in der Kontrollgruppe.
- Die Verbesserungen der Blockzeiten und der Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) in der Interventionsgruppe werden nach dem dritten Makrozyklus bestätigt.
- Die Differenz zwischen den Entwicklungsraten der Interventionsgruppe und der Kontrollgruppe aus den ersten beiden Makrozyklen verändert sich im dritten Makrozyklus nicht zu Ungunsten der Interventionsgruppe.

Im Verlauf der ersten beiden Makrozyklen wurden die Blockzeiten durch die Interventionsgruppe verkürzt, die Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) stagnierten.

Im Verlauf der ersten beiden Makrozyklen wies die Interventionsgruppe höhere Entwicklungsraten bei den Blockzeiten und geringere Entwicklungsraten bei den Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) auf als die Kontrollgruppe.

Im dritten Makrozyklus wurden die Blockzeiten durch die Interventionsgruppe noch einmal verbessert. Die Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) verringerten sich und blieben unter dem Ausgangsniveau.

Im dritten Makrozyklus erhöhten sich die Blockzeiten der Kontrollgruppe, sodass in diesem Zeitraum die Entwicklungsrate bei den Blockzeiten in der Interventionsgruppe höher ausfiel als in der Kontrollgruppe.

Fazit:

Hypothese 2.3 kann nur für das Startleistungsmerkmale „Blockzeit“ bestätigt werden. Für das Startleistungsmerkmal „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ muss sie abgelehnt werden.

6.4.6 Zur Forschungshypothese 2

Forschungshypothese 2 lautet: „Die Realisierung eines speziellen Techniktrainingsprogramms führt zu einer Verbesserung der Startleistungsmerkmale bei Anwendung der alternativen Startvariante“.

Die Bedingungen für eine Bestätigung der Forschungshypothese sind durch die Bedingungen zur Bestätigung der Hypothesen 2.1, 2.2 und 2.3 gegeben. Es wird festgestellt:

- Die Interventionsgruppe verbesserte im Untersuchungszeitraum das Startleistungsmerkmal „Blockzeit“ bei Anwendung der alternativen Startvariante.
- Die Interventionsgruppe besaß am Ende des Untersuchungszeitraumes ein geringeres Niveau beim Startleistungsmerkmal „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ als vor Beginn der Intervention.
- Die Interventionsgruppe wies im Untersuchungszeitraum beim Startleistungsmerkmale „Blockzeit“ eine größere Entwicklungsrate auf als die Kontrollgruppe.

- Die Verbesserungen der Blockzeiten konnten nach dem interventionsfreien Zeitraum bestätigt werden.

Fazit:

Forschungshypothese 2 kann nur für das Startleistungsmerkmal „Blockzeit“ bestätigt werden. Für das Startleistungsmerkmal „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ muss sie abgelehnt werden.

7 Diskussion und Ausblick

Im Folgenden werden die in Kapitel 6 dargestellten Untersuchungsergebnisse interpretiert und zusammengefasst. Nach der Formulierung trainingsmethodischer Schlussfolgerungen für die Trainingspraxis werden abschließend Orientierungen für zukünftige Untersuchungen zum Forschungsgegenstand „Erhöhung der Antriebsleistungen beim Startsprung im Sportschwimmen“ gegeben.

7.1 Interpretation der Untersuchungsergebnisse

Die in Kapitel 6 dargestellten Untersuchungsergebnisse zeigen, dass die Entwicklung der Startleistungsmerkmale „Blockzeit“ und „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ in den einzelnen Makrozyklen nicht so verlief, wie es erwartet und in den Teilhypothesen formuliert wurde. Eine Ursache dafür ist in der unterschiedlichen Belastungsgestaltung in den Wochen vor der Durchführung der Tests zu finden. In Abbildung 42 sind die wöchentlich aufsummierten Trainingsstunden der Untersuchungsgruppen für das Trainingsjahr 2007/2008 dargestellt.



Abb. 42. Vergleich der aufsummierten Wochentrainingszeiten von Interventions- und Kontrollgruppe im Trainingsjahr 2007/2008

Dem Diagramm ist zu entnehmen, dass zum einen die Interventionsgruppe einen insgesamt höheren zeitlichen Trainingsumfang absolvierte als die Kontrollgruppe und dass zum anderen von den Untersuchungsgruppen in den Wochen vor Test 2 und Test 3 eine unterschiedlich hohe Anzahl an Trainingsstunden bewältigt wurde. Darüber hinaus zeigt Abbildung 43, dass sich bei der Interventionsgruppe nicht nur die zeitlichen Trainingsumfänge in den Wochen vor den

Tests voneinander unterschieden, sondern auch die Anteile der verschiedenen Belastungsbereiche am aufsummierten Gesamtumfang des Schwimmtrainings.

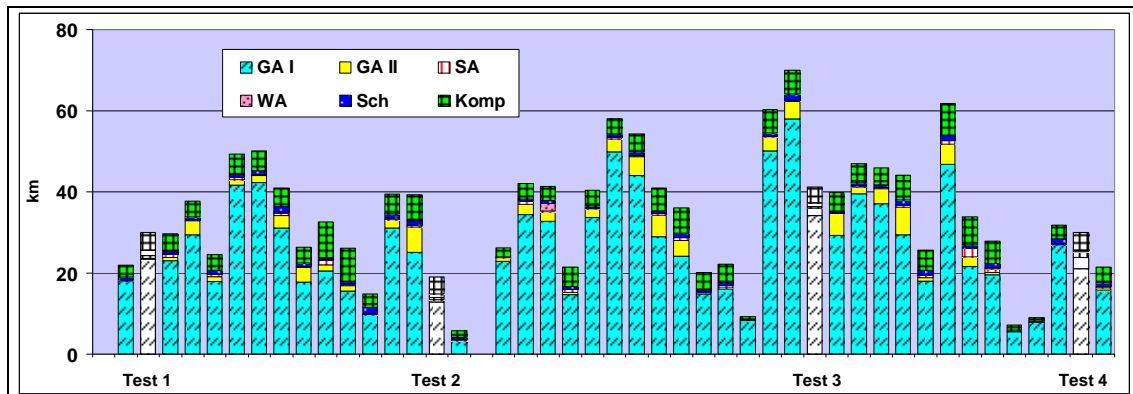


Abb. 43. Wöchentlich geschwommene Trainingsumfänge der Interventionsgruppe im Trainingsjahr 2007/2008, differenziert dargestellt nach Belastungsbereichen im Wassertraining

Die in den Forschungshypothesen vertretenen Auffassungen sind aber zutreffend, wenn der gesamte Untersuchungszeitraum (Trainingsjahr 2007/2008) berücksichtigt wird. Beim Vergleich der Ergebnisse von Test 1 und Test 4 finden die in Kapitel 4 formulierten Annahmen Bestätigung, dass im Verlauf des Trainingsjahres sowohl in der Interventionsgruppe, als auch in der Kontrollgruppe Entwicklungsschritte bei den Startleistungsmerkmalen zu erwarten sind.

In Abbildung 44 ist die Entwicklung der Blockzeiten beider Untersuchungsgruppen bei Anwendung der bevorzugten und der alternativen Startvariante wiedergegeben.

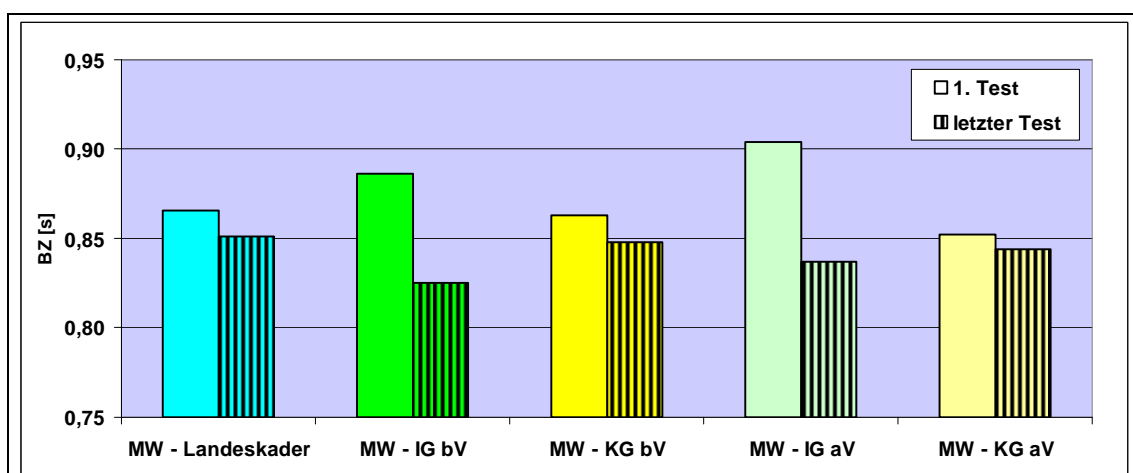


Abb. 44. Blockzeit-Mittelwerte (bevorzugte und alternative Startvariante) der Untersuchungsgruppen bei Test 1 und Test 4 sowie von ausgewählten Landeskadern (bevorzugte Startvariante) beim ersten und letzten Test innerhalb eines Trainingsjahres

Während die Kontrollgruppe bei Test 1 bei Anwendung beider Startvarianten die deutlich kürzeren Blockzeiten erreichte und diese bis Test 4 verbessern konnte, waren die Entwicklungsraten der Interventionsgruppe zwischen Test 1 und Test 4 so hoch, dass ihre Blockzeiten beim Abschlusstest unverkennbar kürzer waren als die der Kontrollgruppe. Dieses Ergebnis ist umso bemerkenswerter, da bei herkömmlichen Training von der mit den jüngeren Sportlern besetzten Kontrollgruppe höhere Entwicklungsraten zu erwarten sind, als von der aus älteren Sportlern bestehenden Interventionsgruppe. Abbildung 44 zeigt ebenfalls die Entwicklung der Blockzeit-Mittelwerte von Landeskadern Sachsens, Thüringens und Sachsen-Anhalts innerhalb eines Trainingsjahres⁹³. Während das Ausgangs- und Endniveau in der Kontrollgruppe dem der Landeskader entspricht, ist die Entwicklungsrate der Interventionsgruppe als überdurchschnittlich hoch zu bewerten.

Bezüglich der Entwicklung der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) ergibt sich auch bei Berücksichtigung des gesamten Trainingsjahres ein differenziertes Bild.

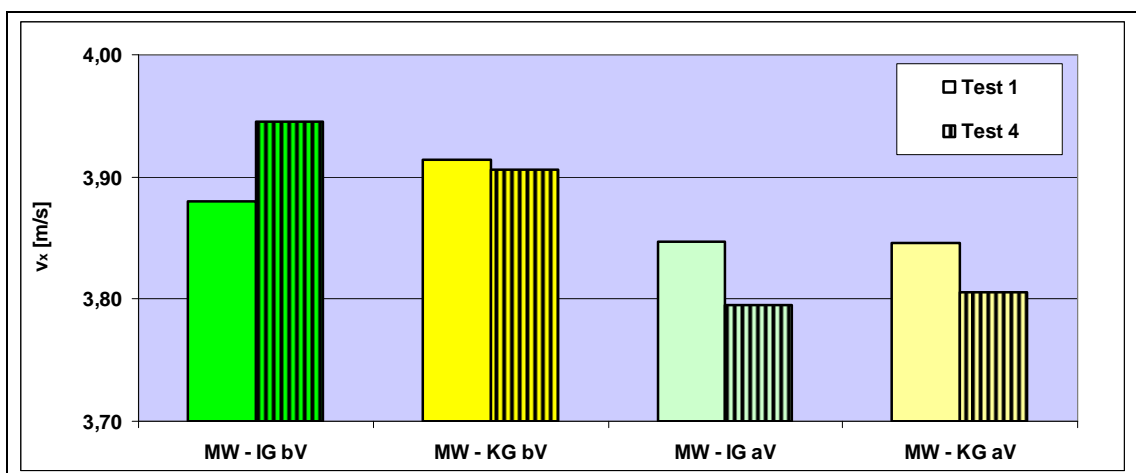


Abb. 45. Mittelwerte der Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) beider Untersuchungsgruppen bei Anwendung der bevorzugten und der alternativen Startvariante bei Test 1 und Test 4

⁹³ Die Daten stammen aus leistungsdiagnostischen Untersuchungen in den Jahren zwischen 2000 und 2005. Die Blockzeiten wurden mit der gleichen Untersuchungsbasis ermittelt, wie unter 5.2.2.2 beschrieben. Es erfolgte eine Bestimmung der Blockzeit-Mittelwerte von 100 Sportlern (52 männlich, 13 bis 17 Jahre; 48 weiblich, 12 bis 16 Jahre). Zwischen der ersten und der letzten Messung lag ein Zeitraum von sechs bis neun Monaten. Die Starts wurden ausschließlich mit der bevorzugten Startvariante ausgeführt.

In Abbildung 45 sind die Mittelwerte dieses Parameters von Test 1 und Test 4 für beide Untersuchungsgruppen sowohl bei Anwendung der bevorzugten als auch der alternativen Startvariante dargestellt⁹⁴. Eine eindeutige Erhöhung der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) wurde nur von der Interventionsgruppe bei Anwendung der bevorzugten Startvariante realisiert. Bei der Kontrollgruppe stagnierte dieser Wert. Bei Anwendung der alternativen Startvariante verringerte sich die Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) in beiden Untersuchungsgruppen. Die Ursache für die unterschiedliche Entwicklung dieses Startleistungsmerkmals in der Interventionsgruppe wird darin gesehen, dass deren Sportler ihre Startversuche im CP-Training ausschließlich mit der bevorzugten Startvariante ausführten. Die verbesserte Sensibilisierung für die Teilbewegungen des Absprungs vom Block konnte dadurch nur in den Bewegungsablauf der bevorzugten Startvariante transferiert werden.

Nach der Betrachtung der Entwicklungsverläufe der Startleistungsmerkmale über den gesamten Trainingsjahresverlauf wird im Folgenden auf die Entwicklung in den einzelnen Makrozyklen eingegangen. Dabei wird nur der Entwicklungsverlauf für die Interventionsgruppe bei Anwendung der bevorzugten Startvariante berücksichtigt.

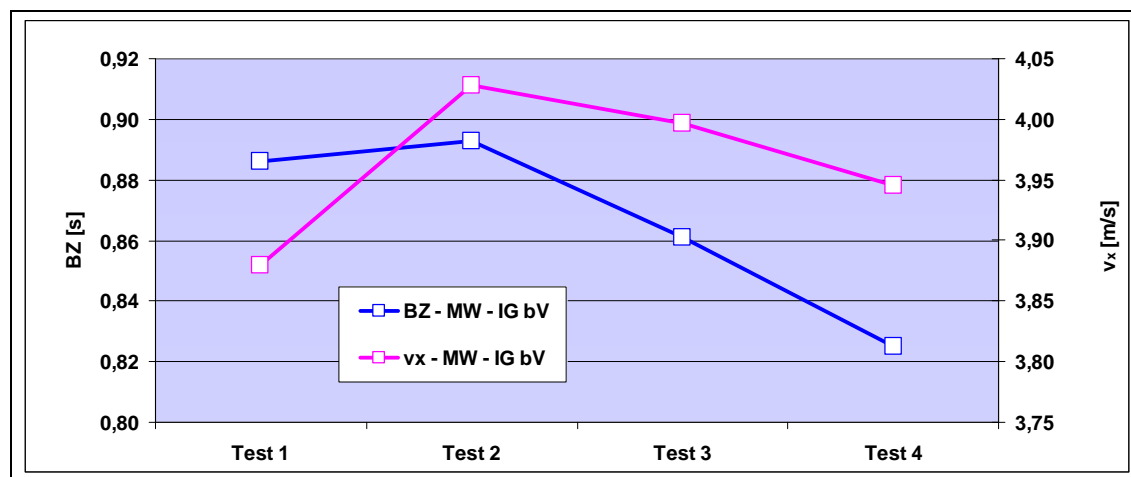


Abb. 46. Entwicklung der Mittelwerte von Blockzeiten und Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) der Interventionsgruppe von Test 1 bis Test 4 bei Anwendung der bevorzugten Startvariante

94 Ein Vergleich mit Landeskadern ist für das Startleistungsmerkmal „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ nicht möglich, da bei Startsprunganalysen für Landeskader dieser Parameter nicht bestimmt wird.

Abbildung 46 zeigt den Entwicklungsverlauf von Blockzeit und Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente). Es ist zu erkennen, dass die Blockzeit nach Abschluss des ersten Interventionszeitraums in Test 2 stagnierte. Die Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) erhöhte sich im gleichen Zeitraum deutlich. Während sich die Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) nach dem zweiten Interventionszeitraum etwas verringerte und auch nach dem interventionsfreien Makrozyklus erneut etwas abnahm, verringerten sich die Blockzeiten in den zuletzt genannten Zeiträumen deutlich.

Die Vermutung, dass vor allem die weitere Verkürzung der Blockzeiten im interventionsfreien Makrozyklus nicht eine Wirkung des Interventionsprogramms gewesen sein könnte, sondern auf die durch sinkende Trainingsbelastung begründete Frische der Sportler zurückzuführen sei, wird durch den Fakt entkräftet, dass die Trainingsbelastung der Kontrollgruppe in diesem Zeitraum ebenfalls geringer war, deren Blockzeiten gegenüber Test 3 aber stagnierten. Es wird geschlussfolgert, dass das spezielle Techniktrainingsprogramm seine Wirkung zunächst in einer verbesserten Koordination der grobmotorischen Streckbewegungen der Knie-, Fuß- und Hüftgelenke entfaltete, die sich in Test 2 in einer erhöhten Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) äußerte. Erst nach der Wiederholung des speziellen Techniktrainingsprogramms im zweiten Makrozyklus widerspiegelten sich die koordinativ verbesserten feinmotorischen Bewegungen in kürzen Blockzeiten. Dieser Prozess dauerte offensichtlich über den Interventionszeitraum hinaus an, sodass eine weitere Verkürzung der Blockzeiten nach dem interventionsfreien dritten Makrozyklus die Folge war.

Die Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson hatte einen signifikanten starken Zusammenhang zwischen den Sprunghöhen des vertikalen Sprungs und den bestimmten Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) zum Ergebnis (vgl. 6.2). Aus Abbildung 47 ist eine entgegengesetzte Entwicklung der beiden Parameter im Trainingsjahresverlauf ersichtlich. Die bei Test 2 gegenüber Test 1 festgestellten erhöhten Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) sind demnach nicht auf erhöhte Kraftvoraussetzungen in der an den Absprungbewegungen beteiligten Muskulatur zurückzuführen, sondern auf die Wirkung der Trainingsintervention.

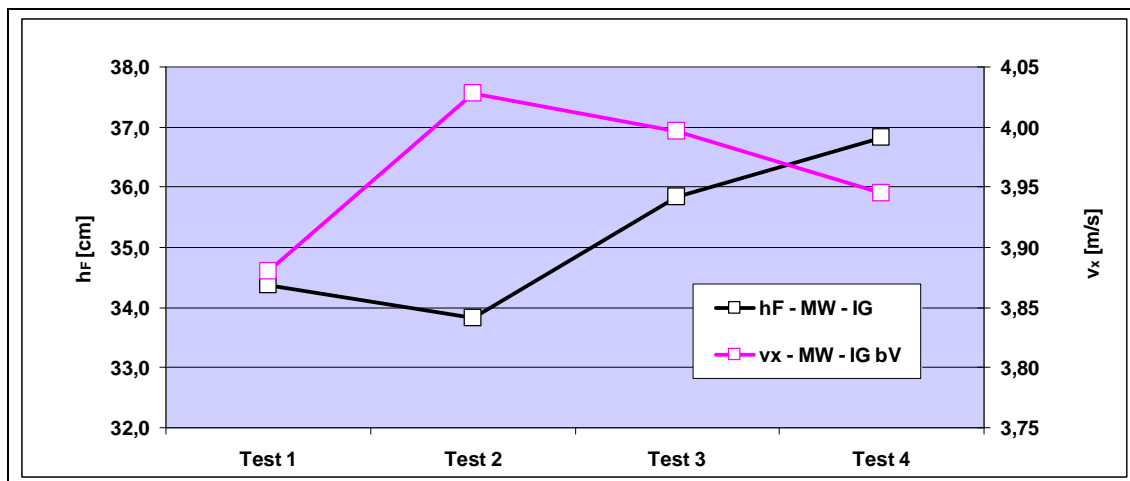


Abb. 47. Entwicklung der Mittelwerte von Sprunghöhen und Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) der Interventionsgruppe von Test 1 bis Test 4

Das spezielle Techniktrainingsprogramm hatte keinen negativen Einfluss auf die Entwicklung weiterer, für die komplexe Wettkampfleistung relevanter, Leistungsvoraussetzungen. Das wurde durch die Begrenzung des zeitlichen Umfangs der Trainingsintervention und durch den Einsatz der physisch wenig belastenden Inhalte der Trainingsintervention gesichert.

In Abbildung 48 sind die prozentualen Anteile ausgewählter Trainingsbereiche an der aufsummierten Gesamttrainingszeit in den Wochen des Trainingsjahres 2007/2008 für die Interventionsgruppe dargestellt. Die Trainingsbereiche, denen die Teiltrainingseinheiten zur Sensibilisierung für die Teilbewegungen des Absprungs vom Block sowie das CP-Training in den Interventionszeiträumen zugeordnet werden, sind in der Grafik in Rot-Weiß-Tönen wiedergegeben.

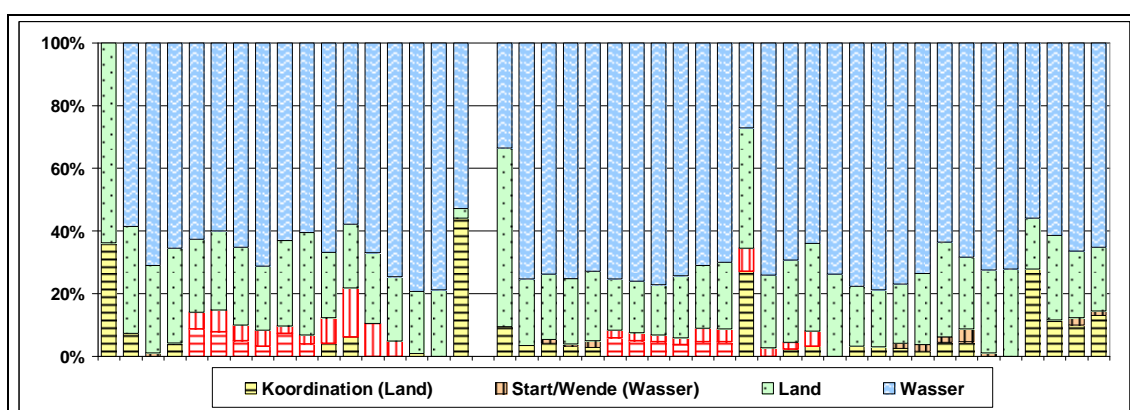


Abb. 48. Prozentuale Anteile ausgewählter Trainingsbereiche an der aufsummierten Gesamttrainingszeit in den Wochen des Trainingsjahres 2007/2008 für die Interventionsgruppe

Das betrifft die Bereiche „Koordination (Land)“ sowie „Start/Wende (Wasser)“, die neben den Teiltrainingseinheiten und dem CP-Training weitere Trainingsinhalte umfassen. Werden die für die Durchführung des speziellen Techniktrainingsprogramms benötigten Zeitumfänge addiert:

- 6 Wochen x 2 Teil-TE x 20 min pro Teil-TE = 4 h Landtraining

- 6 Wochen x 2 Teil-TE x 20 min pro Teil-TE

4 Wochen x 1 Teil-TE x 45 min CP-Training = 7 h Wassertraining

ergeben sich für die Interventionsgruppe die in Abbildung 49 wiedergegebenen Anteile an der aufsummierten Trainingszeit für den 1. und 2. Makrozyklus sowie für das gesamte Trainingsjahr 2007/2008.

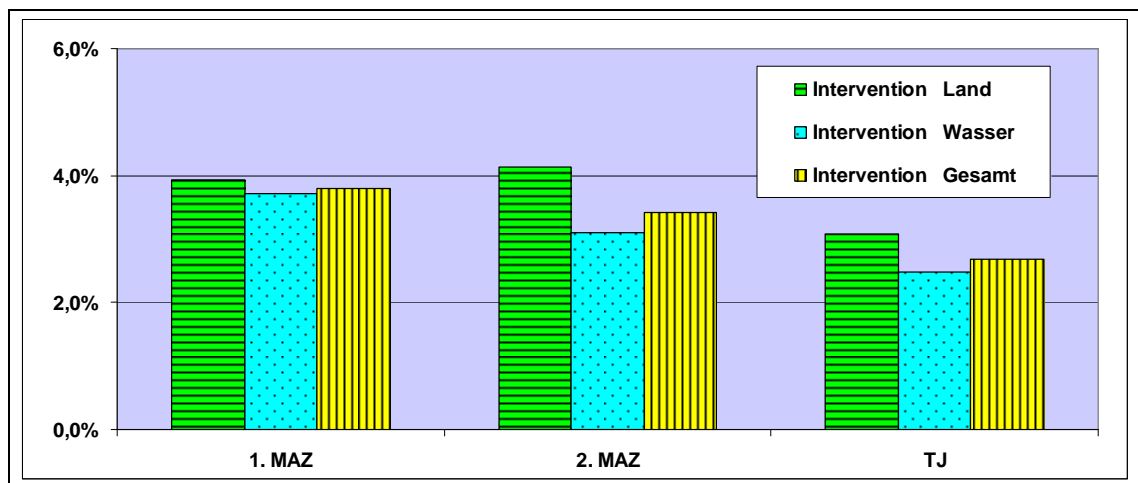


Abb. 49. Anteil der Trainingsintervention (spezielles Techniktrainingsprogramm) an den aufsummierten Land-, Wasser- und Gesamttrainingszeiten im 1. und 2. Makrozyklus sowie im gesamten Trainingsjahr 2007/2008 für die Interventionsgruppe

Geringer als 4,0 % bzw. geringer als 3,0 % waren die Anteile der Trainingsintervention an den aufsummierten Gesamttrainingszeiten des 1. und 2. Makrozyklus bzw. des Trainingsjahres 2007/2008.

Der Anteil des Starttrainings an der aufsummierten Gesamtwassertrainingszeit lag mit 3,7 % bei der Interventionsgruppe in einem vergleichbaren Bereich, wobei dieser Anteil noch Inhalte umfasst, die nicht mit der Intervention zusammenhängen. Der Anteil des Starttrainings an der aufsummierten Gesamtwassertrainingszeit in der Kontrollgruppe von 0,6 % ist offensichtlich zu gering, um Verbesserungen bei den Startleistungsmerkmalen „Blockzeit“ und „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ zu erreichen (vgl. Abbildung 50).

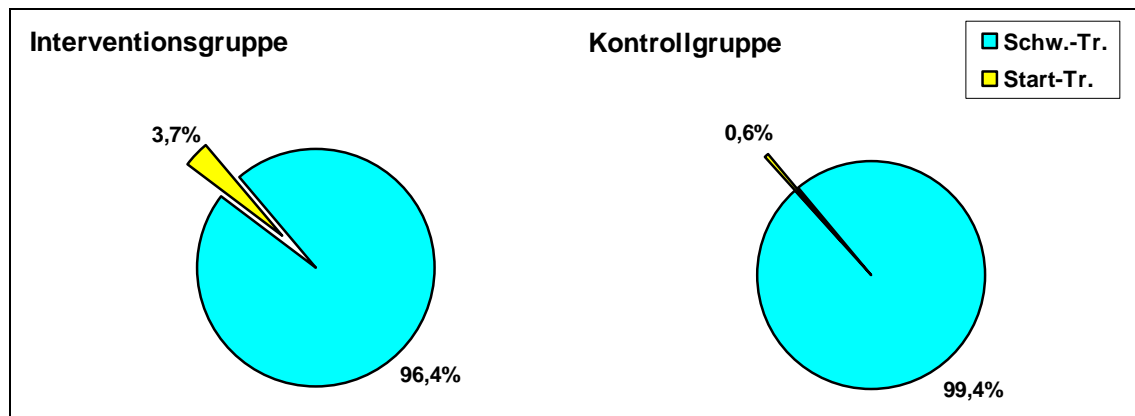


Abb. 50. Vergleich zwischen den Anteilen des Starttrainings an den aufsummierten Gesamtwassertrainingszeiten für die Untersuchungsgruppen im Trainings- und Wettkampfsjahr 2007/2008

Durch die Ausrichtung der Übungen in den Teiltrainingseinheiten zur Sensibilisierung der Teilbewegungen auf koordinative Aspekte und durch die mit 20 min relativ geringe Dauer dieser Teiltrainingseinheiten können Ermüdungserscheinungen oder negative Wirkungen auf andere Leistungsvoraussetzungen ausgeschlossen werden. Auch die durch das einmal wöchentlich durchgeführte CP-Training bedingten negativen Wirkungen können aufgrund der geringen Dauer von maximal 45 min und der relativ geringen Anzahl von Wiederholungen vernachlässigt werden.

7.2 Zusammenfassung

Zur Beantwortung der Frage, welchen Einfluss das durchgeführte spezielle Techniktrainingsprogramm auf die Entwicklung der Startleistungsmerkmale „Blockzeit“ und „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ genommen hat, wird festgestellt:

- Bei Durchführung des speziellen Techniktrainingsprogramms können im Trainingsjahresverlauf erhöhte Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) bei Anwendung der bevorzugten Startvariante und verkürzte Blockzeiten bei Anwendung beider Startvarianten erwartet werden. Dabei ist mit höheren Entwicklungsraten zu rechnen, als nach dem Absolvieren des herkömmlichen Trainings.
- Wird im CP-Training die alternative Startvariante nicht geübt, kann die verbesserte Sensibilisierung für Teilbewegungen des Absprungs vom Block nicht so in den komplexen Ablauf der Absprungbewegung transfe-

riert werden, dass sich dies in erhöhten Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) widerspiegelt.

- Nach Absolvieren des speziellen Techniktrainingsprogramms ist zunächst mit Verbesserungen bei dem Startleistungsmerkmal zu rechnen, bei welchem großmotorische Bewegungen dominieren (Absprunggeschwindigkeit [horizontale Komponente]) und erst verzögert bei dem Startleistungsmerkmal, bei welchem feinmotorische Bewegungen dominieren (Blockzeit).
- Trotz des starken Zusammenhangs zwischen den beiden Parametern ist durch das spezielle Techniktrainingsprogramm eine Erhöhung der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) auch bei stagnierenden bzw. etwas verringerten Sprungkraftvoraussetzungen möglich.
- Die Durchführung des speziellen Techniktrainingsprogramms übt keinen negativen Einfluss auf die Entwicklung weiterer, wettkampfrelevanter Leistungsvoraussetzungen aus.

7.3 Trainingsmethodische Schlussfolgerungen

In diesem Abschnitt werden trainingsmethodische Schlussfolgerungen gezogen, die

- a. sich direkt aus den Untersuchungsergebnissen ergeben,
- b. sich aus den Untersuchungsergebnissen und den während der Untersuchung gesammelten Erfahrungen ableiten lassen und
- c. ein Techniktraining im Anschluss- und Hochleistungstraining des DSV erleichtern sollen.

Zu a.

Die Antriebsleistungen beim Absprung vom Block können durch Techniktraining erhöht werden, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Der Sportler muss über die Bedeutung des Starts für das Wettkampfergebnis im Allgemeinen und über die Bedeutung des Absprungs vom Block im Besonderen aufgeklärt sein. Er muss biomechanisches Verständnis in dem Umfang besitzen, wie es notwendig ist, um den Einfluss der Blockzeit und der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) auf die Startleistung nachzuvollziehen. Aus diesem Grund muss der

Sportler theoretisch geschult werden. Ausgangsniveau, Ziel und die inhaltliche Gestaltung des Techniktrainings müssen ihm bewusst sein.

- CP-Training ist vor allem dann effektiv, wenn es mit anderen Techniktrainingsformen vorbereitet bzw. kombiniert wird. Für die Absprungbewegung vom Block bieten sich besonders die „Ganz-Teil-Ganz-Methode“ als eine modifizierte Form der „methodischen Übungsreihen“ sowie Elemente des „differenziellen Lernens“ nach Schöllhorn (1999) an. Alternativ sollten Vereinfachungsstrategien wie „Verringerung der Programmbreite“ und „Parameterveränderung“ zum Einsatz kommen (Roth, 1993). Dafür sind Orte und Räumlichkeiten zu nutzen, die der Erreichung des jeweiligen Trainingsziels nutzen (Sporthalle, Gymnastikraum, Beckenrand in der Schwimmhalle u. ä.).
- Im CP-Training werden die durch andere Techniktrainingsformen optimierten Teilbewegungen in den komplexen Bewegungsablauf der Wettkampfübung transferiert. Dementsprechend muss der angestrebte Bewegungsablauf der komplexen Wettkampfübung im CP-Training geübt werden.
- Techniktraining für die Optimierung von Bewegungsabläufen des Absprungs vom Block sollte einen Anteil von drei Prozent an der aufsummierten Gesamttrainingszeit eines Trainingsjahres nicht unterschreiten. Je nachdem, welche Phase, welche Merkmale und Kriterien des Starts betroffen sind, sollte der Anteil am Landtraining zwei bis sechs Prozent und der am Wassertraining zwei bis vier Prozent betragen.
- Techniktraining ist kontinuierlich über mehrere Wochen durchzuführen und im Verlauf eines Trainingsjahres zu wiederholen, da sich positive Veränderungen bei feinmotorischen Bewegungen erst nach Transformationszeiträumen, die mehrere Wochen betragen können, in verbesserten wettkampfrelevanten Parametern niederschlagen.

Zu b.

Die erfolgreiche Durchführung des speziellen Techniktrainingsprogramms zur Erhöhung der Antriebsleistungen beim Absprung vom Block kann unter Berücksichtigung nachfolgender Empfehlungen unterstützt werden:

- Teiltrainingseinheiten zur Sensibilisierung von Teilbewegungen sowie CP-Trainingseinheiten sind nach einer ausreichenden Erwärmung zu

Beginn einer Trainingseinheit durchzuführen. Ohne ermüdende Vorbelastungen sind die Sportler besser in der Lage, objektive, subjektive, Eigen-, Fremd- bzw. Ergänzungsinformationen aufzunehmen und zu verarbeiten.

- Teiltrainingseinheiten zur Sensibilisierung von Teilbewegungen sind mit einer Dauer von ca. 20 min möglichst an jedem Trainingstag durchzuführen.
- Für CP-Trainingseinheiten wird unter Berücksichtigung weiterer Trainingsinhalte eine Dauer von 45 min bis 60 min pro Trainingseinheit empfohlen. Als optimale Häufigkeit werden drei auf die Woche verteilte CP-Trainingseinheiten angesehen. Um eine ausreichende Anzahl an Wiederholungen mit objektiver Ergänzungsinformation zu sichern, ist eine Anzahl von mehr als drei Sportlern, die innerhalb einer Gruppe am Messplatz üben, abzulehnen.
- Umfang und Frequenz der zu gebenden subjektiven und/oder objektiven Fremd- bzw. Ergänzungsinformationen sollten den individuellen Besonderheiten der Sportler angepasst werden. Prägnante schlagwortartige aufmerksamkeitslenkende Informationen unterstützen die Konzentration auf die Eigeninformation sowohl bei der Bewegungsausführung am Messplatz mit objektiver Ergänzungsinformation als auch beim selbstständigen Üben.
- Das Zusammenfassen der Ergebnisse einer CP-Trainingseinheit und das Setzen von Schwerpunkten für das selbstständige Üben bis zur nächsten CP-Trainingseinheit führen zu einer höheren Identifikation des Sportlers mit seinem angestrebten Bewegungsablauf. Dies ist vor allem dann relevant, wenn zwischen den CP-Trainingseinheiten Zeiträume von mehreren Tagen liegen.

Zu c:

Ein Techniktraining zur Erhöhung der Antriebsleistungen beim Absprung vom Block im Anschluss- und Hochleistungstraining kann bei Beachtung allgemeiner trainingsmethodischer Grundsätze lang- und mittelfristig vorbereitet werden:

- In den Ausbildungsetappen des Grundlagen- und Aufbautrainings sind die Voraussetzungen für die Lernfähigkeit der Sportler zu schaf-

fen. Die Sportler müssen in die Lage versetzt werden, ihre eigenen Bewegungen bewusster wahrzunehmen und gezielter auf sie Einfluss auszuüben. Das Sammeln vielfältiger Bewegungserfahrungen trägt dazu bei, die Ausführung bestimmter Bewegungen schnell und effektiv den ontogenetisch bedingten konstitutionellen Änderungen anzupassen. Für diesen Zweck sind Elemente des variablen Übens und des differenziellen Lernens (Schöllhorn, 1999) empfehlenswert.

- Die Schulung koordinativer Fähigkeiten (Hirtz, 1988, 2002; Zimmermann, Schnabel & Blume, 2002) als gezieltes und vielseitiges „technisches Ergänzungstraining“ (Martin et al., 1999) sollte Trainingsbestandteil jeder Ausbildungsetappe sein. Obwohl die koordinativen Fähigkeiten sehr allgemeinen Charakter tragen, sind sie Voraussetzung für die spezifischen sporttechnischen Anforderungen jeder Sportart. Differenzierungs- und Kopplungsfähigkeit besitzen hohe Relevanz für die Startleistungsmerkmale. Der Ausprägungsgrad der Reaktionsfähigkeit und der Gleichgewichtsfähigkeit wirkt sich auf die Blockzeit aus. Die Qualität der Orientierungsfähigkeit stellt eine Art Zubringerleistung für die Differenzierungs- und Kopplungsfähigkeit dar.

Es wird empfohlen, die auf den Untersuchungsergebnissen basierenden Schlussfolgerungen bei der Erarbeitung von Rahmentrainingskonzeptionen (RTK), Rahmentrainingsplänen (RTP) und/oder weiteren Verbandsmaterialien auf DSV- oder Länderebene, aber auch bei der Erstellung von individuellen Trainingsplänen (ITP) zu berücksichtigen.

7.4 Orientierungen für zukünftige Untersuchungen zum Forschungsgegenstand

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit den Auswirkungen eines speziellen Techniktrainingsprogramms auf die Startleistungsmerkmale „Blockzeit“ und „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“, die maßgeblich durch die Bewegungsausführung während der ersten drei Phasen des Starts bestimmt werden. Neben den Untersuchungsergebnissen und den von ihnen abgeleiteten Empfehlungen ergeben sich auch Ansatzpunkte für weitere Forschungsfragestellungen, welche die Erhöhung der Antriebsleistungen beim Ab-

sprung vom Block zum Inhalt haben. Im Folgenden werden Themen genannt, die Gegenstand weiterer Untersuchungen sein könnten.

Interessant ist die Frage, welchen Einfluss veränderte Bewegungsabläufe während der ersten drei Phasen des Starts auf die nachfolgenden Phasen nehmen. Infolge der durchgeführten Trainingsintervention veränderten sich außer den Startleistungsmerkmalen „Blockzeit“ und „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ weitere Absprungparameter, die zwar nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung waren, aber Anlass zu der Vermutung geben, dass sie Einfluss auf Parameter nehmen, welche die nachfolgenden Startphasen repräsentieren. Eine in der Anlage IX vorgestellte Einzelfallbetrachtung bekräftigt diese Annahme. Das Beispiel zeigt, dass es von Test 1 zu Test 2 nicht zu einer Verkürzung der 7,5-m-Start-Zeit kam, obwohl sich im gleichen Zeitraum die Blockzeit verringerte und die Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) erhöhte. Dies scheint im Widerspruch zu Küchlers Modellansatz (Küchler, 1994) zu stehen, nachdem die 7,5-m-Start-Zeit maßgeblich durch Blockzeit und Absprunggeschwindigkeit bestimmt wird. Zu untersuchen wäre, ob dieser Einfluss generell besteht und wenn ja, in welchem Ausmaß. Anschließend würde sich die Frage, mit welchen Maßnahmen negative Auswirkungen vermieden bzw. eingegrenzt oder positive Auswirkungen unterstützt werden könnten.

Ein weiteres Resultat der vorliegenden Untersuchung ist die entgegengesetzt verlaufende Entwicklung der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) v_x und der Sprunghöhe h_F beim vertikalen Sprung trotz des bestehenden engen Zusammenhangs zwischen diesen Parametern. Reuss (2007) konnte mit einer aus Sprungkrafttraining bestehenden Trainingsintervention bei deutschen Spitzenschwimmern eine Erhöhung der Sprungkraft erreichen. Die Verkürzung der 7,5-m-Startzeiten, die er auf der Basis von Küchlers Modellansatz (Küchler, 1994) erwartete, blieb aber aus. Offensichtlich ist die Erhöhung der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) nach der Steigerung der Sprungkraftvoraussetzungen kein Automatismus. Es ist anzunehmen, dass die Ausführung der Absprungbewegung vom Block erst den veränderten konditionellen Leistungsvoraussetzungen angepasst werden muss, bevor ein quantitativ nachweisbarer Fortschritt in Form einer erhöhten Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) und folglich in Form einer verkürzten 7,5-m-Start-Zeit erreicht wird. Ein Techniktraining könnte diesen Anpassungsprozess unterstüt-

zen. Interessant wäre, ob beide Trainingsmittel alternierend und akzentuiert oder aber parallel eingesetzt werden sollten.

Das Ziel der durchgeführten Trainingsintervention bestand darin zu überprüfen, ob mit einem speziellen Techniktrainingsprogramm die Antriebsleistungen beim Absprung vom Block erhöht werden können. Nachdem die Untersuchungsergebnisse dies für Sportler im Übergang vom Aufbau- zum Anschlussstraining weitestgehend bestätigten, steht eine Wirksamkeitsprüfung im Hochleistungstraining noch aus. In der Annahme, dass sich die Ausprägung individueller Leistungsvoraussetzungen in dieser Ausbildungsstufe auf einem höheren Niveau befindet, ist überlegenswert, ob vor allem die Programme zur Sensibilisierung der Teilbewegungen nach den individuellen Reserven der Sportler zusammengestellt werden sollten. Grundlage dafür könnte eine Bewertung der Bewegungsausführung nach dem Kriterienkatalog „Start“ (Dietze & Saborowski, 2005) sein.

Literaturverzeichnis

- Arellano, R., Brown, P. & Cappaert, J. (1992). *Project 10: Swimming "Analysis of the start and turning times, stroke length and stroke rate for all the Olympics participants*, I.O.C. Medical Commission.
- Arellano, R., Moreno, F.J., Martinez, M. & Ona, A. (1996). A device for quantitative measurement of starting time in swimming. In J.P. Troup; A.P. Hollander, D. Strasse, S.E. Trappe, J.M. Cappaert & T.A. Trappe (Ed.), *Biomechanics and Medicine in Swimming VII* (S. 195-200). London: E & FN Spon.
- Ayalon, A., van Gheluwe, B. & Kanitz, M. (1975). A comparison of four styles of racing starts in swimming. In J.P. Clarys & L. Lewillie (Hrsg.), *Swimming II*. (S. 233-239). Baltimore: University Park Press.
- Ballreich, R. (1981) Analyse und Ansteuerung sportmotorischer Techniken aus trainingsmethodischer und biomechanischer Sicht. *Leistungssport*, 11 (6), 513-526.
- Ballreich, R. (1983) Analyse und Ansteuerung sportmotorischer Techniken aus trainingsmethodischer und biomechanischer Sicht. *Leistungssport*, 13 (5), 33-38.
- Berger, J. (2008). Trainingsinhalt, -mittel, -übungen, und -methoden. In G. Schnabel, D. Harre & J. Krug (Hrsg.), *Trainingslehre-Trainingswissenschaft* (S. 211-220). Aachen: Meyer&Meyer.
- Bergius, R. (1971). *Psychologie des Lernens*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Bernstein, N.A. (1988). *Bewegungsphysiologie* (2. Aufl.). Leipzig: Barth.
- Bortz, J. & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler* (4. Aufl.). Berlin: Springer.
- Bowers, J.E. & Cavanagh, P.R. (1975). A biomechanical comparison of the grab and conventional sprint start in competitive swimming. In J.P. Clarys & L. Lewillie (Hrsg.), *Swimming II*. (S. 225-232). Baltimore: University Park Press.
- Bredner, B. (2009). *Prüfung auf Normalverteilung*. Zugriff am 02.11.2009, 2009 unter <http://www.bb-sbl.de/tutorial/verteilungen/ueberpruefungnormalverteilung.html>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Counsilman, J.E. (1980). *Handbuch des Sportschwimmens*. Bockenem: Fahnenmann.
- Counsilman, J.E., Nomura, T., Endo, M. & Counsilman, B.E. (1988). A study of three types of grab start for competitive swimming. *The National Aquatics Journal*, 4 (2), 2-6.
- Daug, R. (2000). *Evaluation sportmotorischen Messplatztrainings im Spitzensport*. Köln: Strauß.
- De la Fuente, B., Garcia, F. & Arellano, R. (2003). Are the Forces Applied in the Countermovement Jump Related to the Forces Applied During the Swimming Start? In J.-C. Chatard (Ed.), *Biomechanics and Medicine in Swimming IX* (S. 207-212). Saint-Etienne: University of Saint-Etienne.
- Deutscher Schwimm-Verband e. V. (2003). *Wettkampfbestimmungen Schwimmen (SW)*. Zugriff am 07.05.2009, 2009 unter <http://www.dsv.de/DesktopDefault.aspx?tabid=70&tabindex=-1>
- Deutscher Schwimm-Verband e. V. (2004). *Komplexe Leistungsdiagnostik - Testbeschreibungen*. unveröffentlicht.

- Deutscher Schwimm-Verband e. V. (2006). *Rahmentrainingsplan Schwimmen*. unveröffentlicht.
- Deutscher Schwimm-Verband e. V. (2008). *Komplexe Leistungsdiagnostik - Testbeschreibungen*. Unveröffentlicht.
- Dickwach, H. & Wagner, K. (2004). Neue Möglichkeiten der Analyse und Technikkorrektur im Skispringen durch die Kopplung visueller Informationen mit Kraftverläufen. *Leistungssport*, 34 (1), 12-17.
- Dietze, J. & Saborowski, C. (2005). *Kriterien für die Technikbewertung von Starts und Wenden im Sportschwimmen zur Ableitung spezifischer Anforderungen im Techniktraining*. Abschlussbericht zum Forschungsprojekt VF 07/08/40/2003-2004.
- Farfel, V.S. (1962). Wege zur Vervollkommnung der Sporttechnik (Das methodische Prinzip der Schnell-Information). *Teorija i praktika fizičeskoj kulture*, 25 (5), 23-28.
- Fédération Internationale de Natation (2009 a). *Swimming Rules*. Zugriff am 14.05.2009, 2009 unter http://www.fina.org/project/index.php?option=com_content&task=view&id=45&Itemid=119
- Fédération Internationale de Natation (2009 b). *Facilities Rules*. Zugriff am 14.05.2009, 2009 unter http://www.fina.org/project/index.php?option=com_content&task=view&id=51&Itemid=119
- Fetz, F. (1988). *Allgemeine Methodik der Leibesübungen*. (9. Aufl.). Bad Homburg: Limpert.
- Göhner, U. (1979 a). Zur Analyse von Bewegungsaufgaben. *Sportpädagogik*, 3 (2), 8-13.
- Göhner, U. (1979 b). *Bewegungsanalyse im Sport*. Schorndorf: Hofmann.
- Graumnitz, J. & Küchler, J. (2004). Entwicklungstendenzen und Leistungsreserven im Schwimmen. *Zeitschrift für Angewandte Trainingswissenschaft*, 11 (2), 119-128.
- Graumnitz, J. & Küchler, J. (2006). Ergebnisse aus einer Wettkampfbeobachtung bei den XI. Weltmeisterschaften im Schwimmen in Montreal 2005. In W. Leopold (Hrsg./Red.), *Schwimmen - Lernen und Optimieren*, 26 (S. 7-38). Beucha: DSTV.
- Graumnitz, J. & Küchler, J. (2007). Ergebnisse aus einer Wettkampfbeobachtung bei den XII. Weltmeisterschaften im Schwimmen in Melbourne 2007. In W. Leopold (Hrsg./Red.), *Schwimmen - Lernen und Optimieren*, 28 (S. 102-131). Beucha: DSTV.
- Graumnitz, J. & Küchler, J. (2009). Ergebnisse aus einer Analyse der Schwimmwettbewerbe bei den Olympischen Spielen in Peking 2008 und zur Entwicklung der Wettkampfleistungen im Schwimmen. In W. Leopold (Hrsg./Red.), *Schwimmen - Lernen und Optimieren*, 30 (S. 21-56). Beucha: DSTV.
- Graumnitz, J., Küchler, J. & Drenk, V. (2007). Greifstart oder Schrittstart – Fakten und Tendenzen aus Analysen bei internationalen Meisterschaften im Sportschwimmen. In W. Leopold (Hrsg./Red.), *Schwimmen - Lernen und Optimieren*, 28 (S. 90-101). Beucha: DSTV.
- Guimaraes, A.C.S. & Hay, J.G. (1985). A Mechanical Analysis of the Grab Starting Technique in Swimming. *International Journal of Sport Biomechanics*, 1985 (1), 25-35.

- Gundlach, H. (1980). *Zu den Strukturmerkmalen der Leistungsfähigkeit, der Wettkampfleistung und des Trainingsinhaltes in den Schnellkraft- und Ausdauer-sportarten*. Leipzig: DHfK, Diss. B.
- Hanauer, E. (1972). The grab starts faster than conventional start. *Swimming World*, 13, 612-616.
- Hay, J.G. & Guimaraes, A.C.S. (1983). A quantitative look at swimming biomechanics. *Swimming Technique*, Aug.-Oct., 11-17.
- Heilfort, U. (1986). Zur Entwicklung und zum Einsatz eines mikrorechnergestützten Mess- und Informationssystems zur effektiven Unterstützung des sporttechnischen Trainings. In P. Schacke (Hrsg.), *Mikrorechnergestütztes Mess- und Informationssystem* (S. 5-55). Leipzig: Forschungsinstitut für Körperkultur und Sport Leipzig.
- Hirtz, P. (1988). *Koordinative Fähigkeiten im Schulsport* (2. Aufl.). Berlin: Volk und Wissen.
- Hirtz, P. (2002). Von der Gewandtheit zu den koordinativen Fähigkeiten. In G. Ludwig & B. Ludwig (Hrsg.), *Koordinative Fähigkeiten – koordinative Kompetenz* (S. 20-24). Kassel: Universität Kassel.
- Hochmuth, G. (1967). *Biomechanik sportlicher Bewegungen*. Berlin: Sportverlag.
- Hoffmann, F. (1989). *Zur Präzisierung der Bewegungsstruktur des Startsprunges im Sportschwimmen und der daraus abgeleiteten methodischen Gestaltung des Starttrainings*. Leipzig: FKS, Diss.
- Hohmann, A., Lames, M. & Letzelter, M. (2007). *Einführung in die Trainingswissenschaft* (4., überarb. u. erw. Aufl.). Wiebelsheim: Limpert.
- Holthe, M.J. & McLean, S.P. (2001). Kinematic comparison of grab and track starts in swimming. In J.R. Blackwell & R.H. Sanders (Hrsg.), *Proceedings of Swim Sessions. XIX International Symposium on Biomechanics in Sports* (S. 31-34). San Francisco: University of San Francisco.
- Houel, N., Taiar, R., Marchand, F.H., Rey, J.L., Boissiere, E., Lecat, S., Quievre, J. & Hellard, P. (2006). Inverse dynamic modelling of swimmers impulse during a grab start. In J.P. Vilas-Boas, F. Alves & A. Marques (Hrsg.), *Biomechanics and Medicine in Swimming X* (S. 42-44). Porto: Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.
- Houel, N., Rey, Lecat, & Hellard, P. (2006). Kinematic modelling of swimmers' impulse and flight phases during a grab start. In P. Hellard, M. Sidney, C. Fauquet & D. Lehenaff (Hrsg.), *Proceedings First International Symposium Sciences and Practices in Swimming* (S. 93-95). Biarritz: Atlantica.
- Invernizzi, P.L., Mauro, F., Mauro, L. & Dugnani, S. (2003). Comparison and analysis of the learning in grab and track start with adult beginners. In J.-C. Chatard (Ed.), *Biomechanics and Medicine in Swimming IX* (S. 91). Saint-Etienne: University of Saint-Etienne.
- Issurin, V. & Verbitsky, O. (2003). Track start vs. grab start: Evidence from the Sydney Olympic Games. In J.-C. Chatard (Ed.), *Biomechanics and Medicine in Swimming IX* (S. 213-218). Saint-Etienne: University of Saint-Etienne.
- Juergens, Ch.A. (1995). *A kinematic comparison of the grab and track starts in competitive swimming*. Eugene: Oregon State University, Magisterarbeit.
- Kernodle, M.W. & Carlton, L.G. (1992). Information feedback and the learning of multiple-degree-of freedom-activities. *Journal of Motor Behavior*, 24, 187-196.
- Kibele A. (2005). Mobiler Mess-Startblock. *Leistungssport*, 37 (4), 51-57.

- Kirner, K.E., Bock, M.A. & Welch, J.H. (1989). A comparison of four different start combinations. *Journal of Swimming Research*, 5 (2), 5-11.
- Knoll, K. (2005). Konstruktion, Fertigung und Kalibrierung eines dreigeteilten 1D- und 2D-Startblock-Dynamometers. In K. Wagner (Hrsg.), *Informations- und Kommunikationstechnologien in der angewandten Trainingswissenschaft* (S. 29-44). Leipzig: Institut für Angewandte Trainingswissenschaft.
- Knoll, K. (2009). Möglichkeiten zur Erhöhung der Wirksamkeit des Messplatztrainings im leistungsorientierten Sport. *Zeitschrift für Angewandte Trainingswissenschaft*, 16 (2), (23-33).
- Kollias, I., Baltzopoulos, V., Chatzinikolaou, K., Tsirakos, D. & Vasiliadis, I. (1992). Sex Differences in Kinematics and Temporal Parameters of the Grab Start. In D. MacLaren, T. Reilly & A. Lees (Hrsg.), *Biomechanics and Medicine in Swimming*, (S. 181-185). London: E & FN Spon.
- Krüger, T., Wick, D., Hohmann, A., El-Bahrawi, M. & Koth, A. (2003). Biomechanics of the Grab and Track Start Technique. In J.-C. Chatard (Ed.), *Biomechanics and Medicine in Swimming IX* (S. 219-223). Saint-Etienne: University of Saint-Etienne.
- Krug, J. (1988). Stand und Aufgaben zur Weiterentwicklung des computergestützten parameterorientierten Trainings in den akrobatischen Sportarten. In *Anwendung biomechanischer Verfahren zur objektiven Rückinformation im Training* (S. 16-20). Leipzig: Forschungsinstitut für Körperkultur und Sport.
- Krug, J. (1995). Techniktraining. Versuch einer aktuellen Standortbestimmung. In J. Nicolaus & K.W. Zimmermann (Red.), *Sportwissenschaft interdisziplinär. Festschrift für Prof. Dr. Dietrich Martin* (S. 55-67). Kassel: Universität Gesamthochschule.
- Krug, J. (2008 a). Auswertung sportlicher Wettkämpfe. In G. Schnabel, D. Harre & J. Krug (Hrsg.), *Trainingslehre-Trainingswissenschaft* (S. 559-568). Aachen: Meyer&Meyer.
- Krug, J. (2008 b). Techniktraining. In G. Schnabel, D. Harre & J. Krug (Hrsg.), *Trainingslehre-Trainingswissenschaft* (S. 272-300). Aachen: Meyer&Meyer.
- Krug, J. (2009) Prognosen der Wettkampfleistung. *Leistungssport*, 39 (2), 5-10.
- Krug, J., Naundorf, F. & Lattke, S. (2004). Bericht zum Einsatz von Messplätzen an den Olympiastützpunkten. In J. Krug & H.-J. Minow (Hrsg.), *Messplatztraining* (S. 204-214). Sankt Augustin: Academia.
- Küchler, J. (1994). Mechanische Analyse des Startabschnitts im Schwimmen. In W. Freitag (Hrsg.), *Schwimmen - Lernen und Optimieren*, 8 (S. 73-85). Rüsselsheim: DSTV.
- Küchler, J. (2003, September). Biomechanische Aspekte im Sportschwimmen „Start und Wende“. Vortrag im Rahmen der A-Lizenz-Ausbildung des DSV.
- Küchler, J. (2008). Analyse der olympischen Schwimmwettbewerbe 2008. Unveröffentlicht.
- Küchler, J. & Graumnitz, J. (2006). Ergebnisse aus einer Wettkampfbeobachtung bei den XI. Weltmeisterschaften im Schwimmen. In W. Leopold (Hrsg.): *Schwimmen – Lernen und Optimieren*, 26 (S. 7-38). Rüsselsheim: DSTV.
- Küchler, J., Graumnitz, J. & Schnabel, U. (2004). Ergebnisse aus einer Wettkampfbeobachtung bei den X. Schwimm-Weltmeisterschaften vom 20.-27.7.2003 in Barcelona. In W. Freitag (Hrsg.), *Schwimmen - Lernen und Optimieren*, 23 (S. 98-132). Rüsselsheim: DSTV.

- Küchler, J., Graumnitz, J. & Schnabel, U. (2009). *Ergebnisse aus einer Analyse der Schwimmwettbewerbe bei den 13. Weltmeisterschaften im Schwimmen in Rom 2009*. Unveröffentlicht.
- Küchler, J. & Leopold, H. (2000). Start. In W. Freitag (Hrsg.), *Schwimmen - Lernen und Optimieren*, 17 (S. 106-115). Rüsselsheim: DSTV.
- Küchler, J., Leopold, W. & Graumnitz, J. (2005). Südafrikanische Kraulsprinter mit super Startleistungen zum Erfolg. *Swim & more*, 08 (2005), S. 54-59.
- Küchler, J. & Witt, M. (2000). Zur Bedeutung grundlegender Leistungsvoraussetzungen für die Wettkampfleistung der Schwimmer. *Leistungssport*, 30 (5), 38-44.
- Küchler, J. & Wolf, S. (1993). Zum Einsatz eines computergestützten Messplatzes beim Starttraining im Schwimmen. *Leistungssport*, 23 (2), 43-46.
- Lee, C.-W., Huang, C., Wang, L.-I. & Lin, D.-C. (2001). Comparison of the Dynamics of the Swimming Grab Start, Squat Jump and Countermovement Jump of the Lower Extremity. In J.R. Blackwell & R.H. Sanders (Hrsg.), *Proceedings of Swim Sessions. XIX International Symposium on Biomechanics in Sports* (S. 143-146). San Francisco: University of San Francisco.
- Lehnertz, K. (1991). Techniktraining. In H. Rieder & K. Lehnertz (Hrsg.), *Bewegungslernen und Techniktraining* (S. 105-195). Schorndorf: Hofmann.
- Leopold, W. & Küchler, J. (2004). Zur Situation im internationalen Schwimmsport nach den Weltmeisterschaften in Barcelona 2003. *Leistungssport*, 34 (3), 42-48.
- Maglischo, E.W. (2003). *Swimming fastest. The essential reference on technique, training and program design*. Champaign: Human kinetics.
- Martin, D. (1980). *Grundlagen der Trainingslehre. Teil II: Die Steuerung des Trainingsprozesses*. Schorndorf: Hofmann.
- Martin, D. (1989). Probleme des Techniktrainings im Sport. *Leistungssport*, 19 (1), 9-13.
- Martin, D. (1991). Merkmale einer trainingswissenschaftlichen Theorie des Techniktrainings. In R. Dauts u.a. (Hrsg.), *Sportmotorisches Lernen und Techniktraining* (Band 1, S. 53-77). Schorndorf: Hofmann.
- Martin, D., Carl, K. & Lehnertz, K. (1991). *Handbuch Trainingslehre*. Schorndorf: Hofmann.
- Martin, D., Nicolaus, J., Ostrowski, C. & Rost, K. (1999). *Handbuch Kinder- und Jugendtraining*. Schorndorf: Hofmann.
- Mason, B., Alcock, A. & Fowlie, J. (2007). A Kinetic Analysis and Recommendations for Elite Swimmers Performing the Sprint Start. In Proceedings of the XXV International Symposium on Biomechanics in Sports. (S. 192-195). Zugriff am 02.10.2009, 2009 unter <http://w4.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/433>.
- Mattes, K., Bähr, H., Böhmert, W. & Schmidt, V. (1997). Techniktraining mit direkter Anzeige rudertechnischer Kennlinien im Rennboot. In P. Hirtz & F. Nüske (Hrsg.), *Bewegungskoordination und sportliche Leistung integrativ betrachtet* (S. 226-230). Hamburg: Czwalina.
- Mechling, H. (1988). Zur Theorie und Praxis des Techniktrainings. Problemaufriss und Thesen. *Leistungssport*, 18 (1), 39-42.
- Mendoza, L. & Schöllhorn, W. (1991). Die Ansteuerung räumlicher Merkmale der Diskuswurftechnik im Hochleistungsbereich mit Hilfe eines biomechanischen Schnellinformationssystems. *Leistungssport*, 21 (3), 18-22.

- Miller, M., Allen, D. & Pein, R. (2003). A kinetic and kinematic comparison of the grab and track starts in swimming. In J.-C. Chatard (Ed.), *Biomechanics and Medicine in Swimming IX* (S. 231-235). Saint-Etienne: University of Saint-Etienne.
- Nachtigall, C. & Wirtz, M. (2009). *Wahrscheinlichkeitsrechnung und Interferenzstatistik – Statistische Methoden für Psychologen Teil 2* (5. Aufl.). Weinheim: Juventa.
- Naundorf, F. (2007). *Zur Wirksamkeit des Messplatztrainings im Wasserspringen, dargestellt am Saltodrehgerät*. Köln: Strauß.
- Neumaier, A. (1997). Trainingswissenschaftlicher Ansatz zum Techniktraining. In J. Nitsch u. a. (Hrsg.), *Techniktraining. Beiträge zu einem interdisziplinären Ansatz* (S. 197-225). Schorndorf: Hofmann.
- Neumaier, A. (1999). *Koordinatives Anforderungsprofil und Koordinationstraining. Grundlagen – Analysen – Methodik*. Köln: Sport und Buch Strauß.
- Neumann, O. & Simon, U. (1994). Bewusstsein, Aufmerksamkeit, Konzentration. *Psychologie und Sport* 1 (4), 123-139.
- Oliver, N., Blischke, K., Daus, R. & Müller, H. (1994). Visuelle Selektion beim sportmotorischen Videotraining. *Psychologie und Sport* 1 (4), 140-148.
- Ozeki, K., Sakurai, S. & Taguchi, M. (2008). Effect of kinematic variables on entry phase in competitive swimming-start. In Y.-H. Kwon, J. Shim, J. K. Shim & I.-S. Shin (Hrsg.), *The XXVI Internationale Conference on Biomechanics in Sports, Proceedings* (S. 696). Korea: Korean Society of Sports Biomechanics & Department of Physical Education, Seoul National University.
- Pfeifer, H. (1989). *Komplexbericht Sportschwimmen zum Forschungsjahr 1988/89*. Leipzig: FKS.
- Pfeifer, H. (1991). *Schwimmen*. Berlin: Sportverlag.
- Rasch, B., Friese, M., Hofmann, W. & Naumann, E. (2010). *Quantitative Methoden Band 2 – Einführung in die Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler* (3., erw. Aufl.). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Reischle, K., & Loetz, C. (1988). Standardisierte Wettkampf-„Beobachtung“ bei den Schwimmeuropameisterschaften 1987 (Straßburg 16.-23. August). In DSTV (Hrsg.), *Der Schwimmtrainer*, 54/55 (S. 7-13). Rüsselsheim: DSTV.
- Reuss, A. (2007). *Optimierung der Startsprungleistung durch Sprungkrafttraining im Schwimmsport*. Bayreuth: Universität Bayreuth, Diplomarbeit.
- Roth, K. (1993). Wie lehrt man schwierige geschlossene Fertigkeiten? In Bielefelder Sportpädagogen, *Methoden im Sportunterricht* (2. Auflage) (S. 27-47). Schorndorf: Hofmann.
- Rudolph, K. (2001). Die Entwicklung des internationalen und nationalen Schwimmsports unter besonderer Berücksichtigung der Olympischen Spiele in Sydney 2000. *Leistungssport*, 31 (1), 48-55.
- Rudolph, K. (2009). Die Entwicklung des Weltschwimmsports und der deutschen Schwimmerinnen und Schwimmer unter besonderer Berücksichtigung der Olympischen Spiele 2008. *Leistungssport*, 39 (1), 25-29.
- Sanchez, J.-A., Maanon, R., Mon, J. & Arrelano, R. (2006). Start technique qualitative evaluation of international Spanish junior and pre-junior swimmers: an analysis of error frequency. In J.P. Vilas-Boas, F. Alves & A. Marques (Hrsg.), *Biomechanics and Medicine in Swimming X* (S. 250-252). Porto: Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.
- Saziorski, W. M., Aruin, A. S. & Selujanow, W. N. (1984). *Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparates* (1. Aufl.). Berlin: Sportverlag.

- Schnabel, G. (1986). Grundlagen und Methodik der sporttechnischen Ausbildung. In D. Harre (Hrsg.), *Trainingslehre* (10., überarb. Aufl.) (S. 194-218). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (2007). Bewegungskoordination als Regulation der Bewegungstätigkeit. In K. Meinel & G. Schnabel (Hrsg.), *Bewegungslehre – Sportmotorik. Abriss einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt* (11., überarb. und erw. Aufl.) (S. 28-71). Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
- Schnabel, G. (2008 a). Sportliche Leistung, Leistungsfähigkeit – Wesen und Struktur. In G. Schnabel, D. Harre & J. Krug (Hrsg.), *Trainingslehre-Trainingswissenschaft* (S. 34-56). Aachen: Meyer&Meyer.
- Schnabel, G. (2008 b). Begriffe - allgemeine Charakteristik. In G. Schnabel, D. Harre & J. Krug (Hrsg.), *Trainingslehre-Trainingswissenschaft* (S. 121-123). Aachen: Meyer&Meyer.
- Schnabel, G., Krug, J. & Panzer, S. (2007). Motorisches Lernen. In K. Meinel & G. Schnabel (Hrsg.), *Bewegungslehre – Sportmotorik. Abriss einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt* (11., überarb. und erw. Aufl.) (S. 144-211). Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
- Schnabel, G. & Thieß, G. (1993 b). *Lexikon Sportwissenschaft* (Band 2). Berlin: Sportverlag.
- Schöllhorn, W. (1999). Individualität – ein vernachlässigter Parameter. *Leistungssport*, 29 (2), 5-12.
- Schöllhorn, W. (2003). *Eine Sprint- und Laufschule für alle Sportarten*. Aachen: Meyer und Meyer.
- Schöllhorn, W. (2006). Differenzielles Lernen im Kugelstoßen. *Leistungssport*, 36 (4), 44-50.
- Schöllhorn, W. (2007). Grundlagen des differenziellen Lernens beim alpinen Skifahren. *Leistungssport*, 37 (4), 58-62.
- Schramm, E. (1987). *Sportschwimmen: Hochschullehrbuch*. Berlin: Sportverlag.
- Seifert, L., Payen, V., Vantorre, J. & Chollet, D. (2006). The breaststroke start in expert swimmers: a kinematical and coordinative study. In J.P. Vilas-Boas, F. Alves & A. Marques (Hrsg.), *Biomechanics and Medicine in Swimming X* (S. 90-92). Porto: Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.
- Shin, I. & Groppe, J.L. (1986). A comparison of the grab start and track start as utilized by competitive swimmers. In D.M. Landers (Hrsg.), *Sport and elite performers* (S. 171-175). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Stevens, J. (1999). *Intermediate Statistics. A Modern Approach*. London: Erlbaum.
- Stone, R.A. (1988). *A comparison among the track and grab starts in swimming and a stand-up response task*. Chapel Hill: University of North Carolina, Magisterarbeit.
- Sweetenham, B. & Atkinson, J. (2003). *Championship Swim Training*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Takeda, T. & Nomura, T. (2006). What are the Differences between Grab and Track Start? In J.P. Vilas-Boas, F. Alves & A. Marques (Hrsg.), *Biomechanics and Medicine in Swimming X* (S. 102-105). Porto: Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.
- Thorhauer, H.-A. (1971). Zur Zeitstruktur der „objektiven ergänzenden Information“. *Theorie und Praxis der Körperkultur*, 20 (5), 389-396.
- Ungerechts, B., Volck, G. & Freitag, W. (2002). *Lehrplan Schwimmsport* (Band 1). Schorndorf: Hofmann.

- Vantorre, J., Seifert, L., Fernandes, R.J., Vilas-Boas, J.P. & Chollet, D. (2010). Kinematical Profiling of the Front Crawl Start. *Int. J. Sports Med.*, 31 (1), 16-21. Zugriff am 11.01.2010, 2010 unter <http://www.thieme-connect.de/ejournals/abstract/sportsmed/doi/10.1055/s-0029-1241208>
- Vilas-Boas, J. P., Cruz, M.J., Sousa, F., Conceicao, F., Fernandes, R. & Carvalho, J. (2003). Biomechanical analysis of ventral swimming starts: Comparison of grab start with two track-start techniques. In J.-C. Chatard (Ed.), *Biomechanics and Medicine in Swimming IX* (S. 249-253). Saint-Etienne: University of Saint-Etienne.
- von Holst, E. & Mittelstaedt, H. (1950). Das Reafferenzprinzip. Wechselwirkung zwischen Zentralnervensystem und Peripherie. *Die Naturwissenschaften*, 37 (20), 464-476.
- Wakayoshi, K., Nomura, T., Takahashi, G., Mutoh, Y. & Miyashito, M. (1992). Analysis of Swimming Races in the 1989 Pan Pacific Swimming Championships and 1988 Japanese Olympic Trials. In D. MacLaren, T. Reilly & A. Lees (Hrsg.), *Biomechanics and Medicine in Swimming*, (S. 135-141). London: E & FN Spon. 1992.
- Welcher, R.L., Hinrichs, R.N. & George, T.R. (2008). Front- or rear-weighted track start or grab start: Which is the best for female swimmers? *Sports Biomech.*, 7 (1), 100-113. Zugriff am 20.03.2008, 2008 unter <http://dx.doi.org/10.1080/14763140701683247>
- Wick, D., Krüger, T. & Hohmann, A. (2003). Biomechanische Prinzipien als Kriterien der Effektivität von Grab- und Trackstart im Schwimmen. *Leistungssport*, 33 (3), 47-51.
- Wiedner, H. (2002). Erfahrungen und Erkenntnisse aus trainingsbegleitenden Untersuchungen im Aufbau- und Anschlusstraining zum Schnellkraft- und Schnelligkeitstraining. In W. Freitag (Hrsg.), *Schwimmen - Lernen und Optimieren*, 21 (S. 54-67). Rüsselsheim: DSTV.
- Wiedner, H. & Pfeiffer, M. (2006). Schnellkrafttraining bei jugendlichen Schwimmern. *Leistungssport*, 36 (1), 41-47.
- Wilke, K. & Daniel, K. (2000). *Schwimmen: Lernen, Üben, Trainieren* (3. Aufl.). Wiebelsheim: Limpert.
- Winter, D.A. (1990). *Biomechanics and Motor Control of Human Movement* (Second edition). Toronto: John Wiley & Sons. Zugriff am 06.07.2009, 2009 unter <http://www.health.uottawa.ca/biomech/csb/Archives/dempster.pdf>
- Winter, R. & Hartmann, C. (2007). Die motorische Entwicklung (Ontogenese) des Menschen (Überblick). In K. Meinel & G. Schnabel (Hrsg.), *Bewegungslehre – Sportmotorik. Abriss einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt* (11., überarb. und erw. Aufl.) (S. 243-373). Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
- Witt, M. (1998). Spezielles Kraft- und Voraussetzungstraining des Schwimmers an Land. In W. Freitag (Hrsg.), *Schwimmen - Lernen und Optimieren*, 15 (S. 142-147). Rüsselsheim: DSTV.
- Witt, M. & Wolfram, P. (1999). Spezielles Kraft- und Voraussetzungstraining für Start und Wende. In W. Freitag (Hrsg.), *Schwimmen - Lernen und Optimieren*, 16 (S. 106-114). Rüsselsheim: DSTV.
- Wolfram, P. (1999). *Untersuchungen zur Zweckmäßigkeit des Bewegungsablaufes beim Rückenstart im Schwimmen* (unveröffentlichte Diplomarbeit). Hamburg: Universität Hamburg.

- Wolfram, P. (2001). Übergreifende Schwerpunkte der Start- und Wendentechniken und ihre Umsetzung im Training. In W. Freitag (Hrsg.), *Schwimmen - Lernen und Optimieren*, 19 (S. 135-141). Rüsselsheim: DSTV.
- Zatsiorsky, V.M., Bulgakowa, N.Z. & Chaplinsky, N.M. (1979). Biomechanical analysis of start techniques in swimming. In J. Terauds & E.W. Bedingfield (Hrsg.), *Swimming III*. (S. 199-206). Baltimore: University Park Press.
- Zimmermann, K., Schnabel, G. & Blume, D.-D. (2002). Koordinative Fähigkeiten. In G. Ludwig & B. Ludwig (Hrsg.), *Koordinative Fähigkeiten – koordinative Kompetenz* (S. 25-33). Kassel: Universität Kassel.

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Aufl.	Auflage
AUS	Abkürzung der FINA für Australien
aV	alternative Variante
B	Brustschwimmen
BISp	Bundesinstitut für Sportwissenschaft
BRA	Abkürzung der FINA für Brasilien
bV	bevorzugte Variante
BZ	Blockzeit
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa (lateinisch), zirka
CAN	Abkürzung der FINA für Kanada
CC	Camcorder
CCC	Campus-Computer-Center GmbH
cm	Zentimeter
CP-Training	computergestütztes parameterorientiertes Training (Messplatztraining)
DDR	Deutsche Demokratische Republik
DHfK	Deutsche Hochschule für Körperkultur Leipzig
Diss.	Dissertation
DSTV	Deutsche Schwimmtrainervereinigung
DSV	Deutscher Schwimm-Verband e. V.
Ed.	Edition (englisch), Herausgeber
EM	Europameisterschaft
EMG	Elektromyografie
ER	Entwicklungsrate
erw.	erweitert
et al.	et alii (lateinisch), und andere
F	Freistilschwimmen
FINA	Fédération Internationale de Natation (französisch), Internationaler (Welt-) Schwimmverband

Final-Q.	Notwendige Zeit, um sich für das Finale zu qualifizieren
FKS	Forschungsinstitut für Körperkultur und Sport Leipzig
Fr	Frauen
FRA	Abkürzung der FINA für Frankreich
GA	Grundlagenausdauer
GA I	Grundlagenausdauer I (aerob)
GA II	Grundlagenausdauer II (anaerob)
GER	Abkürzung der FINA für Deutschland
GS	Greifstart
horiz.	horizontal
H	Hupe
Hrsg.	Herausgeber
Hz	Hertz
IAT	Institut für Angewandte Trainingswissenschaft Leipzig
IG	Interventionsgruppe
ITA	Abkürzung der FINA für Italien
ITP	Individueller Trainingsplan
JEM	Junioreneuropameisterschaften
JPN	Abkürzung der FINA für Japan
KBWM	Kurzbahnweltmeisterschaften
KG	Kontrollgruppe
KH	Körperhöhe
KLD	Komplexe Leistungsdiagnostik
km	Kilometer
Komp	Kompensation
KSP	Körperschwerpunkt
K1	Kamera 1
K2	Kamera 2
K3	Kamera 3
Li	links
Lit.	Literaturquellen
m	Meter
Max.	Maximum
MAZ	Makrozyklus

Mä	Männer
min	Minute(n)
Min.	Minimum
MIS	Mess- und Informationssystem
MW	Mittelwert
m/s	Meter pro Sekunde
N	Newton
n	Umfang der Stichprobe
NED	Abkürzung der FINA für Niederlande
OS	Olympische Spiele
PC	Personal Computer
R	Rückenschwimmen
Re	rechts
Red.	Redaktion
RSA	Abkürzung der FINA für Republik Südafrika
RTK	Rahmentrainingskonzeption
RTP	Rahmentrainingsplan
RUS	Abkürzung der FINA für Russland
S	Schmetterlingsschwimmen
S.	Seite
s	Sekunde
SA	Schnelligkeitsausdauer
SB	Startblock
SB-Dyn.	Startblockdynamometer
Sch	Schnelligkeit
Schw.-Tr.	Schwimmtraining
SD	Standardabweichung
s [m]	Wettkampfteilstrecke in Metern
Sp.-Nr.	Sportler-Nummer
SS	Schrittstart
St.	Start
Start-Tr.	Starttraining
Su	Summe
SWE	Abkürzung der FINA für Schweden

Sym.	Symbol
t	Zeit
Tab.	Tabelle
TE	Trainingseinheit
t [s]	Teilzeit in Sekunden
T 1	Test 1
T 2	Test 2
T 3	Test 3
T 4	Test 4
überarb.	überarbeitet
UKR	Abkürzung der FINA für Ukraine
USA	Abkürzung der FINA für Vereinigte Staaten von Amerika
u. U.	unter Umständen
UWV	Unmittelbare Wettkampfvorbereitung
U1	Unterwasserkamera 1
U2	Unterwasserkamera 2
U3	Unterwasserkamera 3
Übg.-Nr.	Übungsnummer
v	Geschwindigkeit
vert.	vertikal
vgl.	vergleiche
v-horiz.	horizontale Komponente der Absprunggeschwindigkeit
v. l. n. r.	von links nach rechts
v [m/s]	Geschwindigkeit in Metern pro Sekunde
vs.	versus (lateinisch), oder/gegen
WA	Wettkampfspezifische Ausdauer
WM	Weltmeisterschaften
Wo	Woche
WR	Weltrekord
z. B.	zum Beispiel
zws.	zwischen
Δt [s]	Zeitdifferenz in Sekunden
2D	zweidimensional
3D	dreidimensional

Abbildungsverzeichnis^a

Abbildung 1:	Entwicklung der Wettkampfleistungen über 200 m Brust der Männer	5
Abbildung 2:	Entwicklungsraten in den olympischen Schwimmdisziplinen für die Olympiazyklen seit 1988	6
Abbildung 3:	Medaillenbilanz der deutschen Schwimmer bei Weltmeisterschaften und Olympischen Spielen seit 1992 in den olympischen Disziplinen	7
Abbildung 4:	Mittlere Entwicklungsraten für den 3. Platz in den olympischen Schwimmdisziplinen für die Olympiazyklen seit 1988, differenziert nach Streckenlängen	9
Abbildung 5:	Wettkampfabschnitte eines 200-m-Rennens	10
Abbildung 6:	Mittlere Geschwindigkeiten der Medaillengewinner in ausgewählten Rennabschnitten über 50 m Schmetterling der Männer bei den Weltmeisterschaften 2005	12
Abbildung 7:	Starttechniken im Sportschwimmen nach einer Abbildung von Ungerechts, Volck und Freitag (2002, S. 111) *ergänzt durch Wolfram (1999)	15
Abbildung 8:	Zeitdifferenzen im Startabschnitt zwischen K. Kitajima (JPN) und B. Rickard (AUS) im 200-m-Brust-Finale der Männer bei den Olympischen Spielen 2008	20
Abbildung 9:	Dynamogramm eines Startsprungs (Greifstart)	24
Abbildung 10:	Kürzeste (Min.) und längste (Max.) Blockzeiten in den Finals der olympischen 100-m-Disziplinen bei internationalen Wettkampfhöhepunkten zwischen 2004 und 2009 (Männer [Mä] und Frauen [Fr])	25
Abbildung 11:	Absprungwinkel	26
Abbildung 12:	Unterschiedliche Entfernungen zwischen den Eintauchpunkten von Händen und KSP	27
Abbildung 13:	Bestimmung der KSP-Koordinaten zur Berechnung der Flugparameter	28
Abbildung 14:	Simulierter Geschwindigkeitsverlauf im Startabschnitt von Sportlern mit unterschiedlicher Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente [nach Küchler, 2003])	30

a. Alle Abbildung sind eigene Darstellungen, insofern sie nicht anders gekennzeichnet sind.

Abbildung 15:	Zeitdifferenzen im Startabschnitt zwischen Sportlern mit unterschiedlicher Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente [nach Küchler, 2003])	30
Abbildung 16:	Modell der deterministischen Komponenten des Starts im Schwimmen von Hay & Guimaraes (1983, S. 78)	34
Abbildung 17:	Ausgangspositionen des Greifstarts und der Schrittstartvarianten mit vor- und mit rückverlagertem KSP	38
Abbildung 18:	Mittlere Anzahl der Greif- und Schrittstarter in den 100-m-Finals (olympische Disziplinen)	40
Abbildung 19:	Differenzen zwischen den Blockzeit-Mittelwerten der Greif- und Schrittstarter in den 100-m-Finals der Männer (olympische Disziplinen)	41
Abbildung 20:	Differenzen zwischen den Blockzeit-Mittelwerten der Greif- und Schrittstarter in den 100-m-Finals der Frauen (olympische Disziplinen)	41
Abbildung 21:	Mittlere Blockzeiten und mittlere Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) von ausgewählten Greif- und Schrittstartern bei den Kurzbahnweltmeisterschaften 2006 (in Anlehnung an Graumnitz et al., 2007)	43
Abbildung 22:	Kraft-Zeit-Kurve (Fr) und Schema des Aktivierungsmusters der untersuchten Muskeln beim Grabstart von Schwimmerin K.M. (Wick et al., 2003, S. 51)	49
Abbildung 23:	Beispiel einer Kraft-Zeit-Kurve (Fr) und Schema des Aktivierungsmusters der untersuchten Muskeln beim Trackstart von Schwimmerin K.M. (Wick et al., 2003, S. 51)	49
Abbildung 24:	Exemplarische Längsschnittdarstellung der Blockzeiten eines Mitglieds der deutschen Schwimmnationalmannschaft über einen Olympiazzyklus	54
Abbildung 25:	Exemplarische Längsschnittdarstellung der Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) eines Mitglieds der deutschen Schwimmnationalmannschaft über einen Olympiazzyklus	54
Abbildung 26:	Prinzipskizze zum Geräteaufbau MIS Start (Küchler & Wolf, 1993, S. 43)	62
Abbildung 27:	Untersuchungsablauf im Trainingsjahr 2007/2008	81
Abbildung 28:	Übungskatalog zur Sensibilisierung von Teilbewegungen (Ausschnitt)	84

Abbildung 29:	Trainingsplan für das Training der Teilbewegungen (Auszug)	85
Abbildung 30:	Messplatzaufbau (mobil)	87
Abbildung 31:	Messplatzaufbau (stationär)	93
Abbildung 32:	Screenshot von der Benutzeroberfläche der Software „Unimesh“	95
Abbildung 33:	Positionierung des Kalibrierrechtecks in der Bewegungsebene des Sportlers	96
Abbildung 34:	Kennzeichnung der für die Berechnung des KSP-Modells aus- gewählten Körperpunkte in den festgelegten Posen	97
Abbildung 35:	Screenshot von der Benutzeroberfläche der 2D-Bildanalyse- Software „Mess2DDV“	98
Abbildung 36:	Bildinformationen der Kameras K1/U1, K1/U1, K2/U2 (oben: v. l. n. r.), K3/U3, K3/U3 und CC (unten: v. l. n. r.)	99
Abbildung 37:	Box-Plots zu den Persönlichkeitsmerkmalen der Probanden von Interventionsgruppe (IG) und Kontrollgruppe (KG) zu Be- ginn der Untersuchung	106
Abbildung 38:	Entwicklung des Startleistungsmerkmals „Blockzeit“ BZ (be- vorzugte Startvariante)	115
Abbildung 39:	Entwicklung des Startleistungsmerkmals „Absprunggeschwin- digkeit (horizontale Komponente)“ v_x (bevorzugte Startvarian- te)	117
Abbildung 40:	Entwicklung des Startleistungsmerkmals „Blockzeit“ BZ (alter- native Startvariante)	123
Abbildung 41:	Entwicklung des Startleistungsmerkmals „Absprunggeschwin- digkeit (horizontale Komponente)“ v_x (alternative Startvariante)	125
Abbildung 42:	Vergleich der aufsummierten Wochentrainingszeiten von Interventions- und Kontrollgruppe im Trainingsjahr 2007/2008	131
Abbildung 43:	Wöchentlich geschwommene Trainingsumfänge der Interven- tionsgruppe im Trainingsjahr 2007/2008, differenziert darge- stellt nach Belastungsbereichen im Wassertraining	132
Abbildung 44:	Blockzeit-Mittelwerte (bevorzugte und alternative Startvarian- te) der Untersuchungsgruppen bei Test 1 und Test 4 sowie von ausgewählten Landeskadern (bevorzugte Startvariante) beim ersten und letzten Test innerhalb eines Trainingsjahres	132

Abbildung 45:	Mittelwerte der Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) beider Untersuchungsgruppen bei Anwendung der bevorzugten und der alternativen Startvariante bei Test 1 und Test 4.....	133
Abbildung 46:	Entwicklung der Mittelwerte von Blockzeiten und Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) der Interventionsgruppe von Test 1 bis Test 4 bei Anwendung der bevorzugten Startvariante	134
Abbildung 47:	Entwicklung der Mittelwerte von Sprunghöhen und Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) der Interventionsgruppe von Test 1 bis Test 4	136
Abbildung 48:	Prozentuale Anteile ausgewählter Trainingsbereiche an der aufsummierten Gesamttrainingszeit in den Wochen des Trainingsjahres 2007/2008 für die Interventionsgruppe	136
Abbildung 49:	Anteil der Trainingsintervention (spezielles Techniktrainingsprogramm) an den aufsummierten Land-, Wasser- und Gesamttrainingszeiten im 1. und 2. Makrozyklus sowie im gesamten Trainingsjahr 2007/2008 für die Interventionsgruppe	137
Abbildung 50:	Vergleich zwischen den Anteilen des Starttrainings an den aufsummierten Gesamtwassertrainingszeiten für die Untersuchungsgruppen im Trainings- und Wettkampfsjahr 2007/2008	138

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Zeit-Differenz zur jeweils besseren Platzierung in den olympischen 50-m- und 100-m-Disziplinen der Männer bei den Weltmeisterschaften 2007 und bei den Olympischen Spielen 2008 (in Sekunden)	1
Tabelle 2:	Zeit-Differenz zur jeweils besseren Platzierung in den olympischen 50-m- und 100-m-Disziplinen der Frauen bei den Weltmeisterschaften 2007 und bei den Olympischen Spielen 2008 (in Sekunden)	1
Tabelle 3:	Wettkampfteilzeiten der Medaillengewinner über 50 m Schmetterling der Männer bei den Weltmeisterschaften 2005 (in Sekunden)	11
Tabelle 4:	Daten zum Startabschnitt über 100 m Schmetterling der Männer	12
Tabelle 5:	Phasen des Starts vom Block, modifiziert nach Dietze & Sabrowski (2005, S. 10)	17
Tabelle 6:	Phasen des Starts vom Block in der internationalen Literatur ...	18
Tabelle 7:	Startteilzeiten aus dem 200-m-Brust-Finale der Männer bei den Olympischen Spielen 2008 (nach Küchler 2008)	19
Tabelle 8:	Auf der Basis kinematischer Verfahren bestimmte Startparameter	46
Tabelle 9:	Auf der Basis dynamometrischer Verfahren bestimmte Startparameter	48
Tabelle 10:	Kennzeichnung der Interventionsgruppe zu Beginn der Untersuchung	79
Tabelle 11:	Kennzeichnung der Kontrollgruppe zu Beginn der Untersuchung	80
Tabelle 12:	Kennzeichnung der Variablen	101
Tabelle 13:	Analysierte Parameter	102
Tabelle 14:	Auswerteschema	102
Tabelle 15:	Ergebnisse der Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson zur Bestimmung der Stärke des Zusammenhangs zwischen den Startleistungsmerkmalen Blockzeit und Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)	112

Tabelle 16:	Ergebnisse der Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson zur Bestimmung der Stärke des Zusammenhangs zwischen der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) und der Sprunghöhe des vertikalen Sprungs113
Tabelle 17:	Entwicklung des Startleistungsmerkmals „Blockzeit“ BZ (bevorzugte Startvariante)114
Tabelle 18:	Test der Innersubjektkontraste (Blockzeit; bevorzugte Startvariante)115
Tabelle 19:	Test der Zwischensubjekteffekte (Blockzeit; bevorzugte Startvariante)116
Tabelle 20:	Entwicklung des Startleistungsmerkmals „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ v_x (bevorzugte Startvariante)116
Tabelle 21:	Test der Innersubjektkontraste (Absprunggeschwindigkeit; bevorzugte Startvariante)117
Tabelle 22:	Test der Innersubjektkontraste (Residuen der Absprunggeschwindigkeit; bevorzugte Startvariante)118
Tabelle 23:	Entwicklung des Startleistungsmerkmals „Blockzeit“ BZ (alternative Startvariante)123
Tabelle 24:	Test der Innersubjektkontraste (Blockzeit; alternative Startvariante)124
Tabelle 25:	Test der Zwischensubjekteffekte (Blockzeit; alternative Startvariante)124
Tabelle 26:	Entwicklung des Startleistungsmerkmals „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ v_x (alternative Startvariante)125
Tabelle 27:	Test der Innersubjektkontraste (Absprunggeschwindigkeit; alternative Startvariante)126
Tabelle 28:	Test der Innersubjektkontraste (Residuen der Absprunggeschwindigkeit; alternative Startvariante)126

Formel- und Symbolverzeichnis

Formel 1: Zusammensetzung der 7,5-m-Start-Zeit31

$$t_{7,5} = BZ + t_{FSt} + t_{W7,5}$$

Formel 2: Analytische Funktion der 7,5-m-Start-Zeit31

$$t_{7,5} = F(BZ, x_0, y_0, v_x, v_y, C_{eff}, m, l)$$

Formel 3: Berechnung der horizontalen Komponente der Absprunggeschwindigkeit98

$$v_x = \frac{x_E - x_0}{t_E - BZ}$$

Formel 4: Berechnung der Flugzeit98

$$t_{FSt} = \frac{v_y}{g} + \sqrt{\frac{v_y^2}{g^2} + 2 \frac{(y_0 + h_{Block})}{g}}$$

Formel 5: Berechnung der vertikalen Komponente der Absprunggeschwindigkeit98

$$v_y = \frac{2(y_E - y_0) + g(t_E - BZ)^2}{2(t_E - BZ)}$$

Formel 6: Berechnung der Flugweite98

$$x_F = x_0 + v_x t_{FSt}$$

Formel 7: Berechnung der Sprunghöhe.100

$$h_F = \frac{g}{8} t_{FSp}^2$$

Tab. D1. *Kinematisch ermittelbare Startparameter*

Parameter	Sym.	Einheit	Definition
Blockzeit	BZ	t in s	Zeitdifferenz zwischen dem ertönen des Startsignals und dem Verlassen des Blocks
Absprungkoordinate (horizontal)	x₀	s in m	Horizontale Entfernung des KSP von der Startblockvorderkante im Moment des Verlassens des Blocks
Absprungkoordinate (vertikal)	y₀	s in m	Vertikale Entfernung des KSP von der Startblockvorderkante im Moment des Verlassens des Blocks
Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)	v_x	v in m/s	Horizontale Geschwindigkeit des KSP im Moment des Verlassens des Blocks
Absprunggeschwindigkeit (vertikale Komponente)	v_y	v in m/s	Vertikale Geschwindigkeit des KSP im Moment des Verlassens des Blocks
Eintauchkoordinate (horizontal)	x_E	s in m	Horizontale Entfernung des KSP von der Startblockvorderkante im Moment des Eintauchens der Hände
Eintauchkoordinate (vertikal)	y_E	s in m	Vertikale Entfernung des KSP von der Startblockvorderkante im Moment des Eintauchens der Hände
Eintauchzeit	t_E	t in s	Zeitdifferenz zwischen dem Eintauchen der Hände und dem vollständigen Eintauchen des Körpers
Flugweite	x_F	s in m	Horizontale Entfernung des KSP von der Startblockvorderkante im Moment des Eintauchens des KSP
Flugzeit (Startsprung)	t_{FSt}	t in s	Zeitdifferenz zwischen dem Verlassen des Blocks und dem Eintauchen des KSP
7,5-m-Zeit	t_{7,5}	t in s	Zeitdifferenz zwischen dem ertönen des Startsignals und dem Kopfdurchgang bei 7,5 m
Unterwasserzeit	t_{w7,5}	t in s	Zeitdifferenz zwischen dem Eintauchen des KSP und dem Kopfdurchgang bei 7,5 m
15-m-Zeit	t₁₅	t in s	Zeitdifferenz zwischen dem ertönen des Startsignals und dem Kopfdurchgang bei 15 m

Tab. D2. *Physikalische Größen zur Berechnung relevanter Parameter*

Parameter	Sym.	Einheit	Definition
Startblockhöhe	h_{Block}	s in m	Entfernung zwischen der Wasseroberfläche und der Startblockvorderkante
Sprunghöhe	h_F	s in m	Sprunghöhe (vertikaler Sprung)
Flugzeit (vertikaler Sprung)	t_{FSp}	t in s	Zeitdifferenz zwischen dem Verlassen und dem Aufsetzen der Füße auf der Kontaktmatte
Erdbeschleunigung	g	g in m/s ²	Beschleunigung beim freien Fall im Erdschwerefeld
Wasserwiderstandsbeiwert	C_{eff}		Empirische Konstante als Maß für die Zweckmäßigkeit der Bewegung nach dem Eintauchen
Körpermasse	m	kg	Körpermasse des Schwimmers
Körperhöhe	l	m	Körperhöhe des Schwimmers

Tab. D3. *Dynamometrisch ermittelbare Startparameter*

Parameter	Sym.	Einheit	Definition
Reaktionszeit	RZ	t in s	Zeit vom Ertönen des Startsignals bis zur ersten messbaren Muskeltätigkeit
Aktionszeit	AZ	t in s	Zeit von der ersten messbaren Muskeltätigkeit bis zum Verlassen des Blocks
Blockzeit	BZ	t in s	Zeit vom Ertönen des Startsignals bis zum Verlassen des Blocks
1. Handaktion	t_{AH}	t in s	Zeit vom Ertönen des Startsignals bis zur ersten messbaren Muskeltätigkeit der Arme
1. Beinaktion	t_{AB}	t in s	Zeit vom Ertönen des Startsignals bis zur ersten messbaren Muskeltätigkeit der Beine
1. vertikales Kraftmaximum	F_{max-v1}	F in N	Größe des 1. vertikalen Kraftmaximums der Beine während des Absprungvorgangs
Zeitpunkt des 1. vertikalen Kraftmaximums	t_{Fmax-v1}	t in s	Zeit vom Ertönen des Startsignals bis zum Erreichen des 1. vertikalen Kraftmaximums der Beine
Kraftmaximum der Hände	F_{max-H}	F in N	Größe des vertikalen Kraftmaximums der Hände (Arme) während des Absprungvorgangs
Zeitpunkt des Kraftmaximums der Hände	t_{Fmax-H}	t in s	Zeit vom Ertönen des Startsignals bis zum Erreichen des vertikalen Kraftmaximums der Hände (Arme)
vertikaler Impuls der Hände	I_H	I in Ns	Größe des vertikalen Impulses der Hände (Arme)
Lösen der Hände vom Block	HZ	t in s	Zeit vom Ertönen des Startsignals bis zum Lösen der Hände vom Block
Zeitpunkt des vertikalen Kraftminimums	t_{Fmin-v}	t in s	Zeit vom Ertönen des Startsignals bis zum Erreichen des vertikalen Kraftminimums der Beine
2. vertikales Kraftmaximum	F_{max-v2}	F in N	Größe des 2. vertikalen Kraftmaximums der Beine während des Absprungvorgangs
Zeitpunkt des 2. vertikalen Kraftmaximums	t_{Fmax-v2}	t in s	Zeit vom Ertönen des Startsignals bis zum Erreichen des 2. vertikalen Kraftmaximums der Beine
Horizontales Kraftmaximum	F_{max-h}	F in N	Größe des horizontalen Kraftmaximums der Beine während des Absprungvorgangs
Zeitpunkt des horizontalen Kraftmaximums	t_{Fmax-h}	t in s	Zeit vom Ertönen des Startsignals bis zum Erreichen des horizontalen Kraftmaximums der Beine
vertikaler Impuls der Beine	I_v	I in Ns	Größe des vertikalen Impulses der Beine
horizontaler Impuls der Beine	I_h	I in Ns	Größe des horizontalen Impulses der Beine
Absprunggeschwindigkeit ^a (horizontale Komponente)	v_x	v in m/s	Mittlere horizontale Geschwindigkeit des KSP vom Verlassen des Blocks bis zum Eintauchen der Hände
Absprunggeschwindigkeit ^b (vertikale Komponente)	v_y	v in m/s	Mittlere vertikale Geschwindigkeit des KSP vom Verlassen des Blocks bis zum Eintauchen der Hände

a. Unter Vernachlässigung des Drehimpulses

b. Unter Vernachlässigung des Drehimpulses

ANLAGENVERZEICHNIS

I.	Übungskatalog zur Sensibilisierung von Teilbewegungen der drei Phasen des komplexen Absprungvorgangs	1
II.	Kriterienkatalog „Start“ (Dietze & Saborowski, 2005)	35
III.	Kennzeichnung der Phasen des Starts vom Block	39
IV.	Erfassungsbogen für Teilzeiten und Hinweise zur Bewegungsausführung beim CP-Training (Beispiel)	49
V.	Qualitative Einschätzung und Schwerpunktsetzung der Startversuche am Messplatz (Beispiel)	51
VI.	Körpersegmentparameter nach Dempster (Winter, 1990)	55
VII.	Datenblatt zur Berechnung der Flugparameter (Beispiel)	57
VIII.	Tabellen und Grafiken zur Deskriptiven Statistik und zur Interferenzstatistik	59
	- Deskriptive Statistik	60
	o Urlisten	60
	o Entwicklung der Startleistungsmerkmale	64
	o Entwicklung des Merkmals Sprunghöhe	68
	o Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson	69
	- Interferenzstatistik	70
	o Prüfung der Startleistungsmerkmale auf Normalverteilung und Grafiken zur Verteilung	70
	o Prüfung des Merkmals vertikaler Sprung auf Normalverteilung und Grafiken zur Verteilung	75
	o Bestimmung der Residuen aus der Regression des Startleistungsmerkmals „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ und der Kovariaten „Sprunghöhe“	77
	o Prüfung der Residuen des Startleistungsmerkmals „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ auf Normalverteilung und Grafiken zur Verteilung	81
	o Zweifaktorielle Varianzanalysen mit Messwiederholung auf einem Faktor	84
IX.	Einzelfallbetrachtung	91

I. Übungskatalog zur Sensibilisierung von Teilbewegungen des Absprungs vom Block

Trainingsübungen zur Verbesserung der Bewegungsausführung des Absprungs beim Start vom Block

Phase: Ausgangsposition

Ziel: Einnehmen einer Körperposition, die ein schnelles Wirksamwerden äußerer Kräfte für die Vorverlagerung des KSP ermöglicht

Merkmal: sichere, ruhige Körperposition mit Gewichtsverlagerung

Kriterium: Kniewinkel von ca. 110° - 145°

Wirkung: kurze Blockzeit

Übg.-Nr.	Ausgangsstellung	Aufgabe	Belastung	Pause	Wdh.-Anz.	Ausführungshinweis	Variationen
aus3-1a-01	Stand, Hände sind in die Hüfte gestemmt	Einnehmen einer Kniebeuge mit Kniewinkel von ca. 90°	8 - 10 sec	20 sec	3	Hände bleiben während der Übungsausführung in die Hüfte gestemmt	Einnehmen der Kniebeuge mit Kniewinkel von ca. 60°, von ca. 120° und von ca. 150°
aus3-1a-02	Zehenspitzenstand, Hände sind in die Hüfte gestemmt	Einnehmen einer Kniebeuge mit Kniewinkel von ca. 90°	8 - 10 sec	20 sec	3	Hände bleiben während der Übungsausführung in die Hüfte gestemmt, Zehenspitzenstand wird beibehalten	Einnehmen der Kniebeuge mit Kniewinkel von ca. 60°, von ca. 120° und von ca. 150°
aus3-1a-03	Stand, Arme befinden sich seitlich am Körper	Einnehmen einer Kniebeuge mit Kniewinkel von ca. 90°, die Fingerspitzen berühren die Unterlage vor bzw. neben den Füßen	8 - 10 sec	20 sec	3	Fingerspitzen bleiben während der Übung auf der Unterlage	Einnehmen der Kniebeuge mit Kniewinkel von ca. 60°, von ca. 120° und von ca. 150°
aus3-1a-04	Zehenspitzenstand, Arme befinden sich seitlich am Körper	Einnehmen einer Kniebeuge mit Kniewinkel von ca. 90°, die Fingerspitzen berühren die Unterlage vor bzw. neben den Füßen	8 - 10 sec	20 sec	3	Fingerspitzen bleiben während der Übung auf der Unterlage, Zehenspitzenstand wird beibehalten	Einnehmen der Kniebeuge mit Kniewinkel von ca. 60°, von ca. 120° und von ca. 150°
aus3-1a-05	Stand, Arme befinden sich seitlich am Körper	Einnehmen einer Kniebeuge mit Kniewinkel von ca. 90° unter Zeitdruck, die Fingerspitzen berühren die Unterlage vor bzw. neben den Füßen	8 - 10 sec	20 sec	3	Die beschriebene Position wird zügig eingenommen, Fingerspitzen bleiben während der Übung auf der Unterlage	Einnehmen der Kniebeuge mit Kniewinkel von ca. 60°, von ca. 120° und von ca. 150°
aus3-1a-06	Zehenspitzenstand, Arme befinden sich seitlich am Körper	Einnehmen einer Kniebeuge mit Kniewinkel von ca. 90° unter Zeitdruck, die Fingerspitzen berühren die Unterlage vor bzw. neben den Füßen	8 - 10 sec	20 sec	3	Die beschriebene Position wird zügig eingenommen, Fingerspitzen bleiben während der Übung auf der Unterlage, Zehenspitzenstand wird beibehalten	Einnehmen der Kniebeuge mit Kniewinkel von ca. 60°, von ca. 120° und von ca. 150°

Trainingsübungen zur Verbesserung der Bewegungsausführung des Absprungs beim Start vom Block

- Phase:** Ausgangsposition
Ziel: Einnehmen einer Körperposition, die ein schnelles Wirksamwerden äußerer Kräfte für die Vorverlagerung des KSP ermöglicht
- Merkmal:** sichere, ruhige Körperposition mit Gewichtsverlagerung
Kriterium: Kniewinkel von ca. 110° - 145°
Wirkung: kurze Blockzeit

Übg.-Nr.	Ausgangsstellung	Aufgabe	Belastung	Pause	Wdh.-Anz.	Ausführungshinweis	Variationen
aus3-wa-01	Stand auf dem Startblock, Arme befinden sich seitlich am Körper	Einnehmen der Startposition mit Kniewinkel von ca. 90°	8 - 10 sec	30 sec	3	Hände umfassen die Startblockvorderkante	Einnehmen der Startposition mit Kniewinkeln von ca. 60°, von ca. 120° und von ca. 150°
aus3-wa-02	Zehenspitzenstand auf dem Startblock, Arme befinden sich seitlich am Körper	Einnehmen der Startposition mit Kniewinkel von ca. 90°	8 - 10 sec	30 sec	3	Hände umfassen die Startblockvorderkante, Zehenspitzenstand wird beibehalten	Einnehmen der Startposition mit Kniewinkeln von ca. 60°, von ca. 120° und von ca. 150°
aus3-wa-03	Stand auf dem Startblock, Arme befinden sich seitlich am Körper	Einnehmen der Startposition mit Kniewinkel von ca. 90° unter Zeitdruck	8 - 10 sec	30 sec	3	Die beschriebene Position wird zügig eingenommen, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Einnehmen der Startposition mit Kniewinkeln von ca. 60°, von ca. 120° und von ca. 150°
aus3-wa-04	Zehenspitzenstand auf dem Startblock, Arme befinden sich seitlich am Körper	Einnehmen der Startposition mit Kniewinkel von ca. 90° unter Zeitdruck	8 - 10 sec	30 sec	3	Die beschriebene Position wird zügig eingenommen, Hände umfassen die Startblockvorderkante, Zehenspitzenstand wird beibehalten	Einnehmen der Startposition mit Kniewinkeln von ca. 60°, von ca. 120° und von ca. 150°

Trainingsübungen zur Verbesserung der Bewegungsausführung des Absprungs beim Start vom Block

Phase: Ausgangsposition

Ziel: Einnehmen einer Körperposition, die ein schnelles Wirksamwerden äußerer Kräfte für die Vorverlagerung des KSP ermöglicht

Merkmal: sichere, ruhige Körperposition mit Gewichtsverlagerung

Kriterium: Fußgelenkwinkel kleiner als 90°

Wirkung: kurze Blockzeit

Übg.-Nr.	Ausgangsstellung	Aufgabe	Belastung	Pause	Wdh.-Anz.	Ausführungshinweis	Variationen
aus4-1a-01	Stand, Hände sind in die Hüfte gestemmt	Einnehmen einer Kniebeuge mit Fußwinkel deutlich kleiner als 90°	8 - 10 sec	20 sec	3	Hände bleiben während der Übungsausführung in die Hüfte gestemmt	Einnehmen der Kniebeuge (des Standes) mit Fußwinkeln von ca. 90°, größer als 90°
aus4-1a-02	Zehenspitzenstand, Hände sind in die Hüfte gestemmt	Einnehmen einer Kniebeuge mit Fußwinkel deutlich kleiner als 90°	8 - 10 sec	20 sec	3	Hände bleiben während der Übungsausführung in die Hüfte gestemmt, Zehenspitzenstand wird beibehalten	Einnehmen der Kniebeuge mit Fußwinkeln von ca. 90°, größer als 90°
aus4-1a-03	Stand, Arme befinden sich seitlich am Körper	Einnehmen einer Kniebeuge mit Fußwinkel deutlich kleiner als 90°, die Fingerspitzen berühren die Unterlage vor bzw. neben den Füßen	8 - 10 sec	20 sec	3	Fingerspitzen bleiben während der Übung auf der Unterlage	Einnehmen der Kniebeuge mit Fußwinkeln von ca. 90°, größer als 90°
aus4-1a-04	Zehenspitzenstand, Arme befinden sich seitlich am Körper	Einnehmen einer Kniebeuge mit Fußwinkel deutlich kleiner als 90°, die Fingerspitzen berühren die Unterlage vor bzw. neben den Füßen	8 - 10 sec	20 sec	3	Fingerspitzen bleiben während der Übung auf der Unterlage, Zehenspitzenstand wird beibehalten	Einnehmen der Kniebeuge mit Fußwinkeln von ca. 90°, größer als 90°
aus4-1a-05	Stand, Arme befinden sich seitlich am Körper	Einnehmen einer Kniebeuge mit Fußwinkel deutlich kleiner als 90° unter Zeitdruck, die Fingerspitzen berühren die Unterlage vor bzw. neben den Füßen	8 - 10 sec	20 sec	3	Die beschriebene Position wird zügig eingenommen, Fingerspitzen bleiben während der Übung auf der Unterlage	Einnehmen der Kniebeuge mit Fußwinkeln von ca. 90°, größer als 90°
aus4-1a-06	Zehenspitzenstand, Arme befinden sich seitlich am Körper	Einnehmen einer Kniebeuge mit Fußwinkel deutlich kleiner als 90° unter Zeitdruck, die Fingerspitzen berühren die Unterlage vor bzw. neben den Füßen	8 - 10 sec	20 sec	3	Die beschriebene Position wird zügig eingenommen, Fingerspitzen bleiben während der Übung auf der Unterlage, Zehenspitzenstand wird beibehalten	Einnehmen der Kniebeuge mit Fußwinkeln von ca. 90°, größer als 90°

Trainingsübungen zur Verbesserung der Bewegungsausführung des Absprungs beim Start vom Block

Phase: Ausgangsposition

Ziel: Einnehmen einer Körperposition, die ein schnelles Wirksamwerden äußerer Kräfte für die Vorverlagerung des KSP ermöglicht

Merkmal: sichere, ruhige Körperposition mit Gewichtsverlagerung

Kriterium: Fußgelenkwinkel kleiner als 90°

Wirkung: kurze Blockzeit

Übg.-Nr.	Ausgangsstellung	Aufgabe	Belastung	Pause	Wdh.-Anz.	Ausführungshinweis	Variationen
aus4-wa-01	Stand auf dem Startblock, Arme befinden sich seitlich am Körper	Einnehmen der Startposition mit Fußwinkel deutlich kleiner als 90°	8 - 10 sec	30 sec	3	Hände umfassen die Startblockvorderkante	Einnehmen der Startposition mit Fußwinkeln von ca. 90°, größer als 90°
aus4-wa-02	Zehenspitzenstand auf dem Startblock, Arme befinden sich seitlich am Körper	Einnehmen der Startposition mit Fußwinkel deutlich kleiner als 90°	8 - 10 sec	30 sec	3	Hände umfassen die Startblockvorderkante, Zehenspitzenstand wird beibehalten	Einnehmen der Startposition mit Fußwinkeln von ca. 90°, größer als 90°
aus4-wa-03	Stand auf dem Startblock, Arme befinden sich seitlich am Körper	Einnehmen der Startposition mit Fußwinkel deutlich kleiner als 90° unter Zeitdruck	8 - 10 sec	30 sec	3	Die beschriebene Position wird zügig eingenommen, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Einnehmen der Startposition mit Fußwinkeln von ca. 90°, größer als 90°
aus4-wa-04	Zehenspitzenstand auf dem Startblock, Arme befinden sich seitlich am Körper	Einnehmen der Startposition mit Fußwinkel deutlich kleiner als 90° unter Zeitdruck	8 - 10 sec	30 sec	3	Die beschriebene Position wird zügig eingenommen, Hände umfassen die Startblockvorderkante, Zehenspitzenstand wird beibehalten	Einnehmen der Startposition mit Fußwinkeln von ca. 90°, größer als 90°

Trainingsübungen zur Verbesserung der Bewegungsausführung des Absprungs beim Start vom Block

Phase: Ausgangsposition

Ziel: Einnehmen einer Körperposition, die ein schnelles Wirksamwerden äußerer Kräfte für die Vorverlagerung des KSP ermöglicht

Merkmal: sichere, ruhige Körperposition mit Gewichtsverlagerung

Kriterium: Schultern vor Startblockvorderkante

Wirkung: kurze Blockzeit

Übg.-Nr.	Ausgangsstellung	Aufgabe	Belastung	Pause	Wdh.-Anz.	Ausführungshinweis	Variationen
aus5-1a-01	Stand, Arme befinden sich seitlich am Körper	Vorverlagern des Körpergewichts so weit wie möglich ohne das Gleichgewicht nach vorn zu verlieren	8 - 10 sec	20 sec	3	Arme bleiben während der Übungsausführung seitlich am Körper, der Körper bleibt während der Übungsausführung gestreckt	
aus5-1a-02	Startausgangsposition, Hände umfassen den Vorderfuß von vorn	Die Schultern werden so weit wie möglich nach vorn bewegt ohne das Gleichgewicht nach vorn zu verlieren	8 - 10 sec	20 sec	3	Hände umfassen während der Übungsausführung den Vorderfuß	Knie winkeln von ca. 60°; von ca. 120° und von ca. 150° einnehmen

Trainingsübungen zur Verbesserung der Bewegungsausführung des Absprungs beim Start vom Block

Phase: Ausgangsposition

Ziel: Einnehmen einer Körperposition, die ein schnelles Wirksamwerden äußerer Kräfte für die Vorverlagerung des KSP ermöglicht

Merkmal: sichere, ruhige Körperposition mit Gewichtsverlagerung

Kriterium: Schultern vor Startblockvorderkante

Wirkung: kurze Blockzeit

Übg.-Nr.	Ausgangsstellung	Aufgabe	Belastung	Pause	Wdh.-Anz.	Ausführungshinweis	Variationen
aus5-wa-01	Stand am Beckenrand, Arme befinden sich seitlich am Körper	Vorverlagern des Körpergewichts so weit wie möglich ohne das Gleichgewicht nach vorn zu verlieren	8 - 10 sec	20 sec	3	Arme bleiben während der Übungsausführung seitlich am Körper, der Körper bleibt während der Übungsausführung gestreckt	In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock
aus5-wa-02	Startausgangsposition am Beckenrand, Hände umfassen den Vorderfuß von vorn	Die Schultern werden so weit wie möglich nach vorn bewegt ohne das Gleichgewicht nach vorn zu verlieren	8 - 10 sec	20 sec	3	Hände umfassen während der Übungsausführung den Vorderfuß	Kniewinkeln von ca. 60°, von ca. 120° und von ca. 150° einnehmen
aus5-wa-03	Startausgangsposition auf dem Startblock, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Die Schultern werden so weit wie möglich nach vorn bewegt ohne das Gleichgewicht nach vorn zu verlieren	8 - 10 sec	20 sec	3		Kniewinkeln von ca. 60°, von ca. 120° und von ca. 150° einnehmen

Trainingsübungen zur Verbesserung der Bewegungsausführung des Absprungs beim Start vom Block

Phase: Auftakt

Ziel: Schnelle Verlagerung des KSP vor die Startblockvorderkante, Vorbereitung des Absprungs

Merkmal: Vorwärts-/Abwärts-Bewegung des Rumpfes

Kriterium: Beugen im Ellenbogengelenk

Wirkung: kurze Blockzeit, hohe Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)

Übg.-Nr.	Ausgangsstellung	Aufgabe	Belastung	Pause	Wdh.-Anz.	Ausführungshinweis	Variationen
auf1-la-01	Startausgangsposition, Hände umfassen den Vorderfuß von vorn	Ziehen an den Fußspitzen (Anspannen der Armbeugemuskulatur)	1 - 3 sec	20 sec	3	relativ langsame Bewegungsausführung mit starker Beugung im Ellenbogengelenk	verschieden große Kniewinkel in der Ausgangsposition
auf1-la-02	Startausgangsposition, Hände umfassen den Vorderfuß von vorn	Ziehen an den Fußspitzen (Anspannen der Armbeugemuskulatur)		20 sec	3	schnelle, kurzzeitige Bewegungsausführung mit geringer Beugung im Ellenbogengelenk	verschieden große Kniewinkel in der Ausgangsposition
auf1-la-rea	Startausgangsposition, Hände umfassen den Vorderfuß von vorn	Ziehen an den Fußspitzen (Anspannen der Armbeugemuskulatur) nach Startkommando		20 sec	3	schnelle, kurzzeitige Bewegungsausführung mit geringer Beugung im Ellenbogengelenk	verschieden große Kniewinkel in der Ausgangsposition
							Variationen des Startsignals (Lautstärke / Art des Signals / Zeitdifferenz zw. Ankündigung und Signal)

Trainingsübungen zur Verbesserung der Bewegungsausführung des Absprungs beim Start vom Block

- Phase:** Auftakt
Ziel: Schnelle Verlagerung des KSP vor die Startblockvorderkante, Vorbereitung des Absprungs
- Merkmal:** Vorwärts-/Abwärts-Bewegung des Rumpfes
Kriterium: Beugen im Ellenbogengelenk
Wirkung: kurze Blockzeit, hohe Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)

Übg.-Nr.	Ausgangsstellung	Aufgabe	Belastung	Pause	Wdh.-Anz.	Ausführungshinweis	Variationen
auf1-wa-01	Startausgangsposition auf dem Startblock, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Ziehen an der Startblockvorderkante (Anspannen der Armbeugemuskulatur)	1 - 3 sec	30 sec	3	relativ langsame Bewegungsausführung mit starker Beugung im Ellenbogengelenk	verschieden große Kniewinkel in der Ausgangsposition
auf1-wa-02	Startausgangsposition auf dem Startblock, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Ziehen an der Startblockvorderkante (Anspannen der Armbeugemuskulatur)		30 sec	3	schnelle, kurzzeitige Bewegungsausführung mit geringer Beugung im Ellenbogengelenk	verschieden große Kniewinkel in der Ausgangsposition
auf1-wa-rea	Startausgangsposition auf dem Startblock, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Ziehen an der Startblockvorderkante (Anspannen der Armbeugemuskulatur) nach Startkommando		30 sec	3	schnelle, kurzzeitige Bewegungsausführung mit geringer Beugung im Ellenbogengelenk	verschieden große Kniewinkel in der Ausgangsposition
							Variationen des Startsignals (Lautstärke / Art des Signals / Zeitdifferenz zwis. Ankündigung und Signal)

Trainingsübungen zur Verbesserung der Bewegungsausführung des Absprungs beim Start vom Block

Phase: Auftakt

Ziel: Schnelle Verlagerung des KSP vor die Startblockvorderkante, Vorbereitung des Absprungs

Merkmal: Vorwärts-/Abwärts-Bewegung des Rumpfes

Kriterium: Nach vorn unten führen der Schultern

Wirkung: kurze Blockzeit, hohe Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)

Übungen in Kombination mit "auf1-1a-XX"

Übg.-Nr.	Ausgangsstellung	Aufgabe	Belastung	Pause	Wdh.-Anz.	Ausführungshinweis	Variationen
au2-1a-01	Startausgangsposition, Hände umfassen den Vorderfuß von vorn	Ziehen an den Fußspitzen (Anspannen der Armbeugemuskulatur) mit gleichzeitigem Absenken der Schultern nach vorn	1 - 3 sec	20 sec	3	relativ langsame Bewegungsausführung mit starker Beugung im Ellenbogengelenk	verschieden große Kniewinkel in der Ausgangsposition
au2-1a-02	Startausgangsposition, Hände umfassen den Vorderfuß von vorn	Ziehen an den Fußspitzen (Anspannen der Armbeugemuskulatur) mit gleichzeitigem Absenken der Schultern nach vorn		20 sec	3	schnelle, kurzzeitige Bewegungsausführung mit geringer Beugung im Ellenbogengelenk	verschieden große Kniewinkel in der Ausgangsposition
au2-1a-rea	Startausgangsposition, Hände umfassen den Vorderfuß von vorn	Ziehen an den Fußspitzen (Anspannen der Armbeugemuskulatur) mit gleichzeitigem Absenken der Schultern nach vorn nach Startkommando		20 sec	3	schnelle, kurzzeitige Bewegungsausführung mit geringer Beugung im Ellenbogengelenk	verschieden große Kniewinkel in der Ausgangsposition

Trainingsübungen zur Verbesserung der Bewegungsausführung des Absprungs beim Start vom Block

Phase: Auftakt

Ziel: Schnelle Verlagerung des KSP vor die Startblockvorderkante, Vorbereitung des Absprungs

Merkmal: Vorwärts-/Abwärts-Bewegung des Rumpfes

Kriterium: Nach vorn unten führen der Schultern

Wirkung: kurze Blockzeit, hohe Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)

Übungen in Kombination mit "auf1-wa-XX"

Übg.-Nr.	Ausgangsstellung	Aufgabe	Belastung	Pause	Wdh.-Anz.	Ausführungshinweis	Variationen
auf2-wa-01	Startausgangsposition auf dem Startblock, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Ziehen an der Startblockvorderkante (Anspannen der Armbeugemuskulatur) mit gleichzeitigem Absenken der Schultern nach vorn	1 - 3 sec	20 sec	3	relativ langsame Bewegungsausführung mit starker Beugung im Ellenbogengelenk	verschieden große Kniewinkel in der Ausgangsposition
auf2-wa-02	Startausgangsposition auf dem Startblock, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Ziehen an der Startblockvorderkante (Anspannen der Armbeugemuskulatur) mit gleichzeitigem Absenken der Schultern nach vorn		20 sec	3	schnelle, kurzzeitige Bewegungsausführung mit geringer Beugung im Ellenbogengelenk	verschieden große Kniewinkel in der Ausgangsposition
auf2-wa-03	Startausgangsposition am Beckenrand, Hände umfassen den Vorderfuß von vorn	In dieser Position Körper nach vorn kippen lassen ohne Rumpf-, Knie- und Fußwinkel zu verändern		30 sec	3	nach dem Füße lösen enge und runde Körperhaltung einnehmen, um Verletzungen zu vermeiden	verschieden große Kniewinkel in der Ausgangsposition
auf2-wa-04	Startausgangsposition auf dem Startblock, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Ziehen an der Startblockvorderkante (Anspannen der Armbeugemuskulatur), dass der Körper nach vorn unten kippt		30 sec	3	relativ langsame Bewegungsausführung, nach dem Füße lösen enge und runde Körperhaltung einnehmen, um Verletzungen zu vermeiden	verschieden große Kniewinkel in der Ausgangsposition
							In der Ausgangsposition Stand auf dem Startblock

auf2-wa-05	Startausgangsposition auf dem Startblock, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Ziehen an der Startblockvorderkante (Anspannen der Armbeugermuskulatur), dass der Körper nach vorn unten kippt		30 sec	3	schnelle, kurzzeitige Bewegungsausführung, nach dem Fußlösen enge und runde Körperhaltung einnehmen, um Verletzungen zu vermeiden	verschieden große Kniewinkel in der Ausgangsposition
auf2-wa-rea1	Startausgangsposition auf dem Startblock, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Ziehen an der Startblockvorderkante (Anspannen der Armbeugermuskulatur) mit gleichzeitigem Absenken der Schultern nach vom nach Startkommando		30 sec	3	schnelle, kurzzeitige Bewegungsausführung mit geringer Beugung im Ellenbogengelenk	verschieden große Kniewinkel in der Ausgangsposition Variationen des Startsignals (Lautstärke / Art des Signals / Zeitdifferenz zw. Ankündigung und Signal)
auf2-wa-rea2	Startausgangsposition auf dem Startblock, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Ziehen an der Startblockvorderkante (Anspannen der Armbeugermuskulatur), dass der Körper nach vorn unten kippt nach Startkommando		30 sec	3	schnelle, kurzzeitige Bewegungsausführung, nach dem Fußlösen enge und runde Körperhaltung einnehmen, um Verletzungen zu vermeiden	verschieden große Kniewinkel in der Ausgangsposition Variationen des Startsignals (Lautstärke / Art des Signals / Zeitdifferenz zw. Ankündigung und Signal)

Trainingsübungen zur Verbesserung der Bewegungsausführung des Absprungs beim Start vom Block

Phase: Auftakt

Ziel: Schnelle Verlagerung des KSP vor die Startblockvorderkante, Vorbereitung des Absprungs

Merkmal: Vorwärts-/Abwärts-Bewegung des Rumpfes

Kriterium: Beugen in den Kniegelenken bis ca. 90°

Wirkung: hohe Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)

Übungen in Kombination mit "auf1-la-XX" und "auf2-la-XX"

Übg.-Nr.	Ausgangsstellung	Aufgabe	Belastung	Pause	Wdh.-Anz.	Ausführungshinweis	Variationen
auf3-la-01	Stand, Hände sind in die Hüfte gestemmt	Einnehmen einer Kniebeuge mit Kniewinkel von ca. 90°	1 - 3 sec	20 sec	3	relativ langsame Bewegungsausführung, Hände bleiben während der Übungsausführung in die Hüfte gestemmt	In der Ausgangsposition Kniewinkel von ca. 120° und von ca. 150° einnehmen
auf3-la-02	Stand, Hände sind in die Hüfte gestemmt	Einnehmen einer Kniebeuge mit Kniewinkel von ca. 90°		20 sec	3	schnelle, kurzzeitige Bewegungsausführung, Hände bleiben während der Übungsausführung in die Hüfte gestemmt	In der Ausgangsposition Kniewinkel von ca. 120° und von ca. 150° einnehmen
auf3-la-03	Startausgangsposition, Hände umfassen den Vorderfuß von vorn	Beugen in der Knie bis zu einem Kniewinkel von ca. 90°	1 - 3 sec	20 sec	3	relativ langsame Bewegungsausführung, Hände umfassen während der Übungsausführung den Vorderfuß	In der Ausgangsposition Kniewinkel von ca. 120° und von ca. 150° einnehmen
auf3-la-04	Startausgangsposition, Hände umfassen den Vorderfuß von vorn	Beugen in der Knie bis zu einem Kniewinkel von ca. 90°		20 sec	3	schnelle, kurzzeitige Bewegungsausführung, Hände umfassen während der Übungsausführung den Vorderfuß	In der Ausgangsposition Kniewinkel von ca. 120° und von ca. 150° einnehmen

auf3-1a-05	Startausgangsposition, Hände umfassen den Vorderfuß von vorn	Ziehen an den Fußspitzen (Anspannen der Armbeugermuskulatur) mit gleichzeitigem Beugen der Knie bis zu einem Kniewinkel von ca. 90°	1 - 3 sec	20 sec	3	relativ langsame Bewegungsausführung mit starker Beugung im Ellenbogengelenk	In der Ausgangsposition Kniewinkel von ca. 120° und von ca. 150° einnehmen
auf3-1a-06	Startausgangsposition, Hände umfassen den Vorderfuß von vorn	Ziehen an den Fußspitzen (Anspannen der Armbeugermuskulatur) mit gleichzeitigem Beugen der Knie bis zu einem Kniewinkel von ca. 90°		20 sec	3	schnelle, kurzzeitige Bewegungsausführung mit geringer Beugung im Ellenbogengelenk	In der Ausgangsposition Kniewinkel von ca. 120° und von ca. 150° einnehmen
auf3-1a-07	Startausgangsposition, Hände umfassen den Vorderfuß von vorn	Ziehen an den Fußspitzen (Anspannen der Armbeugermuskulatur) mit gleichzeitigem Absenken der Schultern nach vorn und Beugen der Knie bis zu einem Kniewinkel von ca. 90°	1 - 3 sec	20 sec	3	relativ langsame Bewegungsausführung mit starker Beugung im Ellenbogengelenk	In der Ausgangsposition Kniewinkel von ca. 120° und von ca. 150° einnehmen
auf3-1a-08	Startausgangsposition, Hände umfassen den Vorderfuß von vorn	Ziehen an den Fußspitzen (Anspannen der Armbeugermuskulatur) mit gleichzeitigem Absenken der Schultern nach vorn und Beugen der Knie bis zu einem Kniewinkel von ca. 90°		20 sec	3	schnelle, kurzzeitige Bewegungsausführung mit geringer Beugung im Ellenbogengelenk	In der Ausgangsposition Kniewinkel von ca. 120° und von ca. 150° einnehmen
auf3-1a-rea	Startausgangsposition, Hände umfassen den Vorderfuß von vorn	Ziehen an den Fußspitzen (Anspannen der Armbeugermuskulatur) mit gleichzeitigem Beugen der Knie bis zu einem Kniewinkel von ca. 90° nach Startkommando		20 sec	3	schnelle, kurzzeitige Bewegungsausführung mit geringer Beugung im Ellenbogengelenk	verschieden große Kniewinkel in der Ausgangsposition
auf3-1a-rea	Startausgangsposition, Hände umfassen den Vorderfuß von vorn	Ziehen an den Fußspitzen (Anspannen der Armbeugermuskulatur) mit gleichzeitigem Absenken der Schultern nach vorn und Beugen der Knie bis zu einem Kniewinkel von ca. 90°		20 sec	3	schnelle, kurzzeitige Bewegungsausführung mit geringer Beugung im Ellenbogengelenk	verschieden große Kniewinkel in der Ausgangsposition

Trainingsübungen zur Verbesserung der Bewegungsausführung des Absprungs beim Start vom Block

Phase: Auftakt

Ziel: Schnelle Verlagerung des KSP vor die Startblockvorderkante, Vorbereitung des Absprungs

Merkmal: Vorwärts-/Abwärts-Bewegung des Rumpfes

Kriterium: Beugen in den Kniegelenken bis ca. 90°

Wirkung: hohe Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)

Übungen in Kombination mit "auf2-wa-XX"

Übg.-Nr.	Ausgangsstellung	Aufgabe	Belastung	Pause	Wdh.-Anz.	Ausführungshinweis	Variationen
auf3-wa-01	Stand auf dem Startblock, Hände sind in die Hüfte gestemmt	Einnehmen einer Kniebeuge mit Kniewinkel von ca. 90°	1 - 3 sec	20 sec	3	relativ langsame Bewegungsausführung, Hände bleiben während der Übungsausführung in die Hüfte gestemmt	In der Ausgangsposition Kniewinkel von ca. 120° und von ca. 150° einnehmen
auf3-wa-02	Stand auf dem Startblock, Hände sind in die Hüfte gestemmt	Einnehmen einer Kniebeuge mit Kniewinkel von ca. 90°		20 sec	3	schnelle, kurzzeitige Bewegungsausführung, Hände bleiben während der Übungsausführung in die Hüfte gestemmt	In der Ausgangsposition Kniewinkel von ca. 120° und von ca. 150° einnehmen
auf3-wa-03	Startausgangsposition auf dem Startblock, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Beugen in der Knie bis zu einem Kniewinkel von ca. 90°	1 - 3 sec	20 sec	3	relativ langsame Bewegungsausführung, Hände umfassen während der Übungsausführung den Vorderfuß	In der Ausgangsposition Kniewinkel von ca. 120° und von ca. 150° einnehmen
auf3-wa-04	Startausgangsposition auf dem Startblock, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Beugen in der Knie bis zu einem Kniewinkel von ca. 90°		20 sec	3	schnelle, kurzzeitige Bewegungsausführung, Hände umfassen während der Übungsausführung den Vorderfuß	In der Ausgangsposition Kniewinkel von ca. 120° und von ca. 150° einnehmen
auf3-wa-05	Startausgangsposition am Beckenrand, Hände umfassen den Vorderfuß von vorn	Den Körper nach vorn kippen lassen, dabei den Kniewinkel auf ca. 90° verringern		30 sec	3	nach dem Füße lösen enge und runde Körperhaltung einnehmen, um Verletzungen zu vermeiden	verschieden große Kniewinkel in der Ausgangsposition
							In der Ausgangsposition Stand auf dem Startblock

auf3-wa-06	Startausgangsposition auf dem Startblock, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Ziehen an der Startblockvorderkante (Anspannen der Armbeugermuskulatur), dass der Körper nach vorn unten kippt, gleichzeitig Beugen der Knie bis zu einem Kniewinkel von ca. 90°		30 sec	3	relativ langsame Bewegungsausführung, nach dem Füße lösen enge und runde Körperhaltung einnehmen, um Verletzungen zu vermeiden	verschieden große Kniewinkel in der Ausgangsposition
auf3-wa-07	Startausgangsposition auf dem Startblock, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Ziehen an der Startblockvorderkante (Anspannen der Armbeugermuskulatur), dass der Körper nach vorn unten kippt, gleichzeitig Beugen der Knie bis zu einem Kniewinkel von ca. 90°		30 sec	3	schnelle, kurzzeitige Bewegungsausführung, nach dem Füße lösen enge und runde Körperhaltung einnehmen, um Verletzungen zu vermeiden	verschieden große Kniewinkel in der Ausgangsposition
auf3-wa-rea1	Startausgangsposition auf dem Startblock, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Ziehen an der Startblockvorderkante (Anspannen der Armbeugermuskulatur), dass der Körper nach vorn unten kippt, gleichzeitig Beugen der Knie bis zu einem Kniewinkel von ca. 90°		30 sec	3	schnelle, kurzzeitige Bewegungsausführung mit geringer Beugung im Ellenbogengelenk, nach dem Füße lösen enge und runde Körperhaltung einnehmen, um Verletzungen zu vermeiden	verschieden große Kniewinkel in der Ausgangsposition
							Variationen des Startsignals (Lautstärke / Art des Signals / Zeitdifferenz zw. Ankündigung und Signal)

Trainingsübungen zur Verbesserung der Bewegungsausführung des Absprungs beim Start vom Block

Phase: Auftakt

Ziel: Schnelle Verlagerung des KSP vor die Startblockvorderkante, Vorbereitung des Absprungs

Merkmal: Vorwärts-/Abwärts-Bewegung des Rumpfes

Kriterium: Anheben der Fersen

Wirkung: hohe Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)

Übg.-Nr.	Ausgangsstellung	Aufgabe	Belastung	Pause	Wdh.-Anz.	Ausführungshinweis	Variationen
auf4-la-01	Stand, Hände sind in die Hüfte gestemmt	Auf- und Abrollen über die Fußsohle in den Zehenspitzenstand und in den Hackenstand	8 - 10 sec	20 sec	3	Hände bleiben während der Übungsausführung in die Hüfte gestemmt	
auf4-la-02	Stand, Hände sind in die Hüfte gestemmt	Einnehmen und Halten des Zehenspitzenstandes	8 - 10 sec	20 sec	3	Hände bleiben während der Übungsausführung in die Hüfte gestemmt	
auf4-la-03	Stand, Hände sind in die Hüfte gestemmt	Einnehmen und Halten einer Kniebeuge mit Kniewinkel von ca. 90°, gleichzeitig Hacken von der Unterlage lösen (Zehenspitzenstand)	8 - 10 sec	20 sec	3	relativ langsame Bewegungsausführung, Hände bleiben während der Übungsausführung in die Hüfte gestemmt	Einnehmen der Kniebeuge mit Kniewinkeln von ca. 60°, von ca. 120° und von ca. 150°
auf4-la-04	Stand, Hände sind in die Hüfte gestemmt	Einnehmen und Halten einer Kniebeuge mit Kniewinkel von ca. 90°, gleichzeitig Hacken von der Unterlage lösen (Zehenspitzenstand)	8 - 10 sec	20 sec	3	schnelle, kurzzeitige Bewegungsausführung, Hände bleiben während der Übungsausführung in die Hüfte gestemmt	Einnehmen der Kniebeuge mit Kniewinkeln von ca. 60°, von ca. 120° und von ca. 150°
auf4-la-05	Startausgangsposition, Hände umfassen den Vorderfuß von vorn	Einnehmen und Halten des Zehenspitzenstandes	8 - 10 sec	20 sec	3	Hände umfassen während der Übungsausführung den Vorderfuß	
auf4-la-06	Startausgangsposition, Hände umfassen den Vorderfuß von vorn	Einnehmen und Halten einer Kniebeuge mit Kniewinkel von ca. 90°, gleichzeitig Hacken von der Unterlage lösen (Zehenspitzenstand)	8 - 10 sec	20 sec	3	Hände umfassen während der Übungsausführung den Vorderfuß	In der Ausgangsposition Kniewinkel von ca. 120° und von ca. 150° einnehmen

Trainingsübungen zur Verbesserung der Bewegungsausführung des Absprungs beim Start vom Block

Phase: Auftakt

Ziel: Schnelle Verlagerung des KSP vor die Startblockvorderkante, Vorbereitung des Absprungs

Merkmal: Vorwärts-/Abwärts-Bewegung des Rumpfes

Kriterium: Anheben der Fersen

Wirkung: hohe Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)

Übg.-Nr.	Ausgangsstellung	Aufgabe	Belastung	Pause	Wdh.-Anz.	Ausführungshinweis	Variationen
auf4-wa-01	Stand am Beckenrand, Hände sind in die Hüfte gestemmt	Auf- und Abrollen über die Fußsohle in den Zehenspitzenstand und in den Hackenstand	8 - 10 sec	20 sec	3	Hände bleiben während der Übungsausführung in die Hüfte gestemmt	
auf4-wa-02	Stand am Beckenrand, Arme befinden sich seitlich am Körper	Einnehmen und Halten einer Kniebeuge mit Kniewinkel von ca. 90°, gleichzeitig Hacken von der Unterlage lösen (Zehenspitzenstand)	8 - 10 sec	20 sec	3		Einnehmen der Kniebeuge mit Kniewinkeln von ca. 60°, von ca. 120° und von ca. 150°
							In der Ausgangsposition Stand auf dem Startblock
auf4-wa-03	Startausgangsposition am Beckenrand, Hände umfassen den Vorderfuß von vorn, Körpergewicht auf dem Vorderfuß	Hacken anheben, dabei Körperhaltung und Fußwinkel beibehalten, so dass der Körper nach vorn kippt		30 sec	3		
auf4-wa-04	Startausgangsposition am Beckenrand, Hände umfassen den Vorderfuß von vorn, Körpergewicht auf dem Vorderfuß	Hacken anheben, so dass der Körper nach vorn kippt, dabei einen Kniewinkel von ca. 90° einnehmen		30 sec	3		Einnehmen eines Kniewinkels von ca. 60°, von ca. 120° und von ca. 150°
auf4-wa-05	Startausgangsposition auf dem Startblock, Hände umfassen die Startblockvorderkante, Körpergewicht auf dem Vorderfuß	Hacken anheben, dabei Körperhaltung und Fußwinkel beibehalten, so dass der Körper nach vorn kippt		30 sec	3	nach dem Füsse lösen enge und runde Körperhaltung einnehmen, um Verletzungen zu vermeiden	

auf4-wa-06	Startausgangsposition auf dem Startblock, Hände umfassen die Startblockvorderkante, Körpergewicht auf dem Vorderfuß	Hacken anheben, so dass der Körper nach vorn kippt, dabei einen Kniewinkel von ca. 90° einnehmen		30 sec	3	relativ langsame Bewegungsausführung, nach dem Füße lösen enge und runde Körperhaltung einnehmen, um Verletzungen zu vermeiden	Einnehmen eines Kniewinkels von ca. 60°, von ca. 120° und von ca. 150°
auf4-wa-07	Startausgangsposition auf dem Startblock, Hände umfassen die Startblockvorderkante, Körpergewicht auf dem Vorderfuß	Hacken anheben, so dass der Körper nach vorn kippt, dabei einen Kniewinkel von ca. 90° einnehmen		30 sec	3	relativ schnelle, kurzzeitige Bewegungsausführung, nach dem Füße lösen enge und runde Körperhaltung einnehmen, um Verletzungen zu vermeiden	Einnehmen eines Kniewinkels von ca. 60°, von ca. 120° und von ca. 150°
auf4-wa-08	Startausgangsposition auf dem Startblock, Hände umfassen die Startblockvorderkante, Körpergewicht auf dem Vorderfuß	Ziehen an der Startblockvorderkante und dabei Hacken anheben, so dass der Körper schnell nach vorn kippt		30 sec	3	relativ langsame Bewegungsausführung, nach dem Füße lösen enge und runde Körperhaltung einnehmen, um Verletzungen zu vermeiden	
auf4-wa-09	Startausgangsposition auf dem Startblock, Hände umfassen die Startblockvorderkante, Körpergewicht auf dem Vorderfuß	Ziehen an der Startblockvorderkante und dabei Hacken anheben, so dass der Körper schnell nach vorn kippt		30 sec	3	relativ schnelle, kurzzeitige Bewegungsausführung, nach dem Füße lösen enge und runde Körperhaltung einnehmen, um Verletzungen zu vermeiden	
auf4-wa-10	Startausgangsposition auf dem Startblock, Hände umfassen die Startblockvorderkante, Körpergewicht auf dem Vorderfuß	Ziehen an der Startblockvorderkante, dabei Hacken anheben und einen Kniewinkel von ca. 90° einnehmen, so dass der Körper schnell nach vorn kippt		30 sec	3	relativ langsame Bewegungsausführung, nach dem Füße lösen enge und runde Körperhaltung einnehmen, um Verletzungen zu vermeiden	Einnehmen eines Kniewinkels von ca. 60°, von ca. 120° und von ca. 150°
auf4-wa-11	Startausgangsposition auf dem Startblock, Hände umfassen die Startblockvorderkante, Körpergewicht auf dem Vorderfuß	Ziehen an der Startblockvorderkante, dabei Hacken anheben und einen Kniewinkel von ca. 90° einnehmen, so dass der Körper schnell nach vorn kippt		30 sec	3	relativ schnelle, kurzzeitige Bewegungsausführung, nach dem Füße lösen enge und runde Körperhaltung einnehmen, um Verletzungen zu vermeiden	Einnehmen eines Kniewinkels von ca. 60°, von ca. 120° und von ca. 150°

auf4-wa-rea1	Startausgangsposition auf dem Startblock, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Ziehen an der Startblockvorderkante und dabei Hacken anheben, so dass der Körper schnell nach vorn kippt		30 sec	3	schnelle, kurzzeitige Bewegungsausführung mit geringer Beugung im Ellenbogengelenk, nach dem Füße lösen enge und runde Körperhaltung einnehmen, um Verletzungen zu vermeiden	verschieden große Kniewinkel in der Ausgangsposition Variationen des Startsignals (Lautstärke / Art des Signals / Zeitdifferenz zw. Ankündigung und Signal)
auf4-wa-rea2	Startausgangsposition auf dem Startblock, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Ziehen an der Startblockvorderkante, dabei Hacken anheben und einen Kniewinkel von ca. 90° einnehmen, so dass der Körper schnell nach vorn kippt		30 sec	3	schnelle, kurzzeitige Bewegungsausführung mit geringer Beugung im Ellenbogengelenk, nach dem Füße lösen enge und runde Körperhaltung einnehmen, um Verletzungen zu vermeiden	verschieden große Kniewinkel in der Ausgangsposition Variationen des Startsignals (Lautstärke / Art des Signals / Zeitdifferenz zw. Ankündigung und Signal)

Trainingsübungen zur Verbesserung der Bewegungsausführung des Absprungs beim Start vom Block

Phase: Absprung

Ziel: Maximale Beschleunigung des Körpers in Schwimmrichtung durch muskuläre Antriebsleistungen

Merkmal: Bewegung des Rumpfes in Schwimmrichtung

Kriterium: Schwingen der Arme in Schwimmrichtung

Wirkung: hohe Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)

Übg.-Nr.	Ausgangsstellung	Aufgabe	Belastung	Pause	Wdh.-Anz.	Ausführungshinweis	Variationen
ab_vor1-la-01	Startausgangsposition mit Kniewinkel von ca. 90°	Bein- und Rumpfstreckung mit gleichzeitigem Schwingen der Arme in die Vorhalte		10 sec	8	Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers, Tempo der Bewegungsausführung nach und nach steigern	Arme in die Seithalte schwingen
ab_vor1-la-02	Startausgangsposition auf Zehenspitzen mit Kniewinkel von ca. 90°	Bein- und Rumpfstreckung mit gleichzeitigem Schwingen der Arme in die Vorhalte		10 sec	8	Zehenspitzenstand wird beibehalten, Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers, Tempo der Bewegungsausführung nach und nach steigern	Arme in die Seithalte schwingen
ab_vor1-la-03	Startausgangsposition mit Kniewinkel von ca. 90°	Bein- und Rumpfstreckung, Arme werden in die Tiefhalte an den Körper gebracht		10 sec	8	Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers, Arme werden nicht als Schwungelement genutzt	
ab_vor1-la-04	Startausgangsposition auf Zehenspitzen mit Kniewinkel von ca. 90°	Bein- und Rumpfstreckung, Arme werden in die Tiefhalte an den Körper gebracht		10 sec	8	Zehenspitzenstand wird beibehalten, Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers, Arme werden nicht als Schwungelement genutzt	
ab_vor1-la-05	Kniebeuge mit einem Kniewinkel von ca. 90°, Arme befinden sich in Vorhalte	Beinstreckung mit gleichzeitigem Schwingen der Arme in die Hochhalte		10 sec	8	Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers, Tempo der Bewegungsausführung nach und nach steigern	Arme aus der Seithalte in die Hochhalte schwingen

ab_vor1-la-06	Zehenspitzenstand in der Kniebeuge mit Kniewinkel von 90°, Arme befinden sich in Vorhalte	Beinstreckung mit gleichzeitigem Schwingen der Arme in die Hochhalte	10 sec	8	Zehenspitzenstand wird beibehalten, Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers, Tempo der Bewegungsausführung nach und nach steigern	Arme aus der Seithalte in die Hochhalte schwingen
ab_vor1-la-07	Kniebeuge mit einem Kniewinkel von ca. 90°, Arme befinden sich in Vorhalte	Beinstreckung, Arme werden in die Tiefhalte an den Körper gebracht	10 sec	8	Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers, Tempo der Bewegungsausführung nach und nach steigern	Arme aus der Seithalte in die Tiefhalte bringen
ab_vor1-la-08	Zehenspitzenstand in der Kniebeuge mit Kniewinkel von 90°, Arme befinden sich in Vorhalte	Beinstreckung, Arme werden in die Tiefhalte an den Körper gebracht	10 sec	8	Zehenspitzenstand wird beibehalten, Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers, Tempo der Bewegungsausführung nach und nach steigern	Arme aus der Seithalte in die Tiefhalte bringen
ab_vor1-la-09	Startausgangsposition mit Kniewinkel von ca. 90°	Bein- und Rumpfstreckung mit gleichzeitigem Schwingen der Arme vor dem Körper in die Hochhalte	10 sec	8	Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers, Tempo der Bewegungsausführung nach und nach steigern	Arme seitlich in die Hochhalte schwingen
ab_vor1-la-10	Startausgangsposition auf Zehenspitzen mit Kniewinkel von ca. 90°	Bein- und Rumpfstreckung mit gleichzeitigem Schwingen der Arme vor dem Körper in die Hochhalte	10 sec	8	Zehenspitzenstand wird beibehalten, Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers, Tempo der Bewegungsausführung nach und nach steigern	Arme seitlich in die Hochhalte schwingen
ab_vor1-la-11	Startausgangsposition mit Kniewinkel von ca. 90°	Strecksprung mit gleichzeitigem Schwingen der Arme in die Vorhalte	10 sec	8	Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers	Arme in die Seithalte schwingen
ab_vor1-la-12	Startausgangsposition auf Zehenspitzen mit Kniewinkel von ca. 90°	Strecksprung mit gleichzeitigem Schwingen der Arme in die Vorhalte	10 sec	8	Zehenspitzenstand wird während des Absprungs beibehalten, Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers	Arme in die Seithalte schwingen

ab_vor1-la-13	Startausgangsposition mit Kniewinkel von ca. 90°	Strecksprung, Arme werden in die Tiefhalte an den Körper gebracht	10 sec	8	Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers, Arme werden nicht als Schwungelement genutzt	Arme aus der Seithalte in die Hochhalte schwingen
ab_vor1-la-14	Startausgangsposition auf Zehenspitzen mit Kniewinkel von ca. 90°	Strecksprung, Arme werden in die Tiefhalte an den Körper gebracht	10 sec	8	Zehenspitzenstand wird während des Absprungs beibehalten, Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers, Arme werden nicht als Schwungelement genutzt	Arme aus der Seithalte in die Hochhalte schwingen
ab_vor1-la-15	Kniebeuge mit einem Kniewinkel von ca. 90°, Arme befinden sich in Vorhalte	Strecksprung mit gleichzeitigem Schwingen der Arme in die Hochhalte	10 sec	8	Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers	Arme aus der Seithalte in die Hochhalte schwingen
ab_vor1-la-16	Zehenspitzenstand in der Kniebeuge mit Kniewinkel von 90°, Arme befinden sich in Vorhalte	Strecksprung mit gleichzeitigem Schwingen der Arme in die Hochhalte	10 sec	8	Zehenspitzenstand wird beibehalten, Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers	Arme aus der Seithalte in die Hochhalte schwingen
ab_vor1-la-17	Kniebeuge mit einem Kniewinkel von ca. 90°, Arme befinden sich in Vorhalte	Strecksprung, Arme werden in die Tiefhalte an den Körper gebracht	10 sec	8	Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers	Arme aus der Seithalte in die Tiefhalte bringen
ab_vor1-la-18	Zehenspitzenstand in der Kniebeuge mit Kniewinkel von 90°, Arme befinden sich in Vorhalte	Strecksprung, Arme werden in die Tiefhalte an den Körper gebracht	10 sec	8	Zehenspitzenstand wird beibehalten, Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers	Arme aus der Seithalte in die Tiefhalte bringen
ab_vor1-la-19	Startausgangsposition mit Kniewinkel von ca. 90°	Strecksprung mit gleichzeitigem Schwingen der Arme vor dem Körper in die Hochhalte	10 sec	8	Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers	Arme seitlich in die Hochhalte schwingen
ab_vor1-la-20	Startausgangsposition auf Zehenspitzen mit Kniewinkel von ca. 90°	Strecksprung mit gleichzeitigem Schwingen der Arme vor dem Körper in die Hochhalte	10 sec	8	Zehenspitzenstand wird beibehalten, Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers	Arme seitlich in die Hochhalte schwingen

Trainingsübungen zur Verbesserung der Bewegungsausführung des Absprungs beim Start vom Block

Phase: Absprung

Ziel: Maximale Beschleunigung des Körpers in Schwimmrichtung durch muskuläre Antriebsleistungen

Merkmal: Bewegung des Rumpfes in Schwimmrichtung

Kriterium: Schwingen der Arme in Schwimmrichtung

Wirkung: hohe Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)

Übg.-Nr.	Ausgangsstellung	Aufgabe	Belastung	Pause	Wdh.-Anz.	Ausführungshinweis	Variationen
ab_vor1-wa-01	Kniebeuge an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von ca. 90°, Arme befinden sich seitlich am Körper	Fußsprung		30 sec	8	Arme bleiben seitlich am Körper, Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers	In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock
ab_vor1-wa-02	Zehenspitzenstand in der Kniebeuge an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von ca. 90°, Arme befinden sich seitlich am Körper	Fußsprung		30 sec	8	Zehenspitzenstand wird während des Absprungs beibehalten, Arme bleiben seitlich am Körper, Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers	In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock
ab_vor1-wa-03	Kniebeuge an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von ca. 90°, Arme befinden sich seitlich am Körper	Fußsprung mit gleichzeitigem Schwingen der Arme in die Vorhalte		30 sec	8	Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers	Arme in die Seithalte schwingen
							In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock

ab_vor1-wa-04	Zehenspitzenstand in der Kniebeuge an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von ca. 90°, Arme befinden sich seitlich am Körper	Fußsprung mit gleichzeitigem Schwingen der Arme in die Vorhalte		30 sec	8	Zehenspitzenstand wird während des Absprungs beibehalten, Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers	Arme in die Seithalte schwingen In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock
ab_vor1-wa-05	Kniebeuge an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von ca. 90°, Arme befinden sich in Vorhalte	Fußsprung mit gleichzeitigem Schwingen der Arme in die Hochhalte		30 sec	8	Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers	Arme aus der Seithalte in die Hochhalte schwingen In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock
ab_vor1-wa-06	Zehenspitzenstand in der Kniebeuge an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von ca. 90°, Arme befinden sich in Vorhalte	Fußsprung mit gleichzeitigem Schwingen der Arme in die Hochhalte		30 sec	8	Zehenspitzenstand wird während des Absprungs beibehalten, Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers	Arme aus der Seithalte in die Hochhalte schwingen In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock

ab_vor1-wa-07	Kniebeuge an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von ca. 90°, Arme befinden sich in Vorhalte	Fußsprung, Arme werden in die Tiefhalte an den Körper gebracht		30 sec	8	Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers	Arme aus der Seithalte in die Tiefhalte bringen
ab_vor1-wa-08	Zehenspitzenstand in der Kniebeuge an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von ca. 90°, Arme befinden sich in Vorhalte	Fußsprung, Arme werden in die Tiefhalte an den Körper gebracht		30 sec	8	Zehenspitzenstand wird während des Absprungs beibehalten, Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers	Arme aus der Seithalte in die Tiefhalte bringen
ab_vor1-wa-09	Startposition an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von ca. 90°	Fußsprung mit gleichzeitigem Schwingen der Arme in die Hochhalte		30 sec	8	Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers	In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock
ab_vor1-wa-10	Zehenspitzenstand in der Startposition an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von ca. 90°	Fußsprung mit gleichzeitigem Schwingen der Arme in die Hochhalte		30 sec	8	Zehenspitzenstand wird während des Absprungs beibehalten, Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers	In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock

ab_vor1-wa-11	Kniebeuge an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von ca. 90°, Arme schwingen aus der Rückhalte in die Vorhalte und zurück	Fußsprung mit gleichzeitigem Schwingen der Arme aus der Rückhalte in die Hochhalte		30 sec	8	Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers	In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock
							Arme werden aus der Rückhalte in die Hochhalte geschwungen ohne vorangegangenes Vor- und Zurückschwingen
ab_vor1-wa-12	Zehenspitzenstand in der Kniebeuge an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von ca. 90°, Arme schwingen aus der Rückhalte in die Vorhalte und zurück	Fußsprung mit gleichzeitigem Schwingen der Arme aus der Rückhalte in die Hochhalte		30 sec	8	Zehenspitzenstand wird während des Absprungs beibehalten, Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers	In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock
							Arme werden aus der Rückhalte in die Hochhalte geschwungen ohne vorangegangenes Vor- und Zurückschwingen
ab_vor1-wa-13	Startposition an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von ca. 90°, die gestreckten Arme befinden sich am Kopf	Startsprung		30 sec	8	Arme bleiben gestreckt am Kopf, Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers	In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock
ab_vor1-wa-14	Zehenspitzenstand in der Startposition an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von ca. 90°, die gestreckten Arme befinden sich am Kopf	Startsprung		30 sec	8	Zehenspitzenstand wird während des Absprungs beibehalten, Arme bleiben gestreckt am Kopf, Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers	In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock
ab_vor1-wa-15	Startposition an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von ca. 90°, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Startsprung bei gleichzeitigem Schwingen der Arme in die Vorhalte		30 sec	8	Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers	In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock

ab_vor1-wa-16	Zehenspitzenstand in der Startposition an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von ca. 90°, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Startsprung bei gleichzeitigem Schwingen der Arme in die Vorhalte		30 sec	8	Zehenspitzenstand wird während des Absprungs beibehalten, Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers	In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock
ab_vor1-wa-17	Startposition an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von ca. 90°, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Startsprung bei gleichzeitigem Schwingen der Arme in die Hochhalte		30 sec	8	Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers	In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock
ab_vor1-wa-18	Zehenspitzenstand in der Startposition an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von ca. 90°, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Startsprung bei gleichzeitigem Schwingen der Arme in die Hochhalte		30 sec	8	Zehenspitzenstand wird während des Absprungs beibehalten, Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers	In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock
ab_vor1-wa-19	Kniebeuge an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von ca. 90°, Arme schwingen aus der Rückhalte in die Vorhalte und zurück	Startsprung mit gleichzeitigem Schwingen der Arme aus der Rückhalte in die Hochhalte		30 sec	8	Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers	In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock
							Arme werden aus der Rückhalte in die Hochhalte geschwungen ohne vorangegangenes Vor- und Zurückschwingen
ab_vor1-wa-20	Zehenspitzenstand in der Kniebeuge an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von ca. 90°, Arme schwingen aus der Rückhalte in die Vorhalte und zurück	Startsprung mit gleichzeitigem Schwingen der Arme aus der Rückhalte in die Hochhalte		30 sec	8	Zehenspitzenstand wird während des Absprungs beibehalten, Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers	In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock
							Arme werden aus der Rückhalte in die Hochhalte geschwungen ohne vorangegangenes Vor- und Zurückschwingen

Trainingsübungen zur Verbesserung der Bewegungsausführung des Absprungs beim Start vom Block

Phase: Absprung

Ziel: Maximale Beschleunigung des Körpers in Schwimmrichtung durch muskuläre Antriebsleistungen

Merkmal: Bewegung des Rumpfes in Schwimmrichtung

Kriterium: Strecken in Fuß-, Knie- und Hüftgelenk sowie der Wirbelsäule bis zu einem Hüftwinkel von ca. 180°

Wirkung: hohe Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)

Übg.-Nr.	Ausgangsstellung	Aufgabe	Belastung	Pause	Wdh.-Anz.	Ausführungshinweis	Variationen
ab_vor2-la-01	Kniebeuge mit Kniewinkel von ca. 90°. Arme befinden sich seitlich am Körper	Beinstreckung mit bewusster Körperstreckung und Rückführung der Schultern		20 sec	8	Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers, besonders auf Hüftstreckung achten	
ab_vor2-la-02	Zehenspitzenstand in der Kniebeuge mit Kniewinkel von ca. 90°. Arme befinden sich seitlich am Körper	Beinstreckung mit bewusster Körperstreckung und Rückführung der Schultern		20 sec	8	Zehenspitzenstand wird beibehalten, Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers, besonders auf Hüftstreckung achten	
ab_vor2-la-03	Startausgangsposition mit Kniewinkel von ca. 90°	Bein- und Rumpfstreckung, gleichzeitig werden die Arme vor dem Körper in die Hochhalte geführt, bis der gesamte Körper gestreckt ist		20 sec	8	nicht ins Hohlkreuz gehen, besonders auf Hüftstreckung achten	
ab_vor2-la-04	Startausgangsposition auf Zehenspitzen mit Kniewinkel von ca. 90°	Bein- und Rumpfstreckung, gleichzeitig werden die Arme vor dem Körper in die Hochhalte geführt, bis der gesamte Körper gestreckt ist		20 sec	8	Zehenspitzenstand wird beibehalten, nicht ins Hohlkreuz gehen, besonders auf Hüftstreckung achten	
ab_vor2-la-05	Kniebeuge mit Kniewinkel von ca. 90°. Arme befinden sich seitlich am Körper	Strecksprung mit bewusster Körperstreckung und Rückführung der Schultern		20 sec	8	Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers, besonders auf Hüftstreckung achten	
ab_vor2-la-06	Zehenspitzenstand in der Kniebeuge mit Kniewinkel von ca. 90°. Arme befinden sich seitlich am Körper	Strecksprung mit bewusster Körperstreckung und Rückführung der Schultern		20 sec	8	Zehenspitzenstand wird während des Absprungs beibehalten, Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers, besonders auf Hüftstreckung achten	

ab_vor2-la-07	Startausgangsposition mit Knie Winkel von ca. 90°	Strecksprung mit Schwingen der Arme vor dem Körper in die Hochhalte, bis der gesamte Körper gestreckt ist		20 sec	8	nicht ins Hohlkreuz gehen, besonders auf Hüftstreckung achten	
ab_vor2-la-08	Startausgangsposition auf Zehenspitzen mit Kniewinkel von ca. 90°	Strecksprung mit Schwingen der Arme vor dem Körper in die Hochhalte, bis der gesamte Körper gestreckt ist		20 sec	8	Zehenspitzenstand wird während des Absprungs beibehalten, nicht ins Hohlkreuz gehen, besonders auf Hüftstreckung achten	

Trainingsübungen zur Verbesserung der Bewegungsausführung des Absprungs beim Start vom Block

Phase: Absprung

Ziel: Maximale Beschleunigung des Körpers in Schwimmrichtung durch muskuläre Antriebsleistungen

Merkmal: Bewegung des Rumpfes in Schwimmrichtung

Kriterium: Strecken in Fuß-, Knie- und Hüftgelenk sowie der Wirbelsäule bis zu einem Hüftwinkel von ca. 180°

Wirkung: hohe Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)

Übg.-Nr.	Ausgangsstellung	Aufgabe	Belastung	Pause	Wdh.-Anz.	Ausführungshinweis	Variationen
ab_vor2-wa-01	Kniebeuge an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von ca. 90°, Arme befinden sich seitlich am Körper	Fußsprung mit bewusster Körperstreckung und Rückführung der Schultern		30 sec	8	Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers, besonders auf Hüftstreckung achten	In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock
ab_vor2-wa-02	Zehenspitzenstand in der Kniebeuge an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von ca. 90°, Arme befinden sich seitlich am Körper	Fußsprung mit bewusster Körperstreckung und Rückführung der Schultern		30 sec	8	Zehenspitzenstand wird während des Absprungs beibehalten, Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers, besonders auf Hüftstreckung achten	In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock
ab_vor2-wa-03	Kniebeuge an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von ca. 90°, Arme befinden sich seitlich am Körper	Fußsprung mit Schwingen der Arme vor dem Körper in die Hochhalte, bis der gesamte Körper gestreckt ist		30 sec	8	Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers, besonders auf Hüftstreckung achten	In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock
ab_vor2-wa-04	Zehenspitzenstand in der Kniebeuge an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von ca. 90°, Arme befinden sich seitlich am Körper	Fußsprung mit Schwingen der Arme vor dem Körper in die Hochhalte, bis der gesamte Körper gestreckt ist		30 sec	8	Zehenspitzenstand wird während des Absprungs beibehalten, Kopf bleibt in Verlängerung des Oberkörpers, besonders auf Hüftstreckung achten	In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock
ab_vor2-wa-05	Startposition an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von ca. 90°, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Fußsprung mit bewusster Körperstreckung und Rückführung der Schultern, Arme werden seitlich an den Körper geführt		30 sec	8	besonders auf Hüftstreckung achten	In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock

ab_vor2-wa-06	Zehenspitzenstand in der Startposition an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von ca. 90°, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Fußsprung mit bewusster Körperstreckung und Rückführung der Schultern, Arme werden seitlich an den Körper geführt		30 sec	8	Zehenspitzenstand wird während des Absprungs beibehalten, besonders auf Hüftstreckung achten	In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock
ab_vor2-wa-07	Startposition an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von ca. 90°, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Fußsprung mit Schwingen der Arme vor dem Körper in die Hochhalte bis der gesamte Körper gestreckt ist		30 sec	8	besonders auf Hüftstreckung achten	In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock
ab_vor2-wa-08	Zehenspitzenstand in der Startposition an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von ca. 90°, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Fußsprung mit Schwingen der Arme vor dem Körper in die Hochhalte bis der gesamte Körper gestreckt ist		30 sec	8	Zehenspitzenstand wird während des Absprungs beibehalten, besonders auf Hüftstreckung achten	In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock
ab_vor2-wa-09	Hockstand an der Beckenkante rücklings zum Schwimmbecken	"Startsprung rückwärts" mit bewusster Hüftüberstreckung, Arme werden vor dem Körper nach oben geschwungen		30 sec	8		Arme werden seitlich nach oben geführt
ab_vor2-wa-10	Startposition für das Rückenschwimmen	Rückenstart mit bewusster Hüftüberstreckung, Arme werden vor dem Körper nach oben geschwungen, Kopf wird in den Nacken bewegt		30 sec	8		Arme werden seitlich nach oben geführt
							variable Höhe der Ausgangsposition der Füße entsprechend dem Erfolg der Bewegungsausführung

ab_vo2-wa-11	Startposition an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von 90°, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Startsprung mit Schwingen der Arme vor dem Körper in die Hochhalte bis der gesamte Körper gestreckt ist, Kopf wird in Verlängerung des Oberkörpers bewegt		30 sec	8	besonders auf Hüftstreckung achten	In der Ausgangsstellung Kniewinkel von ca. 60°, von ca. 120° und von ca. 150° einnehmen
							In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock
							unterschiedliche Absprungwinkel nutzen: steil nach unten, etwas nach unten, horizontal, etwas nach oben, steil nach oben
ab_vo2-wa-12	Zehenspitzenstand in der Startposition an der Beckenkante mit einem Kniewinkel von ca. 90°, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Startsprung mit Schwingen der Arme vor dem Körper in die Hochhalte bis der gesamte Körper gestreckt ist, Kopf wird in Verlängerung des Oberkörpers bewegt		30 sec	8	Zehenspitzenstand wird während des Absprungs beibehalten, besonders auf Hüftstreckung achten	In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock
							unterschiedliche Absprungwinkel nutzen: steil nach unten, etwas nach unten, horizontal, etwas nach oben, steil nach oben

Trainingsübungen zur Verbesserung der Bewegungsausführung des Absprungs beim Start vom Block

Phase: Absprung

Ziel: Maximale Beschleunigung des Körpers in Schwimmrichtung durch muskuläre Antriebsleistungen

Merkmal: horizontale Absprungsrichtung

Kriterium: Absprungwinkel (horiz. Verlängerung der Startblockvorderkante und KSP) ca. 20° bis 30°

Wirkung: hohe Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)

Übg.-Nr.	Ausgangsstellung	Aufgabe	Belastung	Pause	Wdh.-Anz.	Ausführungshinweis	Variationen
ab_hor1-wa-01	Stand an der Beckenkante, Arme schwingen aus der Rückhalte in die Vorhalte und zurück	Kopfsprung ins Wasser mit unterschiedlichen Absprungwinkeln (steil nach unten, etwas nach unten, horizontal, etwas nach oben, steil nach oben)		30 sec	8		In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock
ab_hor1-wa-02	Zehenspitzenstand an der Beckenkante, Arme schwingen aus der Rückhalte in die Vorhalte und zurück	Kopfsprung ins Wasser mit unterschiedlichen Absprungwinkeln (steil nach unten, etwas nach unten, horizontal, etwas nach oben, steil nach oben)		30 sec	8	Zehenspitzenstand wird während des Absprungs beibehalten	In der Ausgangsstellung Stand auf dem Startblock
ab_hor1-wa-03	Startposition auf dem Startblock, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Körper in der Position halten und um die Achse Startblockvorderkante nach vorn unten kippen lassen, auf ein Signal des Trainers springt der Sportler ab		30 sec	8	Hüft-, Knie- und Fußwinkel während des Kippens stabil halten, mit dem Absprung bestmögliche Körperstreckung realisieren	Zeitpunkt des Signals in Bezug zur Kippweite
							Sportler legt Zeitpunkt des Absprungs selbst fest und wertet ihn von Versuch zu Versuch
ab_hor1-wa-04	Startposition auf dem Startblock, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Startsprung mit unterschiedlichen Absprungwinkeln (steil nach unten, etwas nach unten, horizontal, etwas nach oben, steil nach oben)		30 sec	8		unterschiedliche Kniewinkel in der Ausgangsposition
ab_hor1-wa-05	Startposition auf dem Startblock, Hände umfassen die Startblockvorderkante	Startsprung bei dem der Absprungwinkel durch die Stärke und Dauer des Armzuges an der Startblockvorderkante bestimmt wird		30 sec	8		

II. Kriterienkatalog „Start“ (Dietze & Saborowski, 2005)

Phaseneinteilung	Merkmal	Kriterien	Start vom Block			... aus Wasser - Rückenstart
			- Greifstart	- Schrittstart1	- Schrittstart2	
Ausgangsstellung/ Ausgangsposition Definition: Die Körperposition, die der Sportler nach der Aufforderung des Starters zur Einnahme der Startposition einnimmt und mit der ersten Bewegung als Reaktion auf das Startsignal verlässt. Zielstellung: Es ist eine Körperposition einzunehmen, die einerseits einen sicheren Stand garantiert und andererseits die Möglichkeit bietet, schnell äußere Kräfte für eine Vorverlagerung des Körperschwerpunktes wirksam zu machen.	- <i>sichere, ruhige Körperposition mit Gewichtsverlagerung</i>	<i>aus1</i>	- parallele Fußstellung	- Schrittstellung durch Rückstellung des späteren Schwungbeins	- Schrittstellung durch Rückstellung des späteren Schwungbeins	- parallele Fußstellung max 1 cm unter Wasseroberfläche
		<i>aus2</i>	- Hände greifen um die Startblockvorderkante	- Hände greifen um die Startblockvorderkante	- Hände greifen um die Startblockvorderkante	- Hände greifen am Haltegriff des Startblocks
		<i>aus3</i>	- Kniewinkel ca. 110-145°	- Kniewinkel des Schwungbeins ca. 90°	- Kniewinkel des Schwungbeins ca. 90°	- Kniewinkel ca. 90°
		<i>aus4</i>	- Fußgelenkwinkel kleiner als 90°	- Fußgelenkwinkel des vorderen Beines größer als 90°	- Fußgelenkwinkel des vorderen Beines kleiner als 90°	- Wandkontakt nur mit Vorderfuß
		<i>aus5</i>	- Schultern vor Startblockvorderkante	- Schultern hinter Startblockvorderkante	- Schultern vor Startblockvorderkante	- Hüftposition an der Wasseroberfläche oder höher (Beugen im Ellenbogengelenk)
Auftakt Definition: Beginnt als erste Reaktion auf das Startsignal, bereitet den Absprung vor und endet mit dem Lösen der Hände vom Startblock. Zielstellung: Schnelle Verlagerung des Körperschwerpunktes in die Schwimmrichtung und Vorbereitung des Absprungs.	- <i>Vorwärts-/Abwärts- bzw. Rückwärts-/Aufwärts-Bewegung des Rumpfes</i>	<i>auf1</i>	- Beugen im Ellenbogengelenk	- Beugen im Ellenbogengelenk	- Beugen im Ellenbogengelenk	- Strecken der Ellenbogengelenke
		<i>auf2</i>	- nach vorn-unten führen der Schultern	- nach vorn-unten führen der Schultern	- nach vorn-unten führen der Schultern	- nach hinten-oben führen der Schultern
		<i>auf3</i>	- Beugen in den Kniegelenken bis ca. 90°	- Beugen in Knie und Fußgelenk des vorderen Beines (Standbein)	- Beugen in Knie und Fußgelenk des vorderen Beines (Standbein)	- Strecken im Hüftgelenk
		<i>auf4</i>	- Anheben der Fersen	- Strecken in Knie- und Fußgelenk des hinteren Beines (Schwungbein)	- Strecken in Knie- und Fußgelenk des hinteren Beines (Schwungbein)	- Kopf wird in Nackenhalte geführt
Absprung Definition: Beginnt mit dem Lösen der Hände vom Startblock und endet mit dem Lösen der Füße vom Startblock bzw. von der Beckenwand. Zielstellung: Optimale Nutzung der muskulär zur Verfügung stehenden Antriebsleistung für eine maximale Beschleunigung des Körpers in Schwimmrichtung.	- <i>Bewegung des Rumpfes in Schwimmrichtung</i>	<i>ab_vor1</i>	- Schwingen der Arme in Schwimmrichtung	- Schwingen der Arme in Schwimmrichtung und Aufwärtsbewegung des zurückgestellten Schwungbeins	- Schwingen der Arme in Schwimmrichtung und Aufwärtsbewegung des zurückgestellten Schwungbeins	- Schwingen der Arme in Schwimmrichtung
		<i>ab_vor2</i>	- Strecken in Fuß-, Knie- und Hüftgelenk sowie der Wirbelsäule bis zu einem Hüftwinkel von ca. 180°	- Strecken in Fuß-, Knie- und Hüftgelenk des Sprungbeines sowie der Wirbelsäule bis zu einem Hüftwinkel von ca. 180°	- Strecken in Fuß-, Knie- und Hüftgelenk des Sprungbeines sowie der Wirbelsäule bis zu einem Hüftwinkel von ca. 180°	- Strecken in Fuß-, Knie- und Hüftgelenk sowie der Wirbelsäule bis zu einem Hüftwinkel von ca. 180°
	- <i>horizontale Absprungrichtung</i>	<i>ab_hor1</i>	- der Absprungwinkel (Winkel zwischen horizontaler Verlängerung der Startblockvorderkante und dem KSP im Moment des Lösen der Füße) beträgt ca. 20-30°	- der Absprungwinkel (Winkel zwischen horizontaler Verlängerung der Startblockvorderkante und dem KSP im Moment des Lösen der Füße) beträgt ca. 20-30°	- der Absprungwinkel (Winkel zwischen horizontaler Verlängerung der Startblockvorderkante und dem KSP im Moment des Lösen der Füße) beträgt ca. 20-30°	- der Absprungwinkel (Winkel zwischen horizontaler Verlängerung der Wasseroberfläche und dem KSP im Moment des Lösen der Füße) beträgt ca. 20-30°

Phaseneinteilung	Merkmal	Kriterien	Start vom Block			... aus Wasser - Rückenstart
			- Greifstart	- Schrittstart1	- Schrittstart2	
Flug Definition: Beginnt mit dem Lösen der Füße vom Startblock und endet mit der ersten Wasserberührung (Hände). Zielstellung: Einnehmen einer zweckmäßigen Körperhaltung zur Vorbereitung eines widerstandssamen Eintauchens.	- zweckmäßige Körperposition am Ende der Flugphase	flug1	- Kopf in Verlängerung des Rumpfes	- Kopf in Verlängerung des Rumpfes	- Kopf in Verlängerung des Rumpfes	- Kopf in Verlängerung des Rumpfes
		flug2	- gestreckte Arme in Verlängerung des Rumpfes am Kopf	- gestreckte Arme in Verlängerung des Rumpfes am Kopf	- gestreckte Arme in Verlängerung des Rumpfes am Kopf	- gestreckte Arme in Verlängerung des Rumpfes am Kopf
		flug3	- Winkel Arm-Wasserlinie ca. 45°	- Winkel Arm-Wasserlinie ca. 45°	- Winkel Arm-Wasserlinie ca. 45°	- Winkel Arm-Wasserlinie ca. 30°
		flug4	Bückhaltung - Hüftwinkel von ca. 135° (Beine im Kniegelenk gestreckt) Hockhaltung - Hüftwinkel von ca. 90° (enge Kniebeuge)	Bückhaltung - Hüftwinkel von ca. 135° (Beine im Kniegelenk gestreckt) Hockhaltung - Hüftwinkel von ca. 90° (enge Kniebeuge) Streckhaltung - Hüftwinkel von ca. 180° wird bis zum Ende der Flugphase beibehalten (Beine im Kniegelenk gestreckt)	Bückhaltung - Hüftwinkel von ca. 135° (Beine im Kniegelenk gestreckt) Hockhaltung - Hüftwinkel von ca. 90° (enge Kniebeuge) Streckhaltung - Hüftwinkel von ca. 180° wird bis zum Ende der Flugphase beibehalten (Beine im Kniegelenk gestreckt)	Bückhaltung - Hüftwinkel von ca. 135° (Beine im Kniegelenk gestreckt)
Eintauchen Definition: Beginnt mit der ersten Wasserberührung und endet, wenn sich der Sportler mit seinem gesamten Körper im Wasser befindet. Zielstellung: Minimierung des Geschwindigkeitsverlustes in der Schwimmrichtung.	- kleines Eintauchloch	ein_kE1	- Beibehaltung der Körperhaltung bis zum Eintauchen des Kopfes	- Beibehaltung der Körperhaltung bis zum Eintauchen des Kopfes	- Beibehaltung der Körperhaltung bis zum Eintauchen des Kopfes	- Beibehaltung der Körperhaltung bis zum Eintauchen des Kopfes
		ein_kE2	- Beugen in den Kniegelenken (ca. 90-120°)	- Beugen in den Kniegelenken (ca. 90-120°)	- Beugen in den Kniegelenken (ca. 90-120°)	
	- Richtungs-umkehr	ein_RuA	- mit Eintauchen des Kopfes Kopf, Wirbeläule und Hüfte bis zu Bogen-spannung (über-)strecken	- mit Eintauchen des Kopfes Kopf, Wirbeläule und Hüfte bis zu Bogen-spannung (über-)strecken	- mit Eintauchen des Kopfes Kopf, Wirbeläule und Hüfte bis zu Bogen-spannung (über-)strecken	- mit Eintauchen des Kopfes Beugen im Hüftgelenk
	- 1. Antriebs-bewegung	ein_An1	- (Über-) Strecken im Fußgelenk	- (Über-) Strecken im Fußgelenk	- (Über-) Strecken im Fußgelenk	- (Über-) Strecken im Fußgelenk
		ein_An2	- Delfinkick-Abwärtsbewegung mit Eintauchen der Füße durch Streckung im Kniegelenk	- Delfinkick-Abwärtsbewegung mit Eintauchen der Füße durch Streckung im Kniegelenk	- Delfinkick-Abwärtsbewegung mit Eintauchen der Füße durch Streckung im Kniegelenk	- Delfinkick-Abwärtsbewegung mit Eintauchen der Füße durch Streckung im Hüftgelenk
Übergang Definition: Beginnt, wenn sich der Sportler mit seinem gesamten Körper im Wasser befindet und endet mit dem Einsatz der zyklischen Bewegung in der jeweiligen Schwimmart (Gesamtkoordination) unter Einhaltung der WB.	- Abschluss der Richtungs-umkehr	üb_RuE	- Schwimmrichtung und Bewegungsrichtung Rumpfes stimmen überein	- Schwimmrichtung und Bewegungsrichtung Rumpfes stimmen überein	- Schwimmrichtung und Bewegungsrichtung Rumpfes stimmen überein	- Schwimmrichtung und Bewegungsrichtung Rumpfes stimmen überein
	- strömungs-günstige Körperhaltung	üb_Kh1	- Kopf in Verlängerung des Rumpfes	- Kopf in Verlängerung des Rumpfes	- Kopf in Verlängerung des Rumpfes	- Kopf in Verlängerung des Rumpfes
		üb_Kh2	- gestreckte Arme in Verlängerung des Rumpfes am Kopf	- gestreckte Arme in Verlängerung des Rumpfes am Kopf	- gestreckte Arme in Verlängerung des Rumpfes am Kopf	- gestreckte Arme in Verlängerung des Rumpfes am Kopf

Phaseneinteilung	Merkmal	Kriterien	Start vom Block - Greifstart	- Schrittstart1	- Schrittstart2	... aus Wasser - Rückenstart
Zielstellung: Minimierung des Geschwindigkeitsverlustes in der Schwimmrichtung.	- Gleitphase	<u>üb_gleit</u>	<u>Kraul/Schmett</u> - keine Gleitphase, sofortiger Beginn der Delfinbewegung <u>Brust</u> - Gleitphase bei völliger Körperstreckung (Körperspannung)	<u>Kraul/Schmett</u> - keine Gleitphase, sofortiger Beginn der Delfinbewegung <u>Brust</u> - Gleitphase bei völliger Körperstreckung (Körperspannung)	<u>Kraul/Schmett</u> - keine Gleitphase, sofortiger Beginn der Delfinbewegung <u>Brust</u> - Gleitphase bei völliger Körperstreckung (Körperspannung)	<u>Rücken</u> - keine Gleitphase, sofortiger Beginn der Delfinbewegung
	- Antriebsbewegung Delfinbewegung bis zum Einsatz der zyklischen Bewegungen der Schwimmart	<u>üb_Db1</u>	<u>Kraul/Schmett</u> - Beginn einer wellenförmigen Bewegung im oberen Rumpfbereich	<u>Kraul/Schmett</u> - Beginn einer wellenförmigen Bewegung im oberen Rumpfbereich	<u>Kraul/Schmett</u> - Beginn einer wellenförmigen Bewegung im oberen Rumpfbereich	<u>Rücken</u> - Beginn einer wellenförmigen Bewegung im oberen Rumpfbereich
		<u>üb_Db2</u>	- gleichmäßige Auf- und Abwärtsbewegung der Hüfte	- gleichmäßige Auf- und Abwärtsbewegung der Hüfte	- gleichmäßige Auf- und Abwärtsbewegung der Hüfte	- gleichmäßige Auf- und Abwärtsbewegung der Hüfte
		<u>üb_Db3</u>	- Gleichmaß zwischen Aufwärts- und Abwärtsbewegung der Beine symmetrisch zur Bewegungsrichtung	- Gleichmaß zwischen Aufwärts- und Abwärtsbewegung der Beine symmetrisch zur Bewegungsrichtung	- Gleichmaß zwischen Aufwärts- und Abwärtsbewegung der Beine symmetrisch zur Bewegungsrichtung	- Gleichmaß zwischen Aufwärts- und Abwärtsbewegung der Beine symmetrisch zur Bewegungsrichtung
		<u>üb_Db4</u>	- Fußstreckung bis – überstreckung bei Ab- und Aufwärtsbewegung	- Fußstreckung bis – überstreckung bei Ab- und Aufwärtsbewegung	- Fußstreckung bis – überstreckung bei Ab- und Aufwärtsbewegung	- Fußstreckung bis – überstreckung bei Ab- und Aufwärtsbewegung
		<u>üb_Db5</u>	- fließender Übergang in die Gesamtkoordination	- fließender Übergang in die Gesamtkoordination	- fließender Übergang in die Gesamtkoordination	- fließender Übergang in die Gesamtkoordination
	- Antriebsbewegung Tauchzug bis zum Einsatz der zyklischen Bewegungen der Schwimmart	<u>üb_Tz1</u>	<u>Brust</u> - nach Gleitphase am Beginn des Tauchzugs gestreckte Arme über Kopf	<u>Brust</u> - nach Gleitphase am Beginn des Tauchzugs gestreckte Arme über Kopf	<u>Brust</u> - nach Gleitphase am Beginn des Tauchzugs gestreckte Arme über Kopf	
		<u>üb_Tz2</u>	- Doppelarmzug mit rechtwinklig zur Schwimmrichtung angeordneten Händen und Unterarmen bis zum Oberschenkel	- Doppelarmzug mit rechtwinklig zur Schwimmrichtung angeordneten Händen und Unterarmen bis zum Oberschenkel	- Doppelarmzug mit rechtwinklig zur Schwimmrichtung angeordneten Händen und Unterarmen bis zum Oberschenkel	
		<u>üb_Tz3</u>	- körpernahes Rückführen der Hände/Arme	- körpernahes Rückführen der Hände/Arme	- körpernahes Rückführen der Hände/Arme	
		<u>üb_Tz4</u>	- Anfersen der Beine nach dem Beginn der Armrückführung	- Anfersen der Beine nach dem Beginn der Armrückführung	- Anfersen der Beine nach dem Beginn der Armrückführung	
		<u>üb_Tz5</u>	- Streckung der Arme und des Rumpfes während der Abdruckbewegung der Beine	- Streckung der Arme und des Rumpfes während der Abdruckbewegung der Beine	- Streckung der Arme und des Rumpfes während der Abdruckbewegung der Beine	
	- Auftauchen	<u>üb_auf1</u>	- Hände, Arme und Kopf steuern Körper in einer Linie in Richtung Wasseroberfläche	- Hände, Arme und Kopf steuern Körper in einer Linie in Richtung Wasseroberfläche	- Hände, Arme und Kopf steuern Körper in einer Linie in Richtung Wasseroberfläche	- Hände, Arme und Kopf steuern Körper in einer Linie in Richtung Wasseroberfläche

Phaseneinteilung	Merkmal	Kriterien	Start vom Block			... aus Wasser
			- Greifstart	- Schrittstart1	- Schrittstart2	- Rückenstart
		<u>üb_auf2</u>	<u>Kraul/Schmett</u> - am Ende des 1. Armzugs durchbricht der Kopf die Wasseroberfläche <u>Brust</u> - ca. bei der Hälfte des 1. Armzugs der Gesamtbewegung, bevor sich die Hände am weitesten Öffnungspunkt nach innen drehen, durchbricht der Kopf die Wasseroberfläche	<u>Kraul/Schmett</u> - am Ende des 1. Armzugs durchbricht der Kopf die Wasseroberfläche <u>Brust</u> - ca. bei der Hälfte des 1. Armzugs der Gesamtbewegung, bevor sich die Hände am weitesten Öffnungspunkt nach innen drehen, durchbricht der Kopf die Wasseroberfläche	<u>Kraul/Schmett</u> - am Ende des 1. Armzugs durchbricht der Kopf die Wasseroberfläche <u>Brust</u> - ca. bei der Hälfte des 1. Armzugs der Gesamtbewegung, bevor sich die Hände am weitesten Öffnungspunkt nach innen drehen, durchbricht der Kopf die Wasseroberfläche	<u>Rücken</u> - am Ende des 1. Armzugs durchbricht der Kopf die Wasseroberfläche

III. Kennzeichnung der Phasen des Starts vom Block

1. Phase: Ausgangsposition

Definition:

Die Körperstellung, die der Sportler nach der Aufforderung des Starters zur Einnahme der Startposition auf dem Startblock einnimmt und mit der ersten Bewegung als Reaktion auf das Startsignal verlässt.

Ziel:

Es ist eine Körperposition einzunehmen, die einerseits einen sicheren Stand garantiert und andererseits die Möglichkeit bietet, schnell äußere Kräfte für eine Vorverlagerung des Körperschwerpunkts wirksam zu machen.

Merkmal:

- sichere, ruhige Körperposition mit Gewichtsverlagerung auf den Vorderfuß (Greifstart) bzw. auf das zurückgestellte Bein (Schrittstart).

Diese Phase dient ausschließlich der Vorbereitung der nachfolgenden Phasen.

Individuelle Voraussetzungen des Sportlers wie

- Konstitution (Längen der einzelnen Körperteile)
- Kraftpotentiale
- Schnelligkeitspotenziale
- Beweglichkeit

bestimmen darüber, welche Körper- und Gliedmaßenwinkel unter biomechanischen Aspekten eingenommen werden sollten, um dem Ziel der Phase zu entsprechen. Dies betrifft gleichermaßen die Wahl der Startvariante.

In der Ausgangsposition verharrt der Sportler nur wenige Sekunden¹. Nach dem Ertönen des Startsignals (Schuss, Hupe oder Pfiff [DSV, 2003, S. 13-14]) vergehen je nach Ausprägung der Reaktionsschnelligkeit ca. 0,1 s bis 0,2 s bis zu einer ersten messbaren Reaktion in Form einer Kraftänderung, mit deren

1 Nach den Wettkampfbestimmungen hat der Schwimmer nach dem Kommando „Auf die Plätze“ bzw. „Take your marks“ sofort seine Startposition einzunehmen, bei der sich mindestens ein Fuß an der Startblockvorderkante befinden muss. Die Position bzw. die Haltung der Arme ist nicht vorgeschrieben. Sobald sich alle Sportler ruhig verhalten bzw. sich nicht mehr bewegen, wird das Startsignal gegeben. Verzögert ein Sportler das Einnehmen der Startposition oder bewegt sich ein Sportler nach Ermessen des Schiedsrichters vor dem Ertönen des Startsignals, ist er zu disqualifizieren. Bei Olympischen Spielen, Deutschen und internationalen Meisterschaften wird die „Ein-Start-Regel“ angewendet, die nur einen Startversuch zulässt.

Beginn die Phase „Ausgangsposition“ beendet ist. Der Sportler befindet sich unter normalen Bedingungen 1,0 s bis 3,0 s in der Ausgangsposition.

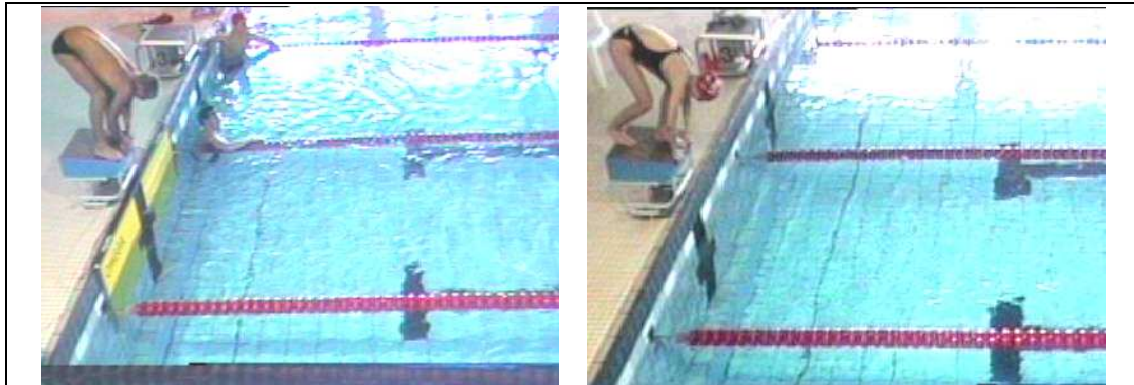


Abb. III/1. Ausgangsposition – Beginn Auftakt (Greifstart und Schrittstart)

2. Phase: Auftakt

Definition:

Beginnt mit der ersten Bewegung als Reaktion auf das Startsignal, dient der Vorbereitung des Absprungs und endet mit dem Lösen der Hände vom Startblock.

Ziel:

Schnelle Verlagerung des Körperschwerpunkts vor die Startblockvorderkante und Vorbereitung des Absprungs.

Merkmal:

- Vorwärts-/Abwärts-Bewegung des Rumpfs.

Das Ziel dieser Phase umfasst zwei Aspekte:

Der erste Aspekt besteht in der schnellstmöglichen Vorwärts-/Abwärtsbewegung des Rumpfs ohne, dass der Sportler den Block verlässt. Die Vorwärts-/Abwärtsbewegung kann durch ein Ziehen der Hände an der Startblockvorderkante wirksam unterstützt werden. In der Regel ist das die erste dynamisch messbare Reaktion auf das Startsignal, die durch ein Beugen in den Ellenbogengelenken beobachtbar ist.

Der zweite Aspekt ist durch die Vorbereitung des Absprungs gekennzeichnet. Bis zum Ende der Auftaktphase müssen durch den Sportler solche Körper- und Gliedmaßenwinkel realisiert werden, die eine Verwirklichung des Ziels der nachfolgenden Absprungsphase bestmöglich unterstützen. Die Größe dieser

Winkel sowie der Zeitpunkt des Lösen der Hände vom Block, der gleichzeitig das Ende der Auftaktphase bedeutet, sind durch individuelle konstitutionelle und Kraftvoraussetzungen determiniert.

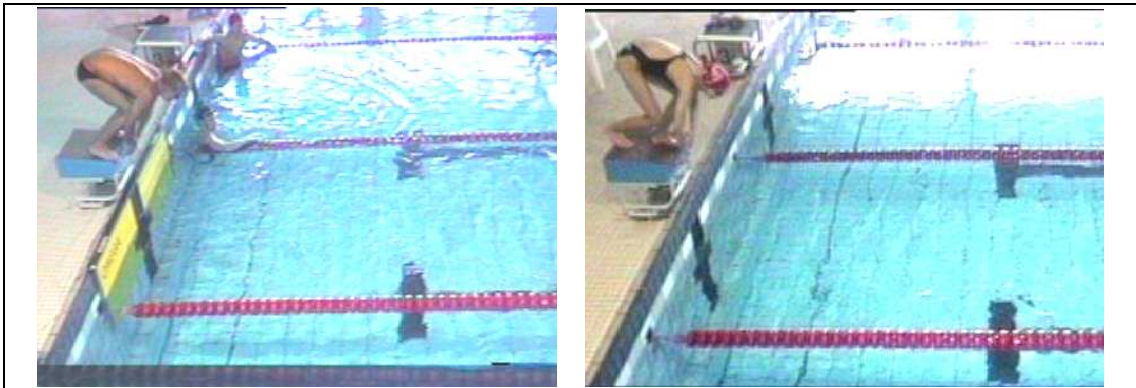


Abb. III/2. Ende Auftakt – Beginn Absprung (Greifstart und Schrittstart)

3. Phase: Absprung

Definition:

Beginnt mit dem Lösen der Hände vom Startblock und endet mit dem Lösen der Füße vom Startblock.

Ziel:

Optimale Nutzung der muskulär zur Verfügung stehenden Antriebsleistung für das Erreichen einer hohen Geschwindigkeit in Schwimmrichtung.

Merkmal:

- Bewegung des Rumpfs in Schwimmrichtung (horizontale Absprungrichtung).

Die Phase des Absprungs ist die bedeutendste des gesamten Startvorgangs, da der Schwimmer am Ende dieser Phase die höchste Geschwindigkeit des gesamten Rennens besitzt. Ziel muss es sein, den Körper in der Absprungphase so zu beschleunigen, dass er zum Zeitpunkt des Lösen der Füße vom Block die höchste Geschwindigkeit während des Beschleunigungsvorgangs erreicht². Um diese Anforderung zu erfüllen, sollten alle Körper- und Gliedmaßenwinkel in optimaler zeitlicher Folge und mit zweckmäßigem Kraft-einsatz gestreckt werden.

² Vergleiche „Prinzip der optimalen Tendenz im Beschleunigungsverlauf“ (Hochmuth, 1982).

Damit das Ziel des Starts, eine hohe Geschwindigkeit in die zyklische Bewegung einzubringen, erreicht wird, ist es notwendig, eine den individuellen Kraftvoraussetzungen des Sportlers entsprechende Absprungrichtung zu realisieren. Diese sichert in der nachfolgenden Phase „Flug“ eine optimale Flugweite und eine optimale Flugzeit.

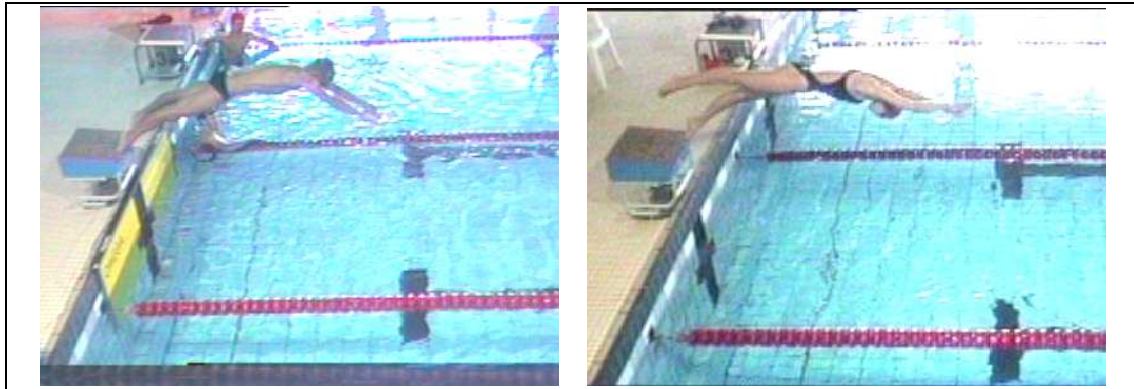


Abb. III/3. Ende Absprung – Beginn Flug (Greifstart und Schrittstart)

4. Phase: Flug

Definition:

Beginnt mit dem Lösen der Füße vom Startblock und endet mit der ersten Wasserberührung (in der Regel mit dem Eintauchen der Fingerspitzen).

Ziel:

Einnehmen einer zweckmäßigen Körperhaltung zur Vorbereitung eines widerstandsarmen Eintauchens.

Merkmal:

- zweckmäßige Körperposition.

Die Flugphase umfasst den Zeitraum, in welchem sich der Körper des Sportlers vollständig in der Luft befindet. Bei den mit dem Sprung vom Block erreichten Geschwindigkeiten³ kann die Wirkung des Luftwiderstands vernachlässigt werden, sodass die Flugbahn des KSP ab dem Lösen der Füße vom Block bis zum ersten Körperkontakt mit dem Wasser festgelegt ist.

3 Im Wettkampf betragen die höchsten bisher ermittelten Absprunggeschwindigkeiten (horizontale Komponente) ca. 5,10 m/s bei den Männern und ca. 4,70 m/s bei den Frauen (Graumnitz, Küchler & Drenk, 2007).

Körper- und Gliedmaßenwinkel sind bis zum Ende der Flugphase in eine Position zu bringen, die es dem Sportler ermöglicht, den Eintauchvorgang seinen individuellen Voraussetzungen und der Schwimmart entsprechend zweckmäßig auszuführen.

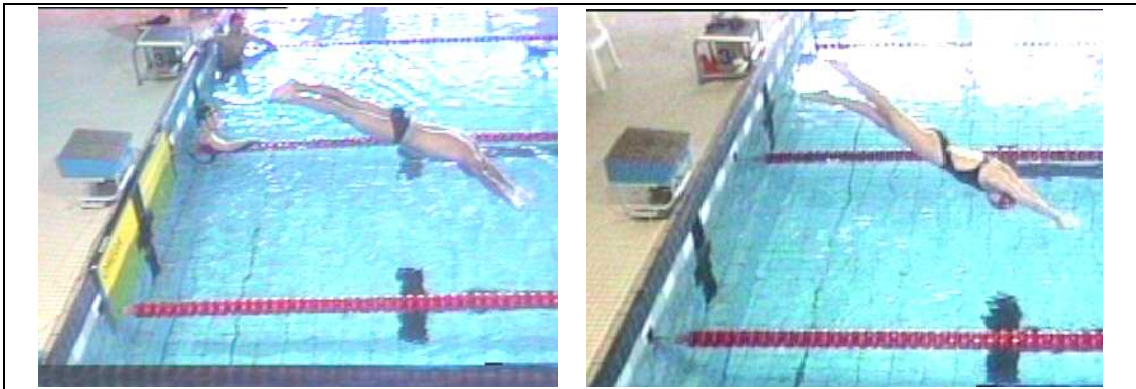


Abb. III/4. Ende Flug – Beginn Eintauchen (Greifstart und Schrittstart)

5. Phase: Eintauchen

Definition:

Beginnt mit der ersten Wasserberührung und endet, wenn sich der Sportler mit seinem gesamten Körper im Wasser befindet.

Ziel:

Minimierung des Geschwindigkeitsverlusts in Schwimmrichtung.

Merkmale:

- relativ kleines Eintauchloch,
- Richtungsumkehr (von abwärts nach aufwärts),
- erste Antriebsbewegung.

Das Ziel der Eintauchphase, den Geschwindigkeitsverlust in der Schwimmrichtung zu minimieren, lässt sich in zwei Teilziele gliedern.

Das erste Teilziel besteht darin, so in das Wasser einzutauchen, dass beim Übergang von der nahezu widerstandslosen Luft in das dichtere Medium Wasser die Wirkung der negativen Beschleunigung möglichst gering gehalten wird.

Zweites Teilziel ist es, die abwärtsgerichtete Bewegung des Körpers in eine aufwärtsgerichtete Bewegung zu verändern. Durch zweckmäßige Teilkörperbewegungen sind Körperposition und Körperhaltung so zu beeinflussen, dass der Übergang bestmöglich vorbereitet wird.

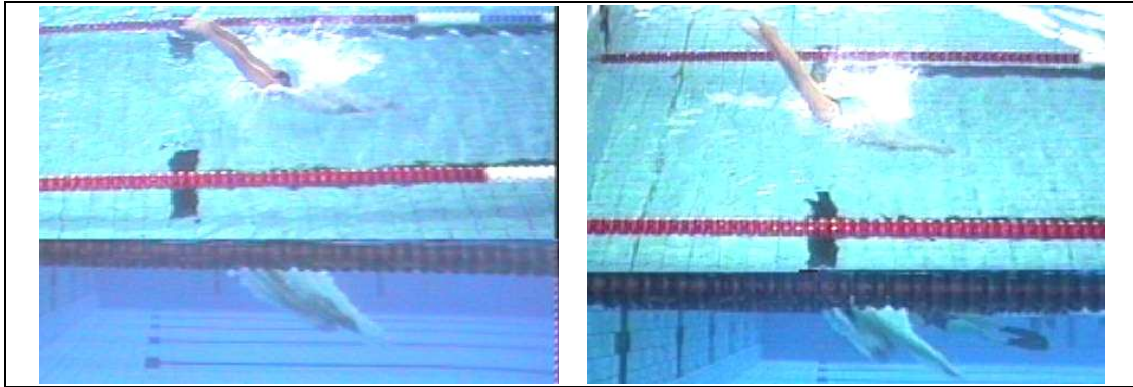


Abb. III/5. Eintauchen der Hüfte (Greifstart und Schrittstart)

Je höher die Geschwindigkeit in der zyklischen Bewegung, desto kürzer muss der Übergang gestaltet werden. Dies erfordert einen relativ flachen Eintauchwinkel und/oder eine frühe bzw. schnelle Richtungsänderung. Ein flacher Eintauchwinkel schränkt das widerstandsarme Eintauchen ein, eine zu abrupte Richtungsänderung führt zu einem vertikal gerichteten Anstellen des Körpers. Beide Fakten führen zu einem hohen Geschwindigkeitsverlust. Es ist von Schwimmart, Teilstreckenlänge und individuellen Leistungsvoraussetzungen (besonders der Vortriebswirksamkeit der Delfinbewegung bzw. des Tauchzugs) abhängig, wie die beiden Teilziele am besten umgesetzt werden.

Um den schon während des Eintauchens entstehenden Geschwindigkeitsverlust zu verringern, ist mit dem Eintauchen der Unterschenkel ein erster Antriebsimpuls in Form eines Delfin-Kicks an der Wasseroberfläche möglich.

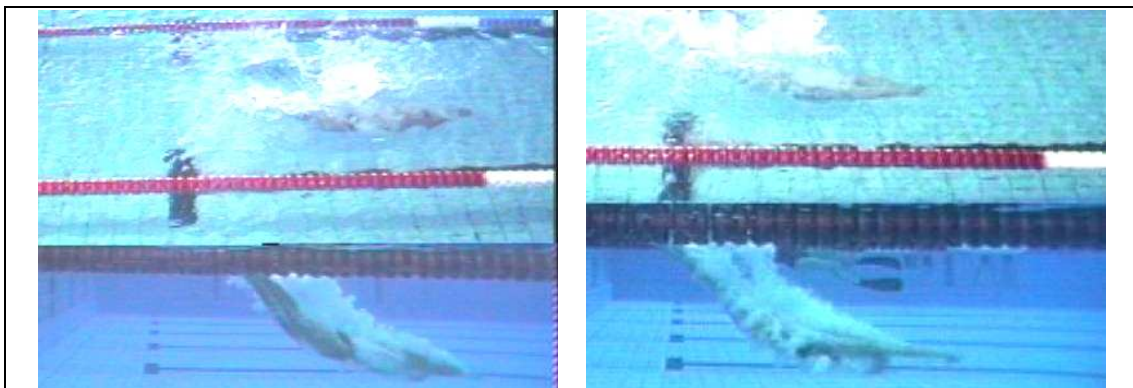


Abb. III/6. Ende Eintauchen – Beginn Übergang (Bruststart und Freistilstart)

6. Phase: Übergang

Definition:

Beginnt, wenn sich der Sportler mit seinem gesamten Körper im Wasser befindet und endet mit dem Einsatz der zyklischen Bewegung in der jeweiligen Schwimmart (Gesamtkoordination) unter Einhaltung der Wettkampfbestimmungen.

Ziel:

Minimierung des Geschwindigkeitsverlusts in der Schwimmrichtung.

Merkmale:

- Abschluss der Richtungsumkehr,
- strömungsgünstige Körperhaltung,
- Gleitphase⁴,
- Antriebsbewegung Delfinbewegung bzw. Antriebsbewegung Tauchzug bis zum Beginn der zyklischen Bewegung der Schwimmart.

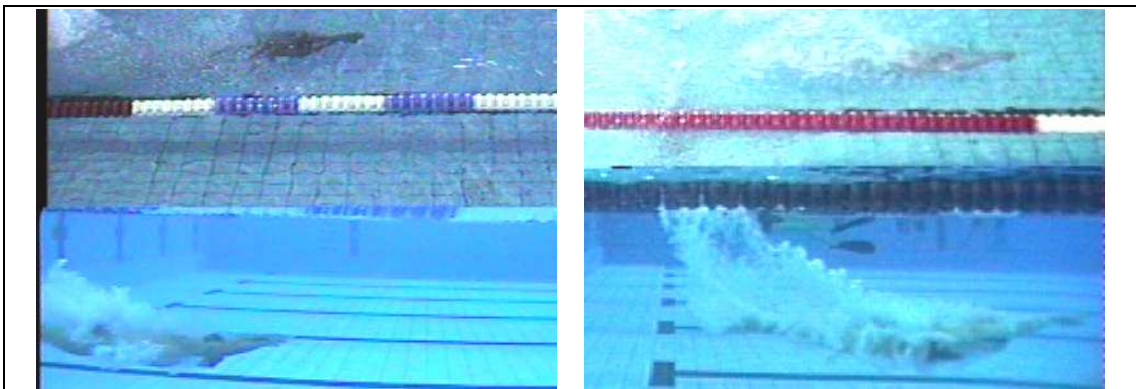


Abb. III/7. Übergang; Ende der Richtungsumkehr (Bruststart und Freistilstart)

Die effektive Gestaltung des Übergangs ist von zahlreichen Faktoren abhängig, die durch die Ausprägung individueller Leistungsvoraussetzungen bestimmt werden:

- die Geschwindigkeit nach dem vollständigen Eintauchen des Sportlers (abhängig von der Absprunggeschwindigkeit und der Qualität des Eintauchens),

4 In den Schlagschwimmarten sollte nach dem Eintauchen ohne eine Gleitphase mit der Delfinbewegung als Antriebsbewegung begonnen werden. Der Beginn des Tauchzugs beim Brustschwimmen unmittelbar nach dem Eintauchen hätte ein negatives Verhältnis zwischen Vortriebs- und Bremswirkungen zur Folge. Deshalb ist hier eine Gleitphase sinnvoll.

- räumliche Position des Körpers im Wasser,
- Körperhaltung,
- Fähigkeit des Sportlers, Antriebsbewegungen so wirksam zu machen, dass der unvermeidliche Geschwindigkeitsverlust möglichst gering gehalten und lange herausgezögert wird,
- Länge der Tauchphase (entsprechend den individuellen Voraussetzungen des Sportlers).

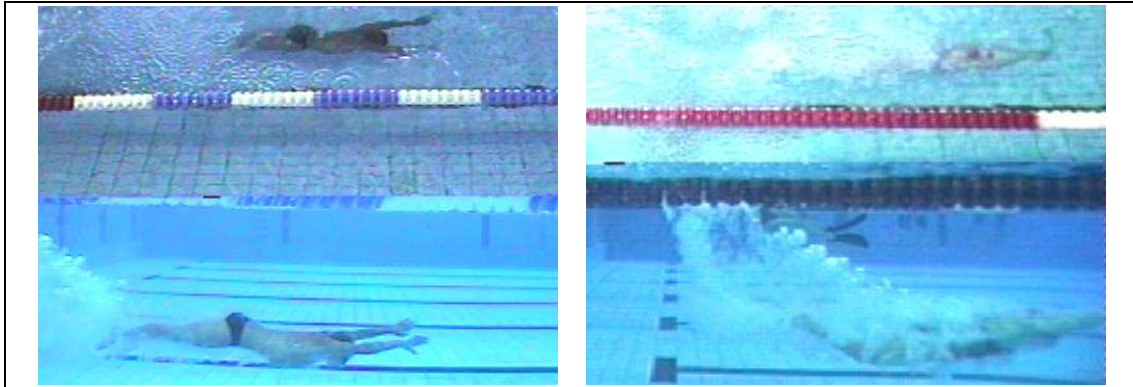


Abb. III/8. Übergang; Erste Antriebsbewegung (Bruststart und Freistilstart)

Dabei ist zu beachten, dass die Geschwindigkeit bis zum Ende des Übergangs nicht unter die Schwimgeschwindigkeit sinkt, die mit der zyklischen Bewegung in der jeweiligen Disziplin erreicht wird⁵.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Güte der Übergangsphase, die zeitlich auch die längste Phase ist, großen Einfluss auf die Effektivität des Startabschnitts ausübt (gemessen an der bis dahin vergangenen Zeit und an der Geschwindigkeit des Schwimmers).

5 Je weiter unter der Wasseroberfläche sich der Schwimmer befindet, desto geringer ist der Wasserwiderstand. Die mit der Delfinbewegung erreichbaren Geschwindigkeiten liegen deutlich unter denen, die mit der zyklischen Bewegung in den Schlagschwimmarten erzielt werden. Die Delfinbewegung ist wirkungsvoll, solange der Sportler eine höhere als die Geschwindigkeit in der zyklischen Bewegung aufweist (in Verbindung mit Absprung bzw. Abstoß von einem festen Widerlager nach Start und Wende). Die Tauchzüge im Brustschwimmen ermöglichen höhere Geschwindigkeiten als die zyklische Bewegung des Brustschwimmens. Entsprechend den Wettkampfbestimmungen ist nach dem Start und nach den Wendungen die Ausführung nur jeweils eines Tauchzugs gestattet.

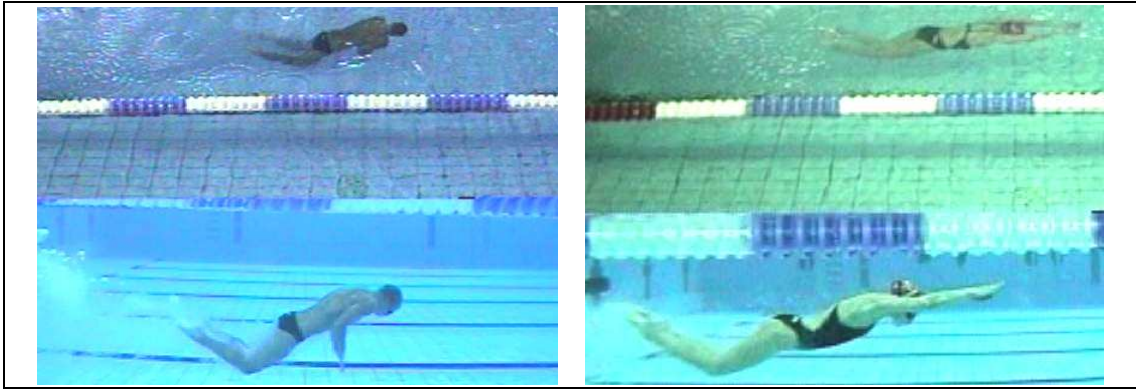


Abb. III/9. Übergang (Tauchzug beim Bruststart; Delfinbewegung beim Freistilstart)

Wettkampfanalysen (vgl. Graumnitz & Küchler, 2009) und Analysen eigener unveröffentlichter leistungsdiagnostischer Untersuchungen zeigen, dass die exzellente Ausführung der Delfinbewegung oder des Tauchzugs nur dann der Zielstellung des Starts entsprechen, wenn bis zum Ende der Absprungphase⁶ mit den Antriebsbewegungen beim Absprung vom Block eine möglichst hohe Geschwindigkeit (horizontale Komponente) generiert wird.

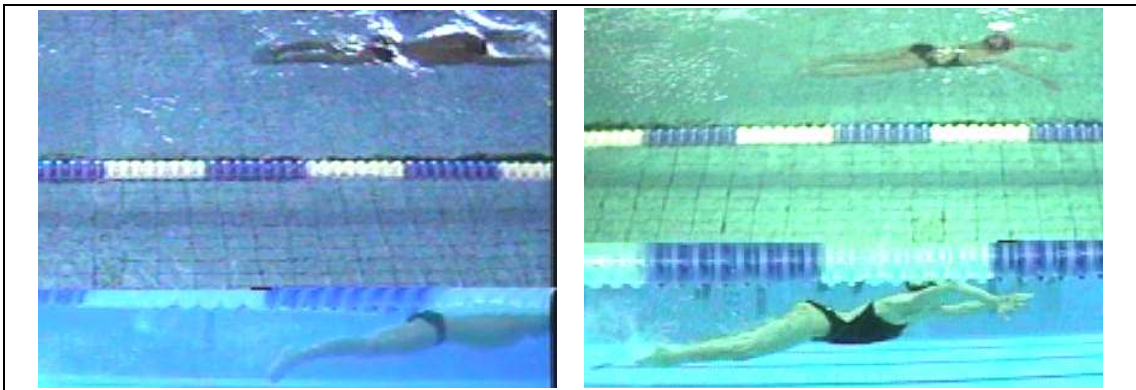


Abb. III/10. Ende Übergang – Beginn zyklische Bewegung (Bruststart und Freistilstart)

⁶ Ungerechts, Volck & Freitag (2002) fassen die ersten drei Phasen des Starts zur „Blockaktion“ zusammen.

IV. Erfassungsbogen für Teilzeiten und Hinweise zur Bewegungsausführung beim CP-Training (Beispiel)

Vers.	6. November 2007				13. November 2007				20. November 2007				27. November 2007			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
SA	F/Schr	F/Schr	F/Schr	F/Schr	F/Schr	F/Schr	F/Schr	F/Schr	F/Schr	F/Schr	F/Schr	F/Schr	F/Schr	F/Schr	F/Schr	F/Schr
t _{Block} (s)	0,78	0,78			0,76	0,76			0,74	0,78			0,72	0,80		
t _{Eintauchen} (s)	1,24	1,24			1,20	1,22			1,18	1,22			1,18	1,20		
t _{Flug} (s)	0,46	0,46			0,44	0,46			0,44	0,44			0,46	0,40		
v _{ab} (m/s)	1,65	1,58			1,61	1,52			1,56	1,48			1,56	1,52		
t _{7,5 m} (s)	3,40	3,36			3,46	3,54			3,26	3,32			3,40	3,54		
t _{15 m} (s)	7,94	8,10			8,12	8,46			8,08	8,38			8,20	8,48		
t _{15 DeBw (BL)}																
t _{15 DeBw (RL)}																
			t ₀	t ₁₅			t ₀	t ₁₅			t ₀	t ₁₅			t ₀	t ₁₅
Hinweise																
Versuch 1	Ausgangsposition gut; etwas länger am Block ziehen; nach dem Startsignal Knie tiefer absenken; Schwungbein weiter nach oben schwingen															
	wie Versuch 1 am 06.11., aber Schwungbeineinsatz deutlich verbessert															
	Eintauchen gut (Beine schließen)															
	Übergang gut; nicht nach oben schauen; Auftauchpunkt ca. 8,2 m															
Versuch 2	wie Versuch 1															
	wie Versuch 1															
	wie Versuch 1															
	wie Versuch 1															
Versuch 3	wie Versuch 1															
	wie Versuch 1															
	Aufauchpunkt ca. 7,8 m															
	Ausgangsposition okay, ein etwas engerer Kniewinkel wäre günstiger; zu früh aufgestanden, - Knie des vorderen Beines und Schultern weiter absenken (Hände länger an der Blockkante halten); Hüftstreckung fehlt; aber gute Kopfhaltung; Armschwung und Beinschwung															
	Beine schließen und Hüfte etwas konsequenter überstrecken															
	gut, aber mit 9 m wieder zu lang															
	wie Versuch 1; Knie winkel in der Ausgangsposition war noch größer; nicht ganz so früh aufgestanden, dadurch etwas flacher abgesprungen															
	wie Versuch 1, Hüftüberstreckung und Spannung in den Beinen fehlen															
	der etwas kürzere Übergang von 8,2m ist günstiger, wenn Du auch langsamer bist, die Ursache dafür liegt aber beim Eintauchen, wo viel Geschwindigkeit verloren wurde															

V. Qualitative Einschätzung und Schwerpunktsetzung der Startversuche am Messplatz (Beispiel)

Messplatztraining der TG Kühnert am 18.03.2008 in Chemnitz

T. M.

- 001/002
- Ausgangspos.: gut
 - Auftakt: Bewegungsablauf gut, aber das Knie des vorderen Beins nicht ganz so weit nach unten führen, dadurch wird es ein sehr flacher Absprung und die Flugzeit sehr kurz
 - Absprung: sehr flach (siehe Auftakt); guter Schwungbeineinsatz, guter Armschwung
- für 003
- Arme und Kopf für Absprung weiter nach vorn oben
 - Kopfhaltung war besser, besonders bei 005
- für 006
- die Hände früher vom Block lösen
 - war schon besser, - Flugzeit 0,34
- Hausaufgabe: *Hände früher vom Block lösen und beim Auftakt nicht durch eine ganz so enge Hocke bewegen*

P. K.

- 001/002
- Ausgangspos.: gut
 - Auftakt: Hände lösen etwas zu früh vom Block; durch eine engere Hocke bewegen, damit sich das vordere Knie weiter nach unten senken kann
 - Absprung: durch das ungenügende Absenken des vorderen Knies zu steil nach oben; Hüftstreckung verbessern und Kopf in Verlängerung des Oberkörpers; sehr schöner Armschwung
- für 003
- Hände länger am Block lassen, Sprungbeinknie tiefer nach unten bewegen
 - kaum Änderung
- für 005
- durch engeren Kniewinkel bewegen
 - im Versuch 005 gut, 006 nichts geklappt
- Hausaufgabe: *vor dem Absprung mit dem Sprungbeinknie durch einen engeren Kniewinkel bewegen (Unterschenkel in der Horizontalen)*

E. L.

- 001/002
- Ausgangspos.: gut
 - Auftakt: Knie sofort absenken, nicht erst in den Knien strecken
 - Absprung: gut; Armschwung etwas weiter nach vorn oben führen und später abbremsen
- für 003
- im Auftakt die Knie sofort absenken
 - kaum Änderung
- für 005
- Po in der Ausgangsposition weiter vor; danach einen Schlag in die Kniekehlen vorstellen zum sofortigen Absenken der Knie
 - bei Versuch 006 gut
- Hausaufgabe: *Sofortiges Absenken der Knie stabilisieren und Üben des Armschwungs nach weiter vorn oben*

J. M.

- 001
- in das Signal hinein gekippt
- 001/002
- Ausgangspos.: Kniewinkel zu klein; Körpergewicht etwas zu weit hinten
 - Auftakt: gut
 - Absprung: Armschwung etwas später beenden bzw. in den Knien schneller strecken (dafür den Kniewinkel in der Ausgangspos. kleiner); in der Hüfte noch besser strecken
- für 003
- Kniewinkel in der Ausgangspos. vergrößern, Körpergewicht weiter nach vorn
 - Ausgangspos. verbessert, aber Hände lösen zu früh vom Block
- für 005
- Ausgangspos. wie 003/004, Hände länger am Block lassen
 - besser, bei 006 noch mehr als bei 005
- Hausaufgabe: *Stabilisieren des größeren Kniewinkels in der Ausgangsposition*

Messplatztraining der TG Kühnert am 18.03.2008 in Chemnitz

A. E.

- 001/002 - Ausgangspos.: gut, KG kann eventuell noch weiter nach vorn
- Auftakt: die Knie sofort und weiter absenken, nicht erst in den Knien strecken
- Absprung: Körper fast gestreckt, Kopf muss noch in Verlängerung des Oberkörpers, den Armschwung weiter nach vorn führen
- für 003 - Körpergewicht in der Ausgangspos. weiter vor und sofortiges Absenken der Knie
- besser, Ausgangspos. ist stabil, sollte aber beim Üben 2"-3" gehalten werden
- für 005 - Stabilisieren der Ausgangspos. und des Absenkens der Knie + Kopfhaltung
- bei 005 gelungen, - auch Kopfhaltung; bei 006 hat nichts geklappt

Hausaufgabe: Stabilisieren der Ausgangspos. und des Absenkens der Knie + Kopfhaltung

L. J.

- 001/002 - Ausgangsposition: gut, KG kann eventuell noch weiter nach vorn.
- Auftakt: die Knie sofort absenken, nicht erst in den Knien strecken
- Absprung: Körper fast gestreckt, Kopf muss noch in Verlängerung des Oberkörpers, den Armschwung weiter nach vorn führen
- für 003 - Körpergewicht in der Ausgangspos. weiter vor und sofortiges Absenken der Knie
- besser, aber dann wird durch zu weites Absenken der Knie die Flugzeit zu kurz
- für 005 - Kopf und Arme weiter nach vorn oben führen für Moment des Absprungs
- besser, aber beide Aktionen noch etwas zu früh

Hausaufgabe: Stabilisieren der Bewegungsabläufe der Versuche 005/006, nur zeitlich etwas später

T. N.

- 001/002 - gut; KG eventuell noch etwas weiter nach vorn
- Auftakt: gut
- Absprung: keine komplette Hüftstreckung; Kopf wird zu früh nach unten genommen; Armschwung weiter nach vorn oben führen und später abbremsen; Schwungbein gut
- für 003 - Armschwung weiter nach vorn oben führen
- etwas besser
- für 005 - weiter am Armschwung üben, auch variieren
- ist besser geworden, auch für das Eintauchen

Hausaufgabe: Stabilisieren des Armschwungs beim Absprung und für's Eintauchen

A. R.

- 001 - gewackelt
- 001/002 - Ausgangspos.: Po höher (Kniewinkel größer)
- Auftakt: Knie sofort absenken, nicht erst in den Knien strecken
- Absprung: Hüfte konsequenter strecken; Kopf in Verlängerung des Oberkörpers; Armschwung gut, aber später abbremsen
- für 003 - Körpergewicht in der Ausgangspos. weiter vor und sofortiges Absenken der Knie
- besser, bei 003 gut
- für 005 - Stabilisieren der Bewegungsausführung von Vers. 003 + Kopfhaltung (Absprung)

Hausaufgabe: Stabilisieren des Absenkens der Knie (war dann gut) + Senken der Schultern

S. W.

- 001 - gewackelt
- 001/002 - Ausgangspos.: gut, eventuell Körpergewicht etwas zu weit hinten
- Auftakt: gut, aber die Hände etwas zu früh vom Block gelöst
- Absprung: etwas zu steil nach oben, deshalb dann auch Hüfte nicht ganz gestreckt; Armschwung weiter nach vorn ausführen
- für 003 - Körpergewicht in der Ausgangspos. weiter vor, - und das sehr schnell
- bei 003 schon gut
- für 005 - Stabilisieren d. Bew.-ablaufs von 003 + schnelle Reaktion (mit Zeitkontrolle)
- bei 005 schon gut, wenn eventuell auch zu früh gestartet

Hausaufgabe: Körpergewicht in der Ausgangspos. auf den Fußballen + schnelle Reaktion

Messplatztraining der TG Kühnert am 18.03.2008 in Chemnitz

P. E.

- 002 - in das Signal hinein gekippt
001/002 - Ausgangspos. gut
- Auftakt: Knie sofort nach unten absenken, nicht erst die Knie strecken
- Absprung: Körper ist gestreckt, aber den Kopf in Verlängerung des Oberkörpers; Armschwung weiter nach vorn führen und später abbremsen
für 003 - Körpergewicht in der Ausgangspos. weiter vor und sofortiges Absenken der Knie
- hat bei 003 und 004 ohne Probleme funktioniert
für 005 - Armschwung nutzen (+ SP von 003 weiter beachten)
- besser, besonders 006
Hausaufgabe: *Stabilisieren der Ausgangsposition und des sofortigen Absenkens der Knie sowie des Armschwungs, - Ziel Bewegungsausführung wie bei 006*

F. G.

- 001/002 - bei beiden Versuchen etwas in das Signal hinein gekippt bzw. gezuckt
- Ausgangspos.: gut
- Auftakt: gut
- Absprung: gut, aber den Armschwung noch etwas weiter nach vorn oben und später abbremsen
für 003 - Körpergewicht weiter nach vorn, um eine kürzere Blockzeit zu erreichen
- Körpergewicht war weiter vorn, BZ war zumindest nicht länger als bei 001/002
für 005 - gleicher Schwerpunkt wie für 003
- gut
Hausaufgabe: *Stabilisieren der Ausgangsposition mit dem Körpergewicht auf den Fußballen und einem sofortigen Absenken der Knie*

G. M.

- 001 - vor dem Signal gezuckt
001/002 - Ausgangspos.: gut
- Auftakt: gut
- Absprung: gut, aber im Moment des Absprungs die Hüfte nicht ganz gestreckt
für 003 - Oberkörper für komplette Hüftstreckung nach oben
- gut
für 005 - Stabilisieren der Hüftstreckung + Überstreckung der Hüfte beim Eintauchen
- bei Versuch 006 gut
Hausaufgabe: *Stabilisieren der Hüftstreckung im Absprung sowie weiteres Üben der Hüftüberstreckung beim Eintauchen*

R. S.

- 001 Greifst. - Ausgangspos.: gut
- Auftakt: Knie sofort senken, nicht erst in den Knien strecken; sonst gut
- Absprung: noch konsequenter strecken (Hüfte, Kopf); Armschwung noch weiter nach vorn oben und später abbremsen
002 Schrittst. - Ausgangspos.: gut
- Auftakt: okay
- Absprung: noch konsequenter strecken (Hüfte, Kopf), indem der Oberkörper noch weiter nach oben gebracht wird; Armschwung noch weiter nach vorn oben und später abbremsen; Schwungbein und Armschwung konsequenter einsetzen
für 003 Schritt - Schwungbein und Armschwung stärker einsetzen
- Schwungbeineinsatz war schon besser, Armschwung nur leichte Änderung
Hausaufgabe: *Stabilisieren des Schwungbeineinsatzes wie im Versuch 005 + Armschwungeinsatz sowohl für Absprung als auch weites Nachvorschwingen für das Eintauchen*

Messplatztraining der TG Kühnert am 18.03.2008 in Chemnitz

E. W.

- 001/002 - Ausgangspos.: gut
- Auftakt: Mit den Händen etwas länger am Block ziehen; in der Vorwärtsbewegung durch einen tieferen Kniewinkel, damit das Sprungbeinknie weiter nach unten kommt
- Absprung: flacher, - klappt, wenn Auftakt besser wird; Schwungbeineinsatz und Armschwung okay, wobei Armschwung später abgebremst werden sollte
- für 003 - in der Vorwärtsbewegung durch einen tieferen Kniewinkel und die Arme für ein flacheres Eintauchen weiter nach vorn schwingen
- 003 – 005 keine Änderung

Hausaufgabe: *in der Vorwärtsbewegung durch einen tieferen Kniewinkel und die Arme für ein flacheres Eintauchen weiter nach vorn schwingen*

M. U.

- 001/002 - Ausgangspos.: gut
- Auftakt: gut
- Absprung: gut, eventuell den Armschwung etwas später abbremsen
- für 003 - späteres Abbremsen des Armschwungs + Hüftüberstreckung und bessere Spannung in den Beinen beim Eintauchen
- bei 004 schon gut

Hausaufgabe: *Spannung in den Schultern nach dem Eintauchen beibehalten, mit den Knien und den Füßen nicht unter die Körperlinie nach dem Eintauchen*

R. H.

- 001 - in das Signal hinein gekippt
- 001/002 - Ausgangspos.: gut
- Auftakt: gut
- Absprung: okay; Armschwung noch etwas weiter nach vorn führen und später abbremsen
- für 003 - Kopfhaltung und Armschwung verbessern für den Moment des Absprungs
- bei 004 und 005 schon gut

Hausaufgabe: *Armschwung weiter üben, Kopfhaltung beachten*

VI. Körpersegmentparameter nach Dempster (Winter, 1990)

Dempster's Body Segment Parameter Data for 2-D Studies¹

Segment name	Endpoints (proximal to distal)	Seg. mass /total mass (P)	Centre of mass /segment length		Radius of gyration /segment length		
			($R_{proximal}$)	(R_{distal})	(K_{cg})	($K_{proximal}$)	(K_{distal})
Hand	wrist axis to knuckle II third finger	0.0060	0.506	0.494	0.297	0.587	0.577
Forearm	elbow axis to ulnar styloid	0.0160	0.430	0.570	0.303	0.526	0.647
Upper arm	glenohumeral joint to elbow axis	0.0280	0.436	0.564	0.322	0.542	0.645
Forearm & hand	elbow axis to ulnar styloid	0.0220	0.682	0.318	0.468	0.827	0.565
Upper extremity	glenohumeral joint to elbow axis	0.0500	0.530	0.470	0.368	0.645	0.596
Foot	lateral malleolus to head metatarsal II	0.0145	0.500	0.500	0.475	0.690	0.690
Leg	femoral condyles to medial malleolus	0.0465	0.433	0.567	0.302	0.528	0.643
Thigh	greater trochanter to femoral condyles	0.1000	0.433	0.567	0.323	0.540	0.653
Leg & foot	femoral condyles to medial malleolus	0.0610	0.606	0.394	0.416	0.735	0.572
Lower extremity	greater trochanter to medial malleolus	0.1610	0.447	0.553	0.326	0.560	0.650
Head	C7-T1 to ear canal	0.0810	1.000	0.000	0.495	1.116	0.495
Shoulder	sternoclavicular joint to glenohumeral joint	0.0158	0.712	0.288			
Thorax	C7-T1 to T12-L1	0.2160	0.820	0.180			
Abdomen	T12-L1 to L4-L5	0.1390	0.440	0.560			
Pelvis	L4-L5 to trochanter	0.1420	0.105	0.895			
Thorax & abdomen	C7-T1 to L4-L5	0.3550	0.630	0.370			
Abdomen & pelvis	T12-L1 to greater trochanter	0.2810	0.270	0.730			
Trunk	greater trochanter to glenohumeral joint	0.4970	0.495	0.505	0.406	0.640	0.648
Trunk & head	greater trochanter to glenohumeral joint	0.5780	0.660	0.340	0.503	0.830	0.607
Head, arms & trunk	greater trochanter to glenohumeral joint	0.6780	0.626	0.374	0.496	0.798	0.621
Head, arms & trunk	greater trochanter to midrib	0.6780	1.142	-0.142	0.903	1.456	0.914

¹ From D.A. Winter, Biomechanics and Motor Control of Human Movement, Second edition. John Wiley & Sons, Inc., Toronto, 1990.

Equations:

$$\sum_{i=1}^n P_i = 1.000$$

where n is the number of body segments and i is the segment number and P_i is the segment mass proportion

$$m_{total\ body} = \sum_{i=1}^n m_i$$

m_i is mass of a segment

$$R_{proximal} + R_{distal} = 1.000$$

R is distance to centre of gravity as proportion of segment length

$$r_{proximal} = R_{proximal} \times length$$

$r_{proximal}$ is distance from centre of gravity to proximal end

$$s_{cg} = s_{proximal} + R_{proximal} (s_{distal} - s_{proximal})$$

s represents position in x, y or z directions

$$s_{limb} = \frac{\sum_{i=1}^L P_i s_{cg_i}}{\sum_{i=1}^L P_i}$$

where L is the number of segments in the limb

$$s_{total\ body} = \sum_{i=1}^n P_i s_{cg_i}$$

$$k_{proximal} = K_{proximal} \times length$$

$k_{proximal}$ is radius of gyration for axes through the proximal end and $K_{proximal}$ is the radius of gyration as a proportion of the segment length

$$K_{cg} = \sqrt{K_{proximal}^2 - R_{proximal}^2}$$

$$K_{proximal} = \sqrt{K_{cg}^2 + R_{proximal}^2}$$

$$I_{cg} = m (K_{cg} \times length)^2$$

I_{cg} is moment of inertia about an axis through the centre of gravity

$$I_{proximal} = m k_{cg}^2 + m r_{proximal}^2$$

$$I_{proximal} = m (K_{cg} \times length)^2 + m (R_{proximal} \times length)^2$$

$$I_{total\ body} = \sum_{i=1}^n I_{cg_i} + \sum_{i=1}^n m_i r_i^2$$

where r_i is the distance between the total body centre of gravity and each segment's centre of gravity

VIII. Tabellen und Grafiken zur Deskriptiven Statistik und zur Inferenzstatistik

Tab. DS1. Urliste der sportlerbezogenen Daten (Interventionsgruppe weiblich)

Sportler	Parameter	Einheit	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
1	BZ (bV)	s	0,909	0,857	0,890	0,855
	BZ (aV)	s	0,893	0,860	0,822	0,795
	v _x (bV)	m/s	3,410	3,680	3,730	3,590
	v _x (aV)	m/s	3,530	3,800	3,655	3,405
	h _F	cm	26,0	27,0	27,0	29,0
2	BZ (bV)	s	0,918	1,020	0,941	0,904
	BZ (aV)	s	0,994	1,045	0,909	0,953
	v _x (bV)	m/s	3,665	3,935	4,050	3,980
	v _x (aV)	m/s	3,645	3,800	3,690	3,785
	h _F	cm	28,5	30,5	31,0	34,0
3	BZ (bV)	s	0,833	0,815	0,777	0,748
	BZ (aV)	s	0,915	0,896	0,884	0,904
	v _x (bV)	m/s	3,405	3,595	3,560	3,620
	v _x (aV)	m/s	3,235	3,410	3,620	3,525
	h _F	cm	29,0	29,5	32,0	32,0
4	BZ (bV)	s	0,905	0,857	0,833	0,792
	BZ (aV)	s	0,971	0,964	0,918	0,895
	v _x (bV)	m/s	3,905	3,825	3,920	3,895
	v _x (aV)	m/s	3,960	3,880	3,910	3,915
	h _F	cm	33,0	33,0	34,0	37,0
5	BZ (bV)	s	0,890	0,928	0,846	0,791
	BZ (aV)	s	0,880	0,878	0,762	0,742
	v _x (bV)	m/s	3,410	3,670	3,500	3,410
	v _x (aV)	m/s	3,360	3,515	3,320	3,335
	h _F	cm	24,0	23,5	26,0	26,0

Tab. DS2. *Urliste der sportlerbezogenen Daten (Interventionsgruppe männlich)*

Sportler	Parameter	Einheit	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
6	BZ (bV)	s	0,833	0,853	0,884	0,807
	BZ (aV)	s	0,913	0,867	0,832	0,799
	v _x (bV)	m/s	3,655	3,920	4,070	3,945
	v _x (aV)	m/s	3,960	3,690	3,885	3,775
	h _F	cm	38,0	35,5	37,0	37,0
7	BZ (bV)	s	0,901	0,910	0,855	0,846
	BZ (aV)	s	0,963	0,945	0,840	0,836
	v _x (bV)	m/s	3,985	4,125	4,100	4,000
	v _x (aV)	m/s	3,985	3,865	4,010	3,755
	h _F	cm	34,0	33,0	35,0	35,0
8	BZ (bV)	s	0,976	0,983	0,938	0,933
	BZ (aV)	s	0,944	0,939	0,885	0,928
	v _x (bV)	m/s	4,260	4,170	4,125	4,060
	v _x (aV)	m/s	4,260	4,020	3,925	3,970
	h _F	cm	36,0	33,0	39,0	37,0
9	BZ (bV)	s	0,907	0,882	0,887	0,854
	BZ (aV)	s	0,842	0,874	0,840	0,820
	v _x (bV)	m/s	4,105	4,055	4,020	3,995
	v _x (aV)	m/s	3,905	3,885	3,775	3,875
	h _F	cm	33,0	33,0	35,0	39,0
10	BZ (bV)	s	0,838	0,858	0,851	0,766
	BZ (aV)	s	0,837	0,905	0,826	0,786
	v _x (bV)	m/s	4,140	4,275	4,195	4,160
	v _x (aV)	m/s	3,865	3,945	3,825	3,680
	h _F	cm	36,0	37,0	37,0	41,0
11	BZ (bV)	s	0,898	0,911	0,878	0,836
	BZ (aV)	s	0,802	0,817	0,811	0,768
	v _x (bV)	m/s	4,290	4,500	4,415	4,415
	v _x (aV)	m/s	4,270	4,185	4,220	4,315
	h _F	cm	46,0	42,5	47,0	48,0
12	BZ (bV)	s	0,819	0,838	0,755	0,768
	BZ (aV)	s	0,891	0,896	0,815	0,815
	v _x (bV)	m/s	4,330	4,590	4,275	4,275
	v _x (aV)	m/s	4,190	4,200	4,280	4,210
	h _F	cm	49,0	48,5	50,0	47,0

Tab. DS3. Urliste der sportlerbezogenen Daten (Kontrollgruppe weiblich)

Sportler	Parameter	Einheit	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
13	BZ (bV)	s	0,824	0,939	0,846	0,850
	BZ (aV)	s	0,798	0,794	0,770	0,766
	v _x (bV)	m/s	3,540		3,830	3,815
	v _x (aV)	m/s	3,680	3,645	3,825	3,715
	h _F	cm	30,0	31,0	35,0	34,0
14	BZ (bV)	s	0,787	0,798	0,746	0,768
	BZ (aV)	s	0,820	0,826	0,804	0,833
	v _x (bV)	m/s	3,810	4,045	3,935	4,130
	v _x (aV)	m/s	3,980	4,155	4,105	4,040
	h _F	cm	32,0	31,5	37,0	
15	BZ (bV)	s	0,868	0,890	0,797	
	BZ (aV)	s	0,920	0,900	0,858	
	v _x (bV)	m/s	4,030	3,790	3,950	3,755
	v _x (aV)	m/s	4,155	4,035	3,970	3,755
	h _F	cm	29,0	32,5	31,0	31,0
16	BZ (bV)	s	0,892	0,900	0,858	0,830
	BZ (aV)	s	0,821	0,811	0,818	0,867
	v _x (bV)	m/s	3,695	3,665	3,735	3,675
	v _x (aV)	m/s	3,665	3,780	3,730	3,595
	h _F	cm	25,0	26,0	28,0	27,0
17	BZ (bV)	s	0,931	0,872	0,869	0,890
	BZ (aV)	s	0,940	0,879	0,831	0,818
	v _x (bV)	m/s	3,890	3,775	3,965	3,875
	v _x (aV)	m/s	3,755	3,840	3,895	3,640
	h _F	cm	25,0	25,0	30,0	29,0

Tab. DS4. *Urliste der sportlerbezogenen Daten (Kontrollgruppe männlich)*

Sportler	Parameter	Einheit	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
18	BZ (bV)	s	0,832	0,797	0,820	0,774
	BZ (aV)	s	0,845	0,835	0,824	0,857
	v _x (bV)	m/s	3,840	3,965	4,015	3,990
	v _x (aV)	m/s	3,955	4,090	3,920	3,820
	h _F	cm	36,0	35,5	40,0	41,0
19	BZ (bV)	s	0,860	0,880	0,876	0,862
	BZ (aV)	s	0,906	0,858	0,863	0,898
	v _x (bV)	m/s	4,020	4,130	4,115	4,045
	v _x (aV)	m/s	3,880	3,950	4,005	3,925
	h _F	cm	31,0	31,5	34,0	35,0
20	BZ (bV)	s	0,890	0,900	0,882	0,911
	BZ (aV)	s	0,887	0,896	0,826	0,818
	v _x (bV)	m/s	3,850	4,140	3,765	3,540
	v _x (aV)	m/s	3,645	3,880	3,710	3,745
	h _F	cm	33,0	32,5	32,0	36,0
21	BZ (bV)	s	0,885	0,863	0,841	0,870
	BZ (aV)	s	0,850	0,903	0,882	0,913
	v _x (bV)	m/s	4,000	3,850	3,940	4,010
	v _x (aV)	m/s	3,890	3,885	3,965	3,835
	h _F	cm	24,0	26,5	29,0	28,0
22	BZ (bV)	s	0,868	0,860	0,859	0,880
	BZ (aV)	s	0,798	0,790	0,813	0,828
	v _x (bV)	m/s	4,090	4,055	4,240	4,135
	v _x (aV)	m/s	3,855	4,040	4,020	3,990
	h _F	cm	26,0	27,0	29,0	28,0

Tab. DS5. Entwicklung des Startleistungsmerkmals „Blockzeit“ BZ (bevorzugte Startvariante)

	Parameter	Einheit	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
IG	N		12	12	12	12
	MW - BZ (bV)	s	0,886	0,893	0,861	0,825
	SD - BZ (bV)	s	0,046	0,061	0,056	0,057
KG	N		9	9	9	9
	MW - BZ (bV)	s	0,863	0,868	0,844	0,848
	SD - BZ (bV)	s	0,043	0,046	0,041	0,050
Gesamt	N		21	21	21	21
	MW - BZ (bV)	s	0,876	0,882	0,854	0,835
	SD - BZ (bV)	s	0,045	0,055	0,050	0,054

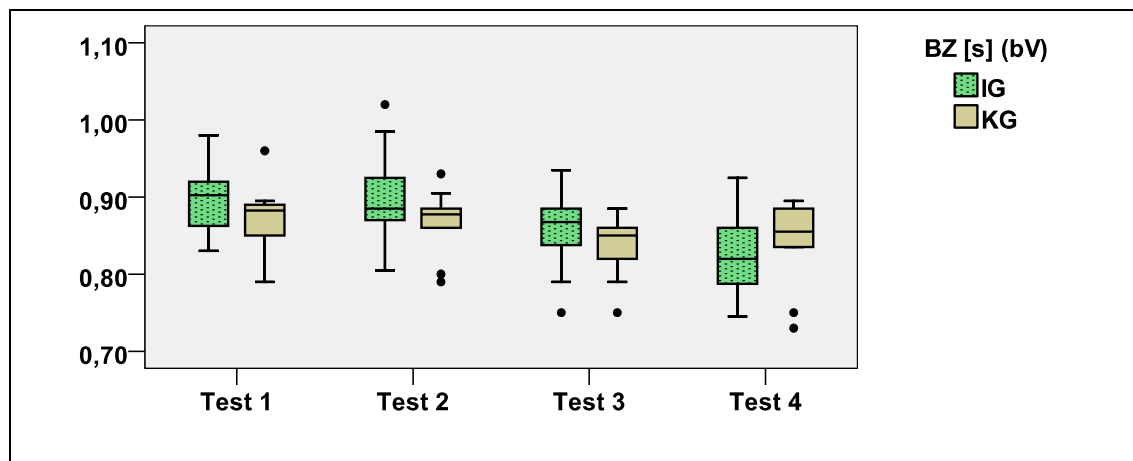


Abb. DS1. Entwicklung des Startleistungsmerkmals „Blockzeit“ BZ (bevorzugte Startvariante)

Tab. DS6. Entwicklung des Startleistungsmerkmals „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ v_x (bevorzugte Startvariante)

	Parameter	Einheit	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
IG	N		12	12	12	12
	MW - v_x (bV)	m/s	3,880	4,028	3,997	3,945
	SD - v_x (bV)	m/s	0,358	0,320	0,277	0,289
KG	N		9	9	9	9
	MW - v_x (bV)	m/s	3,914	3,935	3,962	3,906
	SD - v_x (bV)	m/s	0,128	0,171	0,156	0,209
Gesamt	N		21	21	21	21
	MW - v_x (bV)	m/s	3,894	3,988	3,982	3,929
	SD - v_x (bV)	m/s	0,278	0,265	0,228	0,253

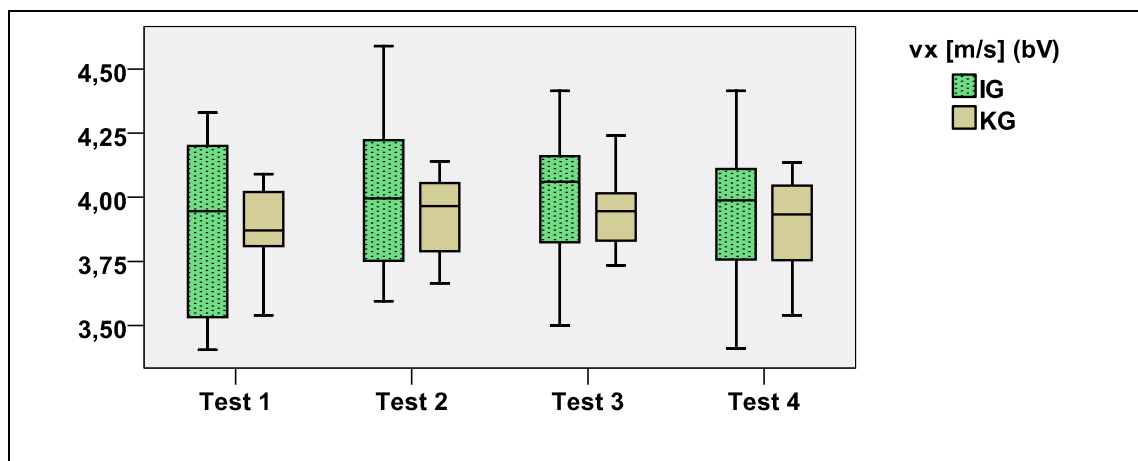


Abb. DS2. Entwicklung des Startleistungsmerkmals „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ v_x (bevorzugte Startvariante)

Tab. DS7. Entwicklung des Startleistungsmerkmals „Blockzeit“ BZ (alternative Startvariante)

	Parameter	Einheit	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
IG	N		12	12	12	12
	MW - BZ (aV)	s	0,904	0,907	0,845	0,837
	SD - BZ (aV)	s	0,058	0,059	0,045	0,067
KG	N		9	9	9	9
	MW - BZ (aV)	s	0,852	0,844	0,826	0,844
	SD - BZ (aV)	s	0,050	0,043	0,032	0,045
Gesamt	N		21	21	21	21
	MW - BZ (aV)	s	0,881	0,880	0,837	0,840
	SD - BZ (aV)	s	0,060	0,061	0,041	0,058

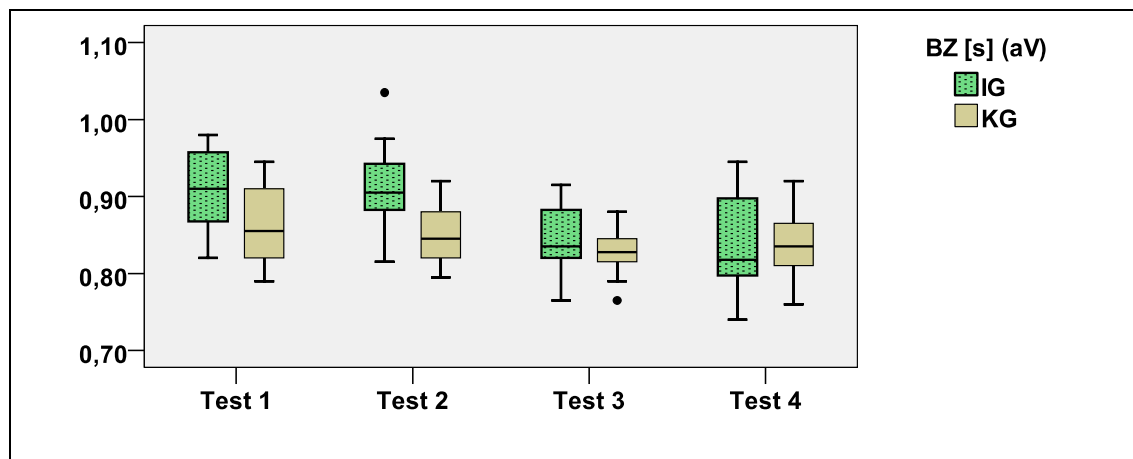


Abb. DS3. Entwicklung des Startleistungsmerkmals „Blockzeit“ BZ (alternative Startvariante)

Tab. DS8. Entwicklung des Startleistungsmerkmals „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ v_x (alternative Startvariante)

	Parameter	Einheit	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
IG	N		12	12	12	12
	MW - v_x (aV)	m/s	3,847	3,850	3,843	3,795
	SD - v_x (aV)	m/s	0,340	0,236	0,263	0,293
KG	N		10	10	10	10
	MW - v_x (aV)	m/s	3,846	3,930	3,914	3,806
	SD - v_x (aV)	m/s	0,162	0,155	0,127	0,145
Gesamt	N		22	22	22	22
	MW - v_x (aV)	m/s	3,847	3,886	3,876	3,800
	SD - v_x (aV)	m/s	0,268	0,203	0,211	0,233

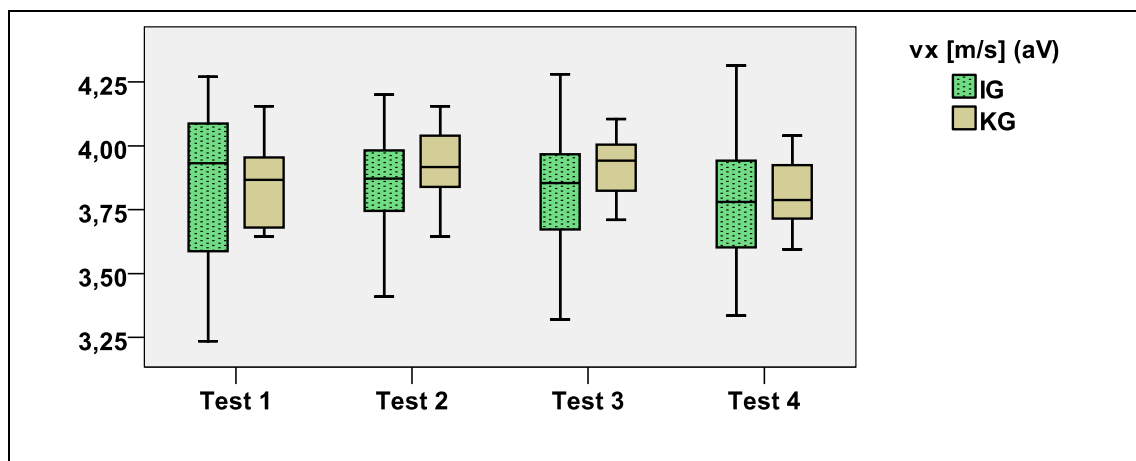


Abb. DS4. Entwicklung des Startleistungsmerkmals „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ v_x (alternative Startvariante)

Tab. DS9. Entwicklung des Merkmals „Sprunghöhe“ h_F (vertikaler Sprung)

	Parameter	Einheit	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
IG	N		12	12	12	12
	MW - h_F	cm	34,375	33,833	35,833	36,833
	SD - h_F	cm	7,462	6,669	7,104	6,492
KG	N		9	9	9	9
	MW - h_F	cm	28,778	29,722	32,000	32,111
	SD - h_F	cm	4,116	3,667	3,808	4,702
Gesamt	N		21	21	21	21
	MW - h_F	cm	31,976	32,071	34,190	34,810
	SD - h_F	cm	6,742	5,846	6,112	6,145

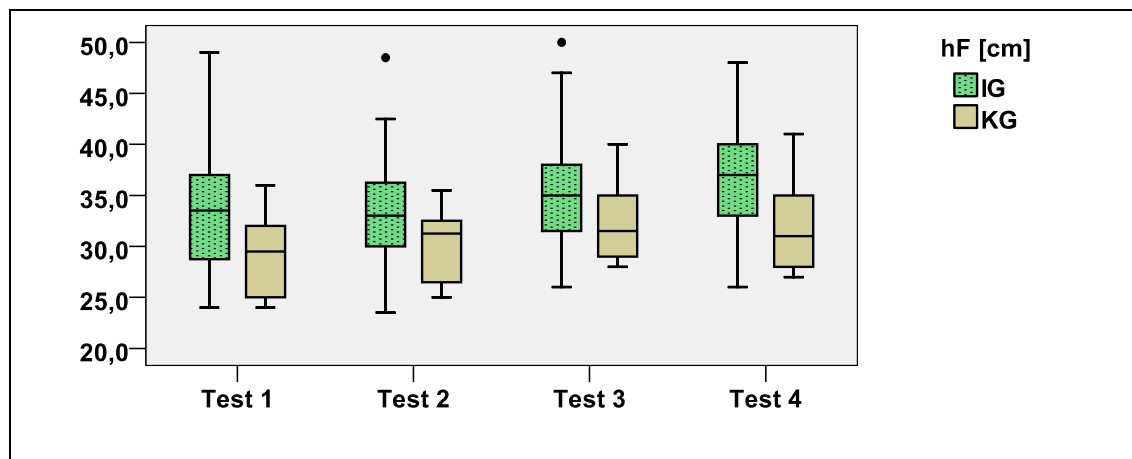


Abb. DS5. Entwicklung des Merkmals „Sprunghöhe“ h_F (vertikaler Sprung)

Tab. PMK1. *Ergebnisse der Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson zur Bestimmung der Stärke des Zusammenhangs zwischen den Startleistungsmerkmalen Blockzeit und Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)*

Merkmal	Statistik	Symbol	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
Bevorzugte Startvariante	Anzahl	N	22	21	22	21
	Prüfgröße	r	0,161	0,069	0,185	-0,083
	Signifikanz*	p	0,475	0,765	0,409	0,721
Alternative Startvariante	Anzahl	N	22	22	22	21
	Prüfgröße	r	-0,028	-0,183	0,010	0,116
	Signifikanz*	p	0,902	0,416	0,965	0,616

* zweiseitig

Tab. PMK2. *Ergebnisse der Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson zur Bestimmung der Stärke des Zusammenhangs zwischen der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) und der Sprunghöhe des vertikalen Sprungs*

Merkmal	Statistik	Symbol	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
Absprunggeschwindigkeit (bV)	Anzahl	N	22	22	22	21
	Prüfgröße	r	0,584	0,829	0,681	0,685
	Signifikanz*	p	0,004	< 0,001	< 0,001	0,001
Absprunggeschwindigkeit (aV)	Anzahl	N	22	22	22	21
	Prüfgröße	r	0,651	0,576	0,706	0,716
	Signifikanz*	p	0,001	0,005	< 0,001	< 0,001

*zweiseitig

Tab. SW1. Ergebnisse des „Shapiro-Wilks-Tests“ zur Prüfung der Startleistungsmerkmale auf Normalverteilung bei einem α -Niveau von 0,20 (2-seitig)

Merkmal	Statistik	Symbol	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
Blockzeit (bevorzugte Startvariante)	Prüfgröße	SW	0,945	0,921	0,941	0,965
	Anzahl	N	19	19	19	19
	Signifikanz	p	0,320	0,120	0,270	0,679
	Hypothese	H_0 / H_1	H_0	H_1	H_0	H_0
Blockzeit (alternative Startvariante)	Prüfgröße	SW	0,970	0,947	0,923	0,967
	Anzahl	N	19	19	19	19
	Signifikanz	p	0,768	0,353	0,130	0,709
	Hypothese	H_0 / H_1	H_0	H_0	H_1	H_0
Absprungge- schwindigkeit (bevorzugte Startvariante)	Prüfgröße	SW	0,943	0,954	0,967	0,954
	Anzahl	N	19	19	19	19
	Signifikanz	p	0,298	0,453	0,709	0,463
	Hypothese	H_0 / H_1	H_0	H_0	H_0	H_0
Absprungge- schwindigkeit (alternative Startvariante)	Prüfgröße	SW	0,953	0,946	0,964	0,978
	Anzahl	N	19	19	19	19
	Signifikanz	p	0,449	0,337	0,649	0,916
	Hypothese	H_0 / H_1	H_0	H_0	H_0	H_0

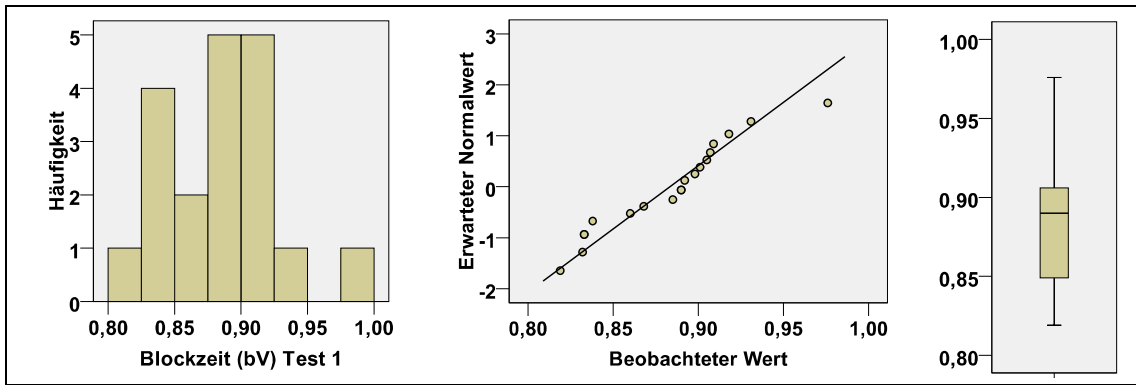


Abb. NV1. Test 1: Blockzeit (bevorzugte Startvariante)

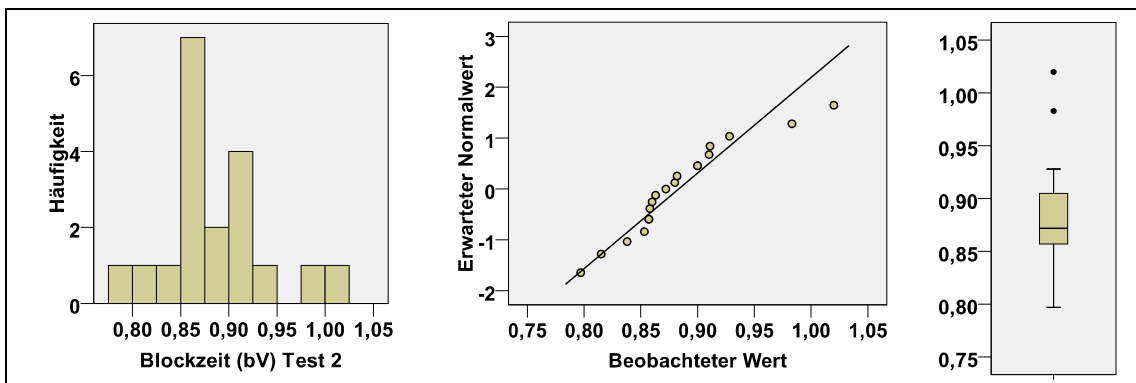


Abb. NV2. Test 2: Blockzeit (bevorzugte Startvariante)

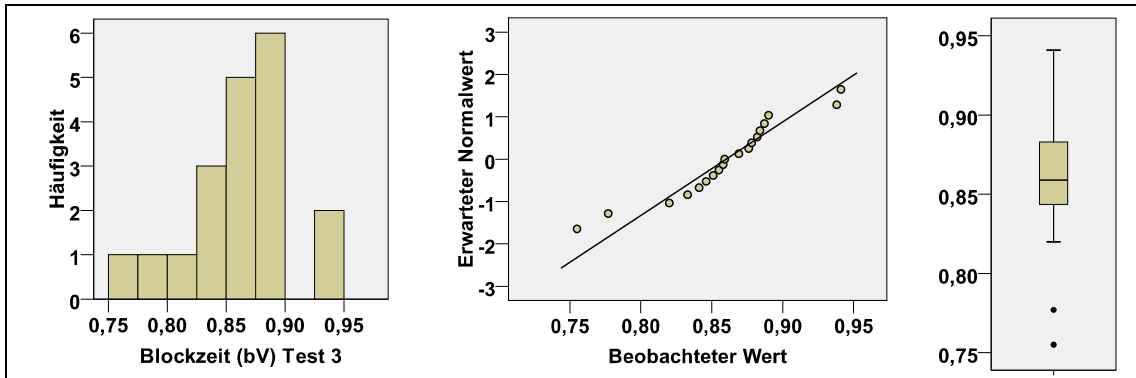


Abb. NV3. Test 3: Blockzeit (bevorzugte Startvariante)

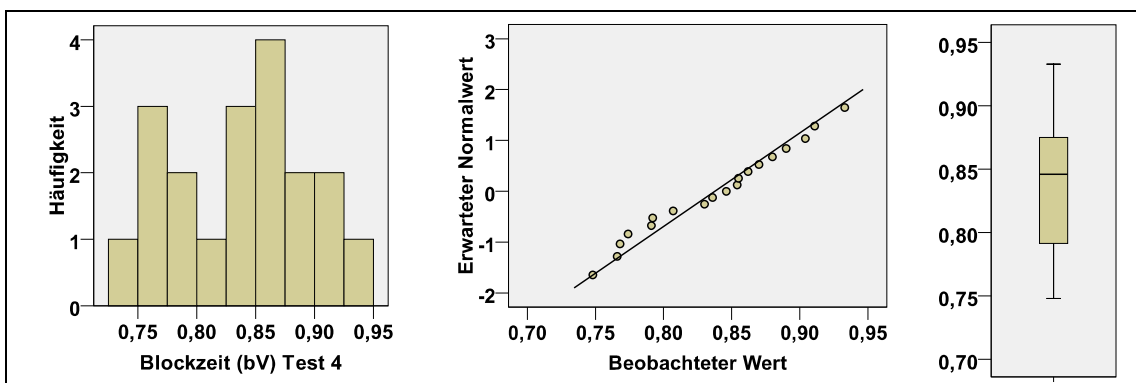


Abb. NV4. Test 4: Blockzeit (bevorzugte Startvariante)

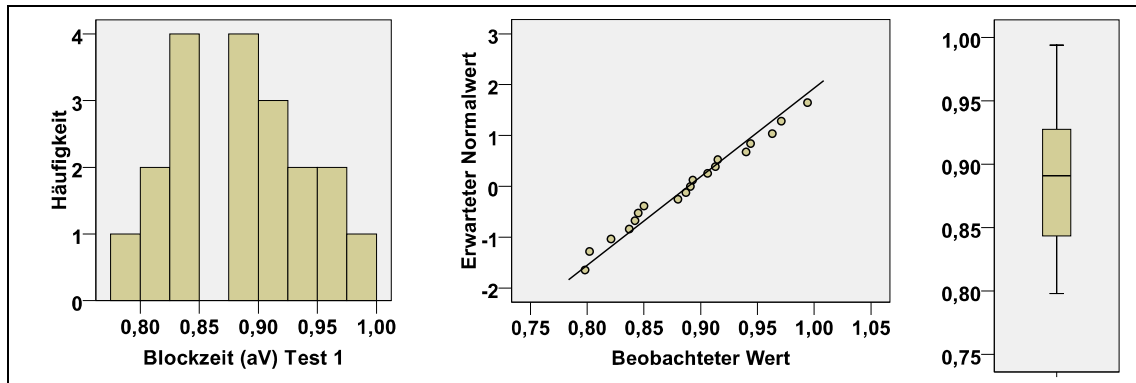


Abb. NV5. Test 1: Blockzeit (alternative Startvariante)

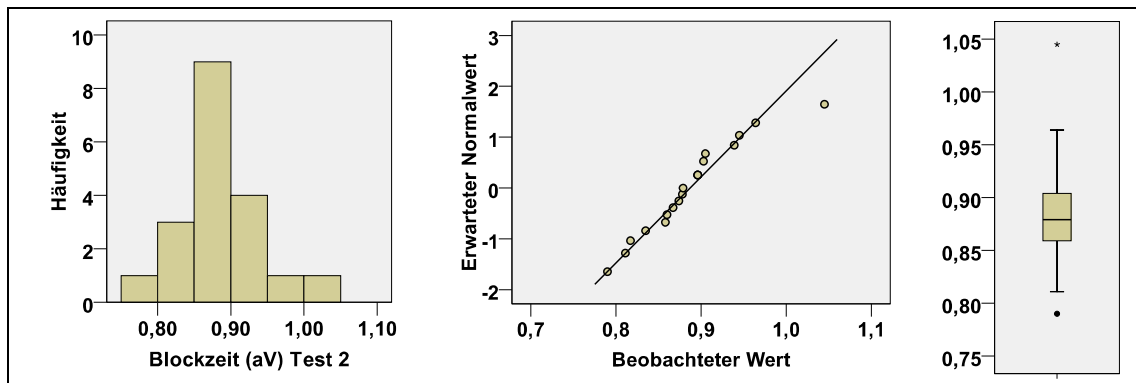


Abb. NV6. Test 2: Blockzeit (alternative Startvariante)

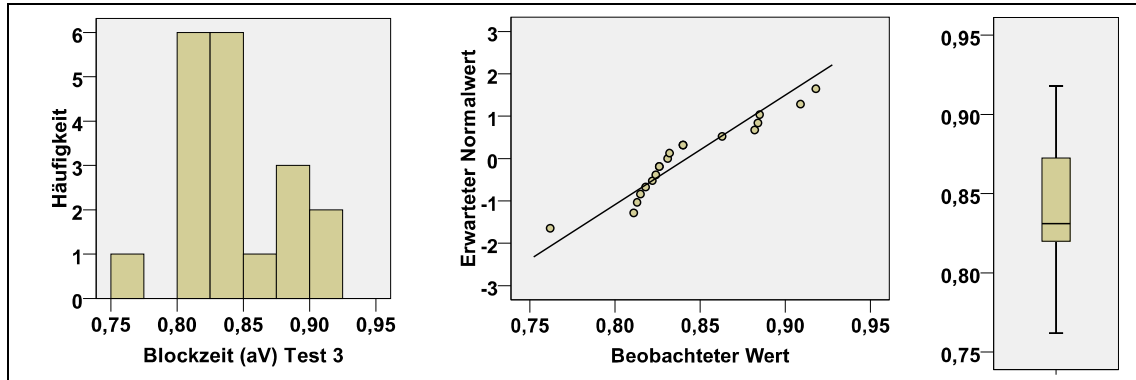


Abb. NV7. Test 3: Blockzeit (alternative Startvariante)

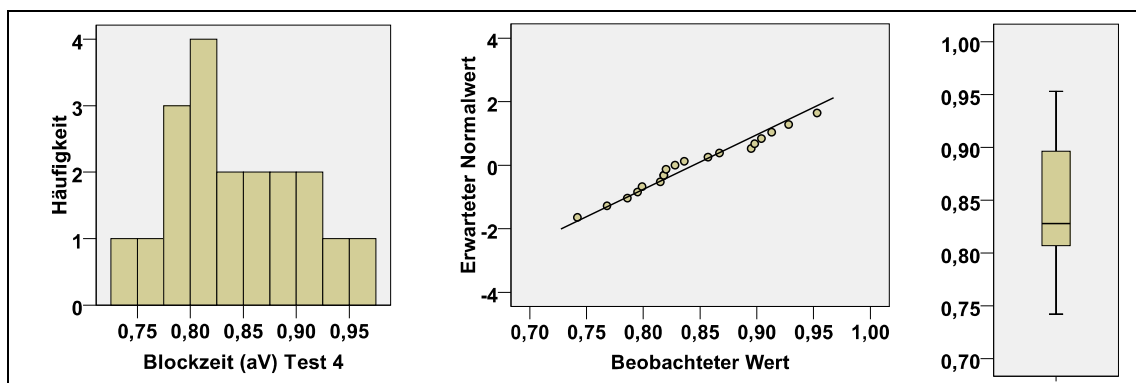


Abb. NV8. Test 4: Blockzeit (alternative Startvariante)

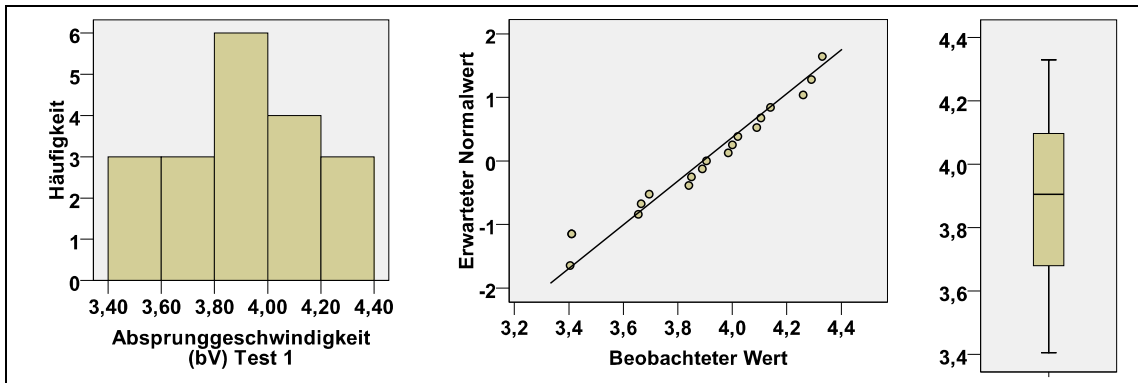


Abb. NV9. Test 1: Absprunggeschwindigkeit (horiz. Komponente [bevorzugte Startvariante])

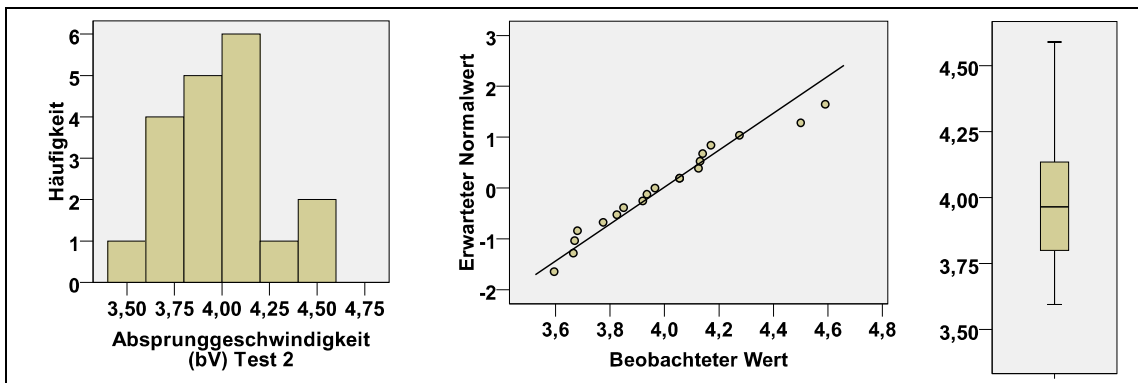


Abb. NV10. Test 2: Absprunggeschwindigkeit (horiz. Komponente [bevorzugte Startvariante])

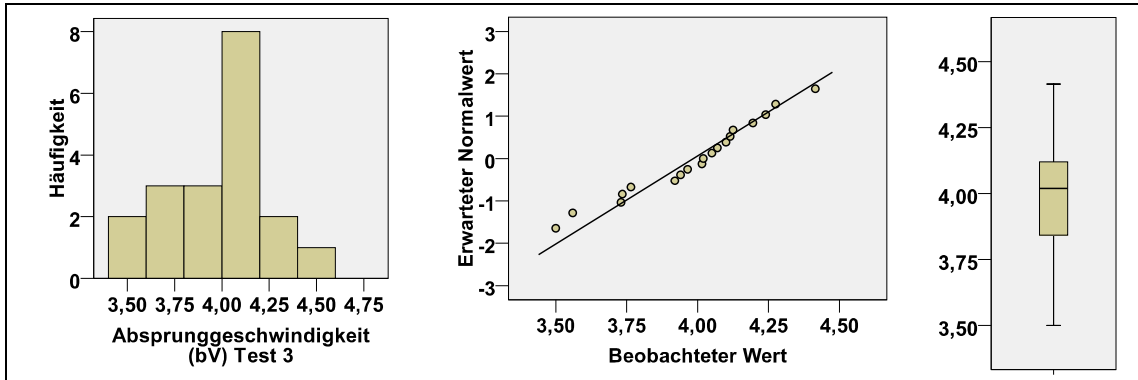


Abb. NV11. Test 3: Absprunggeschwindigkeit (horiz. Komponente [bevorzugte Startvariante])

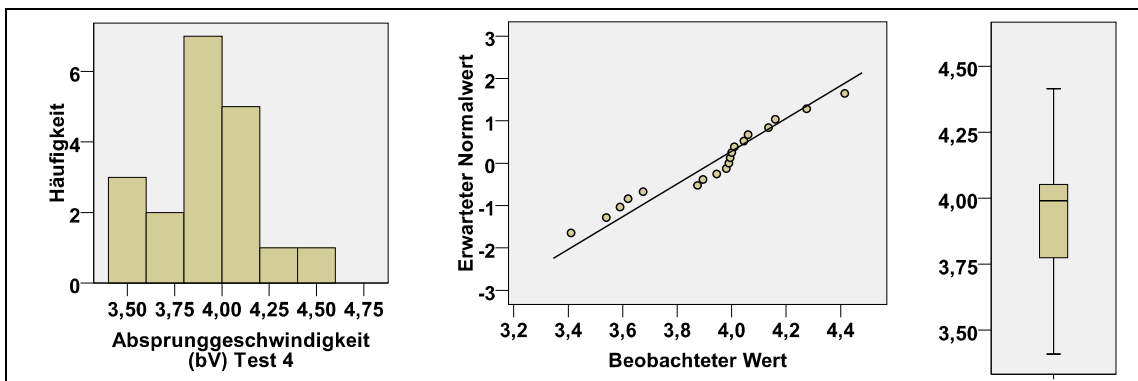


Abb. NV12. Test 4: Absprunggeschwindigkeit (horiz. Komponente [bevorzugte Startvariante])

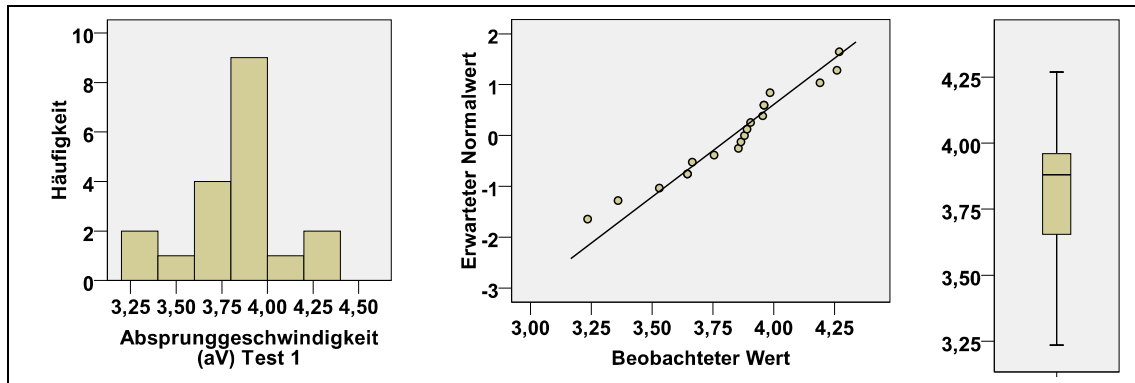


Abb. NV13. Test 1: Absprunggeschwindigkeit (horiz. Komponente [alternative Startvariante])

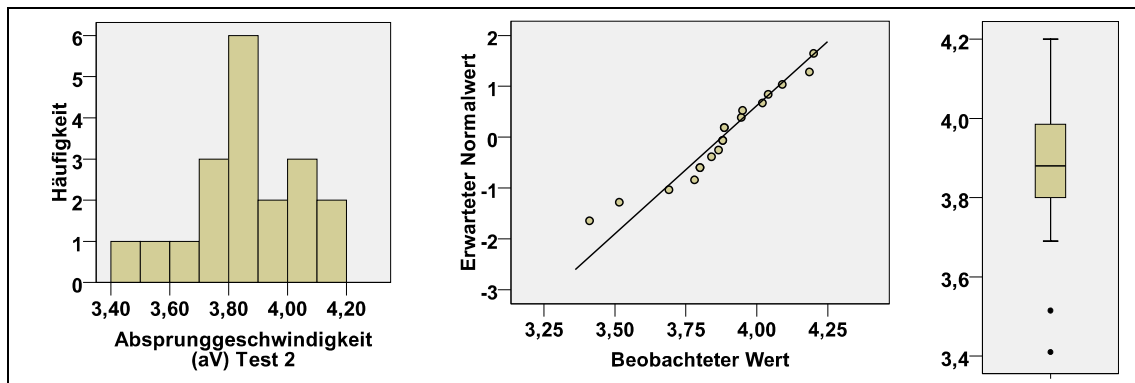


Abb. NV14. Test 2: Absprunggeschwindigkeit (horiz. Komponente [alternative Startvariante])

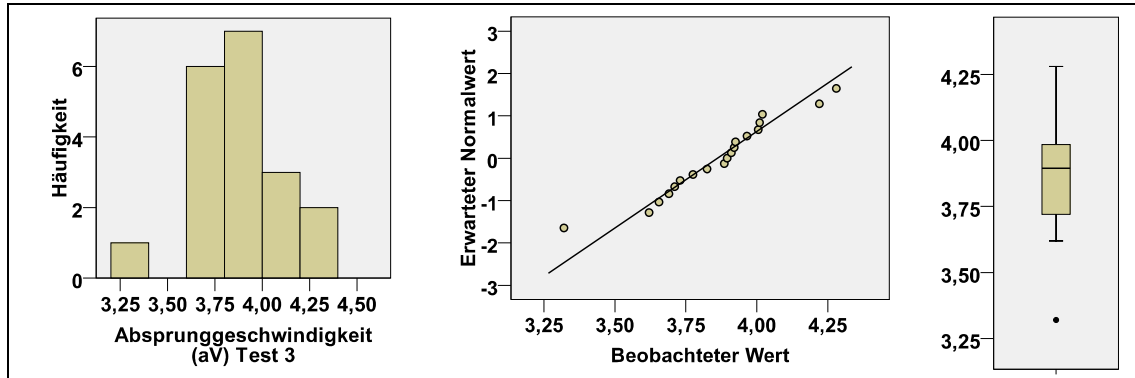


Abb. NV15. Test 3: Absprunggeschwindigkeit (horiz. Komponente [alternative Startvariante])

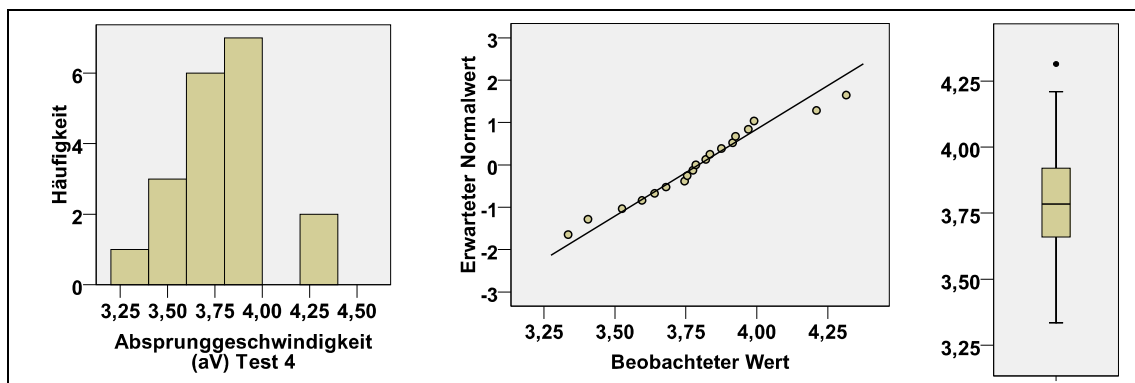


Abb. NV16. Test 4: Absprunggeschwindigkeit (horiz. Komponente [alternative Startvariante])

Tab. SW2. Ergebnisse des „Shapiro-Wilks-Tests“ zur Prüfung des Merkmals „Vertikaler Sprung“ auf Normalverteilung bei einem α -Niveau von 0,20 (2-seitig)

Merkmal	Statistik	Symbol	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
Vertikaler Sprung	Prüfgröße	SW	0,905	0,918	0,915	0,942
	Anzahl	N	19	19	19	19
	Signifikanz	p	0,059	0,105	0,093	0,289
	Hypothese	H_0 / H_1	H_1	H_1	H_1	H_0

Interferenzstatistik Grafiken zur Verteilung des Merkmals vertikaler Sprung

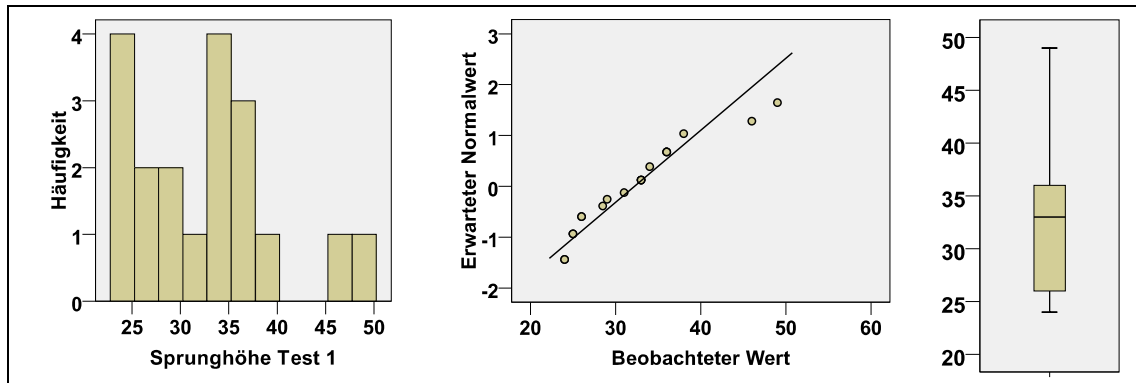


Abb. NV17. Test 1: Vertikaler Sprung

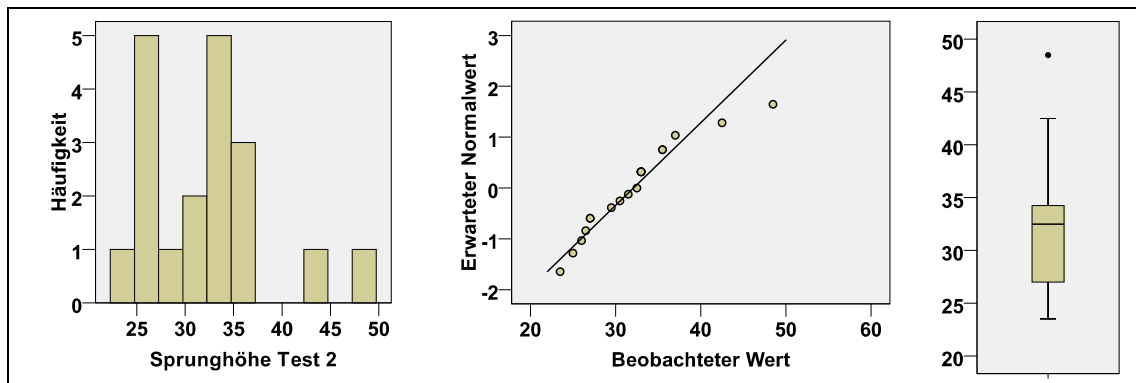


Abb. NV18. Test 2: Vertikaler Sprung

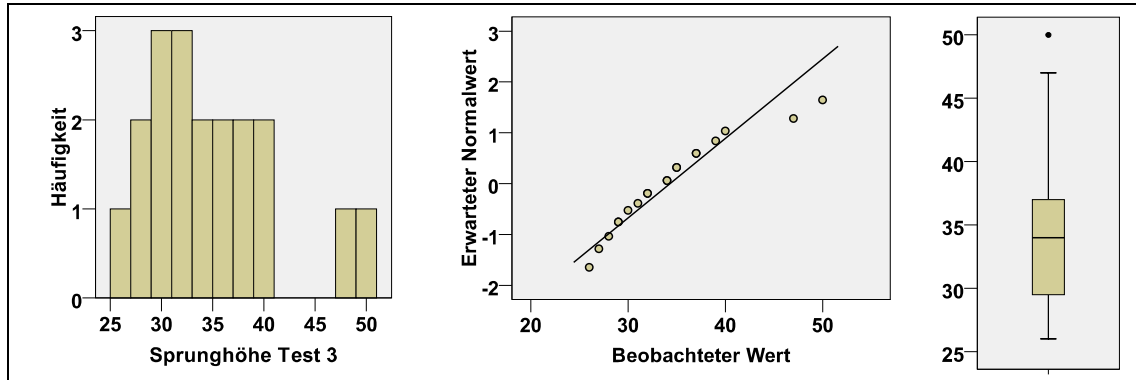


Abb. NV19. Test 3: Vertikaler Sprung

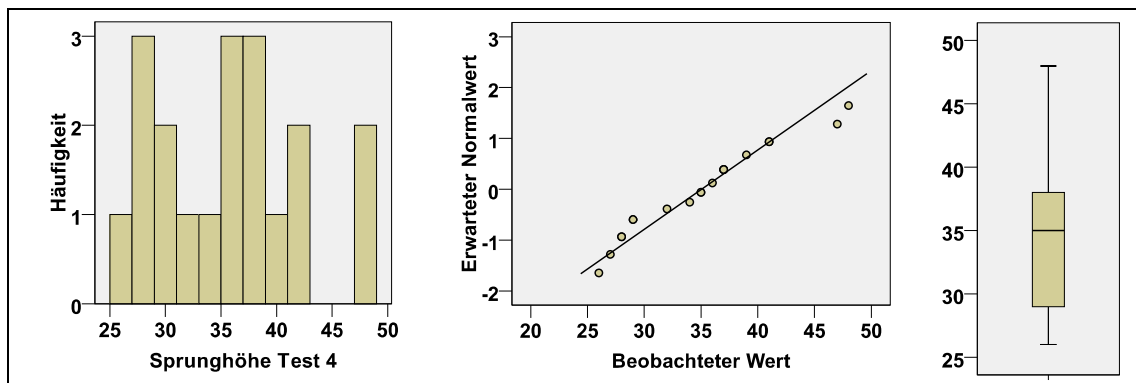


Abb. NV20. Test 4: Vertikaler Sprung

Tab. Res1. Bestimmung der Residuen $res-v_x$ aus der Regression des Startleistungsmerkmals „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ v_x und der Kovariaten „Sprunghöhe“ (vertikaler Sprung) h_F für die bevorzugte Startvariante bei Test 1 und Test 2

Sportler	Test 1				Test 2		
	v_x [m/s]	h_F [cm]	res- v_x		v_x [m/s]	h_F [cm]	res- v_x
1	3,41	26,0	-0,31904		3,68	27,0	-0,11403
2	3,67	28,5	-0,12651		3,94	30,5	0,00618
3	3,41	29,0	-0,39901		3,60	29,5	-0,29531
4	3,91	33,0	0,00103		3,83	33,0	-0,20009
5	3,41	24,0	-0,26906		3,67	23,5	0,01076
6	3,66	38,0	-0,37392		3,92	35,5	-0,20137
7	3,99	34,0	0,05604		4,13	33,0	0,09991
8	4,26	36,0	0,28106		4,17	33,0	0,14491
9	4,11	33,0	0,20103		4,06	33,0	0,02991
10	4,14	36,0	0,16106		4,28	37,0	0,09586
11	4,29	46,0	0,06117		4,50	42,5	0,10905
12	4,33	49,0	0,02620		4,59	48,5	-0,03201
13	3,54	30,0	-0,28900			31,0	
14	3,81	32,0	-0,06898		4,05	31,5	0,07767
15	4,03	29,0	0,22599		3,79	32,5	-0,21584
16	3,70	25,0	-0,00905		3,67	26,0	-0,09052
17	3,89	25,0	0,18595		3,78	25,0	0,05799
18	3,84	36,0	-0,13894		3,97	35,5	-0,15637
19	4,02	31,0	0,16601		4,13	31,5	0,16267
20	3,85	33,0	-0,05397		4,14	32,5	0,13416
21	4,00	24,0	0,32094		3,85	26,5	0,07523
22	4,09	26,0	0,36096		4,06	27,0	0,26097

Tab. Res2. Bestimmung der Residuen $res-v_x$ aus der Regression des Startleistungsmerkmals „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ v_x und der Kovariaten „Sprunghöhe“ (vertikaler Sprung) h_F für die bevorzugte Startvariante bei Test 3 und Test 4

Sportler	Test 3				Test 4		
	v_x	h_F	$res-v_x$		v_x	h_F	$res-v_x$
1	3,73	27,0	-0,05782		3,59	29,0	-0,17296
2	4,05	31,0	0,15987		3,98	34,0	0,07895
3	3,56	32,0	-0,35571		3,62	32,0	-0,22581
4	3,92	34,0	-0,04686		3,90	37,0	-0,08891
5	3,50	26,0	-0,26224		3,41	26,0	-0,27010
6	4,07	37,0	0,02641		3,95	37,0	-0,03891
7	4,10	35,0	0,10756		4,00	35,0	0,07133
8	4,13	39,0	0,03025		4,06	37,0	0,07609
9	4,02	35,0	0,02756		4,00	39,0	-0,04414
10	4,20	37,0	0,15141		4,16	41,0	0,06562
11	4,42	47,0	0,11563		4,42	48,0	0,12729
12	4,28	50,0	-0,10110		4,28	47,0	0,01491
13	3,83	35,0	-0,16244		3,82	34,0	-0,08605
14	3,94	37,0	-0,10859		4,13		
15	3,95	31,0	0,05987		3,76	31,0	-0,06320
16	3,74	28,0	-0,07840		3,68	27,0	-0,03272
17	3,97	30,0	0,10045		3,88	29,0	0,11204
18	4,02	40,0	-0,10533		3,99	41,0	-0,10438
19	4,12	34,0	0,14814		4,05	35,0	0,11633
20	3,77	32,0	-0,15071		3,54	36,0	-0,41629
21	3,94	29,0	0,10102		4,01	28,0	0,27466
22	4,24	29,0	0,40102		4,14	28,0	0,39966

Tab. Res3. Bestimmung der Residuen $res-v_x$ aus der Regression des Startleistungsmerkmals „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ v_x und der Kovariaten „Sprunghöhe“ (vertikaler Sprung) h_F für die alternative Startvariante bei Test 1 und Test 2

Sportler	Test 1				Test 2		
	v_x	h_F	$res-v_x$		v_x	h_F	$res-v_x$
1	3,53	26,0	-0,15832		3,80	27,0	0,01708
2	3,65	28,5	-0,10952		3,80	30,5	-0,05452
3	3,24	29,0	-0,53276		3,41	29,5	-0,42407
4	3,96	33,0	0,08633		3,88	33,0	-0,02566
5	3,36	24,0	-0,27536		3,52	23,5	-0,19633
6	3,96	38,0	-0,04607		3,69	35,5	-0,26680
7	3,99	34,0	0,08485		3,87	33,0	-0,04066
8	4,26	36,0	0,30689		4,02	33,0	0,11434
9	3,91	33,0	0,03133		3,89	33,0	-0,02066
10	3,87	36,0	-0,08811		3,95	37,0	-0,04249
11	4,27	46,0	0,05210		4,19	42,5	0,08500
12	4,19	49,0	-0,10734		4,20	48,5	-0,02274
13	3,68	30,0	-0,11423		3,65	31,0	-0,21975
14	3,98	32,0	0,13281		4,16	31,5	0,28002
15	4,16	29,0	0,38724		4,04	32,5	0,13957
16	3,67	25,0	0,00316		3,78	26,0	0,01753
17	3,76	25,0	0,09316		3,84	25,0	0,09799
18	3,96	36,0	0,00189		4,09	35,5	0,13320
19	3,88	31,0	0,05929		3,95	31,5	0,07502
20	3,65	33,0	-0,22867		3,88	32,5	-0,01543
21	3,89	24,0	0,25464		3,89	26,5	0,11230
22	3,86	26,0	0,16668		4,04	27,0	0,25708

Tab. Res4. Bestimmung der Residuen $res-v_x$ aus der Regression des Startleistungsmerkmals „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ v_x und der Kovariaten „Sprunghöhe“ (vertikaler Sprung) h_F für die alternative Startvariante bei Test 3 und Test 4

Sportler	Test 3				Test 4		
	v_x	h_F	$res-v_x$		v_x	h_F	$res-v_x$
1	3,66	27,0	-0,03874		3,41	29,0	-0,23771
2	3,69	31,0	-0,10306		3,79	34,0	0,00672
3	3,62	32,0	-0,19789		3,53	32,0	-0,19905
4	3,91	34,0	0,04245		3,92	37,0	0,05538
5	3,32	26,0	-0,34891		3,34	26,0	-0,22636
6	3,89	37,0	-0,05705		3,78	37,0	-0,08462
7	4,01	35,0	0,11762		3,76	35,0	-0,05039
8	3,93	39,0	-0,06671		3,97	37,0	0,11038
9	3,78	35,0	-0,11738		3,88	39,0	-0,03885
10	3,83	37,0	-0,11705		3,68	41,0	-0,28808
11	4,22	47,0	0,02964		4,32	48,0	0,15712
12	4,28	50,0	0,01515		4,21	47,0	0,07924
13	3,83	35,0	-0,06738		3,72	34,0	-0,06328
14	4,11	37,0	0,16295		4,04		
15	3,97	31,0	0,17694		3,76	31,0	0,05807
16	3,73	28,0	0,01143		3,60	27,0	0,00652
17	3,90	30,0	0,12677		3,64	29,0	-0,00271
18	3,92	40,0	-0,09654		3,82	41,0	-0,14808
19	4,01	34,0	0,13745		3,93	35,0	0,11961
20	3,71	32,0	-0,10789		3,75	36,0	-0,08751
21	3,97	29,0	0,22160		3,84	28,0	0,21941
22	4,02	29,0	0,27660		3,99	28,0	0,37441

Tab. SW3. Ergebnisse des „Shapiro-Wilks-Tests“ zur Prüfung der Residuen des Startleistungsmerkmals Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) auf Normalverteilung bei einem α -Niveau von 0,20 (2-seitig)

Merkmal	Statistik	Symbol	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
Absprunggeschwindigkeit (bevorzugte Startvariante)	Prüfgröße	SW	0,956	0,953	0,969	0,976
	Anzahl	N	22	21	22	21
	Signifikanz	p	0,417	0,380	0,694	0,860
	Hypothese	H_0 / H_1	H_0	H_0	H_0	H_0
Absprunggeschwindigkeit (alternative Startvariante)	Prüfgröße	SW	0,972	0,942	0,971	0,980
	Anzahl	N	22	22	22	21
	Signifikanz	p	0,758	0,218	0,730	0,925
	Hypothese	H_0 / H_1	H_0	H_0	H_0	H_0

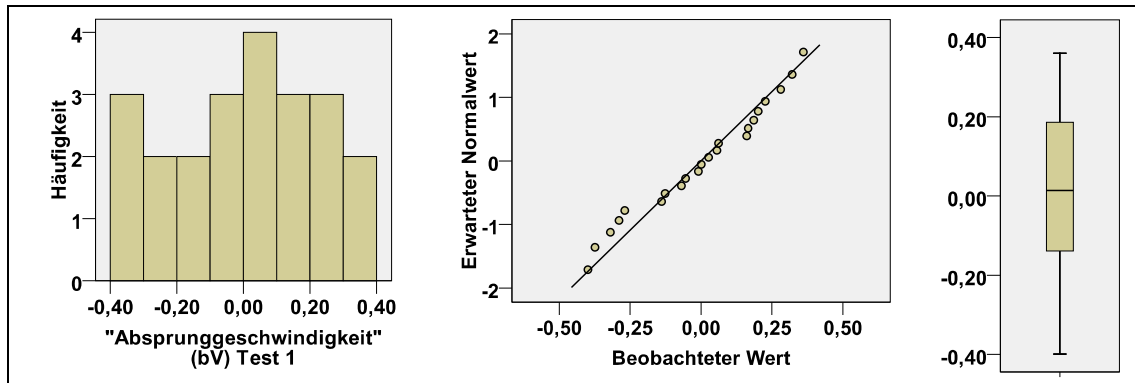


Abb. NV21. Test 1: Residuen der Absprunggeschwindigkeit (bevorzugte Startvariante)

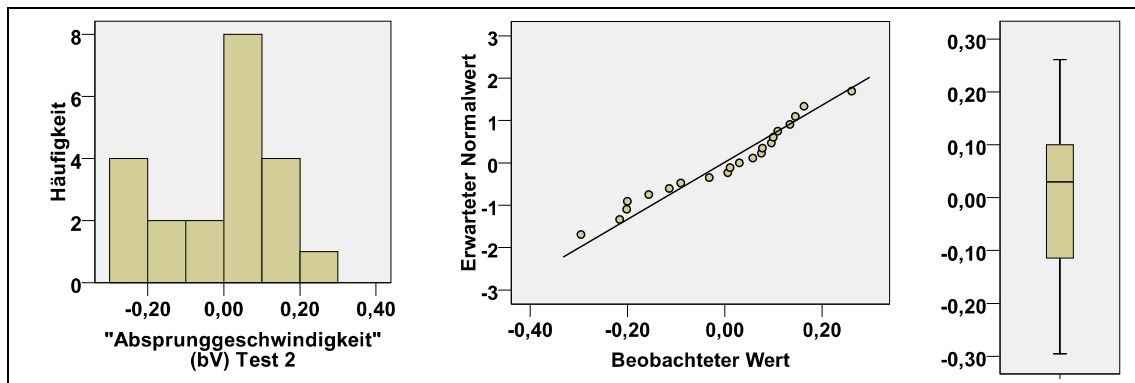


Abb. NV22. Test 2: Residuen der Absprunggeschwindigkeit (bevorzugte Startvariante)

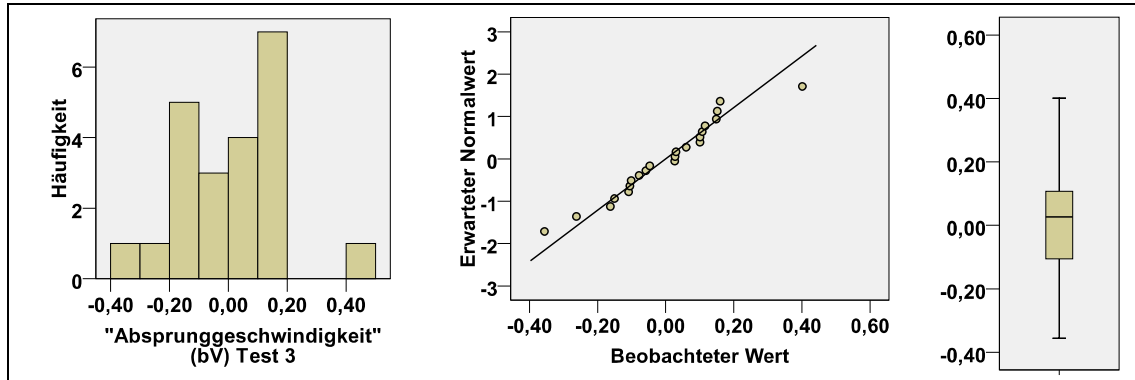


Abb. NV23. Test 3: Residuen der Absprunggeschwindigkeit (bevorzugte Startvariante)

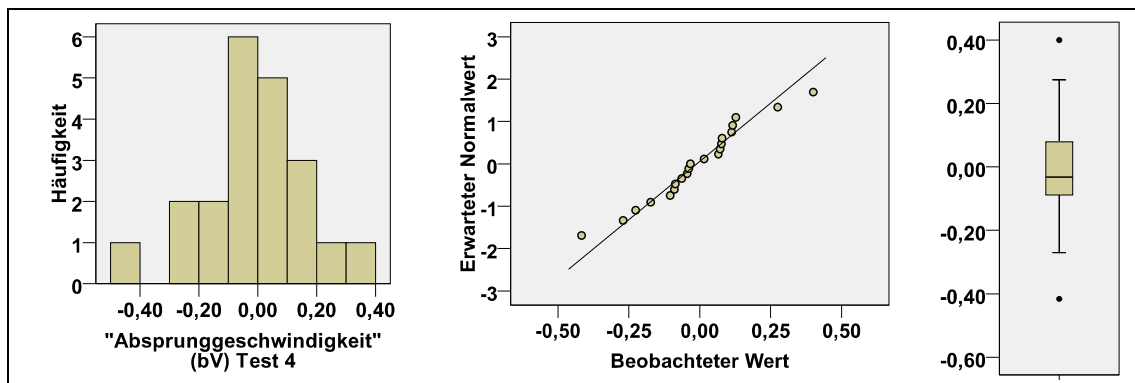


Abb. NV24. Test 4: Residuen der Absprunggeschwindigkeit (bevorzugte Startvariante)

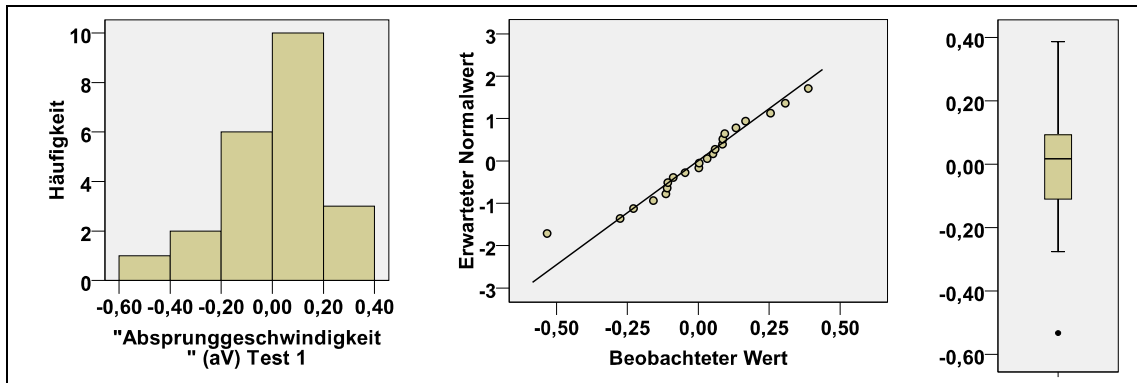


Abb. NV25. Test 1: Residuen der Absprunggeschwindigkeit (alternative Startvariante)

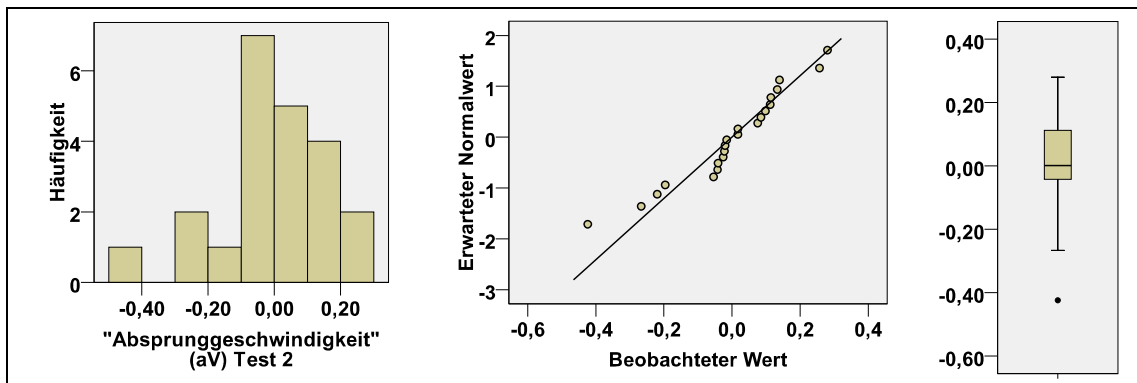


Abb. NV26. Test 2: Residuen der Absprunggeschwindigkeit (alternative Startvariante)

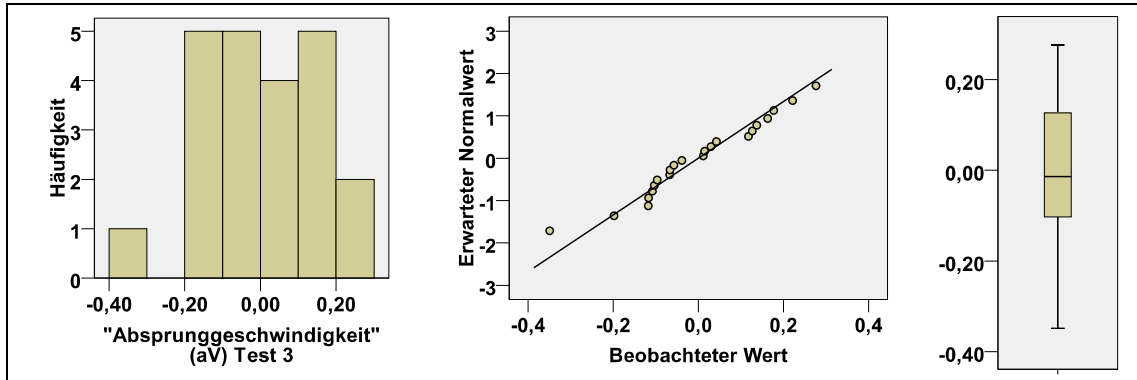


Abb. NV27. Test 3: Residuen der Absprunggeschwindigkeit (alternative Startvariante)

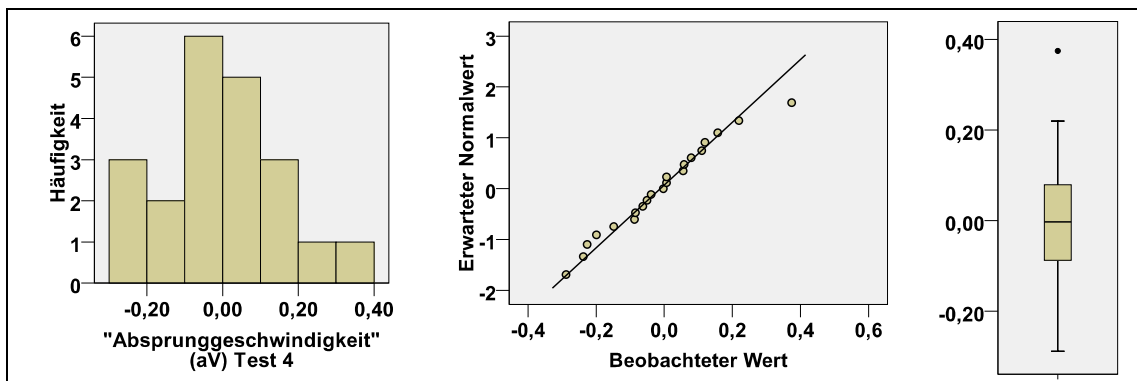


Abb. NV28. Test 4: Residuen der Absprunggeschwindigkeit (alternative Startvariante)

- Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung auf einem Faktor für das Startleistungsmerkmal „Blockzeit“ BZ (bevorzugte Startvariante)

Tab. VA1. *Mauchly-Test auf Sphärizität und Innersubjekteffekte unter Einbeziehung der Korrektur der Freiheitsgrade nach Box^a (Blockzeit; bevorzugte Startvariante)*

	Test	W	F	p	η^2	λ
	Mauchly (Sphärizität)	0,749		0,402		
	Box (ϵ -Korrektur)	0,834				
Test	Sphärizität angenommen		12,949	< 0,001	0,405	38,847
	ϵ -Korrektur nach Box		12,949	< 0,001	0,405	32,402
Test - Gruppe	Sphärizität angenommen		4,125	0,010	0,178	12,374
	ϵ -Korrektur nach Box		4,125	0,016	0,178	10,321

Tab. VA2. *Test der Innersubjektkontraste (Blockzeit; bevorzugte Startvariante)*

	Innersubjektkontraste	F	p	η^2	λ
Test	Test 1 zu Test 2	0,345	0,564	0,018	0,345
	Test 2 zu Test 3	10,630	0,004	0,359	10,630
	Test 3 zu Test 4	6,840	0,017	0,265	6,840
	Test 1 zu Test 4	31,632	< 0,001	0,625	31,632
Test - Gruppe	Test 1 zu Test 2	0,018	0,894	0,001	0,018
	Test 2 zu Test 3	0,217	0,646	0,011	0,217
	Test 3 zu Test 4	10,922	0,004	0,365	10,922
	Test 1 zu Test 4	11,595	0,003	0,379	11,595

Tab. VA3. *Test der Zwischensubjekteffekte (Blockzeit; bevorzugte Startvariante)*

Zwischensubjekteffekte	F	p	η^2	λ
Gruppe	0,255	0,620	0,013	0,255

- a. Das Korrekturverfahren nach Box wird in der Software „SPSS“ als Korrektur nach „Greenhouse-Geisser“ bezeichnet (Rasch, Friese, Hofmann & Naumann, 2010).

- Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung auf einem Faktor für das Startleistungsmerkmal „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ v_x (bevorzugte Startvariante)

Tab. VA4. *Mauchly-Test auf Sphärizität und Innersubjekteffekte unter Einbeziehung der Korrektur der Freiheitsgrade nach Box (Absprunggeschwindigkeit; bevorzugte Startvariante)*

	Test	W	F	p	η^2	λ
	Mauchly (Sphärizität)	0,579		0,086		
	Box (ϵ -Korrektur)	0,794				
Test	Sphärizität angenommen		3,052	0,036	0,138	9,156
	ϵ -Korrektur nach Box		3,052	0,049	0,138	7,270
Test - Gruppe	Sphärizität angenommen		1,195	0,320	0,059	3,585
	ϵ -Korrektur nach Box		1,195	0,317	0,059	2,847

Tab. VA5. *Test der Innersubjektkontraste (Absprunggeschwindigkeit; bevorzugte Startvariante)*

	Innersubjektkontraste	F	p	η^2	λ
Test	Test 1 zu Test 2	5,836	0,026	0,235	5,836
	Test 2 zu Test 3	0,004	0,948	< 0,001	0,004
	Test 3 zu Test 4	6,684	0,018	0,260	6,684
	Test 1 zu Test 4	0,558	0,464	0,029	0,558
Test - Gruppe	Test 1 zu Test 2	3,290	0,086	0,148	3,290
	Test 2 zu Test 3	0,771	0,391	0,039	0,771
	Test 3 zu Test 4	0,014	0,908	0,001	0,014
	Test 1 zu Test 4	0,900	0,355	0,045	0,900

Tab. VA6. *Test der Zwischensubjekteffekte (Absprunggeschwindigkeit; bevorzugte Startvariante)*

Zwischensubjekteffekte	F	p	η^2	λ
Gruppe	0,095	0,761	0,005	0,095

- Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung auf einem Faktor für das Startleistungsmerkmal „Blockzeit“ BZ (alternative Startvariante)

Tab. VA7. *Mauchly-Test auf Sphärizität und Innersubjekteffekte unter Einbeziehung der Korrektur der Freiheitsgrade nach Box (Blockzeit; alternative Startvariante)*

	Test	W	F	p	η^2	λ
	Mauchly (Sphärizität)	0,498		0,030		
	Box (ϵ -Korrektur)	0,679				
Test	Sphärizität angenommen		13,006	< 0,001	0,406	39,019
	ϵ -Korrektur nach Box		13,006	< 0,001	0,406	26,482
Test - Gruppe	Sphärizität angenommen		6,745	0,001	0,262	20,234
	ϵ -Korrektur nach Box		6,745	0,003	0,262	13,733

Tab. VA8. *Test der Innersubjektkontraste (Blockzeit; alternative Startvariante)*

	Innersubjektkontraste	F	p	η^2	λ
Test	Test 1 zu Test 2	0,103	0,752	0,005	0,103
	Test 2 zu Test 3	24,369	< 0,001	0,562	24,369
	Test 3 zu Test 4	0,704	0,412	0,036	0,704
	Test 1 zu Test 4	10,987	0,004	0,366	10,987
Test - Gruppe	Test 1 zu Test 2	0,619	0,441	0,032	0,619
	Test 2 zu Test 3	7,404	0,014	0,280	7,404
	Test 3 zu Test 4	5,213	0,034	0,215	5,213
	Test 1 zu Test 4	7,032	0,016	0,270	7,032

Tab. VA9. *Test der Zwischensubjekteffekte (Blockzeit; alternative Startvariante)*

Zwischensubjekteffekte	F	p	η^2	λ
Gruppe	2,457	0,134	0,115	2,457

- Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung auf einem Faktor für das Startleistungsmerkmal „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ v_x (alternative Startvariante)

Tab. VA10. *Mauchly-Test auf Sphärizität und Innersubjekteffekte unter Einbeziehung der Korrektur der Freiheitsgrade nach Box (Absprunggeschwindigkeit; alternative Startvariante)*

	Test	W	F	p	η^2	λ
	Mauchly (Sphärizität)	0,827		0,616		
	Box (ϵ -Korrektur)	0,894				
Test	Sphärizität angenommen		3,599	0,018	0,153	10,797
	ϵ -Korrektur nach Box		3,599	0,023	0,153	9,656
Test - Gruppe	Sphärizität angenommen		0,974	0,411	0,046	2,923
	ϵ -Korrektur nach Box		0,974	0,404	0,046	2,614

Tab. VA11. *Test der Innersubjektkontraste (Absprunggeschwindigkeit; alternative Startvariante)*

	Innersubjektkontraste	F	p	η^2	λ
Test	Test 1 zu Test 2	1,918	0,181	0,087	1,917
	Test 2 zu Test 3	0,164	0,690	0,008	0,164
	Test 3 zu Test 4	11,001	0,003	0,355	11,001
	Test 1 zu Test 4	1,772	0,198	0,081	1,772
Test - Gruppe	Test 1 zu Test 2	1,702	0,207	0,078	1,702
	Test 2 zu Test 3	0,026	0,874	0,001	0,026
	Test 3 zu Test 4	1,682	0,209	0,078	1,682
	Test 1 zu Test 4	0,029	0,867	0,001	0,029

Tab. VA12. *Test der Zwischensubjekteffekte (Absprunggeschwindigkeit; alternative Startvariante)*

Zwischensubjekteffekte	F	p	η^2	λ
Gruppe	0,187	0,670	0,009	0,187

- Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung auf einem Faktor für die Residuen aus der Regression des Startleistungsmerkmals „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ v_x (bevorzugte Startvariante) und der Kovariaten „Sprunghöhe“ h_F (vertikaler Sprung)

Tab. VA13. *Mauchly-Test auf Sphärizität und Innersubjekteffekte unter Einbeziehung der Korrektur der Freiheitsgrade nach Box (Residuen der Absprunggeschwindigkeit; bevorzugte Startvariante)*

	Test	W	F	p	η^2	λ
	Mauchly (Sphärizität)	0,634		0,178		
	Box (ϵ -Korrektur)	0,830				
Test	Sphärizität angenommen		0,514	0,674	0,028	1,542
	ϵ -Korrektur nach Box		0,514	0,641	0,028	1,280
Test - Gruppe	Sphärizität angenommen		1,556	0,211	0,080	4,668
	ϵ -Korrektur nach Box		1,556	0,218	0,080	3,874

Tab. VA14. *Test der Innersubjektkontraste (Residuen der Absprunggeschwindigkeit; bevorzugte Startvariante)*

	Innersubjektkontraste	F	p	η^2	λ
Test	Test 1 zu Test 2	0,940	0,345	0,050	0,940
	Test 2 zu Test 3	0,422	0,524	0,023	0,422
	Test 3 zu Test 4	0,774	0,391	0,041	0,774
	Test 1 zu Test 4	0,941	0,345	0,050	0,941
Test - Gruppe	Test 1 zu Test 2	3,026	0,099	0,144	3,026
	Test 2 zu Test 3	0,085	0,774	0,005	0,085
	Test 3 zu Test 4	0,023	0,882	0,001	0,023
	Test 1 zu Test 4	2,651	0,121	0,128	2,651

Tab. VA15. *Test der Zwischensubjekteffekte (Residuen der Absprunggeschwindigkeit; bevorzugte Startvariante)*

	Zwischensubjekteffekte	F	p	η^2	λ
Gruppe		1,925	0,182	0,097	1,925

- Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung auf einem Faktor für die Residuen aus der Regression des Startleistungsmerkmals „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ v_x (alternative Startvariante) und der Kovariaten „Sprunghöhe“ h_F (vertikaler Sprung)

Tab. VA16. *Mauchly-Test auf Sphärizität und Innersubjekteffekte unter Einbeziehung der Korrektur der Freiheitsgrade nach Box (Residuen der Absprunggeschwindigkeit; alternative Startvariante)*

	Test	W	F	p	η^2	λ
	Mauchly (Sphärizität)	0,791		0,528		
	Box (ϵ -Korrektur)	0,865				
Test	Sphärizität angenommen		0,028	0,993	0,001	0,085
	ϵ -Korrektur nach Box		0,028	0,988	0,001	0,074
Test - Gruppe	Sphärizität angenommen		0,112	0,953	0,006	0,336
	ϵ -Korrektur nach Box		0,112	0,935	0,006	0,291

Tab. VA17. *Test der Innersubjektkontraste (Residuen der Absprunggeschwindigkeit; alternative Startvariante)*

	Innersubjektkontraste	F	p	η^2	λ
Test	Test 1 zu Test 2	0,048	0,829	0,003	0,048
	Test 2 zu Test 3	0,046	0,833	0,002	0,046
	Test 3 zu Test 4	0,064	0,803	0,003	0,064
	Test 1 zu Test 4	0,034	0,857	0,002	0,034
Test - Gruppe	Test 1 zu Test 2	0,015	0,903	0,001	0,015
	Test 2 zu Test 3	0,012	0,915	0,001	0,012
	Test 3 zu Test 4	0,481	0,496	0,025	0,481
	Test 1 zu Test 4	0,076	0,785	0,004	0,076

Tab. VA18. *Test der Zwischensubjekteffekte (Residuen der Absprunggeschwindigkeit; alternative Startvariante)*

	Zwischensubjekteffekte	F	p	η^2	λ
Gruppe		4,872	0,040	0,204	4,872

IX. Einzelfallbetrachtung

In den theoretischen Positionen der vorliegenden Arbeit wurde herausgearbeitet, dass die Absprungparameter „Blockzeit“ und „Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente)“ die Antriebsleistungen beim Absprung vom Block repräsentieren. Grundlage dafür ist eine Modellrechnung (Küchler, 1994), nach der die 7,5-m-Start-Zeiten durch die Länge der Blockzeit und die Höhe der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) determiniert sind. Bedingung dafür sind sehr stabile Bewegungsausführungen beim Eintauchen und bei der Bewegungsumkehr im ersten Teil des Übergangs. Diese konnte Küchler (1994) anhand von Startanalysedaten aus leistungsdiagnostischen Untersuchungen nachweisen. Die Verkürzung der Blockzeit und/oder die Erhöhung der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) müssten eine Verkürzung der 7,5-m-Start-Zeit zur Folge haben, insofern sich das Niveau eines der beiden Parameter nicht gleichzeitig verringert.

Abbildung IX/1 zeigt den Entwicklungsverlauf der genannten Absprungparameter und der 7,5-m-Start-Zeit von einer Sportlerin der Interventionsgruppe.

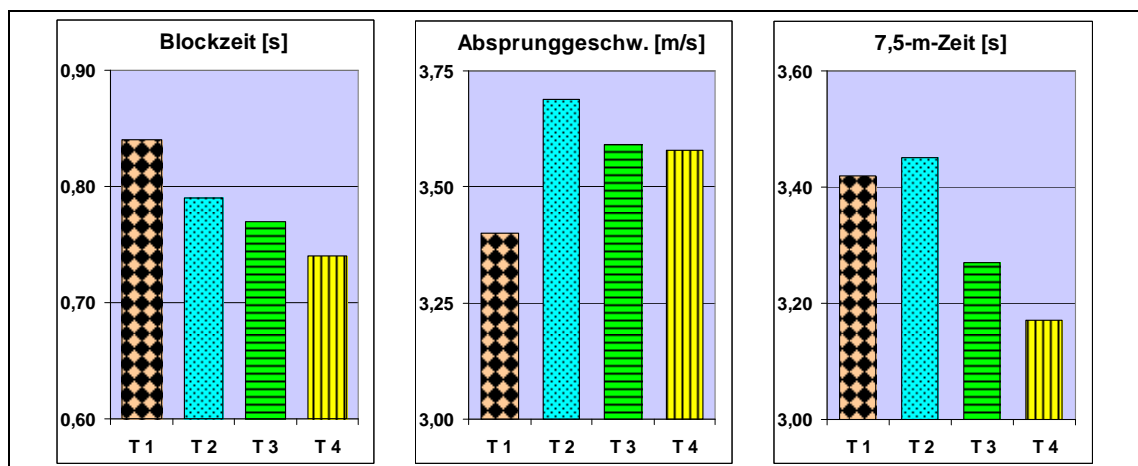


Abb. IX/1. Entwicklung von Blockzeit, Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) und 7,5-m-Start-Zeit einer Sportlerin der Interventionsgruppe von Test 1 bis Test 4 (bevorzugte Startvariante)

Nach Ablauf des ersten Interventionszeitraums konnten für sie bei Test 2 eine verkürzte Blockzeit und eine deutlich erhöhte Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) bestimmt werden. Die erwartete Verkürzung der 7,5-m-Start-Zeit blieb aus. Nach dem zweiten Interventionszeitraum konnte eine erneute Verkürzung der Blockzeit festgestellt werden. Die Absprunggeschwindigkeit

keit (horizontale Komponente) nahm gegenüber Test 2 ab, befand sich aber auf erkennbar höherem Niveau als bei Test 1. Im gleichen Zeitraum verkürzte sich die 7,5-m-Start-Zeit der Sportlerin. Eine weitere Verbesserung der Startzeit war auch nach dem interventionsfreien Makrozyklus zu verzeichnen, obwohl sich die Blockzeit nur geringfügig verringerte und die Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) stagnierte.

Eine Begründung für diesen Sachverhalt wäre, dass Küchlers Modellansatz falsch ist und die 7,5-m-Start-Zeit nicht durch diese beiden Parameter bestimmt wird, eine zweite, dass die Bedingungen für diesen Modellansatz verletzt wurden. Zur Aufklärung trägt die Betrachtung weiterer Parameter bei (vgl. Abbildung IX/2).

Die Sportlerin sprang bei Test 1 ihren konditionellen Voraussetzungen entsprechend zu weit nach oben ab. Sie besaß eine Flugzeit von 0,47 s und eine Flugweite von 2,62 m. Infolge des speziellen Techniktrainingsprogramms passte sie die Flugzeit ihren konditionellen Voraussetzungen an. Die Flugzeit betrug nunmehr 0,38 s. Die Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) erhöhte sich dadurch von 3,40 m/s in Test 1 auf 3,69 m/s (vgl. Abbildung IX/1). Die Flugweite verkürzte sich zwar um 0,12 m, doch der Geschwindigkeitsvorteil ist aufgrund der Flugzeitverringerung wertvoller.

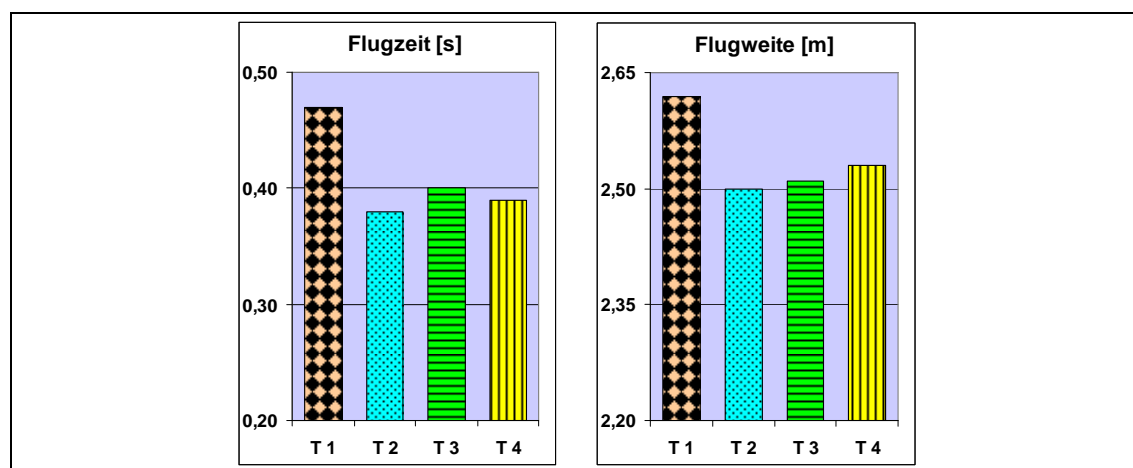


Abb. IX/2. Entwicklung von Flugzeit und Flugweite einer Sportlerin der Interventionsgruppe von Test 1 bis Test 4 (bevorzugte Startvariante)

Ursache für die verlängerte 7,5-m-Start-Zeit war die starke Verkürzung der Flugzeit, da alle dem Absprung folgenden Bewegungsprogramme (Eintauchen, Richtungsumkehr, Beginn erste Antriebsbewegung) auf eine Flugzeit von ca.

0,47 s ausgerichtet waren. Bis Test 2 gelang es der Sportlerin nicht, ihre Bewegungsprogramme den neuen zeitlichen Bedingungen anzupassen.

Abbildung IX/3 zeigt Bildreihen von den Starts der Sportlerin bei Anwendung der bevorzugten Startvariante bei den Tests 1, 2 und 3. Dargestellt sind jeweils folgende Ereignisse:

- Lösen der Füße vom Block
- Eintauchen der Hüfte
- Eintauchen der Füße
- Ende der Richtungsumkehr, Beginn erste Antriebsbewegung.

Beim Vergleich der Bilder „Lösen der Füße vom Block“ sind die flacheren Absprungwinkel bei den Tests 2 und 3 gegenüber Test 1 zu erkennen. An den Bildern „Eintauchen der Hüfte“ wird deutlich, dass das Eintauchloch bei Test 2 eine größere Fläche einnimmt als bei Test 1. Dies ist ein qualitatives Merkmal für einen erhöhten Widerstand beim Eintauchen. Gleiches trifft auf die größere Ausdehnung des Luftblasenschlauchs zu, der die Sportlerin beim Eintauchen und beim Beginn des Übergangs umgibt (Bilder „Eintauchen der Füße“ und „Ende Richtungsumkehr, Beginn erste Antriebsbewegung“)^a.

Damit war eine Voraussetzung des Kückler'schen Modells (1994) verletzt, nach welchem sich die 7,5-m-Start-Zeit bei vergleichbarer Blockzeit und Absprunggeschwindigkeit sehr stabil gestaltet.

Im weiteren Untersuchungsverlauf gelang es der Sportlerin, ihre dem Absprung folgenden Bewegungsprogramme den neuen Bedingungen (kürzere Flugzeit) anzupassen. Anhand der Bilder „Eintauchen der Füße“ und „Ende Richtungsumkehr, Beginn erste Antriebsbewegung“ in Abbildung IX/3 ist aufgrund der verminderten Eintauchfläche und Blasenschlauchausdehnung auf geringere Widerstände bei Test 3 zu schließen. Trotz verringerter Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) war eine Verkürzung der 7,5-m-Start-Zeit von 3,42 s (Test 1) auf 3,27 s (Test 3) die Folge, wobei 0,07 s davon auf die verringerte Blockzeit zurückzuführen sind.

a Dass die Größe der Eintauchfläche und die Ausdehnung des Blasenschlauchs qualitative Merkmale für die Höhe auftretender Widerstände beim Eintauchen und während der Richtungsumkehr sind, beruht auf empirisch gewonnenen Ergebnissen eigener unveröffentlichter leistungsdiagnostischer Untersuchungen.

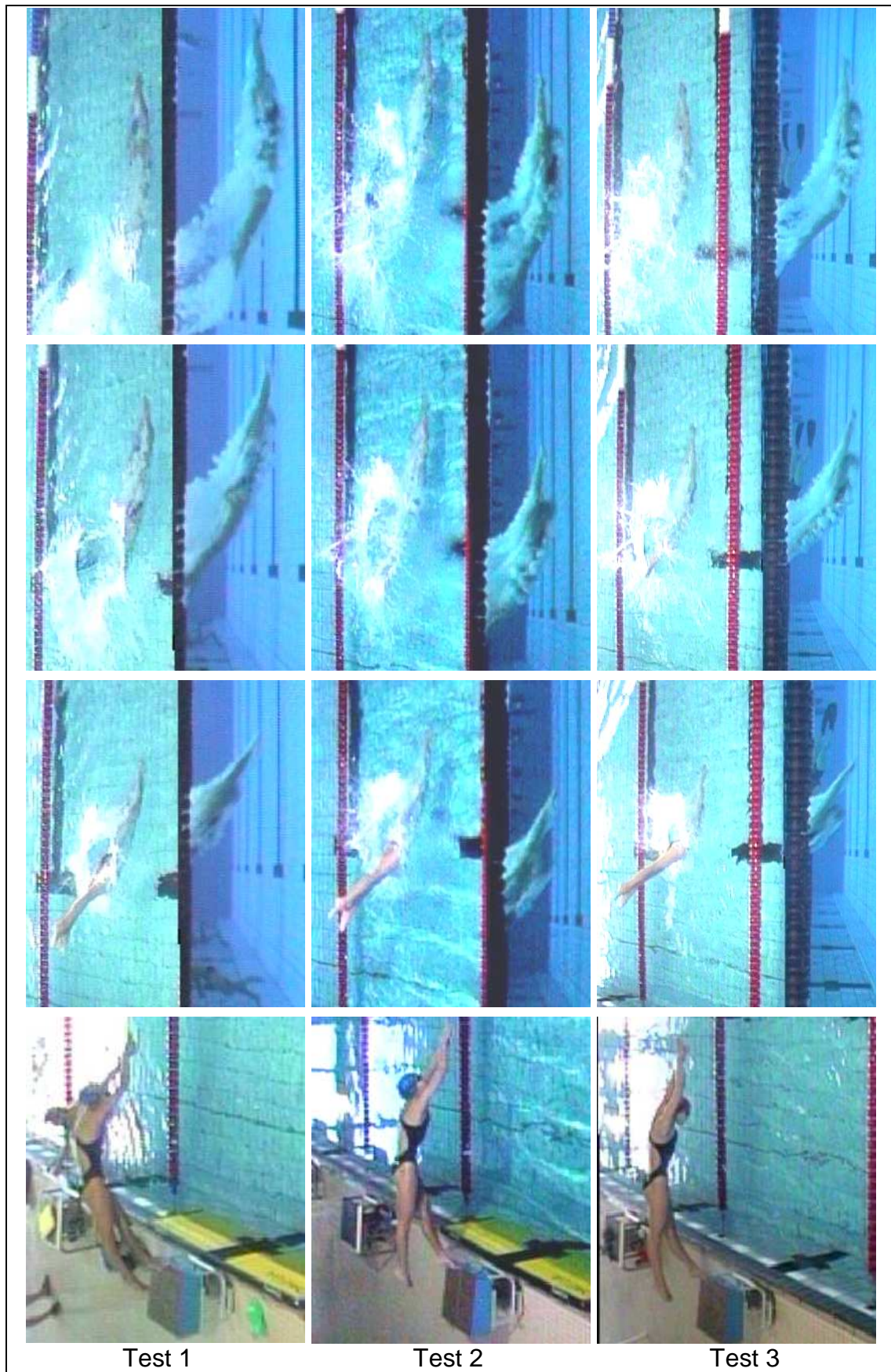


Abb. IX/3. Bildreihen von Absprung, Eintauchen und Beginn des Übergangs einer Sportlerin der Interventionsgruppe bei den Tests 1, 2 und 3 (bevorzugte Startvariante)

Die erneute Verkürzung der 7,5-m-Start-Zeit von Test 3 zu Test 4 bei gleichzeitiger Stagnation der Absprunggeschwindigkeit (horizontale Komponente) und geringer Verkürzung der Blockzeit bestätigt diese Erklärung.

Diese Einzelfallbetrachtung zeigt, dass der Transfer optimierter Leistungsvoraussetzungen in quantitative Verbesserungen der komplexen Wettkampfübung kein Automatismus ist. Wird in einen automatisierten Bewegungsablauf so eingegriffen, dass sich die Ausführung einer Teilbewegung am Beginn einer Bewegungsfolge ändert, muss für die Anpassung der nachfolgenden Teilbewegungen vergleichbarer Aufwand betrieben werden.

Versicherung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Die Auswahl und Auswertung des Materials habe ich ebenso selbständig vorgenommen wie die Herstellung des Manuskripts.

Andere Personen waren an der geistigen Herstellung der Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich nicht die Hilfe eines Promotionsberaters in Anspruch genommen. Dritte haben von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen.

Die Arbeit wurde bisher weder im In- noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und ist auch noch nicht veröffentlicht worden.

Leipzig, 12. November 2010

Jens Graumnitz

Darstellung des wissenschaftlichen Werdegangs

1983 bis 1987	Studium der Sportwissenschaften an der Deutschen Hochschule für Körperkultur Leipzig mit dem Spezialfach „Sportschwimmen“
1987	Diplomarbeit zum Thema „Einfluss von Niveau und Entwicklung ausgewählter Leistungsvoraussetzungen auf Niveau und Entwicklung der Wettkampfleistung unter Berücksichtigung des absolvierten Wassertrainings im Aufbautraining des Sportschwimmens“
1987	Studienabschluss als „Diplomsportlehrer“
seit 2002	wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Angewandte Trainingswissenschaft Leipzig