

Deutsche Schwimmtrainer-Vereinigung e.V.

S C H W I M M E N

LERNEN UND OPTIMIEREN

- Komplexe Leistungsdiagnostik im DSV -

**Band 17
2000**

ISBN-Nr.: 3-934706-16-9
Hrsg./Red.: Werner Freitag

Redaktionsadresse:

Dr. Werner Freitag

Tannenstr. 46

65428 Rüsselsheim

e-mail: freitag@mail.uni-mainz.de

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Einführung	
Leopold, Winfried (Leipzig) Vorbemerkungen	6
Leopold, Winfried (Leipzig) Zum Anliegen der Leistungsdiagnostik im DSV	7
Leopold, Winfried (Leipzig) Zur Leistungsstruktur im Schwimmen und zur Ausprägung der Leistungsvoraussetzungen in den Disziplinen des Olympischen Programms	14
Spikermann, Michael (Heidelberg) Diagnostik konditioneller Fähigkeiten	19
Witt, Maren (Leipzig) Standpunkt zur Kraftdiagnostik im Schwimmen	21
Rudolph, Klaus (Hamburg); Anne Berbalk (Leipzig) Ausdauerdiagnostik im Rahmen der DSV-KLD von 1992 – 1997	33
Rudolph, Klaus (Hamburg) Schnelligkeit in der KLD des DSV	56
Spikermann, Michael (Heidelberg) Beweglichkeit	68
Reischle, Klaus (Heidelberg) Diagnostik sportmotorischer Fertigkeiten	72
Küchler, Jürgen (Leipzig) Schwimmtechnik	92
Küchler, Jürgen; Heidi Leopold (Leipzig) Start	106
Küchler, Jürgen; Heidi Leopold (Leipzig) Wende	117
Leopold, Winfried, J. Küchler, H. Leopold, R. Berndt (Leipzig) Wettkampfvideoanalyse	125
Berbalk, Anne (Leipzig) Ausgewählte Ergebnisse der sportmedizinischen Gesundheits- diagnostik bei Bundeskaderathleten der Sportart Schwimmen	152
DSV/Komplexe Leistungsdiagnostik/Testbeschreibungen/Stand 1997	165



EINFÜHRUNG

Der Deutsche Schwimm-Verband führt seit 1992 verpflichtend für alle Bundeskaderathleten seine ‚Komplexe Leistungsdiagnostik‘ an drei Standorten in Deutschland durch: in Hamburg, in Heidelberg (für die Jugend) und in Leipzig. Mit der Einrichtung eines ‚Bundestrainer Leistungsdiagnostik‘ konnten die gewonnenen Ergebnisse auch zentral zusammengeführt werden.

Das vorliegende Buch ist ein „Gemeinschaftswerk“ der drei Diagnostikzentren. Es bietet für Trainer jeder Stufe einen reichen Fundus an Informationen.

Mit diesem Buch zum speziellen Thema ‚KLD‘ wird die Schriftenreihe ‚Lernen und Optimieren‘ um einen weiteren Sonderband nach Band 5 ‚Grundlagentraining‘, Band 10 ‚Rahmentrainingsplan Mecklenburg/Vorpommern‘ und Band 11 mit den Ausführungen von Klaus Rudolph bereichert.

Vorbemerkungen

Die Leistungsdiagnostik wurde im Hochleistungstraining zum festen Bestandteil des Trainingsprozesses. Kontinuierlich in kurzen und kürzesten Zeiträumen, erfolgt durch den Trainer anhand von Trainingsaufgaben und Testserien eine Überprüfung des Leistungs- und Entwicklungsstandes, meist bezogen auf ein Merkmal, ein Teilgebiet der Leistungsvoraussetzungen. Zu diesem Teil der **dezentralen** Leistungsdiagnostik gehört das Erfassen und Einordnen weiterer leistungsbestimmender Voraussetzungen durch Institutionen am Trainingsort (Olympiastützpunkt, Institute von Universitäten u.a.), die über die dafür notwendigen apparatetechnischen, personellen und auswertetechnischen Voraussetzungen verfügen.

Die vom Trainer und bei den dezentralen Diagnostiken erfaßten und ausgewerteten Daten dienen dem Trainer und Athleten zur unmittelbaren Steuerung und damit der unmittelbaren Planung des Trainings, indem die erfaßten Werte mit den geplanten Zielstellungen für die einzelne Trainingseinheit oder Trainingsserie, bzw. für kurze Trainingsabschnitte verglichen werden und notwendige Schlußfolgerungen hinsichtlich der Trainingsgestaltung gezogen werden.

In den meisten leistungssportlich orientierten Verbänden werden darüber hinaus zentrale Leistungsdiagnostiken durchgeführt, um neben den für die dezentrale Leistungsdiagnostik gültigen Aufgaben weitere Funktionen zu erfüllen. Da es bei diesen Maßnahmen eine komplexe Erfassung der leistungsbestimmenden Parameter angestrebt und mit gewissen Abstrichen auch realisiert wird, sprechen wir von der komplexen Leistungsdiagnostik (K L D).

Insgesamt läßt sich zusammenfassen, daß die Bestimmung des Leistungs - und Ausbildungsstandes

- als eine Planungsgrundlage dient, indem z.B. wesentliche Stärken und Schwächen in Bezug auf die einzelnen Leistungskomponenten herausgearbeitet werden, um kurz- mittel- und langfristig das Training inhaltlich, methodisch zu bestimmen.
- und zur Erfassung der Wirkung des Trainings genutzt wird, als Bestätigung für die Trainingskonzeption - oder als Anlaß, Korrekturen vorzunehmen.

WINFRIED LEOPOLD

1. ZUM ANLIEGEN DER LEISTUNGSDIAGNOSTIK IM DSV

1.1 Die KLD-Maßnahmen

Die Maßnahmen der Leistungsdiagnostik werden mit dem Ziel durchgeführt, den Sportlern und Trainern, den Bundestrainern und den Leitungen (DSV, DSB, BL) wissenschaftlich begründete Einschätzungen zum Entwicklungsstand der Wettkampfleistung und ihrer Teilleistungen, zum Entwicklungsstand und zur Entwicklung leistungsbestimmender konditioneller und sporttechnisch-koodinativer Fähigkeiten und Fertigkeiten zu übergeben und Schwerpunkte für die methodische Gestaltung des Trainings herauszuarbeiten.

Diesem Ziel dienen, die

- Wettkampf-Videozeit-Analyse
- Wettkampf-Laktatwert-Bestimmung
- Komplexe Leistungsdiagnostik

Um die umfangreichen Aufgaben erfüllen zu können, arbeitet seit 1992 ein Diagnoseteam, dem die Diagnosezentren IAT Leipzig, OSP Hamburg/Kiel und OSP Rhein/Neckar angehören.

Festgelegt wurde, daß von Hamburg und Leipzig die A- und B- Kader, in Heidelberg die Jugendkader untersucht und betreut werden. Die Wettkampf-Videozeit-Analyse wird von Mitarbeitern aus Leipzig und Hamburg durchgeführt.

Die Zusammenarbeit zwischen DSV und Diagnosezentren (DZ), sowie zwischen den Diagnosezentren wird durch Vereinbarungen geregelt. Die Vereinbarung zwischen DSV und DZ vom Oktober 1993 wurde für den Zeitraum 1997/2000 fortgeschrieben.

Grundlage für die Testdurchführung sind die Testbeschreibungen, die 1994 erarbeitet und mit Beginn des neuen Olympiazklus vervollkommen wurden. Sie stehen den Diagnosezentren sowie allen beteiligten Sportlern und Trainern zur Verfügung.

Der Ergebnisübermittlung an Sportler und Trainer dienen:

- Sofortinformationen und Auswertegespräche während und nach den einzelnen Tests.
- Eine zusammenfassende Betrachtung der KLD-Testergebnisse incl. Auswertebögen aller Tests und der Ergebnisse der medizinischen Untersuchungen.

Die Bundestrainer, Testleiter und Leitungen (DSV, BL) führen nach den Maßnahmen eine Auswerteberatung durch, um

- eine Einzeleinschätzung der leistungsfähigsten Schwimmerinnen und Schwimmer entgegen zu nehmen,
- eine zusammenfassende Einschätzung des Ausbildungsstandes der Kadergruppen (männlich, weiblich, Jugend) zu treffen,
- Ableitungen für die Trainingsgestaltung von Sportlern und Kadergruppen herauszuarbeiten und
- Maßnahmen für die Weiterentwicklung der Leistungsdiagnostik längerfristig festzulegen.

Im einzelnen wurden in den zurückliegenden Jahren die Wettkampf-Videozeit-Analysen bei folgenden Wettkämpfen durchgeführt:

- Deutsche Meisterschaften (50-m-Bahn) 1992/1993/1994/1995/1996
- Deutsche Jahrgangsmesterschaften 1994/1995/1996
- Deutsche Meisterschaften (25-m-Bahn) 1994/1995/1996
- Arena-Weltcup Deutschland 1992/1993/1994/1995/1996
- Jugendländerkampf England 1993/1995
- Weltmeisterschaften 1994
- Europameisterschaften 1995

Die KLD-Maßnahmen für den A-/B-/Jugendkader fanden jährlich im Frühjahr (März/April) und im Herbst (Oktober) statt.

Die Beteiligung beim A-/B-Kader lag aus verschiedenen Gründen (vor allem wegen Auslandsstudium, Krankheit) stets über 85 %, beim Jugendkader stets nahe 100 %.

Verfolgen wir die Entwicklung der Leistungsdiagnostik im Deutschen Schwimm-Verband von 1992 bis 1996, erkennen wir folgende Schwerpunkte:

- Erarbeitung und Sicherung einer einheitlichen Durchführung des KLD-Programms (Testbeschreibungen).
- Sicherung der Einheitlichkeit der Testdurchführung und damit der Vergleichbarkeit der Testergebnisse durch Schaffen der materiellen Voraussetzungen (Heidelberg insbes. Meßplätze Start und Wende / Hamburg und Leipzig insbes. Goniometer und Power Rack).
- Qualifizierung der Arbeit an den Teststationen durch Erfahrungsaustausch der Testleiter.
- Aufbau und Arbeit mit der Datenbank.
- Vereinheitlichung der Datenübermittlung (einheitliche Datenbögen).
- Verstärktes Einbeziehen der Trainer in die KLD-Maßnahmen, besonders junger, neu in die Kaderbereiche "wachsender" Kollegen.
- Weiterbildung der Sportler (und Trainer) während der KLD, z.B. durch Übermittlung trainingsmethodischer und biomechanischer Grundkenntnisse.

In einer Beratung des Diagnoseteams im August 1994 (Stand der Durchführung der Leistungsdiagnostik und ihre Weiterentwicklung) erfolgte neben einer kritischen Bilanz die Orientierung auf weitere Schwerpunkte für die Qualifizierung der Diagnostik:

- Beginn des Verknüpfens der Ergebnisse der Wettkampf-Videozeit-Analyse mit denen der KLD und Verstärkung der komplexen Betrachtung der Einzelergebnisse der KLD.
- Weitere Verbesserung der Akzeptanz der Leistungsdiagnostik bei Sportlern und Trainern, z.B. durch Erhöhung der Testaussagen (Startgrafik-Bewegungsanalyse) und durch gemeinsame Erarbeitung von Trainingsempfehlungen sowie durch das Betonen der angebotenen Hilfen zur Weiterentwicklung der Wettkampfleistung.

1.2 Ergebnisse der KLD-Maßnahmen

Fassen wir die Hauptergebnisse der Leistungsdiagnostik zusammen, erhielten wir gesichere Kenntnisse über den Stand und über die Entwicklung leistungbestimmender Faktoren der Kaderschwimmer des DSV.

Damit stehen Sportlern und Trainern wesentliche Informationen für ein zielgerichtetes Erschließen individueller Leistungsreserven zur Verfügung.

Für die Bundestrainer ergeben sich aus den Kenntnissen umfangreiche Möglichkeiten, den Trainingsprozeß einzelner Athleten zu beeinflussen und zu kontrollieren; für den Gesamtkader können trainingsmethodische Leitlinien und Hilfen entwickelt und ihre Durch- und Umsetzung kontrolliert werden.

Die genannten Schwerpunkte der Entwicklung der Leistungsdiagnostik im DSV haben die Arbeit stark beeinflusst und stellen zugleich Ergebnisse dar.

Als wesentliche Einzelergebnisse sollen herausgestellt werden:

- Es ist gelungen, Trainer und Sportler stärker für die Erschließung der individuellen Reserven bei den Teilleistungen im Start- und Wendenabschnitt sowie in der Schwimmtechnik zu sensibilisieren.
- In größerer Zahl erreichten deutsche SchwimmerInnen Wettkämpfen im Startabschnitt vergleichbare Leistungen wie die Weltbesten, weil sie ihre physischen Voraussetzungen optimal für eine zweckmäßige Antriebsgestaltung nutzen (jüngere Athleten: Buschschulte, van Almsick, Kruppa, Spanneberg, Rupprat - ältere Athleten: Osygus, Völker, Hunger, Letzin, Günzel).
- Eine Verbesserung der Gestaltung des Schwimmzyklus konnten nur einzelne SchwimmerInnen durch eine kontinuierliche Arbeit im Training erreichen. Als Beispiele seien A. Scholz, K. Kielgaß und C. Rund (alle Schwimmmarten) genannt.
- Gegenüber 1993 hat sich jedoch auch die Dominanz herausgearbeiteter Fehlerbilder verringert.

- Besonders im Bereich der allgemeinen und speziellen Kraftfähigkeiten treten bei jüngeren Sportlern deutliche Defizite hervor, das wird als Resultat zunehmender Reduzierung der allgemeinen athletischen Ausbildung und fehlerhafter Bewegungsausführung angesehen.
- Dem entspricht auch die Einschätzung, daß der Kraft-Schnelligkeits-Komplex unter dem Blickpunkt des langfristigen Leistungsaufbaus stark vernachlässigt wird, wie die Ergebnisse des Schnelligkeitstests (SWG) zeigen.
- Koordinative Fähigkeiten, vor allem Rhythmisierungs- und Kopplungsfähigkeit sowie das Bewegungsempfinden für Drehungen um Körperachsen sind im Jugendkader mangelhaft ausgebildet.
- Die Erweiterung des KLD-Programms durch die Tests Delphintauchbewegung in der Bauch- und Rückenlage wird als hilfreich für die Einschätzungen gewertet.
- Für den Zyklus 1996- 2000 wurden Vorarbeiten geleistet, so daß klare Vorstellungen für die Gestaltung und Weiterentwicklung der Leistungsdiagnostik bestehen.

1.3 Anforderungen und Möglichkeiten der KLD im DSV

Ausgehend von der Zielstellung für die Leistungsdiagnostik, von den Erfahrungen im DSV und in anderen Sportarten sowie von den Einschätzungen, Ableitungen und Hilfen ergeben sich Schwerpunkte für die Weiterentwicklung der Leistungsdiagnostik.

1.3.1 Zum Aufstellen von Normwerten für die leistungsbestimmenden Faktoren

Wenn Einschätzungen zum Entwicklungsstand von Teilleistungen der Wettkampfleistung und zur Entwicklung leistungsbestimmender Faktoren zu geben sind, benötigen wir Bezugsgrößen. Sportler und Trainer wollen wissen, ob ihre Testergebnisse gut oder unbefriedigend sind. Sie wollen wissen, ob das absolvierte Training, auch im Vergleich zur Entwicklung anderer Sportler, erfolgreich einzuschätzen ist.

Im Punkt 2. - zur Leistungsstruktur - wurde das vielschichtige und verzweigte Beziehungsgefüge der Leistungsvoraussetzungen dargestellt. Dies berücksichtigend und unter weiterer Beachtung der durch die individuelle Voraussetzungen (biologisch und trainingsmethodisch bedingt) zusätzlich beeinflussten Beziehungen der konditionellen und koordinativ-technischen Leistungsvoraussetzungen ist das Formulieren von Normwerten schwierig und kompliziert sowie nicht für alle Parameter möglich.

Das schwer zugängliche Gefüge und die noch nicht weitentwickelten Wissenschaftsdisziplinen der Sportwissenschaft haben dazu geführt, daß viele Vorbehalte gegen Normwerte aufgebaut wurden.

Das Aufstellen von Normwerten ist für Tests gut möglich, bei denen wenige Voraussetzungen zu beachten sind bzw. wenn umfangreiche wissenschaftliche Untersuchungen vorliegen. Wie im Abschnitt zum Startsprung dargestellt, sind die Normwerte z. B. für die Block- oder Flugzeit gut ausgearbeitet und begründet. Einheitliche Auffassungen und Belege gibt es auch für die Abhängigkeit der Start- und Wendenergebnisse von der Sprungkraft, die im Strecksprungtest erfaßt wird. Direkte Beziehungen lassen sich jedoch wissenschaftlich - statistisch - kaum nachweisen, da zu viele weitere Faktoren die Befunde beeinflussen.

Wir stehen vor der Frage, zu welchen Bezugspunkten wir die Testergebnisse einzuordnen haben, wenn wir davon das weitere trainingsmethodische Vorgehen ableiten wollen. Und wir müssen beachten, daß uns im DSV wegen fehlender Trainingsdokumentation eine wesentliche Grundlage bisher fehlt. Dennoch muß es mehr und mehr gelingen, Bezugsgrößen und Normwerte aufzustellen und damit zu arbeiten, um durch die Einordnung der persönlichen Ergebnisse mehr Hinweise für die Veränderungen der individuellen Leistungsvoraussetzungen zu erhalten und damit die Gestaltung des Trainings in seiner Struktur und in seinen Inhalten zu beeinflussen.

1.3.2 Verknüpfung der Gesamtheit der individuellen Ergebnisse der Leistungsdiagnostik

PFÜTZNER befaßt sich mit der Interpretation der Ergebnisse und kommt zu der Auffassung: „Die Erhebung zahlreicher Zustandsgrößen als Leistungsparameter verleitet bei der Auswertung zu isolierter Parameterinterpretation und die ursprünglich konzipierte Komplexität bleibt unberücksichtigt. Unzureichende Kenntnis über Parameterzusammenhänge ...und Überbetonen einzelner Größen verleitet zu Subjektivismus in den Entscheidungen“.

Wie bereits ausgeführt, wurden in der zurückliegenden Zeit die Ergebnisse der Wettkampfanalysen stärker in die Betrachtung und Bewertung der KLD - Befunde einbezogen. Durch die Zusammenfassung der verbalen Einschätzungen und das Anfügen der Einzeldaten (in der Art eines Anhangs) bei der Übergabe der Ergebnisse an die Sportler wurde ein weiterer Schritt zum komplexen Betrachten der Resultate getan. In den Auswertebesprechungen zwischen Testleitern und Bundestrainern gelingt das Verknüpfen der Resultate eines Sportlers meist gut, allerdings verhindert die fehlende Übersicht über das absolvierte Training weiterreichende Folgerungen. Da in die zentralen Auswertungen bisher weder Trainer noch Sportler einbezogen wurden und da es nur in wenigen Fällen gelang, dies in Folgeberatungen nachzuholen, werden noch zu viele Möglichkeiten der Nutzung der KLD verschenkt bzw. kann es zu falschen Folgerungen führen.

Die vorhandenen Ansätze zur interdisziplinären Zusammenarbeit und Aufarbeitung der Ergebnisse sind weiterzuentwickeln. Das muß mit größter Sorgfalt geschehen.

1.3.3. Ableitungen für die methodische Gestaltung des Trainings

Wie bereits ausgeführt, besteht ein Ziel der KLD darin, die Resultate individuell und für Kadergruppen zu Hinweisen für die Planung des weiteren Trainings zu nutzen. Während es gelingt, Defizite zu diagnostizieren, die sich z. B. in schwachen Teilzeiten oder in Fehlern in der Schwimmtechnik ausdrücken, muß es besser gelingen, die Ursachen aufzudecken (das steht im Zusammenhang mit dem oft ausstehenden Verknüpfen der Teilresultate) und damit die Grundlage für Veränderungen in der Planung des Trainings zu legen. Die Reserve besteht darin, aus der Leistungsdiagnostik heraus trainingsmethodische Lösungen zu entwickeln, die in kurz- mittel- bzw. langfristigen Plänen umgesetzt werden können.

Dabei sind ein weitere Probleme zu beachten, wie die zeitliche Enge, in der, wegen der nicht optimal gelösten Koordination zwischen sportlicher und beruflich/schulischer Ausbildung, das Training abläuft oder wie fehlende Hallenkapazitäten bzw. nicht optimal ausgestattete Krafträume für die athletische Ausbildung. Es muß auch darauf verwiesen werden, daß es möglicherweise an Defiziten im Wissen und / oder im Stand der Erkenntnisse begründet ist, daß zu viele Schwächen seit Jahren diagnostiziert, jedoch nicht behoben werden. Es gilt, die materiellen und technischen Fragen zu lösen und optimale Voraussetzungen zu schaffen. Es gilt gleichfalls, daß sich die Trainer das erforderliche Wissen aneignen, daß sie sich bei Spezialisten, z. B. bei Physiotherapeuten, Biomechanikern, Physiologen oder Psychologen die erforderliche Unterstützung beim Konzipieren oder bei der Durchführung des Trainings sichern. Und es gilt, die Sportler weiterzubilden und ihre Bereitschaft weiterzuentwickeln, sich aktiv an der Korrektur der Fehler zu beteiligen und selbst Lösungswege zu finden.

Bei aller Vielgestaltigkeit des Trainings sollten wir dennoch überlegen, für welche Leistungsvoraussetzungen oder Teilkomponenten es gelingen könnte, Algorithmen zur planmäßigen und schnelleren Entwicklung aufzustellen.

1.3.4 Trainingsdokumentation und zentrale Datenbank

Die im DSV fehlende Dokumentation des Trainings wurde schon mehrmals als große Schwachstelle im Gesamtsystem der planmäßigen Vorbereitung auf Wettkämpfe angesprochen. Gleiches gilt für die fehlende zentrale Erfassung der Leistungsentwicklung und der Entwicklung leistungsbestimmender Parameter. Die Parameter der Leistung, die bei der KLD erfaßt werden, reichen für eine enge Betreuung und methodische Begleitung nicht aus und sind ohne die Analyse des Training, die nur auf der Grundlage der Dokumentation des Trainings erfolgen kann, nur begrenzt nutzbar.

Noch immer steht keine zentrale Datenbank zur Verfügung, in der die Datenströme zusammengefaßt und ausgewertet werden können. Das erschwert sowohl den Gesamtüberblick als auch die Weitergabe der Daten, wenn Sportler aus dem Juniorenbereich in die Männer- oder Frauennationalmannschaft wechseln u.a.m..

1.3.5 Nutzen der Erfahrungen der Leistungsdiagnostik, auch anderer Ausdauersportarten

Im Leistungssport wurde die Leistungsdiagnostik zum Bestandteil des modernen Trainings. Auch kleinere Nationen oder Nationen mit geringeren Traditionen im Schwimmen und ohne eigene Meßbasen nutzen die Diagnosezentren, die in vielen Ländern entstanden sind.

Wir sollten dies vor Augen haben, wenn wir nach Leipzig, Hamburg oder Heidelberg fahren. Wir sollten akzeptieren, daß zur Diagnostik nicht nur ein erheblicher Gerätebestand angeschafft, bedient und gepflegt werden muß, sondern daß ausgebildete und erfahrene Spezialisten die Tests durchführen und auswerten, interpretieren müssen.

Wir sollten uns anschauen, wie in anderen Sportarten die Diagnose durchgeführt wird und welche Überlegen dort zugrunde liegen. Wir müssen die jeweiligen Besonderheiten der Disziplinen beachten und nicht versuchen, ohne Prüfung zu übertragen.

Wir sollten Voraussetzungen nutzen bzw. schaffen, außerhalb der zentralen KLD - Maßnahmen die Entwicklung / Verbesserung zu erfassen und dadurch die Planung / Steuerung zu unterstützen. Das gilt sowohl für das Sichern der materiellen Grundlage als auch für die größere Bereitschaft der Trainer und Sportler, diese Hilfen in Anspruch zu nehmen. Obwohl einige Sportler / Trainer das angebotene Meßplatztraining planmäßig nutzen und damit beträchtliche Verbesserungen auf ausgewählten Gebieten erreichen konnten, kann der Stand noch nicht befriedigen.

WINFRIED LEOPOLD

2. Zur Leistungsstruktur im Schwimmen und zur Ausprägung der Leistungsvoraussetzungen in den Disziplinen des Olympischen Programms

2.1 Zum Begriff der Leistungsstruktur

In unserem Herangehen und in dieser Darstellung stützen wir uns auf anerkannte Positionen zur sportlichen Leistung und zu den Leistungsvoraussetzungen. Wir unterscheiden äußere (z.B. Beschaffenheit einer Sportstätte) und personale Leistungsvoraussetzungen. Die personalen Leistungsvoraussetzungen umfassen nach SCHNABEL (1)

- Psychische Leistungs- und Verhaltenseigenschaften
(z.B. Kenntnisse, intellektuelle Fähigkeiten, Wahrnehmungsfähigkeiten, Motivation, Temperament)
- Taktische Fähigkeiten
- Koordinativ-technische Fähigkeiten und Fertigkeiten
(koordinative Fähigkeiten, sporttechnische Fertigkeiten, Beweglichkeit)
- Konditionelle (energetische) Fähigkeiten
(Kraft-, Ausdauer-, Schnelligkeitsfähigkeiten)
- Konstitutionelle Eigenschaften
(Körperbau, Belastbarkeit)

Diese personalen Leistungsvoraussetzungen werden auch als Leistungsfaktoren bezeichnet, da sie durch unterschiedliche Ausprägung die Höhe bzw. Güte einer motorischen (sportlichen) Leistung bestimmen (ebenda S. 39). Ohne auf die Diskussionen und Auseinandersetzungen zum Problem der Leistungsstruktur weiter einzugehen, folgen wir SCHNABEL (ebenda. S. 42), der von einem System und einer Struktur der Leistungsfähigkeit ausgeht.

Dieser Ansatz trifft unser Anliegen der Leistungsdiagnostik. SCHNABEL schreibt: „Mit dieser ‚Leistungsfähigkeit‘ ist jeweils ein vorhandener oder angezielter Zustand gemeint, der sowohl durch die weitgehend erblich bedingten und in der sportlichen Tätigkeit entfalteten Anlagen als auch durch Trainingswirkungen bestimmt ist“. (S. 46)

Wir unterscheiden mit den Leistungsvoraussetzungen vier relativ komplexe Leistungsfaktoren:

- Konstitution
- Kondition
- Koordination – Technik
- Handlungskompetenz (Persönlichkeit),

die in bestimmten Beziehungen zueinander stehen und wir definieren Leistungsstruktur als „den inneren Aufbau der sportlichen Leistung aus bestimmten Elementen (Faktoren d. Verf.) und ihren Wechselbeziehungen (ebenda S. 41).

Wir haben zu beachten, daß die konstitutionellen Leistungsvoraussetzungen nur „vermittels der energetisch-konditionellen Voraussetzungen leistungsbestimmend“ wirken (lange Extremitäten werden nur durch Kraftvoraussetzungen vortriebswirksam), wie auch „die energetisch-konditionellen Leistungsvoraussetzungen nur vermittels der technisch-kordinativen Voraussetzungen leistungswirksam werden“ (Kraftvoraussetzungen wirken durch den optimalen Weg der Hand) – und umgekehrt. Schließlich ist darauf zu verweisen, daß der Persönlichkeitsfaktor „durch seinen Einfluß auf die anderen Leistungsvoraussetzungen, auf ihre Mobilisation und die obersten Regulationsentscheidungen eine leistungsentscheidende Größe in der Struktur der Leistungsfähigkeit ist“.

Untersuchen wir die Leistungsfähigkeit eines Sportlers, nutzen wir die dem Komplex der Leistung zugrunde liegenden einzelnen Faktoren und ihr Zusammenspiel.

2.2 Leistungsvoraussetzungen im Schwimmen – unter Berücksichtigung der Wettkampfdistanzen

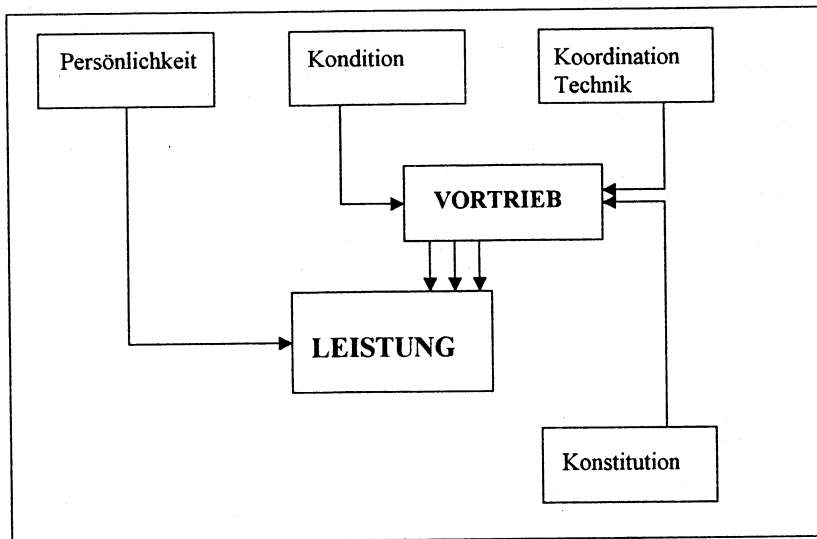
Wir gehen davon aus, daß alle o.g. personalen Leistungsvoraussetzungen in den Disziplinen des Schwimmens von Bedeutung sind, wenn auch in unterschiedlicher Ausprägung.

Die Leistung des Schwimmers wird durch den Vortrieb im Einzelzyklus pro Zeiteinheit und durch seine oftmalige, durch die Streckenlänge begrenzte, Wiederholbarkeit, bestimmt.

Abb. 1. soll aufzeigen, daß die technisch-kordinativen, konditionellen und konstitutionellen Voraussetzungen direkt auf den Vortrieb im Einzelzyklus wirken und mit den psychischen Leistungs- und Verhaltenseigenschaften (Persönlichkeit) und taktischen Fähigkeiten die Leistung bestimmen.

Mit der Tabelle 1. verweisen wir auf die notwendige unterschiedliche Ausprägung der Leistungsvoraussetzungen, die durch die Anzahl der Wiederholung begründet ist. Dabei kann es nicht nur um die Betrachtung der konditionellen Voraussetzungen (Ausdauerfähigkeit für 16 oder 610 Wiederholungen) gehen, sondern es ist auch an die notwendigen verschiedenartigen Willensvoraussetzungen zu denken.

Abb. 1.: Leistungsvoraussetzungen im Schwimmen



Tab. 1.: Anzahl der Einzelzyklen im Wettkampf

Streckenlänge	Zyklenzahl (ca.)
50 m	16
100 m	42 – 60
200 m	85 – 105
400 m	210
800 m	425
1500 m	610

2.3 Kennzeichnung der Leistungsvoraussetzungen typischer Vertreter einzelner Disziplinen/Strecken im Schwimmen

Ohne an dieser Stelle Ergebnisse des breit gefächerten Testprogrammes als Kennzeichnung des Entwicklungsstandes der genannten Fähigkeiten und Fertigkeiten darzustellen, dies ist den folgenden Abschnitten vorbehalten, sollen wesentliche Unterschiede in den Leistungsvoraussetzungen beispielhaft aufgeführt werden.

Tab. 2.: Leistungsvoraussetzungen, Vergleich 50/100m - Kraulsprinterin zu 800m - Kraulerin (ausgewählte Testergebnisse)

	Sprinterin	Langstrecklerin
<u>Kraftfähigkeiten</u>		
Max.-Kraftwert „Biobank“ Stufe 0	28 kpm	23 kpm
Spezielle Kraft im Wasser, Schwimmen gegen Widerstand, 11,5 m	7,83 s	8,99 s
Schnellkraftfähigkeit Sprung – Treibhöhe	40 cm	32 cm
<u>Ausdauerfähigkeit</u>		
Geschwindigkeit bei Laktat 4 im Ver- hältnis zur Bestzeit	1,46 m/s	1,49 m/s
- der 100 m WK-Strecke	82,4 %	
- der 400 m WK-Strecke		95,2 %
<u>Technik</u>		
Startzeit 7,5 m Gleitgeschw.	2,83 s	3,32 s
7,5 – 10 m	1,71 m/s	1,62 m/s
Wendenzzeit 10 m	5,30 s	5,58 s

Tab. 3.: Leistungsvoraussetzungen, Vergleich 50/100m - Kraulsprinter zu 1500m
- Krauler (ausgewählte Testergebnisse)

	Sprinter	Langstreckler
<u>Kraftfähigkeiten</u>		
Max.-Kraftwert „Biobank“ Stufe 0	38 kpm	33 kpm
Spezielle Kraft im Wasser, Schwimmen gegen Widerstand, 11,5 m	5,98 s	7,19 s
Schnellkraftfähigkeit Sprung – Treibhöhe	49 cm	49 cm
<u>Ausdauerfähigkeit</u>		
Geschwindigkeit bei Laktat 4 im Ver- hältnis zur Bestzeit	1,62 m/s	1,57 m/s
- der 100 m WK-Strecke	80,6 %	
- der 200 m WK-Strecke		88,1 %
<u>Technik</u>		
Startzeit 7,5 m	2,52 s	2,78 s
Gleitgeschw. 7,5 – 10 m	1,98 m/s	1,92 m/s
Wendzeit 10 m	4,52 s	4,80 s

Literatur:

Schnabel, G.: Trainingswissenschaft: Leistung – Training – Wettkampf. Berlin 1997

MICHAEL SPIKERMANN

3. Diagnostik konditioneller Fähigkeiten

„Kondition“ bedeutet Bedingung und wird im Sport oft als Sammelbegriff für die Leistungsfähigkeit eines Athleten verwendet. Diese Sichtweise ist richtig, denn die Ausprägung allgemeiner und spezieller konditioneller Fähigkeiten ist das Fundament auf dem das Haus „sportliche Leistung im Wettkampf“ steht.

Das mittel- und langfristige Ziel des Trainings ist die Steigerung der sportlichen Leistung. Hierbei gilt es durch den gezielten Einsatz von Trainingsmitteln eine Anpassung des Sportlers an überschwellige Trainingsreize zu erzielen, um so das Niveau der Leistungsfähigkeit ständig zu erhöhen. Die Vielzahl der leistungsrelevanten konditionellen Fähigkeiten und die hieraus resultierende Vielzahl von Trainingsmitteln und Ansteuerungsmaßnahmen macht es notwendig die Gesamtheit der Anpassungserscheinungen in den Mittelpunkt der Betrachtungen zu stellen. Der Begriff „Komplexe Leistungsdiagnostik“ soll dieses zum Ausdruck bringen. Durch die Erfassung möglichst vieler Leistungskomponenten (hier: konditionelle Fähigkeiten) soll ein möglichst umfassendes Bild der Leistungsfähigkeit eines Sportlers vermittelt werden. Nur so ist es möglich, Zusammenhänge aufzuzeigen und entsprechende Folgerungen für das weitere Training abzuleiten. So kann z.B. ein mangelhafter Start seine Ursache in einer zu schwach ausgeprägten Sprungkraft haben oder eine fehlerhafte Rückholphase ist das Resultat einer unzureichenden Beweglichkeit.

Die Diagnose konditioneller Fähigkeiten für das Schwimmen stellt zunächst diejenigen Bereiche in den Mittelpunkt ihrer Betrachtungen, welche die *Bewegungsausführung im einzelnen Zyklus* der Schwimmbewegungen bestimmen, weil sich eine effektive Bewegungsausführung zunächst im Einzelzyklus manifestiert. Darüber hinaus interessieren in einer Ausdauersportart natürlich die Fähigkeitsbereiche, welche die *Aufrechterhaltung einer hohen Bewegungsqualität über die gesamte Wettkampfstrecke* hinweg ermöglichen. Dieses bezieht sich auf die *zyklischen Anteile der Wettkampfleistung*, also die reinen Schwimmbewegungen. Von größter Wichtigkeit sind aber auch die *azyklischen Anteile*, nämlich die Starts und Wenden. Diese Bereiche werden leider in ihrer Bedeutung für das Zustandekommen eines Wettkampfergebnisses unterschätzt und sind deshalb im Training oft unterrepräsentiert. Gerade für die kürzeren Wettkampfstrecken ist deren Bedeutung aber enorm. Die notwendigen konditionellen Voraussetzungen müssen demnach ebenfalls entsprechend erfaßt werden.

Die *komplexe Leistungsdiagnostik Schwimmen* hat zwei große Ziele:

1. *Durch Sollanalysen Anforderungsprofile erstellen, welche die streckenspezifischen Ausprägungen der leistungsrelevanten konditionellen Fähigkeiten, also Kraft, Ausdauer, Schnelligkeit und Beweglichkeit, zusammenfassend und unter Berücksichtigung wechselseitiger Abhängigkeiten sowie unter Berücksichtigung individueller Voraussetzungen vorgeben.*
2. *Geeignete Kontrollverfahren auswählen und einsetzen, mit denen diese Fähigkeitsmerkmale erfaßt werden können.*

Die Aufgabe von Diagnose, also Beurteilung, ist demnach ein Vergleich der Ist-Ausprägung von Teilkomponenten der komplexen sportlichen Leistung (hier: konditionelle Merkmale) mit der Soll-Ausprägung. Nur auf diesem Wege können Defizite in einzelnen Bereichen beurteilt werden, die vor der Zerlegung der komplexen Leistung durch kompensatorische Mechanismen verdeckt waren (z.B. ein Technikfehler, der durch überdurchschnittliche Kraftfähigkeiten kompensiert wird, aber eine weitere Leistungsverbesserung verhindert).

Die zu erfassenden konditionellen Fähigkeitsbereiche und die in der komplexen Leistungsdiagnostik Schwimmen des Deutschen Schwimmverbandes eingesetzten Verfahren sollen im Folgenden vorgestellt und einer genauen Betrachtung unterzogen werden.

Maren Witt, Leipzig

3.1 Zur Kraftdiagnose im Schwimmen

Die Diagnose der Kraftvoraussetzungen hat das Ziel, die Eigenschaften des neuromuskulären Systems des Sportlers zu quantifizieren. Dabei ist der Muskel selbst einer Messung unter den Bedingungen eines leistungssportlichen Trainings nicht zugänglich. Deshalb erfolgt in der Kraftdiagnose die Beurteilung stets anhand der Wechselwirkung von Sportler und äußeren Bewegungswiderständen. Diese Einschränkung in der Aussagefähigkeit der Testergebnisse, die sich aus der indirekten Messung ergibt, sollte bei der Bewertung stets beachtet werden.

Zu Beginn des letzten Olympiazklus wurde von BARYNINA & VAJCECNOVSKIJ (1989) festgestellt, daß sich der Anteil des speziellen Krafttrainings an Land bei Spitzenschwimmern in der Phase des Hochleistungstrainings erhöht. Dies erfolgt sowohl zu Lasten des allgemeinen Krafttrainings als auch des Trainings im Wasser. Damit werden die Möglichkeiten eines zeitlich effektiven und auf Hauptmuskeln gezielt wirkenden Krafttrainings an Land optimal zur Leistungsausprägung genutzt.

In Anbetracht der Tatsache, daß eine Vielzahl von AthletInnen auch jenseits der Altersgrenze von 20 Jahren erfolgreich sind, kann man davon ausgehen, daß für den langfristigen Leistungsaufbau unter Umständen wieder ein längerer Zeitraum zur Verfügung steht. Dies ermöglicht, deutliche Akzente in der Kraftentwicklung zu setzen, um die gegenwärtig zu beobachtende Entwicklungsverzögerung deutscher SchwimmerInnen in den Kraftvoraussetzungen auszugleichen. Dies betrifft sowohl die schwimmspezifischen Kraftvoraussetzungen als auch die Entwicklung der Voraussetzung für azyklische Krafteinsätze bei Start und Wende.

3.1.1 Zu Begriff und Inhalt der Kraftdiagnose im Schwimmen

Das Krafttraining im Schwimmen erfolgt

- a) unter dem Schnellkraftaspekt (azyklische Krafteinsätze bei Start und Wende) und
- b) unter dem Aspekt der Kraftausdauer einschließlich der Zubringerleistung in der Maximalkraft für die Sprintdisziplinen (zyklische Krafteinsätze bei den Schwimmbewegungen).

Beide Arten der Krafteinsätze stehen in der Leistungsstruktur gleichberechtigt nebeneinander und erfordern entsprechenden Ausbildungsaufwand. Darin kommt die Spezifik des Schwimmens im Vergleich mit anderen zyklischen Sportarten (z.B. Lauf, Radsport) zum Ausdruck, bei denen azyklische Krafteinsätze nur eine untergeordnete Bedeutung haben.

Kraftentwicklung des Schwimmers im langfristigen Leistungsaufbau

Die azyklische Kraftentwicklung stellt sich als langfristige Aufgabe vor allem des Grundlagen- und Aufbautrainings dar. Dem sollte im Training ganz bewußt Rechnung getragen werden, indem in allen Trainingsbereichen azyklische Bewegungsaufgaben gestellt werden.

Das zyklische Krafttraining mit allgemeinen Trainingsmitteln (Kreistraining) sollte in der Pubertät beginnen und zwar

- in der Pubeszens mit eigenem Körpergewicht und
- in der Adoleszens bei Verringerung des Längenwachstums mit geringen Zusatzlasten.

Ein Krafttraining mit speziellen Trainingsformen im Wasser (Widerstandserhöhung z.B. durch Bremshosen, Handbretter, Gummiseile u.ä.) kann ebenfalls in der zweiten puberalen Phase beginnen. Demgegenüber sollte das Krafttraining mit speziellen Krafttrainingsgeräten (z.B. Biobank, FES-Gerät) dem Anschluß- und Hochleistungstraining vorbehalten sein (Übergang von Adoleszenz zum Erwachsenenalter mit w15 bzw. m18 Jahren). Wichtig ist es, in

jedem Fall allen Trainingsphasen das Erlernen der Bewegungsausführung der eingesetzten Trainingsübungen vorzuschalten.

Akzente in der Kraftentwicklung sollten

- mit Trainingsbeginn im Schwimmen nach Abschluß des ersten beschleunigten Längenwachstums in der Entwicklung der Bewegungsgeschwindigkeit (Bewegungsschnelligkeit, Bewegungsfrequenz) und
- in der Ausdauerentwicklung beginnend in der zweiten puberalen Phase (w12-15 bzw. m15-18 Jahre) gesetzt werden.

Die Diagnose der Kraftvoraussetzungen sollte den jeweiligen Ausbildungsschwerpunkten angepaßt werden.

In der Kraftdiagnose aller Kadersportler wurden im letzten Olympiazzyklus an Land diverse Tests an einem semispezifischen Seilzuggerät (Biobank) sowie ein Streckssprungtest und im Wasser ein Sprint mit Zusatzlast durchgeführt. Ein wesentlicher Trainingsschwerpunkt - das allgemeine Kraft- und Kraftausdauertraining - wird mit den aktuellen Tests nicht ausreichend erfaßt. Das wird als Defizit der gegenwärtigen Kraftdiagnose eingeschätzt, da in diesem Bereich wesentliche Reserven für die Leistungsentwicklung insbesondere in den Sprintdisziplinen vermutet werden können.

Diagnoseinhalte Kraftvoraussetzungen

Folgende Diagnoseinhalte wurden und werden im Rahmen der zentralen Leistungsdiagnose getestet.

- Kennlinie mit Widerstandsvariation von hohen zu geringen Bewegungswiderständen,
- Schnellkraftausdauerstest mit streckenspezifischer Widerstandsgestaltung,
- streckenspezifischer Kraftausdauerstest,
- Streckssprung und
- Sprint mit Zusatzlast im Wasser.

Der nach dem Olympiazzyklus 1996 erfolgte Wechsel des Seilzugergometers hat keine Auswirkungen hinsichtlich der Testinhalte. Lediglich die Art und Größe der erzeugten Bewegungswiderstände und die Meßwerterfassung am Seilzugergometer wurden grundlegend verändert. Aus diesem Grunde macht es sich aus unserer Sicht erforderlich, ausführlicher auf die ab 1996 erfaßten Parameter und deren Interpretation einzugehen.

3.1.2 Erfassung und Interpretation der Daten des Seilzugergometers

Am Seilzugergometer werden die Zeitverläufe von Kraft und Weg jedes Zuges getrennt für den linken und rechten Arm erfaßt. Daraus wird für jeden Zug ein Parametersatz berechnet. Dieser besteht aus der mittleren Kraft (F_{mit}), der Arbeit (W), der Zugdauer (dt) und dem Zugweg (ds). Aus diesen Parametern können weitere wie z.B. der Kraftimpuls ($F_{mit} \times dt$), die mittlere Geschwindigkeit (ds / dt) oder die mittlere Leistung (W / dt) berechnet werden.

Im Datenblatt erscheinen jeweils die Mittelwerte für 10 Züge. Lediglich im Ausdauerstest über 4 Minuten wird über 20 Züge gemittelt. Von den Daten des Kraftausdauerstests werden jeweils drei aufeinanderfolgende Kraft-Weg-Verläufe des linken und rechten Armes beim schwimm-spezifischen Widerstand dargestellt. Diese Kraftverläufe sollten möglichst steil ansteigen und danach ein deutliches Kraftplateau ohne zwischenzeitliche Einsattelung ausprägen (Trapezform). Die erreichten Kräfte betragen bei den Männern etwa 200 bis 300 N und bei den Frauen 150 bis 200 N. Auf einem gesonderten Blatt werden zusätzlich die Kraft-Weg-Verläufe zu Beginn, der Mitte und dem Ende des Kraftausdauerstests dargestellt. Es sollte ange-

strebt werden, daß besonders in den Kraftanstiegen und in der Ausprägung des Plateaus keine Veränderungen im Testverlauf auftreten.

Name: Sprinter		Größe:				Datum:			
Verein: Freistil		Gewicht:				Alter:			
Datei:									
MAX-TEST	W li [Nm]	W re [Nm]	Fmit li [N]	Fmit re [N]	ds li [m]	ds re [m]	dt li [s]	dt re [s]	
Zugart: Schmetterling									
MAX 1	261	240	160	154	1,48	1,44	0,96	0,88	
MAX 2	248	237	154	154	1,47	1,44	0,72	0,70	
MAX 3	245	234	155	153	1,48	1,45	0,59	0,58	
MAX 4	235	225	146	151	1,51	1,45	0,54	0,50	
MAX 5	224	218	142	143	1,51	1,48	0,48	0,48	
KA-TEST	W li [Nm]	W re [Nm]	Fmit li [N]	Fmit re [N]	ds li [m]	ds re [m]	dt li [s]	dt re [s]	Frequenz [1/min]
Widerst m1F___		Zugart : Freistil				Dauer: 1 min.			
Datei:									
MAX	209	204	132	135	1,54	1,48	0,59	0,55	42
MIT	204	199	129	130	1,52	1,50	0,60	0,57	41
10	177	180	117	121	1,47	1,45	0,63	0,60	44
20	168	165	113	113	1,45	1,44	0,64	0,62	44
30	169	168	114	115	1,46	1,46	0,63	0,62	45
40	163	158	110	109	1,46	1,46	0,65	0,63	46
41	159	152	109	104	1,44	1,47	0,64	0,65	47
GESAMT Arbeit		Mittelwert im Einzelzyklus							
[Nm]: 13781		Zugzahl: 41				[%]: 84			
Mittelwerte	169	167	113	114	1,46	1,45	0,64	0,62	45

Abbildung 1: Tabellarische Darstellung der in der Kennlinie, im SK-Ausdauerst und im Kraftausdauerst ermittelten biomechanischen Parameter

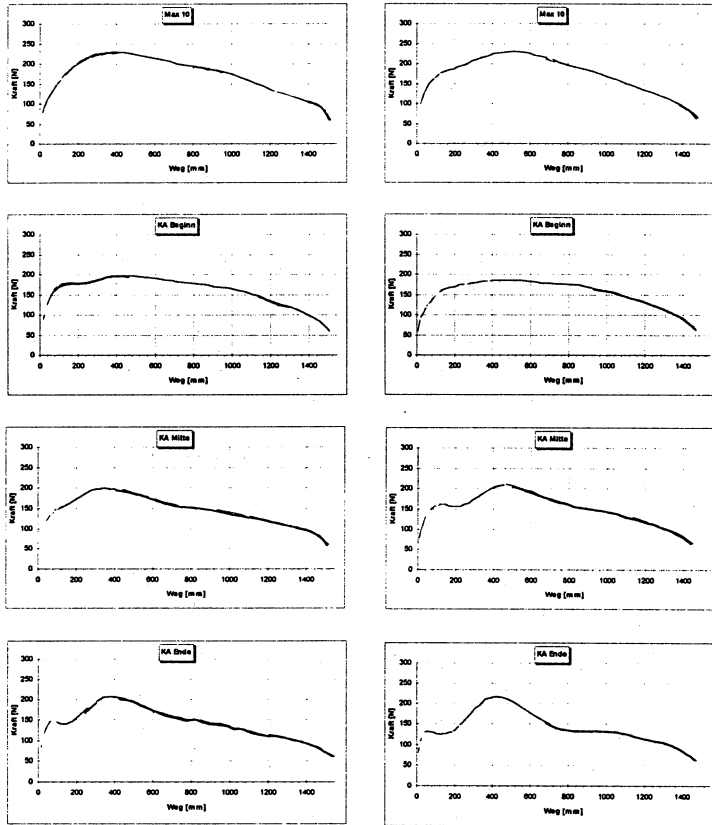


Abbildung 2: Kraft-Weg-Verläufe des SK-Ausdauerestes (oben) und verschiedener Phasen des Kraftausdauerestes

Für die Bewertung wird sowohl die verrichtete Arbeit als auch die dafür benötigte Zeit herangezogen. Die verrichtete Arbeit ist das Wegintegral der am Widerlager wirkenden Kraft. Die benötigte Zeit ist ein Ausdruck der mittleren Handgeschwindigkeit im aktiven Zugteil. Diese Handgeschwindigkeit wird mit abnehmendem Bewegungswiderstand größer. Verlängert sich im Kraftausdauerest die Zugdauer, so weist das darauf hin, daß es dem Sportler nicht mehr gelingt, den aktiven Zugteil schnellkräftig auszuführen. Verringert sich dagegen der Parameter mittlere Kraft bei gleicher Zugdauer, so realisiert der Sportler geringere Kräfte im aktiven Zugteil.

Der Parameter Zugweg ist stark von der individuellen Armlänge abhängig. Den vollständigen Zugweg nutzen die SportlerInnen normalerweise bei den höchsten Bewegungswiderständen. Er sollten sich weder bei den geringeren Bewegungswiderständen noch im Kraftausdauerest verringern. Wenn dies doch der Fall ist, so kann der Zugweg sowohl am Zusanfang als auch am Ende verkürzt worden sein. Dies ist nur durch eine Videoaufzeichnung festzustellen.

Die verrichtete Arbeit wird von dem Parameter Zugweg wesentlich beeinflusst. Verringert sie sich, so verkürzt der Sportler entweder den Zugweg oder er realisiert geringere Kräfte bei gleichem Zugweg.

Für die Interpretation stehen neben der Zugdauer und dem Zugweg selbst sowohl ein wegabhängiger Parameter (Arbeit) als auch ein zeitabhängiger Parameter (mittlere Kraft) zur Verfügung.

Die Reaktion auf Ermüdung im Kraftausdauerstest ist individuell unterschiedlich. Eine Regulation kann über die Verlängerung der Zugdauer bei konstanten Zugwegen, geringen Änderungen in der verrichteten Arbeit und einer deutlicheren Reduzierung der mittleren Kräfte oder durch zusätzliche Wegverkürzung und damit deutlicherem Abfall in den Arbeitswerten erfolgen. Eine ausschließliche Wegverkürzung ist theoretisch auch möglich, tritt in der Praxis aber isoliert kaum auf.

Wenn sich die Arbeitswerte verringern und sich die Zugdauer erhöht, läßt sich die Ermüdung sehr deutlich an der Reduzierung des Parameters mittlere Leistung erkennen, wobei die Anteile, die aus der Zugwegverkürzung und der Zugdauerverlängerung entstehen, nicht mehr voneinander zu trennen sind. Für die Intensitätsberechnung im Kraftausdauerstest wird diese mittlere Leistung zugrunde gelegt.

3.1.3 Testablauf

Im Rahmen der Leistungsdiagnose werden von den SportlerInnen folgende Tests absolviert (vgl. dazu auch Testbeschreibung im Anhang):

- **Ermittlung der Widerstandskennlinie**

Im Vordergrund dieses Tests steht die Erfassung der Kraftvoraussetzungen bei der Arbeit gegen unterschiedlich hohe Bewegungswiderstände (fünf Stufen), um eine Kennlinie der biomechanischen Parameter zu ermitteln. Je nach Verlauf der Kennlinie können Stärken und Schwächen in den Kraftvoraussetzungen bei der Arbeit gegen hohe oder niedrige Bewegungswiderstände aufgezeigt werden.

Dieser Test wird von allen Sportlern in gleicher Weise ausgeführt (gleiche Widerstände und gleiche Bewegungsausführung). Deshalb können die Ergebnisse jedes Sportlers mit den Daten aller Kaderschwimmer verglichen werden. Die von uns ermittelten Orientierungswerte sind unabhängig von den individuellen Voraussetzungen und Zielstellungen des Sportlers. Bei der verbalen Einschätzung werden jedoch insbesondere die bisherige Entwicklung, die Körperbaumerkmale, das Alter und die Leistungszielstrecken berücksichtigt sowie individuelle Zielstellungen formuliert.

- **Schnellkraftausdauerstest**

Dieser Test steht zwischen dem Maximalkraft- und dem Kraftausdauerstest. Er wird ebenso wie der Kraftausdauerstest mit einer sportlerspezifischen Bewegungsausführung (Freistil, Schmett oder Rücken) und einem schwimmspezifischen Widerstand ausgeführt. Aus einer kurzen Serie von zehn maximalen Zügen wird sowohl der Bestwert (meist der zweite oder dritte Zug) als auch der Mittelwert des biomechanischen Parametersatzes bestimmt. Gibt es zwischen beiden Werten deutliche Unterschiede, so ist der Sportler nicht in der Lage, eine kurze Serie auf gleichbleibend hohem Niveau zu absolvieren. Es werden an dieser Stelle Querverbindungen zu den Testergebnissen im Sprint mit und ohne Zusatzlast hergestellt. Auch hier sind bei einigen Sportlern große Geschwindigkeitsunterschiede zwischen dem ersten und zweiten Teil der Sprintstrecke festzustellen.

- **Kraftausdauerstest**

Bei diesem Test werden entsprechend der Leistungszielstrecke die Bewegungsausführung (Freistil, Schmett, Rücken), der Bewegungswiderstand und die Testdauer (1, 2 und 4 Minuten) variiert. Zur Bewertung der individuellen Kraftausdauerleistung werden die Ergebnisse des Schnellkraftausdauerstests herangezogen. Diese stellen den individuellen Bezugswert für die Intensitätsberechnung dar. In der Intensitätsgestaltung zeigen sich Übereinstimmungen zu den Rennverläufen im Wettkampf.

3.1.4 Testergebnisse und Bezugsgrößen

Wir beziehen uns hier vorrangig auf die Testergebnisse an einem biokinetischen Seilzuggerät (Biobank), da diese bis 1996 offizielles Diagnosegerät war und auch weiterhin als Trainingsgerät genutzt wird.

Maximalkraftentwicklung

Als Parameter für das Maximalkraftniveau wird die in zyklischen Seilauzugsbewegungen gegen verschieden hohe Widerstände (besonders gegen den höchsten) realisierte Arbeit betrachtet. Die an der Biobank gewonnenen Werte sind im besonderen Maße von den anthropometrischen Voraussetzungen, insbesondere von der Armlänge, abhängig.

Im Maximalkraftbereich wird in beiden Nationalmannschaftsteilen eine Entwicklungsverzögerung im Altersgang deutlich. Im postanabolen Zeitalter sind sicher keine neuen Spitzenwerte zu erwarten und auch nicht notwendig. Besonders bei den jungen Sportlern ist jedoch das Einstiegsniveau deutlich zu verbessern bzw. es sind im Alter von 14 - 16 (w) bzw. 17 - 19 (m) deutliche Entwicklungen zu realisieren. Dies gelingt nicht allen SportlerInnen in ausreichendem Maße.

Deutliche Differenzen sind in den Maximalwerten zwischen den Tests im Frühjahr und im Herbst aufgrund des unterschiedlichen Zeitpunktes der Diagnose im Jahresaufbau festzustellen. Lediglich bei jungen SportlerInnen treten auch Verbesserungen vom Frühjahr zum Herbst auf.

Männer

Auf der höchsten Widerstandsstufe weisen im Moment nur wenige Sportler im Alter von 17 bzw. 18 Jahren ein hohes Niveau auf, während zunehmend mehr Sportler dieses Alters Werte von deutlich unter 35 kpm erreicht. Letztere müßten durch intensives Krafttraining in ein bis zwei Jahren Werte von über 35 kpm erreichen, wobei für einige schneller Handlungsbedarf besteht. Bei langjährig getesteten Sportlern verzeichnen wir sowohl Stagnation bzw. sogar bedenkliche Verluste als auch weitere Steigerungen.

Tabelle 1: Entwicklung des Parameters Arbeit an der Biobank auf den Stufen 0 und 9 im Altersgang (männlich)

Name/Alter	17 Jahre	18 Jahre	19 Jahre	20 Jahre
Sportler K	38/ 14 kpm	42/ 17 kpm	43/ 16 kpm	48/ 18 kpm
Sportler P	39/ 14 kpm	41/ 14 kpm	40/13 kpm	
Sportler D	32/ 12 kpm	32/13 kpm	35/ 13 kpm	35/ 11 kpm

Die Tabelle 1 verdeutlicht am Beispiel dreier Sportler die Entwicklung im Alter zwischen 17 und 20 Jahren. Während die Sportler K und P bereits mit hohem Niveau im Alter von 17 Jah-

ren getestet wurden, gelingt es Sportler D nicht, den Entwicklungsrückstand aufzuholen. Er ist der Sportler bei dem auch die Sprintleistung stagniert bzw. rückläufig ist.

Frauen

Die Entwicklung bei den Frauen gleicht der der Männer. Ein Beginn mit Werten unter 20 kpm auf der höchsten Widerstandsstufe mit 14/15 Jahren ist völlig unzureichend. Gute Werte erreichen in diesem Altersbereich zu wenige Sportlerinnen. Positive Entwicklungen gehen mit einer deutlichen Leistungssteigerung einher. Das trifft auf alle drei Sportlerinnen in der Tabelle 2 zu.

Tabelle 2: Entwicklung des Parameters Arbeit an der Biobank auf den Stufen 0 und 9 im Altersgang (weiblich)

Name/Alter	15 Jahre	16 Jahre	17 Jahre	18 Jahre
Sportlerin G	24/ 7 kpm	23/ 8 kpm	28/ 9 kpm	28/ 8 kpm
Sportlerin H	21/ 3 kpm	21/ 3 kpm	21/ 3 kpm	24/ 4 kpm
Sportlerin A	25/ 7 kpm		23/ 7 kpm	29/ 9 kpm

Zusätzliche Probleme treten besonders im weiblichen Bereich bei der Arbeit gegen niedrige Bewegungswiderstände auf. Die relativ geringen Werte sind auf Probleme beim schnellkräftigen Zufassen am Zugbeginn zurückzuführen. Dies hat neben physischen auch bewegungstechnische Ursachen.

Fazit:

Ein gutes spezifisches Entwicklungsniveau der Maximalkraft sehen wir bei Werten zwischen 25 und 28 kpm (Spitzenwerte bis 30 kpm) bei den Frauen und 38 bis 42 kpm (Spitzenwerte bis 50 kpm) bei den Männern als gegeben an. Das Einstiegsniveau für Anschlusskader sollte bei 22/23 kpm (w) bzw. 34/35 kpm (m) liegen. Die Werte im Herbst liegen z.T. deutlich unter denen des Frühjahres. Dies gilt besonders für die niedrigeren Widerstände. Die Einhaltung einer guten Bewegungskraftausführung sollte bereits hier gefordert werden.

Entwicklung der schwimmspezifischen Kraftausdauer

Die maximal mögliche Arbeit im Einzelzyklus ist im Jahresverlauf großen Schwankungen unterworfen (vgl. auch Widerstandskennlinie). In gleicher Weise schwankt auch der Gesamtwert der verrichteten Arbeit. Die Eigenschwankungen des Mittelwertes der Arbeit im Einzelzyklus prozentual vom aktuellen Maximum sind deutlich geringer. Dies ist jedoch der Parameter, der im klassischen Sinn den Leistungsfaktor Kraftausdauer beschreibt. Als Ursache dafür wird ein hohes Gleichmaß im Training der SchwimmerInnen vermutet. Wirkungen eines Kraftausdauertrainings in dem Sinn, daß beginnend mit höheren Intensitäten eine Widerstandsresistenz gegen Ermüdung aufgebaut wird, sind kaum erkennbar. Wenn dies konsequenter realisiert würde, könnte im Training eine Variation der Renngestaltung vor allem für SprinterInnen geübt werden und eine bessere „Ausnutzung des vorhandenen Maximalkraftpotentials“ erreicht werden. Die Ursache dieses Befundes kann zum Einen im Testzeitpunkt (weit vor dem Höhepunkt) oder in einer anderen methodischen Ausrichtung des Trainings gesehen werden.

Als Zielgrößen für eine gute Ausprägung der Kraftausdauer können angelehnt an gute Rennverläufe folgende Intensitäten angesehen werden (WITT & KÜCHLER, 1996):

Tabelle 3: Zielgrößen für die Entwicklung der Kraftausdauer (Angabe der Intensitäten als Prozentwert der verrichteten Arbeit im Einzelzyklus in Bezug zum aktuellen Maximum)

Testdauer	Züge	Intensität	Züge	Intensität	Mittelwert
1 Minute	erste 10 Züge	> 95 %	letzte 10 Züge	> 85 %	90 %
2 Minuten	erste 20 Züge	90 %	letzte 20 Züge	> 80 %	85 %
4 Minuten	erste 40 Züge	80 %	letzte 40 Züge	80 %	80 %

Diese Intensitätsbereiche werden nur von wenigen SportlerInnen realisiert. Bei den Sprintern kann es durch ein zu geringes Maximalkraftniveau zu Fehlinterpretationen kommen. Insgesamt ist festzustellen, daß das Kraftausdauernde, bewertet an den realisierten Intensitäten, bei den Tests im Herbst stets etwas zu gut bewertet wird, da meist ein deutlich reduzierter Maximalwert zugrunde gelegt wird. Zwischen NachwuchsathletInnen und SpitzenschwimmerInnen besteht bei der Bewertung der Intensitäten keinerlei Unterschied, da das jeweilige Maimalkraftniveau als Bezugsgröße berücksichtigt wird.

Entwicklung der Sprintleistung

Es wurde ein Sprint über 11,5 m mit Zusatzlasten von 3 kg (w) und 4 kg (m) am SWG bzw. Power Rack ausgeführt. Mit dem erhöhten Bewegungswiderstand beim Sprint werden die Voraussetzungen für eine deutlich erhöhte Energieabgabe im Einzelzyklus gegenüber der ungebremsten Schwimmbewegung geschaffen. Das Ziel für den Sportler besteht darin, diese veränderten Arbeitsbedingungen ohne deutliche Frequenzveränderung im Vergleich zum Wettkampf zu bewältigen. Einen großen Einfluß auf die Testergebnisse am SWG haben neben den schwimmtechnischen Voraussetzungen der SportlerInnen auch individuelle Körperbaumerkmale..

Im Vergleich zum letzten Olympiazklus werden z.T. ähnliche in einigen Disziplinen aber auch schlechtere Ergebnisse erzielt (vgl. Tabellen 4 und 5).

Tabelle 4: Bestzeiten am SWG/ Power Rack (Männer, 4 kg)

NM Männer	Bestwert vor 1992	LD März/April 1992	Olympiazklus 1992-96
Freistil	5.98 s	6.39 s	6.16 s *
			6.22 s
			6.23 s
Delphin	6.69 s	6.90 s	7.03 s *
			7.09 s *
			7.25 s *
Rücken	6.74 s	7.11 s	6.84 s *
			6.99 s
			7.34 s
Brust	7.54 s	8.68 s	7.79 s *
			7.97 s *
			8.31 s *

Tabelle 5: Bestzeiten am SWG/ Power Rack (Frauen, 3 kg)

NM Frauen	Bestwert vor 1992	Olympiazyklus 1992-96
Freistil	7.08 s	6.84 s
		7.02 s
		7.15 s *
Delphin	7.64 s	7.78 s *
		8.06 s *
		8.07 s *
Rücken	7.86 s	7.94 s
		8.31 s
		8.54 s *
Brust	8.75 s	9.38 s *
		9.41 s
		9.57 s

Bis auf das Freistilschwimmen (m und w) gibt es keine ausreichende Breite auf hohem Niveau. Empfehlenswert wäre für den nächsten Olympiazyklus zusätzlich einen Test am SWG in der Nebenschwimmart durchzuführen, um für Doppelstarter auch in der zweiten Schwimmart Aussagen treffen zu können.

Verschwiegen werden soll auch nicht, daß langjährig trainierende SportlerInnen auch bei zeitweiligen Verlusten bei der Maximalkraft (Reduzierung des Krafttrainings) noch Spitzenwerte am SWG/ Power Rack erreichen können. Allerdings gelingt das meist nur über einen Zeitraum von ein bis zwei Jahren. Auffällig ist, daß gute Langstreckler auch am Power Rack gute Zeiten erreichen, so daß man sich nicht von vornherein mit zu großen Zeitdifferenzen zufrieden geben sollte. Die Differenzen betragen in der Freistillage z.B. lediglich 2 bis 4/10 s.

Entwicklung der athletischen Voraussetzungen an Land

Das Athletiktestprogramm war in diesem Olympiazyklus auf den Strecksprung reduziert. Dies ermöglicht nur sehr eingeschränkte Aussagen. Deshalb ist es anzustreben, das Programm wieder zu erweitern. Besonderer Bedarf besteht nach unserer Auffassung in der Überprüfung der Rumpfstabilität.

Im Strecksprungtest wurde von der Variante mit auf eine Variante ohne Armeinsatz umgestellt. Damit war beabsichtigt,

- eine deutlichere Ausrichtung des Tests auf die Schwachstelle Kniestreckung vorzunehmen und
- eine Reduzierung des Meßfehlers zu erreichen.

Es wird deutlich, daß ein großer Teil der SportlerInnen nur unzureichende Ergebnisse erreicht.

Das im Strecksprung ohne Armeinsatz zu fordernde Mindestniveau reicht von 40 cm (m) bzw. 30 cm (w) bei LangstrecklerInnen bis zu 50 cm bzw. 40 cm bei SprinterInnen bzw. BrustschwimmerInnen.

3.1.5 Beziehungen zwischen den Diagnoseinhalten

Zwischen den einzelnen Inhalten bestehen sowohl innerhalb der Kraftdiagnose als auch innerhalb der komplexen Leistungsdiagnose strukturelle Beziehungen, von denen einige im Folgenden näher erläutert werden sollen.

- **Sprint mit Zusatzlast (Zyklusweg) - Kennlinie, niedrige Widerstände (Arbeit, Leistung)**

Aus der Sicht der Kraftdiagnose ist der realisierte Zyklusweg von besonderem Interesse. Die gleiche Endzeit kann z.B. im Freistilsprint sehr unterschiedlich realisiert werden (Tabelle 6).

Tabelle 6: Vergleich der Struktur der Leistungen im Freistilsprint mit einer Zusatzlast von 4 kg bei verschiedenen Sportlern und zu unterschiedlichen Testzeitpunkten

Zeitpunkt	Name	Zeit (s)	Frequenz (1/min)	Zyklusweg (m)	Maximalkraft (kpm)
10/95	Sportler T	6.27	57	1.93	39
05/95	Sportler T	6.24	55	2.01	43
10/95	Sportler Z	6.27	52	2.12	45

Der von Sportler Z im Herbst 1995 erreichte größere Zyklusweg von 2.12 m gegenüber dem Sportler T (1.93 m) ist mit einem deutlich größeren Maximalkraftniveau verbunden (45 vs. 39 kpm auf der Stufe 0 der Biobank). Mit einem besseren Maximalkraftniveau erreichte auch der Sportler T im Frühjahr des gleichen Jahres einen größeren Zyklusweg, wenngleich er aufgrund anderer Körperbaumerkmale (besonders der Armlängendifferenz) nicht die Werte des Sportlers Z erreicht und deshalb stets etwas höhere Bewegungsfrequenzen wählt.

Zwei andere Sportler realisieren ähnlich große Zykluswege, erreichen jedoch schlechtere Zeiten und damit eine geringere Energieabgabe im Einzelzyklus. Das Maximalkraftniveau ist mit 35 bzw. 36 kpm bei beiden deutlich schlechter.

Die Anschlußkader mit gutem Maximalkraftniveau realisieren auch am SWG bereits große Zykluswege, während solche mit geringem Maximalkraftniveau zwar ähnliche Zeiten jedoch mit höheren Bewegungsfrequenzen erreichen. Damit haben diese SportlerInnen bereits den größten Teil ihrer Entwicklungsreserven auf dem aktuellen physischen Niveau eingesetzt. Wenn dann über mehrere Jahre in den Tests an der Biobank kein Zuwachs in den Arbeitswerten festzustellen ist, kommt es bei diesen SportlerInnen zu einer Stagnation auf geringem Niveau.

Es gibt jedoch auch Gegenbeispiele, die mit einem relativ hohen Maximalkraftniveau und großen Zykluswegen keine Spitzenzeiten (bewegungstechnische Probleme?) oder mit geringem Maximalkraftniveau und geringen Zykluswegen über eine Frequenzregulation gute Zeiten am SWG erreichen. Dies sind Sportler, die sich mehr auf die längeren Strecken orientieren. Außerdem sollte bei der Testinterpretation stets die individuelle Verteilung der Antriebsgestaltung durch Arme und Beine beachtet werden.

- **Kraftausdauerstest (Leistung) - Intensitätsverlauf im Wettkampf (Geschwindigkeitsgestaltung)**

Bei Untersuchungen zu Rennstrukturen im Freistilsprint stellten KÜCHLER, LEOPOLD & LEOPOLD (1993) fest, daß es deutliche Unterschiede sowohl in den erreichten Schwimgeschwindigkeiten als auch in deren Änderung innerhalb der Schwimmstrecke bei Spitzenschwimmern gibt. Setzt man auch diese Schwimgeschwindigkeit ins Verhältnis zur

maximalen Schwimmgeschwindigkeit (z.B. aus einem 50 m Wettbewerb), so ergeben sich ähnliche Intensitätsverläufe wie im Kraftausdauerstest. Im individuellen Vergleich kann zwischen dem Intensitätsverlauf im Wasser und an Land eine sehr hohe Übereinstimmung nachgewiesen werden (vgl. Abb. 4), wenn

- der Kraftausdauerstest zeitlich sehr nahe zum Wettkampf stattfindet und
- die Rahmenbedingungen des Kraftausdauerstests hinsichtlich Bewegungsfrequenz und Anfangsintensität eingehalten werden.

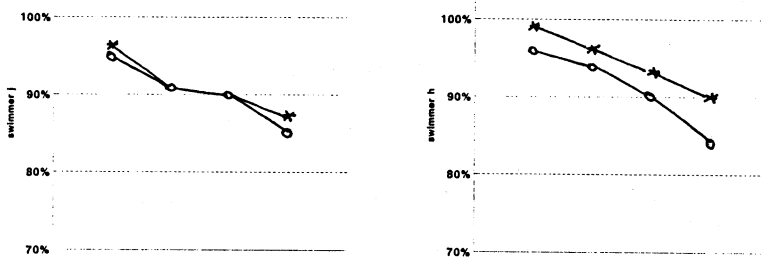


Abbildung 4: Beispiele für Intensitätsverläufe im Wasser (Sterne) und an Land (Kreise) bei einem 100 m-Brustschwimmer (links) und einer 200 m-Freistilschwimmerin (rechts)

• Bewegungsausführung Seilzuggerät - Bewegungstechnik im Wasser

Zwischen den individuellen Fehlerbildern in der Ausführung der Seilzugübung an Land und der Schwimmbewegung selbst besteht eine hohe Übereinstimmung. Dies weist auf den bekannten Zusammenhang zwischen der bewegungstechnischen Lösung und den energetischen Voraussetzungen von einzelnen Gelenkantrieben hin. Das Training an Land muß also unbedingt auch dazu genutzt werden, um die energetischen Ursachen einer fehlenden Ellenbogenvorhalte, zu geringen Ellenbogenwinkeln beim Wechsel von Zug auf Druck innerhalb des Armzuges u.a. bewegungstechnischen Mängeln zu überwinden. Es ist festzustellen, daß die Bewegungsausführung von Trainings- und Testübungen bei vielen SportlerInnen unzureichend entwickelt ist, und daß an Seilzuggeräten die möglichen Bewegungsvariationen (Freistil, Schmett, evtl. Rücken, Rücken Gleichschlag) zu wenig genutzt werden..

• Strecksprungtest - Abstoßgeschwindigkeiten bei Start und Wende

Schlechte Ergebnisse beim Strecksprungtest gehen oft mit unzureichenden Abflug- bzw. Abstoßgeschwindigkeiten bei Start und Wende einher. Die unzureichenden Ergebnisse im Strecksprungtest sind nach unserer Auffassung Ausdruck einer Reduzierung der allgemeinathletischen Ausbildung. Dies ist bei der streng begrenzten Trainingszeit verständlich, wird sich aber perspektivisch auch auf die Wettkampfleistung nicht nur bei Start und Wende auswirken. Es werden verstärkt Probleme bei der Variation von Kräfteinsätzen auftreten, da sich die Anzahl der eingesetzten Trainingsübungen stark reduziert und so die an sich schon stereotypen Bewegungen noch mehr dominieren. Eine Verarmung hinsichtlich der Ausführung unterschiedlicher Übungen und Bewegungsvarianten kann Probleme beim notwendigen Umlernen von fehlerhaften Bewegungsabläufen z.B. bei Start und Wende bringen bzw. bringt sie bereits. Auch hier ist die Bewegungsausführung z.T. ungenügend mit der Folge, daß im Trai-

ning bei Sprungübungen wahrscheinlich mehr die Hüft- als die Kniestrecker trainiert werden. Auffällig ist die negative Tendenz der Sprungkraftentwicklung im Altersverlauf. So gibt es immer mehr SportlerInnen, die in höherem Trainingsalter deutliche Einbußen in den Sprungkraftvoraussetzungen aufweisen!

Schlußfolgerungen:

Schwerpunktmäßig sollten aus der Sicht der Kraftdiagnose in diesem Olympiazzyklus folgende Aufgaben gelöst werden:

1. Erhöhung des Anteils des speziellen Krafttrainings an Land mit der Orientierung auf die Verbesserung der Kraftausdauer
2. Verbesserung der Ausführungsqualität aller Krafttrainingsübungen
3. Entwicklung geeigneter Maßnahmen zum Ausgleich der Kraftdefizite bei Anschlußkademern
4. Verbesserung der allgemein-athletischen Ausbildung im Aufbau- und Anschlußtraining

Bei den verantwortlichen Trainern muß die Einsicht geweckt werden,

- daß spezielles Krafttraining an Land eine wesentliche Reserve für die Leistungsentwicklung im Spitzenbereich ist,
- daß Krafttraining an Land unter Umständen Trainingszeit spart und
- daß es im langfristigen Leistungsaufbau eine Investition in die Zukunft ist.

Literatur

- KÜCHLER, J. & WITT, M. (1996). Zur Struktur von Sprintleistungen im Freistilschwimmen. Leistungssport 26 (2), 45-50.
- KÜCHLER, J., LEOPOLD, H. & LEOPOLD, W. (1993). Vergleichende Betrachtung der Wettkämpfe der 50 m- und 100 m-Schwimmidisziplinen der Besten der Olympischen Spiele 1992 und deutscher Spitzenschwimmer. Leipzig: IAT.
- BARYNINA, I.I. & VAJCECNOVSKIJ, S.M. (1989). Posledejsťvie rannej sportivnoj specializacii plovcov vysokoj kvafifikacii [Nachwirkung der frühzeitigen sportlichen Spezialisierung bei Schwimmern hoher Qualifikation]. Teorija i praktika fiz'kultura. Moskau (1989)6, 21-23.

KLAUS RUDOLPH/ANNE BERBALK

3.2 Ausdauerdiagnostik im Rahmen der DSV-KLD von 1992-97

3.2.1 Anforderungen an die Ausdauerdiagnostik im Schwimmen

Die Leistungsstruktur im Schwimmen ist bei vier verschiedenen Schwimmmarten und deren Kombination (Lagen) sowie Streckenlängen von 50 - 1500m und damit einer Wettkampfdauer von ca 20 Sekunden bis 15 Minuten sehr vielfältig und somit an unterschiedliche physiologische Anforderungen geknüpft. Die wesentliche energetische Grundlage bildet dabei die Glykolyse, deren Ausmaß stark von der Streckenlänge und der damit verbundenen Schwimgeschwindigkeit (Intensität) bestimmt wird. Dies bestätigen auch die seit 1993 regelmäßig bei den DM erfaßten Laktatwerte nach den Wettkämpfen (Vgl. Tab.7). Hierbei unterscheiden sich die 50m Rennen und Strecken ab 400m ebenso signifikant von den 100-200m-Disziplinen wie insgesamt die Werte der Herren (Mittel aller Disziplinen bei 13,2 mmol/l) von denen der Damen (11,3 mmol/l).

Diese unterschiedliche Leistungsstruktur erfordert auch eine entsprechende Leistungsdiagnostik. Da der Stufentest nach PANSOLD wegen seiner „adäquaten Belastungsform und der wettkampfbezogenen Zeitstruktur“ (PANSOLD 94) diesen Bedingungen weitgehend nahekommt, wurde er in das Programm der KLD des DSV als verbindlicher Ausdauerstest übernommen. Es handelt sich um einen Feldtest,¹ der im Interesse einer weitgehend spezifischen Belastungsstruktur bewußt einige Risiken und damit auch Fehlerquellen in Kauf nimmt. Dabei hat Schwimmen noch den Vorteil, daß klimatische Veränderungen (Schwimmhalle mit etwa konstanter Wassertemperatur, keine Wellen bzw. Wind wie im Wasserfahrtsport...) fast ausgeschlossen werden können. Halten wir uns aber alle internen (Glykogenhaushalt, Alkalireserve bis zum Gesundheitszustand...) und externen Faktoren (Standardfehler der Geräte und der Abnahmemethoden, Abnahmezeitpunkt, Testdurchführung, Vorbelastung usw..) vor Augen, dann sprechen wir berechtigt von der „Biokrücke Laktat“ (PANSOLD). Wir können aber dieses zweifellos semiwissenschaftliche Testverfahren durch umfangreiche Empirie qualifizieren und für die Trainingspraxis erschließen (Vgl. RUDOLPH 94). Dazu soll die vorliegende Auswertung dienen, die sich auf rund Eintausend Stufentests von 1992 - 97 bei A-C-Kadern des DSV und qualifizierten Sportlern ausländischer Nationalmannschaften sowie die seit 1993 bei den DM gemessenen Wettkampflaktatwerte stützt.

3.2.2 Kenngrößen der Laktatleistungskurve (LLK)

HECK/ROSSKOPF (93) verweisen darauf, daß es keine empirische Basis für ein „max-Lass-²orientiertes“ und somit „schwelligesteuertes“ Training gibt und empfehlen deshalb, alle auf die Trainingssteuerung bezogenen Schwellenkonzepte aufzugeben. Zur Trainingssteuerung sollten der maximal erreichte Laktatwert und Leistungen bei definierten Laktatwerten herangezogen werden. Dabei wird auf PANSOLD verwiesen. Dieser bezieht in die Interpretation von LLK vor allem drei Kenngrößen ein:

¹ Die Testbeschreibung liegt als Anlage am Ende dieses Heftes vor

² maximale Laktatkonzentration im steady state, zumeist bei 4 mmol/l (MADER/HECK)

- die *Leistung bei Laktat 4 mmol/l* als Niveau der aeroben Leistungsfähigkeit,
- der *Anstieg b* (Koeffizient b der Funktion $y = a \cdot e^{bx}$ mit $y =$ Laktat und $x = v$ in m/sec) als Ausdruck der Kraftfähigkeiten und der sportlichen Technik,
- die *maximale Laktatkonzentration* als Niveau der anaerob-laktaziden Energiebereitstellung.

Wir prüften, inwieweit sich diese Kenngrößen zwischen Belastungsdauer (Streckenlänge), Schwimmarten und Geschlecht unterscheiden. Erste Untersuchungen zeigten auch altersgebundene Unterschiede. Dies geht aber über den Rahmen der Auswertung eines Olympiazklus vorrangig der A/B-Kader hinaus.

3.2.2.1 Leistung bei Laktat 4 (P4) (Vgl. Anlage 3/4)

Gemessen an den Erfahrungen anderer Ausdauersportarten erscheint zunächst die obere Begrenzung des aeroben Bereiches mit Laktat 4 mmol/l recht hoch. NEUMANN (93) gibt an, daß in den Laufdisziplinen die Orientierung auf Laktat 4 mmol/l zwar die Leistung schnell steigerte, aber letztlich zu Instabilität führte. Das Training war zu intensiv. HECK/ROSSKOPF diskutierten die vielfältigen Versuche „max-Lass“ zu bestimmen und weisen nach, daß die meisten mittleren Schwellenwerte bei 4 mmol/l lagen, aber auch beträchtlich streuen (2,3 - 6,8) (ebenda). PANSOLD gibt als „biologische Orientierungsgrößen“ an: aerobe Schwelle bei 2 mmol/l, aerob-anaerober Übergangsbereich bei 2-4 mmol/l und anaerobe Schwelle 4 mmol/l, wenngleich ihre punktuelle Anwendung und phänomenologische Interpretation als ausschließliche Widerspiegelung von Laktatproduktion und Wechsel von aeroben zu anaeroben Stoffwechsel nicht mehr haltbar ist und zu für die Praxis irrelevanten Trainingsempfehlungen führen kann“ (ebenda, S. 47). Diese Leistung an der „aeroben Schwelle“ wird auch als „Kriterium für die sogenannte aerobe Kapazität“ bezeichnet (MADER 94).

Von der Leistungsstruktur im Schwimmen ausgehend, wo 77% der Wettkämpfe bei überwiegend anaerober Stoffwechsellage realisiert werden, erscheint die Orientierung zumindest für die 50 - 200m-Strecke auf Laktat 2-4 für den GAI-Bereich und 4 - 6 für den GAII-Bereich vertretbar. Aber besonders zur Trainingssteuerung verbietet sich jeglicher Automatismus. Während für einen muskulösen männlichen Sprinter durchaus Laktatwerte über 4 das GAI-Training begrenzen können, kann dies bei einer jungen Mittelstrecklerin Laktat 2/3 sein. Entscheidend sind hier die maximale Mobilisationsfähigkeit und die Wettkampfstruktur ebenso, wie die unterschiedlichen Trainingsaufgaben selbst (Dauertraining oder relativ intensive Serie an der Grenze des Übergangsbereiches). Deshalb können hier nur Spannweiten (Trends) für das Training empfohlen werden. Eine bis auf die vierte Stelle nach dem Komma abgeleitete Richtzeit macht zwar dem Computer keine Mühe, ist aber praxisfremd.

Unsere Untersuchungen bestätigen, in den meisten Fällen statistisch hochsignifikant gesichert, die hypothetisch angenommenen Differenzen zwischen Streckenlänge, Geschlecht und oftmals auch der Schwimmart. In der Summe aller Disziplinen realisieren die Männer bei Laktat 4 mmol/l 84,6% ihrer Bestzeit³ die Frauen 88,3% ($P < 0'001$).

Oftmals steht man in der Praxis vor dem Problem, das Ausdauerniveau eines Schwimmers anhand eines ersten Stufentests einschätzen zu müssen. Hierzu benötigen wir den Vergleich zu Schwimmern, möglichst der gleichen Disziplin und des gleichen Leistungsstandes. Da wir

³ Berechnung: Prognosezeit bei bestimmten Laktat in % der Bestzeit der vorangegangenen Saison

uns in dieser Analyse auf recht homogene Gruppen beschränken, können von den statistischen Erhebungen die in Tab. 1 angegebenen Empfehlungen abgeleitet werden. Dabei sind auch hier Typ des Sportlers (lang- oder kurzstreckenorientiert), Trainingsalter und Geschlecht sowie Jahresaufbau zu berücksichtigen. So wäre es verfehlt, einen 50/100m-Krauler unbedingt auf vom Gruppenmaß abgeleitete mittlere oder hohe aerobe Leistungsvoraussetzungen „trimmen“ zu wollen. Zum Beispiel liegen der deutsche Rekordhalter über 100F mit 69% erheblich unter dem Mittel, der über 100B mit 77% und die Rekordhalterin über 100F mit 80% im Bereich „geringer aerober Voraussetzungen“. Als Leistungsgrundlage ist also ein gewisses Optimum, aber nicht das Maximum erforderlich. Wollte man letzteres erzwingen, würde das die Proportionen des Trainings so zuungunsten der anderen wesentlichen Leistungsvoraussetzungen (Kraft, Technik, anaerobe Kapazität, Schnelligkeit, Lockerheit usw.) verschieben, daß eine Leistungsverbesserung anzuzweifeln ist.

	Männer				Frauen					
	sehr hoch	hoch	mittel	gering	sehr gering	sehr hoch	hoch	mittel	gering	Sehr gering
100F	90,7	85,6	80,4	75,2	70,0	91,1	87,5	84,0	80,4	76,8
200F	94,7	90,9	87,1	83,3	79,6	98,1	93,6	89,1	84,5	80,0
400F	97,9	94,7	91,6	88,5	85,3	98,7	96,3	93,8	91,4	89,0
100B	89,3	84,8	80,3	75,8	71,3	94,9	91,2	87,6	84,0	80,3
200B	95,5	91,3	87,1	83,0	78,9	96,5	93,8	91,0	88,3	85,5
100S	90,7	83,2	75,6	68,0	60,4	93,7	88,6	83,6	78,5	73,5
200S	88,7	85,8	82,9	80,0	77,1	94,1	90,4	86,7	83,0	79,2
100R	91,1	85,8	80,6	75,4	70,1	92,5	88,8	85,1	81,4	77,2
200R	94,1	90,8	87,4	84,1	80,7	96,5	93,7	90,9	88,0	85,2

Tab. 1: P4 als Niveau der aeroben Leistungsvoraussetzungen (Mittelwert sowie einfache und doppelte Streuung bei Laktat 4 in % der Bestzeit)

Ein typisches Beispiel zeigt auch der Vergleich zweier Stufentests bei einer unserer seit Jahren besten Freistil - Sprinterin (s. Tab. 2). Trotz verbesserter aerober Grundlagen (P2) wird wegen verschlechterter Kraft - Technik - Voraussetzungen bei gleichem Laktat eine erheblich schwächere Zeit geschwommen, was zunächst den Anstieg der LLK erhöht und letztlich die Wettkampfzeit verschlechtert.

Datum	P2	P4	Pmax	Lktmax	b	BZ
06.03.92	1:13,8	1:06,6	0:57,6	11,9	4,71	0:55,93
17.05.94	1:11,2	1:06,5	1:00,7	11,8	7,02	0:57,52

Tab.2: Vergleich der Kenngrößen zweier Stufentests bei einer 50/100m-Kraulerin

P4 wird maßgeblich von der Belastungsdauer (Streckenlänge) bestimmt. So wie mit zunehmender Streckenlänge der aerobe Anteil an der Leistung steigt, so können bei Laktat 4 auch höhere relative Geschwindigkeiten (in % der Bestzeit) realisiert werden. Die Disziplinen unterscheiden sich dabei in der Mehrheit signifikant (s. Anlagen). Besonders deutlich differieren im Mittel die Geschlechter und die Streckenlängen (s. Abb. 1).

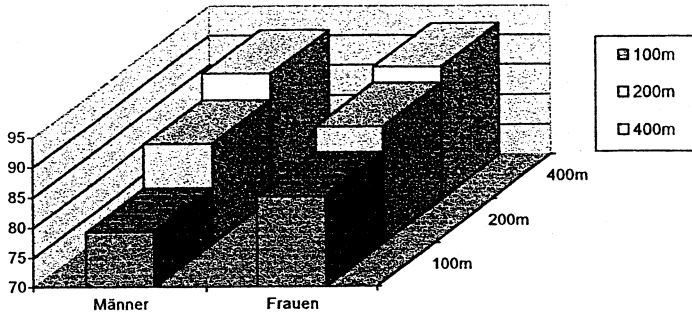


Abb 1: P4 bei verschiedenen Streckenlängen

In der Testpraxis gehen häufig unerfahrene Schwimmer/innen die erste Stufe zu intensiv an, kommen dadurch im weiteren Testverlauf in Bedrängnis und sichern so nicht die erforderliche Zuverlässigkeit. Das ist bei nur zwei Tests im Jahresverlauf bedauerlich, da somit der Längsschnittvergleich nicht gesichert ist. Etwa nur ein Drittel der männlichen Kader (19,1%) liegt in dem Bereich bis Laktat 2 mmol/l. 18% liegen bereits über 4 mmol/l! Der Testleiter muß also weiterhin größtes Augenmerk auf den „Einstieg“ lenken.

Mit dem Test wurden auch die pauschalen (nur nach Streckenlänge, aber nicht nach Schwimmart und Geschlecht differenzierten) Vorgaben des DSSV übernommen. Bereits vor zwei Jahren hatten wir diese entsprechend der schwimmspezifischen Vorgaben überarbeitet und in die Testbeschreibung integriert. Anhand der weiterhin angewachsenen Zahl an Probanden wurden bei einigen ausgewählten (validen und dem vorgeschriebenen Laktatbereich entsprechenden) Tests nochmals die ersten Stufen statistisch bearbeitet (s. Tab.3).

Im Durchschnitt aller Disziplinen setzen die Damen in der ersten Stufe bei gleichem Laktat höhere relative Geschwindigkeiten um (83% zu 78% der Männer) oder anders gesagt, sie benötigen bei gleicher relativer Geschwindigkeit weniger Laktat, verfügen also „von Haus aus“ über bessere aerobe Voraussetzungen⁴. Während dieser Unterschied statistisch gesichert ist, ist dies bei der Herzfrequenz ebensowenig der Fall wie bei der Bewegungsfrequenz.

Der Vergleich unterstreicht weiterhin die abweichenden Bedingungen im Schmetterlingsschwimmen. Zwar wurden mit der letzten Untersuchung höhere relative Geschwindigkeiten ermittelt; diese sind aber auch an höhere Laktatwerte gekoppelt. Wer Geschwindigkeiten unter 70% der Bestzeit (männlich) bzw. 75% (weiblich) motorisch gut bewältigt, sollte so angehen, ansonsten muß hier mit dem Kompromiß „gelebt“ werden, daß die erste Stufe auf höherem Laktatniveau (3-4) begonnen wird. Wegen der „Turbulenzen“ in dieser Disziplin hierzu nochmals grundsätzlich:

In der Praxis begegnen wir zumeist zwei Typen von Delphinschwimmern. Einmal dem mehr zur 50m-Strecke neigenden „Sprinter“ der seine GA zumeist über Kraul/Rücken und die spezifische Ausdauer (Stehvermögen) über die „kleinen intensiven Bereiche“ (SA,S,WA) entwickelt. Diese Schwimmer haben zumeist Probleme, den Stufentest im aeroben Bereich motorisch akzeptabel zu bewältigen. Zur Bestimmung ihrer GA-Entwicklung empfiehlt sich dann der Stufentest über 100F, zumal es sich hierbei in der Regel um gute Kraulsprinter handelt.

⁴ Das entspricht weitgehend der in sportmedizinischen Standardwerken vertretenen Auffassung. Wir sollten aber auch berücksichtigen, daß die Frauen wegen der geringen Muskulatur (Kraft) den „anaeroben Überbau“ nicht so beanspruchen können

für die 50/100m-Schmetterling nur ein "Abfallprodukt" sind. Kritisch wird es aber, wenn 200m-"Schmetterlinge" auf andere Strecken ausweichen. Von den Finalisten der DM 96 schwammen in der KLD nur vier den Test über die Spezialstrecke. Zwei davon absolvieren ihn seit Jahren mit Bravour. Erst unlängst bewies eine 15-jährige Schwimmerin im Rahmen der JEMVorbereitung, daß es auch noch im DSV Schmetterlinge gibt, die sich in den Intensitäten von den Freistilschwimmern nicht unterscheiden (P4 93,0% und Pmax 96,3%).

Disziplin	Männer						Frauen					
	n	t	%BZ	Lkt	Puls	f	n	t	%BZ	Lkt	Puls	f
100F	11	1:11,2	71,3	2,1	136	30	14	1:12,8	79,2	2,1	145	33
100B	8	1:25,2	74,2	2,1	149	23	10	1:30,8	80,5	1,9	141	27
100S	6	1:14,4	76,2	2,9	153	39	8	1:21,7	80,0	2,4	152	38
100R	7	1:16,4	75,5	2,6	138	28	9	1:19,4	80,8	2,3	148	30
200F	9	2:18,0	80,6	2,2	141	36	15	2:30,2	83,0	1,7	143	35
200B	8	2:48,8	81,0	2,1	142	25	10	3:06,0	86,2	1,5	146	23
200S	2	2:38,3	76,0	2,7	156	40	7	2:44,0	84,3	2,5	165	38
200R	6	2:31,6	82,5	2,0	132	28	10	2:43,6	85,0	2,0	147	29
400F	4	4:35,3	85,2	2,0	141	37	10	4:58,0	87,7	1,7	138	35
∅			78,0	2,3	143	32			83,0	2,0	147	32
± s			4,22	0,31	7,5	6			2,8	0,3	7,3	4,8

Tab. 3: Mittelwerte ausgewählter Parameter der ersten Stufe bei A-C-Kadern des DSV

Da die Gestaltung der ersten Stufe das weitere Testgeschehen und damit dessen Zuverlässigkeit maßgeblich beeinflusst, sind wir angehalten, ständig die Vorgabe-Empfehlungen zu optimieren. Diese Vorgaben benötigt vor allem der unerfahrenere Trainer bzw. Athlet. Sie können keinesfalls die von anderen GA-Serien bzw. vorausgegangenen Stufentests abgeleiteten Vorgaben ersetzen. Je geringer die Trainingserfahrung (Zeitgefühl) und je schlechter der Trainingszustand ist, um so unzuverlässiger wird der Stufentest absolviert. Dies trifft besonders bei 200 S und 400L zu.

Disziplin	Zusammen	Männer			Frauen		
	DSSV (akt.BZ)	Vorgaben 1994 (BZ Vorjahr)	IST 1. Stufe	Vorgaben überarbeitet	Vorgaben 1994 (BZ Vorjahr)	IST 1. Stufe	Vorgaben überarbeitet
100F	81%	65 – 70%	70%	65 – 70%	65 – 70%	75%	70 – 75%
100B	(78-84%)	79 – 75%	73%	70 – 75%	80 – 85%	80%	80 – 85%
100S		60 – 65%	70%	60 – 65/70	70 – 75%	75%	70 – 75%
100R		75 – 80%	75%	70 – 75%	80 – 85%	80%	75 – 80%
200F	88%	70 – 75%	78%	75 – 80%	75 – 80%	83%	80 – 85%
200B	(86-90%)	75 – 80%	80%	75 – 80%	80 – 85%	86%	83 – 87%
200S		70 – 75%	70%	70 – 75%	75 – 80%	80%	75 – 80%
200R		70 – 75%	80%	75 – 80%	80 – 85%	85%	80 – 85%
400F	90%	80 – 85%	85%	80 – 85%	80 – 85%	88%	85 – 90%

Tab. 4: Vorgaben für die erste Stufe⁵ (BZ = individuelle Bestzeit)

⁵ Es wird darauf verwiesen, daß sich die Berechnungen fast ausschließlich auf Tests der Frühjahrs- und Herbst-KLD beziehen. Es ist anzunehmen, daß vor Hauptwettkämpfen das Niveau insgesamt höher ist. Gleiches gilt für jüngere Athleten.

Das Hauptproblem ist also nicht der Stufentest, sondern der Umstand, daß sich unter den heutigen Förderbedingungen kaum noch ein Talent findet, daß den ohne Zweifel höheren Trainingsaufwand für diese Disziplinen (auch 400m Lagen) auf sich nimmt.

3.2.2.2 Anstieg der LLK (b)

Der Anstieg der LLK gibt bestimmt für die Interpretation mehr her als wir gegenwärtig daraus zu machen verstehen. Entscheidend ist hierfür die Kenntnis über den trainingsmethodischen Hintergrund, die uns zumeist fehlt. PANSOLD identifiziert „b“ mit dem „Niveau der Kraftfähigkeiten und/oder der Technik“. Dieser Zusammenhang ist bestimmt nicht zu leugnen, aber so absolut nicht nachweisbar. Indem aber im mehrjährigen Leistungsaufbau die zunehmende Kraft immer besser über die Technik an der Leistung partizipiert, drückt sich das gegebenenfalls auch in der Abnahme von „b“ aus (s. Tab. 5).

Jahr	dyn.MK	KA	b	Pmax	r ²
1993	32	1523	12,26	2.40,6	0,96
1994	34	1734	9,58	2.33,8	0,97
1995	35	1804	8,54	2.33,7	0,99

Tab.5: Entwicklung der spezifischen Kraft (dynamische Maximalkraft, Kraftausdauer) und des Anstiegs der LLK (b) eines jugendlichen Brustschwimmers

Der Anteil des Kraft-Technik-Komplexes am Anstieg der LLK wird auch dadurch unterstrichen, daß die Männer, deren Leistungen wohl mehr an die Kraft gebunden sind, deutlich niedrigere b-Werte im Durchschnitt aller Disziplinen ($6,40 \pm 2,15$) haben als die Damen ($9,03 \pm 2,74$)⁶. Und hier sind es wiederum die athletischen Sprinter, die sich aber auch mit ihren geringeren aeroben Leistungsvoraussetzungen relativ schnell säuern und somit das Verhalten der LLK prinzipiell verändern. Charakteristisch dafür sind die unterschiedlichen LLK der 100F- Stufentests des Rekordhalters N.R.(A) und des Mittelstrecklers S.Z.(B). Bei extrem unterschiedlichen Leistungen bei Laktat 4 - der Sprinter realisiert dort 69% seiner Bestzeit, der Langstreckler 85% - nähern sich die Kurven bei Laktat 15 mit der gleichen Zeit von 0:51,3; beide Sportler hatten damals etwa auch die gleiche Bestzeit. Die Unterschiede werden durch die mittlere LLK über 100F der Männer (C) noch verdeutlicht (s. Abb. 2).

Von einer unserer erfolgreichsten Sprinterinnen ist bekannt, daß sie mehr an Land und hierbei wesentlich mehr Kraft trainiert. Also müßte der Kraftanteil an der Schwimmleistung auch höher sein. Tatsächlich liegt sie mit ihren besten Tests ($b = 4,33$) auch erheblich unter dem Durchschnitt der 100R-Damen ($b=6,28$). Ebenso ist der Anstieg der LLK bei dem außerordentlich athletischen schnellsten deutschen Brustschwimmer geringer als bei seiner Konkurrenz im DSV.

⁶ Mit der Eignungsforschung konnten wir schon feststellen, daß die Kraft direkt (Kraftwerte) oder indirekt (Hebellängen, Körperrumfang) immer stärker im männlichen Bereich mit der Schwimmleistung korrelieren. Das ist eine generelle Erscheinung im Sport (Männer haben z.B. auch relativ mehr Muskelmasse), die man hin und wieder versuchte „künstlich zu korrigieren“ (Testosteron).

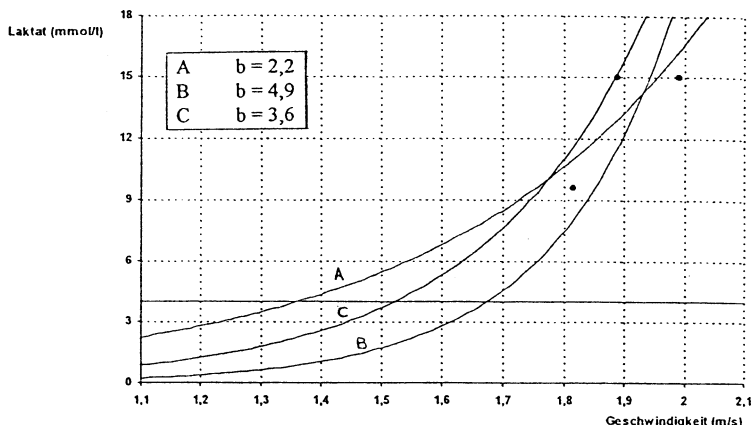


Abb.4: Vergleich der LLK zweier unterschiedlicher „Typen“ für die 100m-Freistilstrecke

Um tiefer in die Prozesse eindringen zu können, sollten wir uns nochmals die Mechanismen vor Augen halten, die zu einer Abflachung der LLK führen (Vgl. PANSOLD 92, S.10/11):

- Rechtsverschiebung und Abflachung durch verbesserte aerobe Grundlagen, die mit einer Ökonomisierung der anaerob-laktaziden Energiebereitstellung einhergehen. Sie ist zumeist ein Ergebnis eines intensiven Ausdauertrainings.
- Abflachung bei konstanter aerober Leistungsfähigkeit, wobei besonders die Leistung des glykolytischen Systems zunimmt. Der methodische Hintergrund reicht vom spezifischen Krafttraining bis zu intensiven Serien im Unterdistanzbereich.
- Abflachung bei Linksverschiebung der aeroben Leistungsbereiche, wobei die Leistung primär durch verbesserte anaerobe Kapazität einschließlich maximaler Mobilisation gesteigert wird.

Dazu schreibt PANSOLD: „Hierbei wird die in gewissem Sinne kontroverse Beziehung in der Ausprägung der aeroben Leistungsfähigkeit besonders deutlich. Die Rückläufigkeit der aeroben Leistungsfähigkeit hat zu einem *Optimum* (Hervorhebung d. Verf) der für die Leistungsstruktur notwendigen aeroben Leistungsfähigkeit geführt, und damit wurde eine nicht adäquate aerobe Dominanz zugunsten der anaeroben Leistungsfähigkeit aufgehoben“. Ein Vergleich zu Werten, die aus über 6000 Tests ehemaliger Schwimmer des DSSV gewonnen wurden, zeigt signifikant höhere Anstiege (b) als bei unseren Ergebnissen obwohl die Proportionen (Brust mit höchstem und Schmetterling mit geringstem Anstieg) gleich sind. Generell sind die Anstiege der LLK der DSSV-Kader höher (s. Tab.6).

Das könnte auf folgende Ursachen zurückzuführen sein:

- die Tests in der DSV - Leistungsdiagnostik beziehen sich fast ausschließlich auf A/B - Kader und damit auf eine alters- und leistungsmäßig homogenere und stärkere Gruppe (s. Zeiten und Streuung),

- die über die KJS ausgebildeten Schwimmer verfügen, bedingt durch die größeren Umfänge im Kindes- und Jugendalter, über eine höhere Ausdauer, was sich in den niedrigeren maximalen Laktatwerten (-1,4) und der höheren Leistung bei $P_{4,0}$ zeigt⁷. Dies bestimmt letztlich den höheren Anstieg der LLK.

Bereich	100 F		100 B		100 S		100 R	
	DSSV	DSV	DSSV	DSV	DSSV	DSV	DSSV	DSV
t max	0:59,3 ± 5,1	0:54,9 ± 1,74	1:15,8 ± 8,2	1:09,7 ± 2,56	1:04,2 ± 6,9	1:00,1 ± 2,54	1:09,4 ± 4,0	1:00,7 ± 1,56
t_{4,0} (in % t _{max})	1:09,2 (85,7)	1:05,73 (83,5)	1:24,6 (89,6)	1:20,61 (86,5)	1:19,3 (81,0)	1:16,6 (78,5)	1:18,5 (88,4)	1:12,08 (80,8)
b	4,196 ± 1,16	3,78 ± 0,83	6,968 ± 2,28	5,12 ± 1,23	3,483 ± 1,24	2,99 ± 0,87	5,812 ± 1,40	4,40 ± 1,10
Signifikanz	P < 0,001		P < 0,001		P < 0,05		P < 0,001	
r²	0,97	0,97	0,98	0,97	0,85	0,95	0,95	0,97
Lak_{max}	10,2 ± 2,7	12,1 ± 2,84	9,4 ± 1,7	10,39 ± 2,58	10,1 ± 2,7	10,71 ± 2,15	9,6 ± 1,3	11,58 ± 2,53
Signifikanz	P < 0,001		P < 0,01		nicht signifikant		P < 0,001	
N	340	118	69	74	53	37	52	55

Tab.6: Vergleich wesentlicher Parameter der LLK aus Stufentests des DSSV und der Leistungsdiagnostik im DSV von 1992-97 bei Schwimmern

Der bereits erwähnte Unterschied des Anstiegs der LLK (b) zwischen Damen und Herren im Mittel aller Disziplinen trifft auch in jeder Disziplin zu, durch die geringe Probandenzahl aber nicht in jedem Fall signifikant.

Je nach Disziplin verläuft die LLK charakteristisch und wird mit zunehmender Streckenlänge steiler (Vgl. Abb.3), wobei sich hier Brustschwimmen den längeren Strecken adäquat verhält. Die Anstiege unterscheiden sich fast ausnahmslos signifikant, selbst die 100m-Strecken untereinander. Etwa gleichen Verlauf (und damit nicht signifikant) haben bei den Männern 200B und 200F, 200B und 400L, 200R und 200/400L sowie 200L und 400L. Diese hohe statistische Sicherheit berechtigt zu dem Vorgehen, für die einzelnen Disziplinen je nach Geschlechts-, Leistungs- und Altersgruppe typische Kurvenverläufe abzuleiten.

Die Kurven überschneiden sich im aerob-anaeroben Übergangsbereich (Laktat 3-4), d.h. daß in diesem Bereich sowohl der „Sprinter“ als auch der Mittelstreckler etwa gleich schnell sind, z.B. bei Laktat 4 100m-Krauler = 1:05,7, 200m-Krauler = 2:12,1 also 1:06, 400m-Krauler = 4:28 also 1:07. Im aeroben Bereich schwimmen die Mittelstreckler sogar entsprechend ihrer guten Ausdauergrundlagen höhere Geschwindigkeiten: 100m-Krauler bei Laktat 2 1:15, 200m-Krauler 1:12, 400m-Krauler 1:11. Wesentlich wird aber der Anstieg durch den anaeroben Bereich geprägt. Hier können die „Sprinter“ bei gleicher Laktatzunahme höhere Geschwindigkeitszuwächse erzielen, was die LLK abflacht (bei Laktat 10 0:56,4/0:59,8/1:02,4). Damit muß im Schwimmen mit kürzer werdender Streckenlänge nicht unbedingt eine Rechtsverschiebung einhergehen, wie das in anderen Sportarten festgestellt wurde (HECK/ROSSKOPF 94), sondern vor allem eine Abflachung (s. auch Querschnittsvergleich).

⁷ Die technologisch bestimmten Unterschiede, indem die heute dominierende ESAT-Methode zu eher niedrigeren Laktatwerten führt, unterstreicht noch die Differenzen.

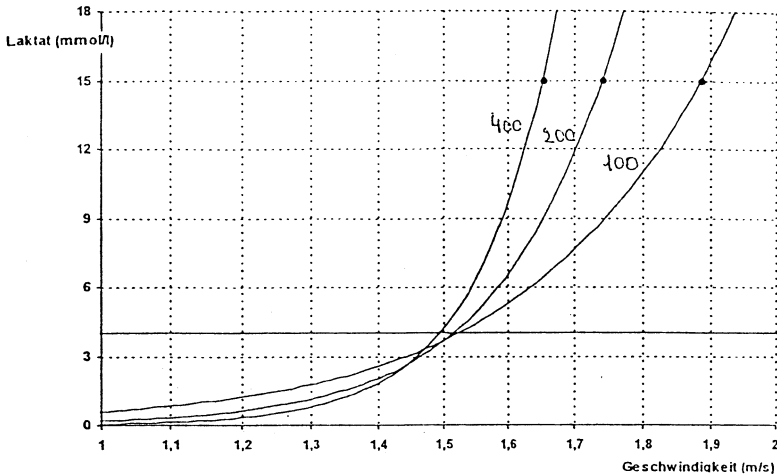


Abb. 3 : Vergleich der modellierten LLK über 100F, 200F und 400F der Männer

Ähnliche Verhältnisse finden sich im Vergleich der Frauen- zu den Männerleistungen, die erst mit zunehmender Intensivierung (Laktatzunahme) weiter auseinandergehen. Während z.B. über 100F bei Laktat 2 im Mittel Frauen wie Männer um 1:15 schwimmen, sind es bei Laktat 4 schon 3 sec und bei Laktat 10 5 sec Differenz. Das äußert sich in den unterschiedlichen Anstiegswerten von 3,6 der Männer zu 5,4 der Frauen (s. Abb.4a). In der Tat können viele Damen die ersten Stufen bei etwa gleichen Laktatwerten mit den Männern mitschwimmen, spätestens ab 3. Stufe führt dann das „Synchronschwimmen“ zu Unter- bzw. Überbelastungen, letzteres besonders bei ehrgeizigen Schwimmerinnen.

Da die Streckenlänge den Anstieg maßgeblich beeinflusst, unterscheiden sich auch b_{100} von b_{200} und b_{400} signifikant. Eine Ausnahme bildet das Brustschwimmen, dessen LLK etwa so steil verläuft wie die der längeren Strecken. Hier ist die Ursache weitgehend motorisch erklärbar. Einer recht großen Bandbreite an Geschwindigkeiten unter aeroben Bedingungen, steht eine sehr geringe, motorisch (Frequenz) bedingte im anaeroben Bereich gegenüber oder anders: Der gute Brustschwimmer kann die ersten drei Stufen gut „nutschen“ muß aber dann recht plötzlich in die „höheren Gänge“ umschalten und jede Geschwindigkeitssteigerung mit relativ hohem Laktataufkommen „erkaufen“ (s. Abb. 4b). Auffallend ist der niedrige Anstieg über 100S, der ebenfalls technisch bedingt ist, da bereits die unteren Geschwindigkeiten mit erheblich größerem Kraftaufwand geschwommen werden. Der aerobe Bereich wird von vielen athletischen „Schmetterlingen“ regelrecht „übersprungen“.

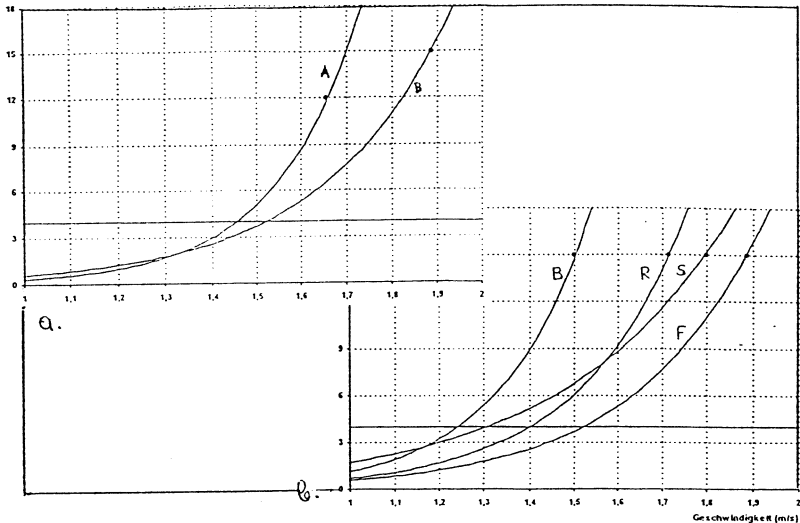


Abb.4: a. Gemittelte Laktat-Leistungskurven über 100 Freistil (A = Damen, B = Herren)
 b. Vergleich der modellierten LLK in den 100 m - Disziplinen der Männer
 (F = Freistil, B = Brust, S = Schmetterling, R = Rücken)

Zusammenfassend kann zum Anstieg (b) gesagt werden, daß er von den drei Kenngrößen der LLK die „undurchsichtigste“ ist und stark saison- und formbedingt im Rahmen eines individuellen Grenzbereiches schwankt. Er wird ferner beeinflusst von der Streckenlänge, dem Geschlecht, der Frequenz, dem Alter und letztlich auch von der Testdurchführung. Veränderungen von b müssen im Zusammenhang mit dem absolvierten Training gesehen werden.

3.2.2.4 Niveau der anaerob-laktaziden Energiebereitstellung (P_{max} , L_{max})

Die dritte Kenngröße ist die maximale Laktatkonzentration im Blut (L_{max}), die in der Regel nach der letzten Stufe erreicht und als Ausdruck des Niveaus der anaerob-laktaziden Energiebereitstellung gewertet wird. Bereits in den vorhergehenden Abschnitten konnten wir den Einfluß dieser Stufe auf die LLK nachweisen. Dabei betrachten wir L_{max} und die maximale Zeit (P_{max}) immer im Zusammenhang. Während im Durchschnitt aller Tests (übers Jahr) Männer und Frauen in der letzten Stufe um 95% ihrer Bestzeit schwimmen, unterscheiden sie sich bei dem dafür aufgebrauchten Laktat signifikant. Durchschnittlich sind es 75% des Wettkampflaktates bei einer Streuung von $\pm 5\%$ (Vg. Tab.7). SIMON (94) erwartet zum Beispiel von Kurzstrecklern in der wettkampfspezifischen Trainingsphase maximale Nachbelastungsspiegel von 12 mmol/l. Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Streckenlängen fallen bei den maximalen Stufentestlaktatwerten deutlicher aus als bei den Wettkampflaktatwerten.

Diszi- -plin	Abweichungen In %		Männer				Frauen			
	Männer	Frauen	DM		Stufentest		DM		Stufentest	
			n	Laktat	n	Laktat	n	Laktat	n	Laktat
100F	80,6	78,9	72	15,0±2,3	118	12,1±2,8	64	12,8±2,3	62	10,1±2,5
200F	70,2	72,0	69	14,1±2,8	157	9,9±2,6	57	11,8±2,4	93	8,5±2,6
400F	66,7	68,8	41	12,3±2,7	46	8,2±2,3	34	9,3±2,4	39	6,4±2,1
100B	78,8	81,7	51	13,2±1,9	74	10,4±2,6	34	11,5±1,7	44	9,4±2,1
200B	77,5	65,6	40	13,3±2,9	58	10,2±2,3	35	12,2±2,0	37	8,0±2,6
100S	78,1	90,2	51	13,7±2,3	37	10,7±2,1	44	11,2±2,4	38	10,1±2,2
200S	75,2	69,4	47	14,1±2,3	19	10,6±1,6	38	11,1±2,1	17	7,7±2,1
100R	80,0	84,8	52	14,5±2,2	55	11,6±2,5	43	12,5±1,8	47	10,6±2,7
200R	85,7	66,9	52	13,9±2,3	48	11,6±2,3	38	12,7±2,3	31	8,5±2,4
Ø/n	77,0	75,4	475	13,9±0,8	570	10,6±1,1	387	11,7±1,0	408	8,8±1,3

Tab. 7: Gegenüberstellung von max. Laktatauslenkung beim Stufentest und Wettkampf

Für ein gutes Ergebnis in der maximalen Stufe ist neben dem Trainingszustand auch eine optimale Testgestaltung wichtig. Darunter verstehen wir:

- eine progressive Gestaltung des submaximalen Bereiches, die aber „nach hinten noch Luft läßt“
- eine Pausengestaltung zwischen der 4. und 5. Stufe, die den individuellen Bedingungen Rechnung trägt (es ist falsch für alle einheitlich 20 min Pause anzusetzen, da einige Schwimmer bei zu langer Pause „außer Tritt“ kommen),
- und schließlich die Sicherung einer weitgehenden Wettkampfathmosphäre (Ruhe, extra Bahn, Start mit Kommando usw.), um die aktuelle Bestleistung abzufordern.

Besonders bei muskulösen Athleten (Sprintertypen) ist die Laktatakkumulation nach den submaximalen Stufen eines der größten Probleme. In der Regel wird dann in der letzten Stufe zwar eine bessere Zeit, aber mit niedrigeren Laktat- und/oder Pulswerten erzielt (Beispiel A). Dem kann man entgegenwirken, indem man den submaximalen Bereich in der Intensität „drosselt“ oder man koppelt die letzte Stufe ab und läßt sie zu einer anderen Zeit als Wettkampf schwimmen. Das funktioniert aber nur, wenn sich der Aktive auch wirklich im Sinne eines Wettkampfes ausbelastet (Beispiel B). Tests mit abgekoppelter maximaler Stufe sind aber schwer mit anderen „normalen“ Tests vergleichbar; dies erst recht im Rahmen eines Verbandskaders. Entscheidet man sich trotzdem dafür, dann sollte diese Testgestaltung auch langfristig durchgestanden werden.

Beispiel A:	Zeit	Laktat	Puls	Beispiel B:	Zeit	Laktat	Puls
M.D. vom 6.03.93	1:07,3	6,3	142	C.K. vom 9.06.93	2:19,2	4,9	144
	1:02,9	8,0	174		2:09,0	5,8	168
	0:58,6	12,1	192		2:00,1	7,8	186
	0:57,1	15,2	216	(DM)	1:49,6	19,8	192
	0:54,2	13,3	198		-	-	-

Oftmals fällt es Schwimmern zur ersten KLD im Trainingsjahr schwer, sich in der maximalen Stufe auszubelasten, da sie konditionell und motorisch unzureichend vorbereitet sind. Wegen zu geringen spezifischen Trainings fehlen spezifische Ausdauer und das Gefühl für die Renngeschwindigkeit. Das zeigt sich besonders bei Brustschwimmern. In dem Beispiel unseres Rekordhalters über 100B wird der Unterschied zunächst am Verlauf der beiden LLK gar nicht so deutlich, sondern an dem die maximale Mobilisation kennzeichnenden Punkten (s. Abb. 5).

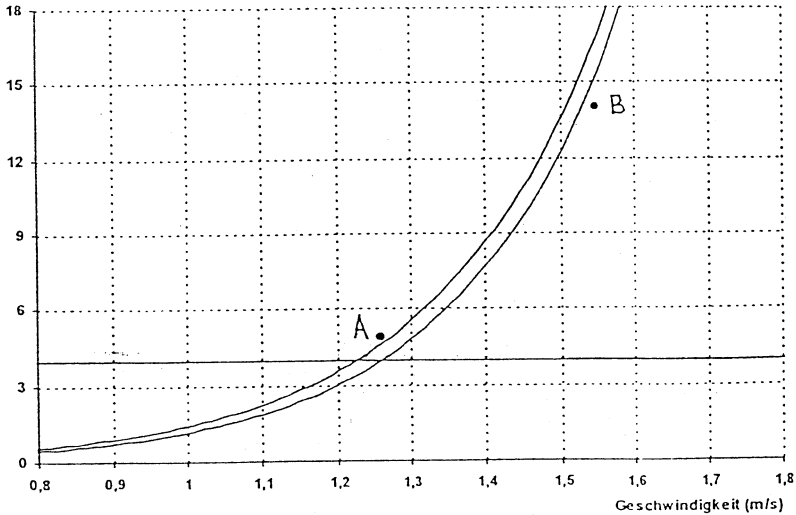


Abb. 5: LLK von M.W. über 100 Brust zu Trainingsjahresbeginn (A) und im Mai (B)

Häufig wird in Frage gestellt, ob aus der LLK eine aktuelle Wettkampfleistung vorausgesagt werden könne. Im Prinzip ist das möglich, ist aber neben einer hohen Test-Signifikanz vor allem an zwei Bedingungen gebunden. Einmal muß sich der Sportler wirklich ausbelasten. Der Test kann nicht nach dem Motto erfolgen: Ich zeige Dir nicht was ich kann, aber Du zeige mir, was ich könnte. Zum anderen muß der Test in Wettkampfnähe liegen, d.h. die guten aeroben Grundlagen sollten bereits in die spezifische Ausdauer (über SA/WA) transformiert sein. Erfahrene Trainer führen die auf die Wettkampfstrecke abgestimmten Stufentests in einem festen Rhythmus (14 bis 3 Tage) vor größeren Wettkämpfen durch. Im Herbst 97 lag die KLD vor den Wintermeisterschaften. Der enge Bezug zwischen prognostizierter Wettkampfleistung bei bekanntem Wettkampflaktat und dem tatsächlichen Wettkampfergebnis wird in Tab. 8 deutlich. Ein Teil der Brustschwimmer weicht davon ab. Hier begann die spezifische Vorbereitung, das „Umschalten“ von der durch die Nebenschwimmart geprägte GA-Phase in die Hauptschwimmart erst nach der KLD.

Sportler	Strecke	Wettkampfprognose	Wettkampfergebnis
B	200 F	2:05,6	2:05,88
B	200 F	1:57,6	1:57,98
H	100 B	1:16,3	1:15,73
K	200 F	1:51,8	1:51,57
K	100 F	0:51,8	0:51,79
N	100 B	1:14,3	1:13,50
S	400 L	5:00,0	5:04,15
S	200 F	2:02,4	2:02,41
S	100 F	0:58,1	0:59,14
S	200 F	1:55,4	1:55,47
S	100 B	1:13,6	1:13,46
D	100 B	1:07,8	1:05,41
H	100 B	1:06,5	1:04,12
N	100 B	1:05,7	1:04,83
P	100 B	1:08,0	1:06,81
W	100 B	1:05,6	1:02,57

Tab. 8: Vergleich zwischen Wettkampfprognose und Wettkampfleistung

3.2.3. Der Längs- und Querschnittsvergleich

Wer aufrichtig und kritisch mit dem Stufentest im Schwimmen umgeht, wird immer versucht sein, die zahlreichen Störgrößen durch gute Kenntnis des Umfeldes (Sportlertyp, Training, andere leistungsdiagnostische Parameter usw.) einzuschränken. Hier liegt der Vorteil der KLD, da Veränderungen in der Kraft oder Technik, aber auch der Gesundheitszustand bei der Interpretation der LLK berücksichtigt werden können. Als Beispiel einer solchen Störgröße sei nochmals die Abnahmezeit genannt. Obwohl bei den meisten Schwimmern/innen die Differenz zwischen 1. und 3. Minute nach der 4. Stufe im Fehlerbereich der Laktatabnahme liegt, gibt es auch erhebliche Abweichungen. Trotzdem werden die „Ausreißer“ durch die mathematische Funktion (Kurvenverlauf) „gebremst“. Dadurch schlagen sich selbst relativ große Abweichungen von etwa 15% beim Laktat nur um 0,3% bis 4,3% auf die von der LLK abgeleiteten Kenngrößen nieder (s. Tab. 9).

Sportler	Abnahme		%	r^2		%	b		%	P4		%	P12/15		%
	1. min	3. min		1. min	3. min		1. min	2. min		1. min	2. min				
S.G. (100B)	8,6	15,7	0,986	2,1	6,51	3,8	1:25,7	0,3	1:14,9	0,8	10,2	0,965	6,77	1:26,0	1:15,5
M.F. (100S)	8,7	16,1	0,975	0,4	4,42	4,5	1:07,2	0,1	1:04,8	1,1	7,3	0,971	4,22	1:07,1	1:04,1
B.U. (100S)	7,9	16,5	0,961	0,4	3,45	6,7	1:19,9	0,3	1:03,7	1,6	6,6	0,965	3,22	1:19,7	1:02,7
M.W. (100B)	6,3	11,3	0,996	1,2	3,41	2,3	1:21,1	0,4	1:01,2	1,0	7,1	0,984	3,49	1:21,4	1:02,3
Ø Diff.		14,9		1,0		4,3		0,3		1,1					

Tab. 9: Auswirkungen extrem unterschiedlicher Abnahmezeiten nach der 4. Stufe und 3. min) auf einige Kenngrößen der LLK

Ungeachtet dieser Rechenexperimente ist die Interpretation gesicherter, wenn uns neben einem validen aktuellen Test noch weitere im Längsschnitt zur Verfügung stehen. Wir können dann besser differenzieren zwischen Veränderungen, die sich aus dem Testablauf (einschließlich Vorbelastung) oder aus dem zurückliegenden Training ergeben. Gleichzeitig wird aber nochmals verdeutlicht, daß eine Interpretation des gesamten Kurvenverlaufes der Trainingspraxis dienlicher ist als ein mit „kühnsten mathematischen Modellen“ herbeigezauberter einzelner Punkt auf der Kurve.

3.2.3.1 Der Längsschnittvergleich

Obwohl im Rahmen der KLD nur zweimal jährlich das Ausdauerniveau überprüft wird, besteht doch - vorausgesetzt der wirkliche Trainingszustand wird widerspiegelt und nicht „gemauert“- oft ein Zusammenhang zwischen der Leistung im Frühjahr und dem folgenden Wettkampfhöhepunkt. Über den Zeitraum eines Olympiazzyklus kann man verschiedene Tendenzen ablesen.

Bei Nachwuchsschwimmern geht die kontinuierliche Leistungssteigerung im Ergebnis der biologischen Entwicklung und ständig zunehmenden Trainingsbelastung einher mit der „klassischen“ Rechtsverschiebung der LLK (s. Abb.6).

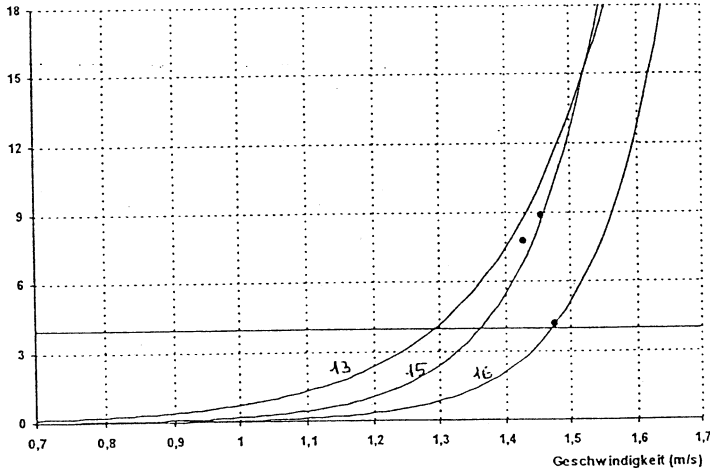


Abb. 6: Rechtsverschiebung der LLK einer Nachwuchsschwimmerin vom 13. bis 16. Lebensjahr

Bei einer unserer talentiertesten Schwimmerinnen der Nationalmannschaft eingenommen zeigte sich in den letzten drei Jahren eine Rechtsverschiebung der LLK über 100R im aeroben Bereich (P4 von 1:14,8 auf 1:11,6) bei Stagnation der anaerob-laktaziden

Leistungsvoraussetzungen (P 15 konstant bei 1:03/Abb.7a). Dementgegen gelang es einer unserer besten Sprinterinnen bei einer Linksverschiebung der LLK im unteren Bereich (P4 von 1:06,5 auf 1:10,4) durch verbesserte Kraftvoraussetzungen in Verbindung mit anaerober Mobilisation den Anstieg von 7,0 auf 3,7 zu verringern (s. Abb. 7b). Es führen „viele Wege nach Rom“, wichtig ist nur, daß Reize gesetzt werden, die zu Veränderungen führen. Gerade dies ist bei „gestandenen“ A-Kadern im Rahmen eines Olympiazklus oft nicht der Fall. Es ist schon ein Lichtblick, wenn sich in Verbindung mit der Vorbereitung auf sportliche Höhepunkte „etwas regt“, denn dazu ist oft ein so enormer Belastungsanstieg notwendig, daß dies zumeist mit einem beträchtlichen Einschnitt in den Schul- oder Berufsalltag verbunden ist. Für Stagnation (bzw. Stabilisation) von GA- und Leistungs-Entwicklung gibt es viele Beispiele, wie z.B. den Freistilschwimmer C.T., der mit Zeiten um 0:50 min im gesamten Olympiazklus den DSV vertrat und ebenso bei P4 kontinuierlich zwischen 1:01 bis 1:00 und bei Pmax um 0:53 geschwommen war.

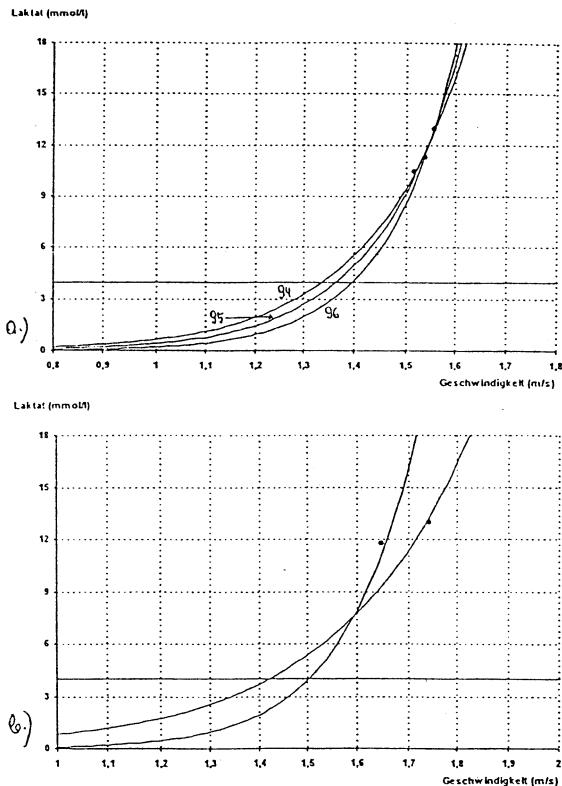


Abb. 7: Leistungsentwicklung über den aeroben Aufbau bei anaerober Stagnation (a) und über Kraft und anaerober Mobilisation bei Rückgang der aeroben Grundlagen (b)

Der DSV hat sich für zwei zentrale KLD im Jahresverlauf (Herbst und Frühjahr) entschieden. Davon abgeleitet gibt es für einen Längsschnittvergleich zwei Ansatzpunkte:

- Wie ist das Niveau der verschiedenen Kenngrößen zum gleichen Zeitpunkt des vorangegangenen Jahres einzuschätzen?
- Wie entwickeln sich die Kenngrößen der LLK vom Herbst bis zum Frühjahr?

Diese zweite Fragestellung wurde an den LLK männlicher AC-Kader überprüft. Es ist anzunehmen, daß in diesem Zeitraum die sportliche Leistung vor allem über ein wirksames Ausdauertraining verbessert wird. Dies führt auch bei einem Drittel der Schwimmer zu der bekannten Rechtsverschiebung der LLK (s. Tab. 11).

	P4 (%BZ)		P6 (%BZ)		Pmax (%BZ)		Lktmax		b	
	F	H	F	H	F	H	F	H	F	H
P	>0,001		<0,05		<0,001		<0,05		<0,01	
Ø	84,3	80,2	89,0	85,7	95,9	92,7	10,5	10,1	5,75	4,99
s	5,17	6,13	4,04	4,60	2,60	3,27	2,46	2,40	2,69	2,32

Tab. 11: Vergleich von Kenngrößen der LLK Herbst(H) zu Frühjahr (F) bei männlichen A-C-Kadern (n= 77, P= Signifikanz)

Das Niveau der Stufentests beider KLD hängt stark vom Zeitpunkt der KLD ab. Es ist ein großer Unterschied, ob die Schwimmer zur ersten KLD (Ende Oktober/Anfang November) bereits die ersten Wochen GA hinter sich haben oder (wie im September) mit der KLD das Trainingsjahr beginnen. Die Zuverlässigkeit eines Vergleichs ist aber an etwa gleiche Bedingungen gebunden. Ferner haben wir unterschiedliche Periodisierungen zu berücksichtigen, ob z.B. der Herbst für umfangreiche Basisleistungen genutzt wird oder bereits nach einer nur kurzen GA-Phase die Sprint-EM/WM vorbereitet werden. Ebenso ist es bei den Frühjahrs-KLD wichtig zu wissen, ob eine mit dem Weltcup verbundene längere Leistungsausprägung durchgeführt oder „durchtrainiert“ wurde. Zumindest bei einem systematischen Jahresaufbau mit Konzentration auf die Nominierungswettkämpfe (DM) und den Jahreshöhepunkt müßte sich P4 um etwa 5% und Pmax um 2-3% (von 93 auf 95%) verbessern. In den Phasen der Leistungsausprägung ist von einem entsprechend höherem Niveau auszugehen, besonders bei jüngeren Schwimmern/innen, wie das Beispiel der UWV für die JEM 96 zeigt (s. Tab. 12).

Strecke	N	P4	Pmax ⁸	max. Laktat	b
100	22	87,2%	99,1%	9,8	5,34
200	31	91,7%	99,4%	0,4	7,49
300	10	94,0%	98,6%	6,8	8,91
(Ø)	63	(91,0%)	(99,0%)	(8,7)	

Tab. 12: Kenngrößen der LLK in der UWV-JEM 96

Wie problematisch unser Zugriff auf nur zwei Tests im Jahresverlauf im Sinne einer optimalen Auswertung ist, soll folgendes Beispiel aus der JEM-UWV verdeutlichen:

⁸ Pmax bezieht sich auf die Bestzeit des vergangenen Jahres, die bei jungen Sportler zu dieser Zeit bereits unterboten wird/wurde

F.R. schwimmt zu Lehrgangsbeginn einen 200F-Test mit $P_4 = 2:20,6$ und nur eine Woche später 2:10,4. Eine solche Entwicklung über diesen kurzen Zeitraum ist nicht möglich und wir waren versucht, dies mit einer Glykogenverarmung zu begründen. Die daraufhin genommenen Hamstoffwerte bestätigten aber nicht den Verdacht. Erst Hinterfragen des Trainings der Wochen zwischen Nominierung und Lehrgang und das Abfordern des letzten Stufentests vor den DJM brachten Licht in das Dunkel. F. war krank gewesen, hatte fast vier Wochen nicht richtig trainiert und war mit dem zweiten Test erst wieder an das Niveau der Tests vor den DJM herangekommen.

3.2.3.2 Querschnittsvergleich

Ein Querschnittsvergleich ist sinnvoll, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- etwa gleicher Zeitpunkt oder inhaltlich gleicher Rahmen im Jahresaufbau,
- gleiche Disziplin,
- gleiche Bahnlänge (Tests auf 25m-Bahn fallen anders aus),
- annähernd gleiche Bedingungen (z.B. nicht NN zu Höhe),
- etwa gleicher Kaderkreis und zuverlässige Tests,

es sei denn, man möchte bewußt bestimmte Unterschiede nachweisen (alt zu jung, 100 zu 200m, männlich zu weiblich usw.).

Ein solcher Vergleich über alle Disziplinen würde aber den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Wegen der defizilen Fragestellung und der damit verbundenen Notwendigkeit, „Roß und Reiter“ zu nennen, bleibt er der zentralen KLD des Verbandes vorbehalten. Deshalb hier abschließend ein eindrucksvolles Beispiel, in dem sich die „Klasse“ einer Schwimmerin auch im Querschnittsvergleich zeigt. Die LLK unserer Weltrekordlerin über 200F hebt sich deutlich von der anderer Spitzschwimmerinnen und dem Mittel aller 200F-Schwimmerinnen ab (Abb.8).

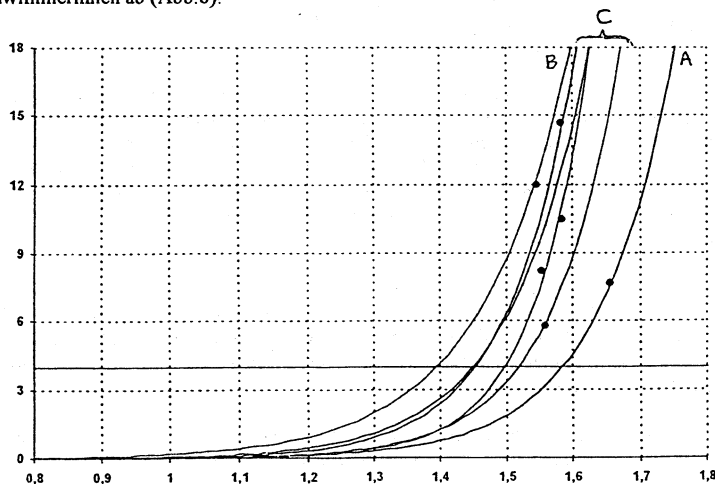


Abb.8: Rechtsverschiebung der LLK im Querschnittsvergleich (A=Weltrekordlerin, B=Mittel aller 200m-Schwimmerinnen, C= A-Kader DSV)

3.2.4. Abschlußbemerkung

- Die **Grundlagenausdauer (GA)** ist und bleibt weiterhin die **wesentliche Basisfähigkeit** im Schwimmen. Das zählt erst einmal uneingeschränkt für das Nachwuchstraining. Im Hochleistungstraining hat sich im letzten Olympiazzyklus aber der Trend verdeutlicht, daß 50/100m-Leistungen mit einem Minimum (besser: Optimum) an GA erbracht werden, das individuell noch zu definieren ist. Es gibt aber keinen Anlaß, nicht mehr von einer „Ausdauerdisziplin“ zu sprechen, auch wenn anderen konditionellen Fähigkeiten wie Kraft und Schnelligkeit (eigentlich Kraftausdauer und Schnelligkeitsausdauer) mehr Platz eingeräumt wird.
- Der Olympiazzyklus zeigte ferner, daß im DSV die **MZA/KZA-Disziplinen** von Sportlern international erfolgreich vertreten werden, die zu den ältesten der Nationalmannschaft zählen (Hoffmann, Zesner, Hase, Kielgaß). Jüngere Sportler haben trotz guter Ansätze (EM Jung, JEM-Leistungen) diesen Sprung nicht geschafft. Die **älteren Sportler** halten ihr GA-Niveau seit z.T. über zwei Olympiazzyklen auf etwa gleichem (je nach Wettkampfhöhepunkt jährlich wechselndem) Niveau. Sie beherrschen die „Spielregeln“ dieses Trainings (2 TE/Tag, Höhenttraining, Belastungsgipfel bis 100 km/Wo.) weitgehend. Reserven sind z.B. noch in einem engeren Heranführen des Höhentrainings an den Hauptwettkampf zu sehen.
- Die **jüngeren Kader** im DSV können (oder wollen?) die für ein hohes GA-Niveau erforderlichen **Belastungsumfänge** nicht annehmen. Das führt zu einem Rückgang in jenen Disziplinen, in denen der Belastungsumfang weiterhin maßgeblich ist (200S, 400L, 800 und 1 500F). Die dazu erforderlichen **Fördermöglichkeiten** reichen nicht aus bzw. sind auf einige Stützpunkte in Ostdeutschland (mit Sportschulen) beschränkt. Wenn im neuen Olympiazzyklus die 2 TE/Tag nicht konsequent eingefordert werden, werden o.g. Disziplinen im DSV „aussterben“.
- Durch das insgesamt zu geringe, den unzureichenden Trainingsumfängen geschuldete niedrige GA-Niveau wird selbst die Wirksamkeit des **Höhentrainings** in Frage gestellt. Wer nur einmal täglich trainiert, benötigt diesen Belastungsreiz kaum; im Gegenteil, die Sportler sind zunehmend für diese Reize nicht vorbereitet und verkraften sie nicht. Im Nachhinein werden dann Ursache und Anlaß verwechselt. Ebenso unverständlich ist, wenn die Nominierungsleistung mit Höhenttraining vorbereitet, in der UWV aber darauf verzichtet wird.
- Die guten Erfahrungen aus der Vorbereitung der international hochwertigen 50/100m-Leistungen von Warnecke/Völker sollten bei den zukünftigen **UWV-Modellen** des DSV berücksichtigt werden. Hier wird ein Höhenttraining nicht für erforderlich gehalten. Dafür müßte umfangreicher und zielstrebig im Kanal (S/SA/WA) und an Meßplätzen (Start/Wende) gearbeitet werden.
- Der **Stufentest** nach PANSOLD hat sich nach anfänglichen Querelen als Standard-Feldtest zur Einschätzung der Ausdauerfähigkeiten im letzten Olympiazzyklus bewährt und im DSV durchgesetzt. Das letzte Symposium zu „Energetischen Fragen der Leistungsdiagnostik“ (Sept.96 in München) hat auch die Vorgehensweise bestätigt, die

Aussagen nicht an irgendwelchen Schwellenwerten festzumachen, sondern verstärkt über den Verlauf der Laktat-Leistungskurve die Wirksamkeit des Trainings einzuschätzen und Empfehlungen für die Ausdauerbereiche abzuleiten.

Im Interesse einer aussagekräftigeren und praxisdienlicheren Begleitung durch die zentrale Leistungsdiagnostik reichen die zwei KLD-Stufentests pro Jahr nicht aus, zumal sie zu unter Ausdauer-Aspekt ungünstigen Zeitpunkten durchgeführt werden. Deshalb sollten diese Tests durch die bis zu drei Wochen vor den Wettkampfhöhepunkten pro TA durchgeführten Tests ergänzt werden. Die Auswertung kann, falls dies örtlich nicht möglich ist, durch die Diagnosezentren übernommen werden.

- Mit der Festlegung, den Stufentest bei der KLD in der Wettkampfstrecke durchzuführen, ergibt sich zumindest zur Herbst-KLD bei Brust- und Schmetterlingsschwimmern das Problem, daß die bis dato in der Nebenschwimmart durchgeführte GA schlecht nachweisbar ist. Wir empfehlen deshalb, im **Heimtraining das Programm durch Stufentests über 4x400F oder 8x200F zu ergänzen.**
- Ausdauerfähigkeiten einzuschätzen, ohne den trainingsmethodischen Hintergrund zu kennen, verleitet zu Fehlinterpretationen. Das trifft ebenso für Kraft und andere Diagnosebereiche zu. Wenn der DSV aufrichtig an einer zentralen Leistungsdiagnostik mit ihren objektiven Möglichkeiten einer qualifizierteren Führung der Ausbildungsprozesse interessiert ist, kann er im neuen Olympiazzyklus auf eine **Trainingsdokumentation** seiner Kadersportler nicht verzichten. Ein vom OSP Hamburg erarbeitetes Programm liegt inzwischen dem DSV vor.

Literaturnachweis:

- Heck/Roskopf: Die Laktat-Leistungsdiagnostik – valider ohne Schwellenkonzepte, TW Sport+Medizin 5, 5/93 S. 344 - 352
- Heck/Roskopf: Grundlage verschiedener Laktatschwellenkonzepte und ihre Bedeutung für die Trainingssteuerung, in: Clasing u.a.: Stellenwert der Laktatbestimmung in der Leistungs-Diagnostik, Fischer 1994, S. 47 – 64
- Mader, A.: Aussagekraft der LLK in Kombination mit anaeroben Tests zur Bestimmung der Stoffwechsellkapazität, in Clasing (s. oben), S. 149
- Neumann, G.: Laktatorientiertes Ausdauertraining – Grenzen erkennen, valide Möglichkeiten nutzen, TW Sport+Medizin 6, 3/94, S. 411-424
- Pansold u.a.: Handbuch zur Nutzung des Computerprogramms Stufentest, OSP Berlin 1992
- Pansold/Zinner: Die Laktat-Leistungskurve – ein Analyse und Interpretationsmodell der Leistungsdiagnostik im Schwimmen, in Clasing (s. oben), S. 47 – 64
- Rudolph: Valide Leistungsdiagnostik nur bei spezifischen Testaufbau, TW Sport+Medizin 6, 3/94, S. 203 - 206
- Rudolph : Zur Arbeit mit dem Stufentest nach PANSOLD im Schwimmen, in „Lernen und optimieren“, Reihe der DSTV, Heft 8, S. 95
- Simon: Laktat zur aeroben und anaeroben Leistungsdiagnostik im Schwimmen, in Clasing (s. oben), S. 81-87

Anlage I:

Zeit bei Laktat 4,6,12 und in der max. Stufe in % der Bestzeit - Frauen (16 - 30 J.)

(TabBZ^{am}.doc)

Disziplin		n	BZ	P4	P6	P12	P _{MAX}	LKT _{MAX}
100 F	Ø	62	0:57,75	84,03	88,83	95,53	94,25	10,1
	s		1,68	3,58				2,48
200 F	Ø	93	2:06,86	89,10	92,1	98,1	94,45	8,5
	s		3,97	4,53				2,59
400 F	Ø	39	4:25,25	93,86	96,48	100,94	95,73	6,42
	s		9,78	2,44				2,15
100 B	Ø	44	1:13,51	87,62	91,29	97,78	95,55	9,4
	s		2,02	3,64				2,08
200 B	Ø	37	2:39,73	91,06	93,25	97,72	94,89	8,0
	s		6,05	2,76				2,57
100 S	Ø	38	1:04,13	83,62	89,44	99,06	95,38	10,1
	s		2,65	5,07				2,20
200 S	Ø	17	2:18,57	86,68	90,68	97,59	92,99	7,7
	s		3,32	3,72				2,16
100 R	Ø	47	1:04,03	85,14	89,33	96,62	94,77	10,6
	s		2,27	3,70				2,75
200 R	Ø	31	2:19,92	90,87	93,72	98,57	95,46	8,5
	s		5,64	2,83				2,40
200 L	Ø	16	2:20,10	89,20	92,08	96,98	95,45	10,0
	s		2,73	4,10				2,14
400 L	Ø	9	4:55,46	90,19	92,65	97,00	95,06	8,9
	s		5,24	2,48				2,40

100	Ø			85,10			94,99	10,05
200	Ø			89,38			94,67	8,54
400	Ø			92,03			95,40	7,66

Zus	Ø			88,30	91,80	97,81	94,91	8,92
	s			3,07	2,14	1,35	0,75	1,20

n = 433

Anlage 2:

Zeit bei Laktat 4,6,12 und in der max. Stufe in % der Bestzeit - Männer (16 - 30 J.)

(TabBZ*sm.doc)

Diszi- plin		n	BZ	P4	P6	P15	P _{MAX}	LKT _{MAX}
100 F	Ø	118	0:52.67	80,37	86,1	99,5	95,9	12,1
	s		1.97	5,16	4,90	3,90	3,18	2,84
200 F	Ø	157	1:54.79	87,14	91,04	100,03	95,60	9,96
	s		2.10	3,74	3,91	3,57	3,04	2,59
400 F	Ø	46	4:01.52	91,57	93,22	99,87	95,04	8,23
	s		23.07	3,15	3,68	3,93	3,05	2,30
100 B	Ø	74	1:04.74	80,31	85,78	97,97	92,91	10,39
	s		1.88	4,50	4,20	4,28	3,67	2,58
200 B	Ø	58	2:25.81	87,16	90,32	97,43	94,08	10,29
	s		6.27	4,15	3,32	3,41	3,11	2,30
100 S	Ø	37	0:57.89	75,57	84,62	104,13	96,26	10,71
	s		2.36	7,58	7,60	5,36	4,24	2,15
200 S	Ø	19	2:03.34	82,94	87,59	98,01	93,46	10,61
	s		7.69	2,89	4,08	4,60	4,69	1,61
100 R	Ø	55	0:58.12	80,63	86,58	99,67	95,83	11,58
	s		1.59	5,23				2,53
200 R	Ø	48	2:07.94	87,42	90,99	99,00	96,46	11,61
	s		5.04	3,35				2,31
200 L	Ø	21	2:12.74	87,76	91,77	100,52	96,01	10,24
	s		7.48	3,44				2,49
400 L	Ø	9	4:33.02	90,13	93,49	101,00	96,66	9,02
	s		10.70	2,28				1,32

100	Ø			79,22			95,22	11,20
200	Ø			86,48			95,12	10,54
400	Ø			90,85			95,85	8,63

Zus	Ø			84,63	89,22	99,74	95,16	10,43
	s			4,73	3,02	1,75	1,18	1,07

n = 642

Anlage 3:

Mittelwerte und Streuung der wesentlichen Parameter der LLK - Frauen (16 - 30 J.)

(TabLLkw.doc)

Diszi plin		n	BZ	P4	P6	P12	P _{MAX}	b	r ²	LKT _{MAX}
100 F	Ø	62	0:57,75	1:08,75	1:05,01	1:00,45	1:01,27	5,22	0,97	10,1
	s			2,95	2,44	2,38	2,31	1,33	0,036	2,48
200 F	Ø	93	2:06,86	2:23,18	2:17,67	2:09,30	2:14,31	8,21	0,97	8,5
	s		3,97	11,48	8,86	6,27	6,84	2,13	0,022	2,59
400 F	Ø	39	4:25,25	4:42,65	4:34,93	4:22,76	4:37,06	11,36	0,95	6,42
	s		9,78	9,05	9,41	11,00	0,07	3,86	0,039	2,15
100 B	Ø	44	1:13,51	1:24,03	1:20,52	1:15,18	1:16,93	8,325	0,97	9,4
	s		2,02	3,02	2,75	2,80	2,45	2,30	0,021	2,08
200 B	Ø	37	2:39,73	2:55,41	2:50,79	2:43,45	2:48,32	13,65	0,97	8,0
	s		6,05	4,80	4,53	4,50	5,10	2,47	0,020	2,57
100 S	Ø	38	1:04,13	1:16,69	1:11,70	1:04,74	1:07,23	5,17	0,96	10,1
	s		2,65	3,27	2,33	3,57	1,99	1,99	1,69	2,20
200 S	Ø	17	2:18,57	2:40,04	2:32,81	2:21,99	2:29,01	7,60	0,96	7,7
	s		3,32	8,62	6,97	6,18	5,12	2,10	0,030	2,16
100 R	Ø	47	1:04,03	1:15,32	1:11,68	1:06,27	1:07,56	6,39	0,97	10,6
	s		2,27	4,20	3,55	2,99	2,61	1,41	0,028	2,75
200 R	Ø	31	2:19,92	2:33,98	2:29,30	2:21,95	2:26,57	10,51	0,97	8,5
	s		5,64	6,05	5,49	5,18	4,70	2,23	0,015	2,40
200 L	Ø	16	2:20,10	2:37,06	2:32,14	2:24,46	2:26,77	10,43	0,98	10,0
	s		2,73	7,10	6,04	4,73	3,74	2,14	0,015	2,14
400 L	Ø	9	4:55,46	5:27,91	5:18,89	5:04,60	5:10,83	12,48	0,97	8,9
	s		5,24	12,41	11,27	10,33	10,41	3,17	0,030	2,40

100	Ø							6,27		10,05
200	Ø							10,08		8,54
400	Ø							11,92		7,66

Zus	Ø							9,03	0,97	8,92
	s							2,74	0,07	1,20

Anlage 4:

Mittelwerte und Streuung der wesentlichen Parameter der LLK - Männer (16 - 30 J.)

(TabLLkw.doc)

Disziplin	n	BZ	P4	P6	P15	P _{MAX}	b	P ²	LKT _{MAX}	
100 F	Ø	118	0:52,67	1:05,73	1:01,17	0:52,95	0:54,92	3,78	0,97	12,1
	s		1,97	4,01	3,00	2,06	1,74	0,83	0,024	2,84
200 F	Ø	157	1:54,79	2:12,06	2:06,08	1:54,75	2:00,07	6,24	0,97	9,96
	s		2,10	6,17	4,93	4,10	3,65	1,54	0,023	2,59
400 F	Ø	46	4:01,52	4:27,59	4:19,09	4:01,82	4:14,12	8,94	0,96	8,23
	s		23,07	10,28	9,53	9,52	7,75	2,77	0,038	2,30
100 B	Ø	74	1:04,74	1:20,61	1:15,47	1:06,68	1:09,68	5,12	0,96	10,39
	s		1,88	4,07	3,17	2,83	2,56	1,23	0,057	2,58
200 B	Ø	58	2:25,81	2:47,29	2:41,43	2:29,65	2:34,97	9,70	0,97	10,29
	s		6,27	5,90	5,36	5,10	4,83	1,76	0,027	2,30
100 S	Ø	37	0:57,80	1:16,60	1:08,41	0:55,59	1:00,14	2,99	0,95	10,71
	s		2,36	9,13	5,20	2,98	2,54	0,87	0,033	2,15
200 S	Ø	19	2:03,34	2:28,71	2:20,81	2:05,74	2:11,97	5,45	0,97	10,61
	s		7,69	5,85	5,74	5,79	6,19	0,76	0,023	1,61
100 R	Ø	55	0:58,12	1:12,08	1:07,13	0:58,31	1:00,65	4,40	0,97	11,58
	s		1,59	5,30	3,48	2,20	1,56	1,10	0,026	2,53
200 R	Ø	48	2:07,94	2:26,34	2:20,61	2:09,23	2:12,64	7,56	0,97	11,61
	s		5,04	6,09	5,52	5,07	4,40	1,41	0,021	2,31
200 L	Ø	21	2:12,74	2:31,24	2:24,73	2:12,05	2:18,25	7,50	0,97	10,24
	s		7,48	9,28	7,63	6,66	5,23	2,01	0,016	2,49
400 L	Ø	9	4:33,02	5:02,92	4:52,04	4:30,30	4:24,46	8,80	0,97	9,02
	s		10,70	16,66	13,17	8,06	11,39	1,65	0,023	1,32

100	Ø						4,07		11,20
200	Ø						7,29		10,54
400	Ø						8,87		8,63

Zus	Ø						6,40	0,996	10,43
	s						2,15	0,06	1,07

KLAUS RUDOLPH

3.3 Schnelligkeit in der KLD des DSV

Im Interesse einer komplexeren Leistungsdiagnostik wurde 1996 ein Schnelligkeitstest über 15m in der Hauptschwimmart in die zentrale KLD des DSV aufgenommen. Er erfaßt die **lokomotorische Schnelligkeit**, also „die Fähigkeit des Sportlers, sich durch zyklische Bewegungen mit höchstmöglicher Geschwindigkeit fortzubewegen“¹. Andere Autoren sprechen von der schwimmerischen **Grundschnelligkeit**, die man etwa 7-12 sec lang halten kann. Dabei werden Strecken von 15-20m (mit Start 25m) angegeben². Der damit verbundene physiologische Ansatz, daß solche maximalen körperlichen Leistungen über einen so kurzen Zeitraum weitgehend alaktazid ablaufen würden, kann nach neuesten Untersuchungen nicht mehr geteilt werden³. Auch bei uns erreichten international hochrangige „Sprinter“ sowohl im Kanal als auch im Becken bei Sprints von 5-12 sec Laktatwerte von 5 – 7 mmol/l.

Die auch der Schnelligkeit zugeordneten azyklischen Formen wie **Schnellkraft** und die nicht konditionell determinierte **Reaktionsschnelligkeit** werden bereits seit Jahren bei den Kadern des DSV im Rahmen von Wettkampfanalysen, mit Start- und Wendenmeßplätzen sowie bei Sprungkrafttests gemessen (s. dort).

3.3.1 Wie ermitteln wir die maximale Schwimmgeschwindigkeit ?

Zunächst wenden wir uns der Maximalgeschwindigkeit des Schwimmers zu und gehen davon aus, daß diese weitgehend in 50m-Wettkämpfen im 1. Abschnitt (je nach Kamerastandpunkt 7,5m bzw. 10m – 25m) erreicht wird. Dieser Abschnitt ist stark von der Startgeschwindigkeit geprägt, das ist aber im Schnelligkeitstraining zumeist nicht anders. Dabei erzielen die Männer auch relativ (im Vergleich zu den anderen Strecken) höhere Geschwindigkeiten als die Damen, was sich im zunehmenden Spreizen beider Kurven zeigt (Vgl. Abb.1).

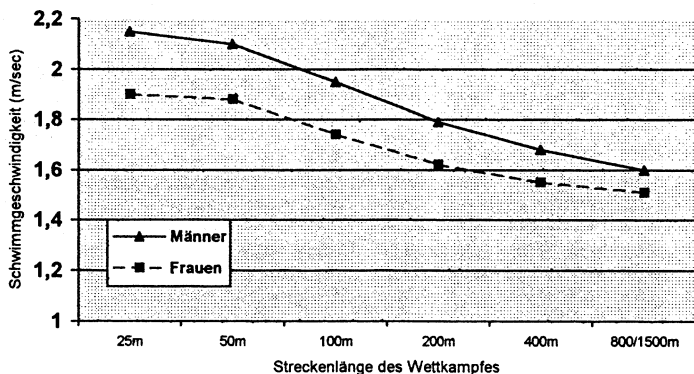


Abb.1: Vergleich der "reinen" Schwimmgeschwindigkeit des 7,5-25m-Bereiches über 50m zu der der anderen Wettkampfstrecken im Freistilschwimmen (Finale OS 96)

Im klassischen Sinne müßten wir uns zunächst auf den 15-Bereich beschränken, der aber stark oder gänzlich durch den Start beeinflusst ist. Aber durch die hohe Motivation und die optimalen Bedingungen werden auch im ersten Teilabschnitt (7,5m – 25m) der 50m-Wettkämpfe Geschwindigkeiten geschwommen, die der Schwimmer im Training kaum erreicht, setzt man die gleichen Anforderungen (Start mit Kommando, Stoppen "Kopfdurchgang") voraus. Zurecht verweist SCHNABEL auf die *"erheblichen Unterschiede, die aufgrund unterschiedlicher Motivation und Stimulation zwischen Trainings-, Test- und Wettkampfergebnissen bestehen können (ebenda)"*.

Wie kann man nun diese Maximalgeschwindigkeit ermitteln, um einen Bezugspunkt zu den Zeiten zu finden, die die Aktiven im Rahmen der KLD über 15m schwimmen ?

PFEIFER leitete aus Wettkampfanalysen der 100m-Disziplinen einheitlich für das Niveau der lokomotorischen Schnelligkeit ab: 110-115% der Leistungszielgeschwindigkeit der 100m-Strecke über Rücken und 115-120% in den weiteren Lagen mit Start von oben, sowie 105-110% mit Beinabstoß. Mit der folgenden Tabelle wollen wir am Beispiel der A- und B-Finale von Atlanta diesen Zusammenhang prüfen. Dabei fällt eine hohe Übereinstimmung der Mittelwerte von Frauen und Männer auf, die beide 105,9% ihrer durchschnittlichen reinen Schwimmgeschwindigkeit im ersten Teilabschnitt von 7,5m bis 25m realisieren, mit den gleichen Differenzierungen, wobei Schmetterling den höchsten Anteil hat. Dies ist auf die enorme Geschwindigkeitssteigerung durch die Delphin-Beinbewegung zurückzuführen.

Geschlecht	Disziplin	v 100m	v 25m	Diff.%
Männer	Freistil	1.94	2.13/2.04	109,8/105,1
	Brust	1.52	1.60	105,3
	Schmett	1.79	1.93	107,8
	Rücken	1.70	1.79	105,3
Mittelwert				105,9
Frauen	Freistil	1.73	1.87/1.83	108,1/105,8
	Brust	1.37	1.45	105,8
	Schmett	1.59	1.70	106,9
	Rücken	1.53	1.61	105,2
Mittelwert				105,9

Tab.1: Reine Schwimmgeschwindigkeit der ersten 25m zur 100m-Strecke (bei Freistil auch zur 50m-Strecke) bei den Finalisten der OS 96

Daß die PFEIFERSchen Richtwerte nicht erreicht werden, läßt darauf schließen, daß seinerzeit nicht von der wirklichen (reinen) Schwimmgeschwindigkeit ausgegangen wurde, sondern – ohne Abzug von Start und Wenden – von den Endzeiten, z.B.

Popov	100F in 0:48,74 ($v=100:48,74 = 2,05$), geht an (25m) mit 0:10,60 ($v= 25:10.60 = 2.36$), damit $2,36 : 2,05$ (in %) = 115,1%
-------	---

Ausgehend von den Rennverläufen der Endlaufteilnehmer bei den Olympischen Spielen von Atlanta können wir bezogen auf die 100m-Zeit für die 15m- und 25m-Abschnitte folgende Richtwerte empfehlen (s. Tab.2).

	Männer		Damen	
	15m	25m	15m	25m
Freistil	12,00	21,85	12,20	22,05
Brust	11,19	21,26	11,74	21,68
Schmett	11,34	21,03	11,71	21,40
Rücken	12,33	22,35	12,81	22,72

Tab. 2: Angezeiten in % der 100m-Endzeit der Finals von Atlanta 96

Für die reine Schnelligkeit sollten von den nach Tab. 2 berechneten Zeiten für 15m ein bis zwei Zehntel und für 25m zwei bis vier Zehntel abgezogen werden. Am Beispiel der 100m-Brust, die J.K. anlässlich der WM-Nominierung schwamm, soll dieses Vorgehen nochmals verdeutlicht werden (s. Tab.3). Der Unterschied zwischen Start von oben bzw. von unten beträgt im Mittel 0,6 sec⁴, dies wurde nochmals experimentell bei 20 Kadersportlern ermittelt.

WK-Abschnitt	IST (in min)	berechnet	Ziel für S
15 m	0:06,96	0:06,92	0:06,75
25 m	0:13,36	0:13,16	0:12,73
50 m	0:29,02	0:29,00	-
100 m	1:01,90	-	-

Tab.3: Vergleich der Wettkampfleistung mit berechneten Teilzeiten und Empfehlungen für den Schnelligkeitsbereich (Beispiel Deutscher Meister über 100B)

Abschließend sollen nochmals die schnellsten Zeiten und Schwimgeschwindigkeiten über die 15m- und 25m-Abschnitte bei den OS 96 aufgeführt werden (s. Tab.4).

Schwimmart		Männer		Frauen	
		15m-Zeit	25m-Zeit (v)	15m-Zeit	25m-Zeit (v)
Freistil	Mittelwert	5,72	10,40 (2.13)	6,64	12,00 (1.87)
	Minimum	5,57	10,20 (2.21)	6,37	11,63 (1.95)
		Jiang	Jiang (Hall)	Le Jingyi	Le Jingyi (Le J.)
Brust	Mittelwert	6,95	13,19 (1.60)	8,19	15,13 (1.45)
	Minimum	6,43	12,63 (1.65)	7,77	14,50 (1.49)
		Dzharuriya	Dzharuriya (Zeng)	Heyns	Heyns (Heyns)
Schmett.	Mittelwert	6,06	11,23 (1.93)	7,09	12,96 (1.70)
	Minimum	5,73	10,77 (1.99)	6,57	12,17 (1.79)
		Pankratov	Pankratov(Pankr.)	Martino	Martino (Martino)
Rücken	Mittelwert	6,88	12,47 (1.79)	8,05	14,27 (1.61)
	Minimum	6,43	11,97 (1.81)	7,37	13,63 (1.66)
		Rouse	Rouse (Rouse)	Botsford	Botsford (Hedgepeth)

Tab.4: Mittelwerte und Minima der 15m und 25m-Teilzeiten (Geschwindigkeiten in m/sec) der 100m (Freistil 50m-) Finale der Olympischen Spiele 1996

3.3.2. Vergleich der Zeiten, Frequenzen, Geschwindigkeiten und Zykluswege zwischen 50m und 100m-Wettkämpfen im 7,5m – 25m-Abschnitt

Mit dem folgenden Vergleich soll geprüft werden, um wieviel schneller die 50m- Wettkämpfe gegenüber den 100m angegangen werden und wie sich dabei Frequenz und Zyklusweg verhalten. Dazu können nur die beiden Strecken bei gleichen Schwimmern zu gleichen Zeitpunkten verglichen werden. Dabei muß man auf eine große Zahl von Wettkämpfen zurückgreifen, da nur eine Minderheit in beiden Wettkämpfen startet.

Das macht nochmals deutlich, daß es eine große Zahl von „Sprintern“ gibt, deren gutes Niveau nur bis 50m reicht. Leicht läßt sich dieser Vergleich noch über die Freistildisziplinen führen, deshalb wurden hier auch die 50/100F der Damen von Atlanta mit herangezogen. Problematischer ist dies bei den anderen Lagen, da diese nur bei Kurzbahnwettkämpfen über 50m geschwommen werden.

Name	100m				50m				Differenz (%)		
	t	v	f	s _z	t	v	f	s _z	v	f	s _z
Spanneberg	11.04	2.04	49	2.50	10.99	2.06	54	2.29	101,0	110,2	91.6
Conrad	11.02	2.03	55	2.22	10.97	2.03	58	2.10	100,0	105,5	94.6
Lüderitz	11.14	1.99	46	2.59	10.65	2.10	57	2.21	105.5	123.9	85.3
Tröger	11.14	2.04	58	2.11	10.93	2.05	63	1.95	100.5	108.6	92.4
Kunzelman	11.48	1.99	48	2.43	11.05	2.05	61	2.02	103.0	127.1	83.1
Günzel	11.90	2.00	50	2.40	10.92	2.05	59	2.09	102.5	118.0	87.1
Pinger	11.08	2.02	54	2.25	10.60	2.13	60	2.13	105.4	111.1	94.7
Zikarsky,Bj	11.18	2.01	48	2.51	10.84	2.09	56	2.24	104.0	116.7	89.2
Zikarsky,B	10.90	2.08	51	2.45	10.54	2.13	54	2.37	102.4	105.9	96.7
Rudolph	10.86	2.07	54	2.20	10.54	2.17	60	2.17	104.8	111.1	98.6
Mittelwert	11.18	2.03	51.3	2.37	10.80	2.08	58.2	2.16	102.9	113.8	91.3
t	±0.30	±0.03	±3.6	±0.15	±0.19	±0.04	±2.8	±0.1	±1.9	±7.0	±4.8
Popov	10.60	2.07	52.2	2.38	10.27	2.14	61.4	2.09	103.4	117.6	87.8
Hall	10.57	2.10	48.0	2.62	10.23	2.21	55.4	2.39	105.2	115.4	91.2
Scherer.	10.87	2.04	50.0	2.45	10.33	2.17	58.1	2.25	106.4	116.2	91.8
Hoogenb	10.73	2.07	53.7	2.31	10.57	2.10	60.0	2.10	101.4	111.7	90.9
Sanchez	10.83	2.01	58.1	2.08	10.50	2.07	61.0	2.03	103.0	105.0	97.6
Busquets	10.87	2.00	55.4	2.17	10.43	2.16	64.3	2.01	108,0	116.1	92.6
Borges	10.90	2.01	45.6	2.65	10.60	2.10	53.7	2.34	104,5	117.7	88.3
Mittelwert	10.76	2.04	51.9	2.38	10.42	2.14	57.3	2.25	104,6	114,2	91,5
t	±0.12	±0.03	±4.0	±0.20	±0.13	±0.05	±4.82	±0.21	±2,0	±4,2	±3,0

Tab. 5: Vergleich der Angehzeiten (25m), Frequenzen, Geschwindigkeiten und Zykluswege der 50m und 100m Freistil der Männer bei DM (n=10) und den OS 96 (n=7)

Die 50m werden um 103,35% schneller angegangen als die 100m (bei DM 103,4% bei OS 103,3%). Die Geschwindigkeit liegt bei den 50m um 103-104,5% höher. Dies wird durch eine um 114% höhere Frequenz erreicht, wodurch sich der Zyklusweg auf 91% des 100m-Wertes verringert. Die Ergebnisse stimmen so überein, daß sie für Freistil/Männer verallgemeinert werden dürften.

Name	100m				50m				Differenz (%)		
	t	v	f	s _z	t	v	f	s _z	v	f	s _z
Völker	12.32	1.84	52	2.13	11.85	1.90	56	2.04	103.2	107.7	95.8
Osygus	12,32	1.80	56	1.93	11.87	1.88	64	1,76	104.4	114.3	91.2
Meißner	12,58	1.79	55	1.95	12.11	1.88	61	1,85	105.0	110.9	04.9
Freitag	12.61	1.79	50	2.14	12.80	1.80	51	2,12	100.6	102.0	99.1
v. Almsick	12.32	1.85	53	2.09	12.08	1.91	55	2.09	103.2	103.8	100.0
Buschulte	12.21	1.84	50	2.21	12.27	1.85	52	2.13	100.5	104.0	96.4
Mittelwert	12.39	1.82	52.7	2.08	12.16	1.87	56.5	2.00	102.8	107.1	96.2
	±0.15	±0.03	±2.3	±0.10	±0.32	±0.03	±4.6	±0.14	±1.72	±4.3	±2.9
van Dyken	12.10	1.95	56.3	2.06	11.73	1.95	61.0	1.92	100.0	108.3	93.2
Le Jingyi	11.90	1.87	53.7	2.07	11.63	1.92	63.2	1.80	102.7	117.7	87.0
Völker	11.97	1.87	50.7	2.10	11.90	1.88	58.1	1.94	100.5	114.6	93.4
Martino	11.97	1.85	54.5	2.02	11.83	1.89	59.0	1.92	102.2	108.2	95.0
Martindale	12.23	1.84	48.6	2.30	11.97	1.84	53.7	2.06	100.0	110.5	89.6
Olofsson	12.07	1.90	55.4	2.06	12.03	1.89	62.1	1.82	99.5	112.0	88.3
Shan Ying	12.10	1.89	54.5	2.04	12.13	1.89	58.1	1.95	100.0	106.6	95.6
Meshenjak	12.07	1.89	59.0	1.92	11.97	1.90	64.3	1.77	101.1	109.0	92.2
Mittelwert	12.05	1.88	54.1	2.07	11.90	1.90	59.9	1.90	100.8	110,8	91.8
	±0.10	±0.03	±3.0	±0.10	±0.15	±0.03	±3.2	±0.09	±1.1	±3.5	±2.9

Tab.6: Vergleich der Angehzeiten (25m), Geschwindigkeiten, Frequenzen und Zykluswege über 50/100m-Freistil Damen (OS Atlanta 96, n= 8)

Während die Olympiateilnehmerinnen über 50 F gegenüber ihrer 100m-Geschwindigkeit nicht so schnell angehen wie die Herren (100,8% zu 104,6%), sind die Verhältnisse der deutschen Schwimmer und Schwimmerinnen etwa gleich (102,9% zu 102,8%). In beiden Fällen steigern die Damen über 50m nicht so stark die Frequenz (109,6%) wie die Herren (114%); der Unterschied ist aber wegen der geringen Sportlerzahl nicht signifikant.

Name	100m				50m				Differenz (%)		
	t	v	f	s _z	t	v	f	s _z	v	f	s _z
Freistil	nicht	2.02	54.8	2.21	-	2.15	60.7	2.14	106.6	110.7	96.9
Schmett	gemessen	1.91	58.0	2.01	11.43	1.95	60.4	1.93	101.9	104.1	96.2
Rücken		1.84	49.1	2.27	12.58	1.88	52.7	2.15	102.1	107.3	94.7
Brust		1.59	53.3	1.80	12.79	1.63	61.1	1.61	102.5	114.7	90.1
Mittel									103.3	109.2	94.4

Tab.7: Vergleich der 25m-Angehzeiten, Frequenzen, Geschwindigkeiten und Zykluswege der einzelnen Lagen (50 zu 100m) bei internationalen Kurzbahnwettkämpfen

Der Vergleich der Lagen (Kurzbahn) bestätigt nochmals die Tendenz. Die 50m-Wettkämpfe werden schneller über eine Frequenzsteigerung angegangen bei Abfall des Zyklusweges. Im Freistilschwimmen steigern die erhöhten Frequenzen am effektivsten die Geschwindigkeit bei relativ niedrigem Verlust an Zyklusweg. Im Schmetterlingsschwimmen sind die Differenzen

zwischen 50m und 100m-Wettkämpfen am geringsten. Im Brustschwimmen führt die größte Frequenzsteigerung (fast 15% !) zu einer unter dem Mittel liegenden Erhöhung der Schwimmgeschwindigkeit bei größtem Abbau des Zyklusweges. Hier machen sich die beachtlichen Widerstände pro Zyklus bemerkbar.

Es wird also mit abnehmender Streckenlänge generell schneller auf Kosten des Zyklusweges über die Frequenzsteigerung geschwommen. Zu dieser Erkenntnis kam auch VERCHOSHANSKI¹, der auf eine Tendenz verweist, nach der „mit zunehmender Arbeitsintensität und steigendem Können die Geschwindigkeit in den zyklischen Sportarten anfangs vorwiegend durch eine Schrittverlängerung, dann aber hauptsächlich durch eine Steigerung der Bewegungsfrequenz anwächst“

Dabei muß aber ein Optimum gefunden werden, wie folgende Beispiele zeigen (s. Tab.8–10).

Datum	WK	Zeit	Start	15m	25m ⁵	v	f	s _z
6/95	DM	26.34	2.96		12.34	1.87	60	1.87
12/95	DM*	25.41*	2.71	-	12.65*	1.78*	58*	1.84*
6/96	DM	25.34	2.66	-	11.98	1.88	55	2.05
7/96	OS	25.14	(4.03) ⁶	6.57	11.90	1.88	58	1.94
11/96	DM*	25.31*	2.86	-	12.44*	1.89*	56*	2.03*
12/96	EM*	24.67*	2.66	-	12.16*	1.90*	57	2.00*
2/97	WC*	24.69*	2.72	-	12.24*	1.89*	55	2.06*
4/97	WM*	24.70*	2.62	6.41	-	1.96*	57	2.07*
7/97	DM	25.32	2.73	-	11.89	1.91	59	1.94
8/97	EM	25.43	2.77	6.63	11.87	1.92	58	1.87
11/97	DM	25.38	2.65	-	11.85	1.90	56	2.04
			2.73		11.97	1.89	57.2	1.97
			±0.10		12.37*	±0.04	±1.5	±0.08

Tab. 8: Rennstruktur von 50m-Wettkämpfen der deutschen Rekordhalterin S.V. (25m-Bahn*)

S. konnte in den letzten Jahren ihre 50m-Zeit kontinuierlich verbessern und den Rekord über 50m Freistil (0:25.14/0:24.67*) verbessern. Während sich die Startzeit geringfügig um ein Zehntel verbesserte, gelang es ihr besonders durch eine Verlängerung des Zyklusweges auf 1.95 (Kurzbahn über 2.00m) bei einer Frequenz von etwa 58 diese Zeiten zu erreichen. Dabei war besonders die zweite Bahn ihre Stärke, die bei der hier zu behandelnden Thematik (Schnelligkeit) nicht weiter analysiert wird (in Atlanta war der Zyklusweg auf den zweiten 25m größer ohne bemerkenswerten Geschwindigkeitsabfall).

Datum	WK	Zeit	Start	15m	25m	v	f	s _z
2/93	WC*	25.60*	2.82	-	12.52*	1.83*	61*	1.81*
6/94	DM	26.13	2.78	-	12.16	1.87	61	1.83
2/95	WC*	25.85*	2.82	-	12.62*	1.83*	60*	1.83*
6/95	DM	25.87	2.68	-	12.04	1.87	59	1.90
12/95	DM*	25.50*	2.65	-	12.65*	1.81*	61*	1.78*
6/96	DM	25.94	2.68	-	12.12	1.85	62	1.79
7/96	OS	26.17	(4.00)	6.60	12.03	1.84	62	1.78
2/97	WC*	25.24*	2.74	-	12.28*	1.89*	64*	1.78*
7/97	DM	25.56	2.53	-	11.79	1.91	59	1.94
8/97	EM	25.84	2.67	6.69	11.91	1.89	64	1.77

¹ Verchoshanskij, J.: Ein neues Trainingssystem für zyklische Sportarten, Philippka 92, S.25

11/97	DM	25.38	2.57	-	11.87	1.88	64	1.76
			2.69		11.99	1.86	61.5	1.82
			±0.09		12.52*	±0.03	±1.8	±0.05

Tab. 9: Rennstruktur von 50m-Wettkämpfen von S.O.

S.O. konnte besonders die Startzeit um fast 2/10 verbessern. Die Schwimmgeschwindigkeit im ersten Teilabschnitt wird noch maßgeblich über eine hohe Bewegungsfrequenz und damit einen wesentlich kleineren Zyklusweg als bei S.V. gesteigert (beide Schwimmerinnen sind gleich groß). Trotzdem scheint das Optimum bei einer Frequenz um 60 und einem Zyklusweg über 1.90m zu liegen (d. DM 97).

Datum	WK	Zeit	Start	15m	25m	v	f	s _z
8/92	OS	22.52	2.17	-	-	-	58	-
2/93	WC*	21.72*	(3.24)	-	10.57*	2.13*	59*	2.17*
8/94	WM	22.76	2.29	-	-	2.21	54	2.32
2/95	WC*	22.03*	2.18	-	10.75*	2.15*	56*	2.38*
2/96	WC*	21.80*	2.22	-	10.70*	2.13*	55*	2.28*
7/96	OS	22.96	(3.30)	5.60	10.37	2.10	51	2.48
12/96	EM*	22.25*	2.22	-	10.88*	2.10*	55*	2.29*
2/97	WC*	22.16*	2.24	-	10.98*	2.10*	54*	2.33*
4/97	WM*	22.03*	2.25	5.59	-	2.10*	58*	2.29*
8/97	EM	22.53	2.20	5.60	10.28	2.17	54	2.26
			2.22		10.32	2.13	55.4	2.31
			±0.03		10.77*	±0.04	±2.9	±0.08

Tab. 10: Rennstruktur von 50m-Wettkämpfen des Vizeeuropameister von 97 M.F.

M.F. ist mit sicheren Zeiten bei 7,5m um 2.20 sec einer der schnellsten Schwimmer der Welt im Startbereich. Dadurch lag er auch bei den EM 97 bei 25m mit 10.28 sec vor Popow. Beide zeichnen sich wegen ihrer Körpergröße durch relativ niedrige Frequenzen und damit hohe Zykluswege aus. Allerdings gibt es auch hier ein Maß nach beiden Seiten. Bei Frequenzen über 60 beginnt M. zu „reißen“, gehen sie gegen 50, wird er zu langsam, was besonders bei den OS 96 sichtbar wird. Das zeigte sich auch beim Training im Strömungskanal, wo er die höchsten Geschwindigkeiten (2.23 m/sec) mit einer 54/55iger Frequenz erreichte.

3.3.3. Das Verhältnis der lokomotorischen Schnelligkeit zu anderen Testergebnissen

Bezugspunkt soll die im Schnelligkeits-Test ermittelte Leistung über 15m in der Hauptschwimmart sein. Zunächst muß für die durch die unterschiedlichen Lagen nicht vergleichbaren Zeiten ein gemeinsamer „Nenner“ gefunden werden. Da 15m und 25m-Abschnitte nicht in den Punkttabellen enthalten sind, kann der gemeinsame Bezugspunkt nur das Verhältnis (in %) zu der vom Weltrekord abgeleiteten Schwimmgeschwindigkeit im 10m-25m-Bereich der 100m-Disziplinen sein. Diese wird dann noch auf die größere Schwimmgeschwindigkeit der 50m-Brust-, Rücken- und Schmetterlingswettkämpfe gerundet. Das sind fast einheitlich 102% (Vgl. Tab. 7). Die Differenz zwischen den Schwimm-geschwindigkeiten bei Männern und Frauen beträgt annähernd in allen Disziplinen 0,2 m/sec.

	Freistil	Brust	Schmett	Rücken	Mittel
Männer	2.22	1.70	2.00	1.90	1.96
Frauen	1.97	1.52	1.80	1.70	1.75

Tab. 11: Vom Weltrekord abgeleitete Orientierungswerte für die Schwimgeschwindigkeit (m/sec) über 15m (bezogen auf 7,5 – 25m-Abschnitt)

Von den 37 getesteten männlichen Kadern des DSV erreicht nur der Weltrekordler über 50m-Brust den Bereich „Ausgezeichnet“ (Mittelwert + 2s bis 100% der Orientierungszeit); das Mittel liegt bei 88% (s. Tab.12).

	ausgezeichnet (96 – 100%)	gut (91 – 95%)	genügend (86 – 90%)	ungenügend (< 85%)
Freistil	0	3	5	6
Brust	1	1	6	3
Schmetterling	0	1	5	2
Rücken	0	1	3	0
Zus. (%)	1 (2,70%)	6 (16,2%)	19 (51,4%)	11 (29,7%)

Tab. 12: Verteilung der Leistungen über 15m-Schnelligkeit in % zum Orientierungswert (Männer)

In der inzwischen langjährigen Leistungsdiagnostik im Schwimmen stellen wir immer wieder fest, daß die „Sprinter“ unter den Schwimmern recht groß (KH) sind und über besonders viel Maximalkraft (dyMK), Schnellkraft (SK-F) und Sprungkraft (TH) verfügen. Dies bestätigen eine Reihe von Veröffentlichungen.⁷ Deshalb wurde die Beziehung der 15m-Schnelligkeit in % des Orientierungswertes (WR) zu diesen Parametern bei den Männern statistisch überprüft. Die Beziehungen sind zum Teil hoch gesichert (s. Tab. 13). Das ist um so bemerkenswerter, da ein Teil der überprüften Kadersportler weit von ihren sonstigen (Schnelligkeits-) Geschwindigkeiten entfernt war. Im Durchschnitt wurden in diesem 20m-Sprint 98,3% der Geschwindigkeit im ersten Teilabschnitt des 100m-Wettkampfes erreicht, wobei hier der Start von oben bessere Anfangsgeschwindigkeiten gestattet, andererseits müssen aber auch noch 80m geschwommen werden. Die Werte variieren sehr stark, von 91,3% der Wettkampfgeschwindigkeit bis zu 105,6%.

	DyMK	SK-F	TH o.A.	TH m.A.	SWG	vWK	KH
r	0,46	0,51	0,14	0,74	0,54	0,66	0,16
Signif.	0,27%	0,27%	keine	0,1%	0,1%	0,1%	keine
n	37	30	36	28	34	22	37

Tab. 13: Korrelation der Schnelligkeit (15m in % Orientierungswert) zu anderen Parametern

Wenn die Körperhöhe (KH) bei der vorliegenden Population nicht mit der Schnelligkeit korreliert, dann liegt das in der geringen Zahl begründet, die durch das Zusammenführen von Schwimmern verschiedener Strecken und Schwimmmarten bedingt ist. Die internationale Arena macht aber diesen Zusammenhang offensichtlich (s. Tab.14). Besonders in den kürzeren Strecken sind die Olympiasieger oft noch größer als die ohnehin über dem Mittel der Rennen liegenden Finalisten. Unsere deutschen Rekordhalter liegen mit 1.95m und 1.80m ebenfalls über dem Mittel.

	Männer		Frauen	
	Ø Finale	Olympiasieger	Ø Finale	Olympiasieger
50F	192,8	197,0	177,2	180
100B	185,3	181,0	171,5	175
100S	185,7	188,0	169,6	180
100R	187,0	190,0	174,4	168

Tab. 14: Körperhöhen der A/B-Finalteilnehmer und Olympiasieger (Atlanta 96)

Mit zunehmender Schwimmggeschwindigkeit erhöht sich der Wasserwiderstand im Quadrat. Folglich ist ein größerer **Krafteinsatz** pro Einzelzyklus erforderlich. Sprinter bestätigen dies mit höheren Werten der dynamischen Maximalkraft. Im DSV liegen die Rekordhalter über die 50m-Strecken deutlich über dem Mittel (s. Tab. 15).

50m	Männer					Frauen				
	Name	dyMK	SK-F	TH	SWG	Name	dyMK	SK-F	TH	SWG
F	N.R.	45	47%	68	97%	S.V.	29	34%	51	97%
B	M.W.	42	46%	72	95%	S.G. ⁸	29	32%	49	93%
S	N.R.	45	47%	68	99%	F.A. ⁹	29	28%	40	-
R	J.L.	36	43%	55	89%	S.V.	29	34%	51	100%
ØDSV		35,1	38%	56,3	89%		24,5	28%	44	87%

Tab. 15: Testleistungen der 50m-Rekordhalter auf der Kurzbahn des DSV im Vergleich zum Mittel der DSV-Kader seit 1992

Da der Test am **Schwimmwiderstandsgerät (SWG)** ein Bindeglied zwischen spezifischer Armzugkraft/Land und Schnelligkeit ist, korrelieren dessen Ergebnisse stark mit der Zeit über 15m ohne Zusatzlast. Wegen der Zusatzlast werden aber nur 90% der 15m-Geschwindigkeit ohne Last bei einer um 106% erhöhten Frequenz erreicht. Der Zyklusweg wird dabei auf 85% des Zyklusweges der Schnelligkeit ohne Zusatzlast reduziert. Hier haben die Sportler Vorteile, die neben einer hohen Armzugkraft² auch eine entsprechende Körpermasse mit in das Spiel bringen (z.B. Bestwert Schmetterling durch O. Lampe). Aber auch das Vermögen, hohe Frequenzen effektiv in Vortrieb umzusetzen spielt eine große Rolle. So liegen die Frequenzen der Spitzenreiter zum Teil erheblich über dem Mittel der DSV-Kader. Lange Zeit wurden die aus dem DSSV übernommenen Bestwerte am SWG nicht erreicht. Inzwischen wurden zwei Bestwerte unterboten (R Damen und S Herren). Ausländische Schwimmerinnen haben weitere Werte unterboten, z.B. die Europameisterin über 100m Schmetterling. Eine Ursache ist darin zu sehen, daß die KLD nicht in einer Zeit stattfindet, in der die Sportler ausgeruht und spezifisch vorbereitet („getapert“) diesen Test absolvieren können. Damit signalisiert er oft mehr die allgemeine Ermüdung, denn die spezifische Schnelligkeit.

Der Einfluß der **Schnellkraft** auf azyklische Bewegungen, im Schwimmen auf Elemente von Start und Wende, ist wiederholt nachgewiesen worden. Aber auch zwischen der maximalen Schwimmggeschwindigkeit und der Schnellkraft besteht ein enger Zusammenhang. Aus dem Ensemble der Tests repräsentieren besonders zwei Parameter diesen Bereich. Das ist einmal der aus dem Verhältnis des maximalen Einzelzyklus der letzten (leichten) und ersten (schweren) Stufe des

² BRADSHAW/HOYLE (93) konnten eine höhere Korrelation der Leistung an der Biobank zum Sprint/Arme gegenüber Sprint/Gesamtlage nachweisen (In: The Journal of Swimming Research 9(93),15-18

Tests an der Biobank berechnete „Schnellkraftfaktor“ (SK-F) und zum anderen die Treibhöhe (TH) oder Sprungkraft.

Die amerikanische Schwimmbank (Biobank) ist so konstruiert, daß bei geringen Widerständen mit sehr hoher Geschwindigkeit gezogen werden muß, um hohe Arbeitswerte zu erzielen. Deshalb erreichen Schwimmer mit sehr guter Schnellkraft einen SK-Faktor von 45% und mehr, schnellkräftige Schwimmerinnen über 35%. Unsere Rekordhalter über die 50m-Strecken bestätigen dies (s. Tab. 15). Voraussetzung ist dabei trotzdem ein hohes Niveau der dynamischen Maximalkraft, denn „künstlich“ kann der SK-Faktor durch geringere Leistungen auf der 1. Stufe vergrößert werden. Der geschlechtsspezifische Unterschied der Schnellkraftfaktoren ist in dieser Größenordnung zunächst überraschend, zumal es letztlich relative Größen sind. Wir können uns auch erklären, daß sich die sportlichen Leistungen unterscheiden, „weil die Frau kleinere anthropometrische Maße hat, niedrigere Dimensionierungen in den O₂-verwertenden Systemen aufweist, einen niedrigeren Proteinumsatz zeigt, ein um den Faktor 20 niedrigerer Testosteronspiegel wirkt und insgesamt niedrigere konditionelle Grundlagen erreicht“¹⁰. Das betrifft auch die Muskulatur und damit letztlich die Kraft, wovon die Frau etwa 2/3 der des Mannes erreicht¹¹. In der um 5% höheren Fettmasse (bezogen auf die Körpermasse) der Frauen sehen ENGELHARDT und NEUMAN einen Vorteil im Schwimmen, da sie hier im Vergleich zum Mann den geringsten Leistungsrückstand hätten. Dieser wird allgemein bei sportlichen Höchstleistungen mit 8-12% angegeben. Er ist aber im Schwimmen auch nicht geringer, obwohl das Argument (bis zur simplen Auflösung „Fett schwimmt besser“) logisch erscheint. Die Unterschiede, bezogen auf die Weltrekorde, gehen von 7% in den Langstrecken bis zu 12% über 50m (Vgl. auch Abb. 1).

Da die Maximalkraft für die Beschleunigung von Massen eine entscheidende Rolle spielt, treten die geschlechtsspezifischen Unterschiede bei der Schnelligkeit noch deutlicher hervor. Unterschiedliche Muskelfaserverteilungen zwischen Männern und Frauen konnten nicht nachgewiesen werden (ENGELHARDT/NEUMANN). Wir haben dieses unterschiedliche Schnellkraftniveau aber auch bei den Männern zwischen Sprintern und Langstrecklern. Folglich verkörpert die Schwimmerin gegenüber dem Schwimmer generell mehr den „Langstreckentyp“ als Folge der unterschiedlichen Muskelmasse und endogenen Testosteronbildung.

Mittelwerte	KH OS96 (cm)	KM OS96 (kp)	MM (Lit.) (kp)	SK KLD (kpm)	DyM KLD (kpm)	SK-F KLD (%)	TH KLD (cm)	S _{15m} OS96 (%)	S _{25m} OS96 (%)	s _z OS96 (m)	s _z in% KH
Männer	186,1	79,5	33,4	13,3	35,1	38%	56,2	11,71	21,62	2.15	115,2
Frauen	172,8	72,4	26,1	7,2	24,5	29%	43,5	12,11	21,96	1.92	111,1
Diff. %	92,8	91,0	78,0	54,1	69,8	-	77,4	96,7	98,5	89,3	-

Tab. 16: Beispiele der differenzierteren Ausprägung verschiedener körperbaulicher Maße und Testergebnisse zwischen den Geschlechtern (Teilnehmer OS 96 bzw. KLD des DSV)

Schon COUNSILMAN empfahl, zur Bestimmung der Schnellkraft des Schwimmers die Treibhöhe (Sprungkraft) heranzuziehen¹². In seinem überarbeiteten Handbuch bietet er Tabellen an, in denen nach "Sprinter", „Long Sprinter“, Middle Distance“ und „Distance“ unterschieden wird und die weitgehend mit unseren Ergebnissen übereinstimmen, obwohl sich die Methoden¹³ unterscheiden.¹⁴ Und er erweitert dies auch auf die Armkraft, denn es sei „ziemlich unwahrscheinlich, daß ein Mensch an den Beinen Muskeln vom Ausdauerotyp hat und an den Armen solche vom Schnelligkeitstyp (ebenda)“. Somit müßte zumindest zwischen der Treibhöhe und dem Schnellkraftfaktor, als Zeichen der Schnellkraft der Arme, eine enge Beziehung bestehen. Wegen der großen Masse an Schwimmern, die sich mit ständigen Schwankungen um den Mittelwert plazieren, läßt sich dies mit der Korrelationsrechnung nicht nachweisen ($r=0,17$), aber mit der Gegenüberstellung der Extremgruppen. In Tab. 17 werden aus der Rangfolge der Treibhöhe/Männer die ersten Zehn, zumeist Sprinter, den letzten Zehn, zumeist Langstreckler, gegenübergestellt.

Sowohl ihre Treibhöhe als auch die Schnellkraftfaktoren unterscheiden sich hoch signifikant. Da wir mit der neuen Kraftmeßbank des FES die Zeit und Länge des Zuges und damit seine Geschwindigkeit messen können, ergeben sich weitere Möglichkeiten, diesen Zusammenhang aufzuhellen.

erste Zehn		letzte Zehn	
Schnellkraftfaktor	Treibhöhe	Schnellkraftfaktor	Treibhöhe
41,2 ± 4,33	67,3 ± 2,15	32,6 ± 2,97	45,0 ± 5,71

Tab. 17: Vergleich der Treibhöhe und des Schnellkraftfaktors der ersten und letzten Zehn in der Rangfolge der Sprungkraft/Männer

3.3.4. Abschlußbemerkung

Wenn auch der Fähigkeitskomplex Schnelligkeit wegen seiner recht späten Übernahme in die zentrale KLD und der hier vorrangig am Beispiel der männlichen Kader dargelegten Ergebnisse noch nicht so umfassend dargestellt wurde, so soll damit seine Bedeutung in der Ausbildung unserer Spitzschwimmer keinesfalls unterschätzt werden. Gerade die hier aufgeführten Beispiele zeigen, daß wir im männlichen Sprintbereich daran krankten, weil dieser wesentliche Komplex „Kraft-Schnelligkeit-Technik“ in den letzten Jahren zu wenig berücksichtigt wurde. Im Training von S. Völker hingegen spielte dieser Komplex eine so außerordentliche Rolle, wie zuvor im Training des noch amtierenden Rekordhalters über die kurzen Freistil- und Schmetterlingstrecken. Kaum eine der bei der KLD erfaßten Fähigkeiten ist so vom Genotypus abhängig wie die Schnelligkeit. Überlassen wir damit dem Schicksal seinen Lauf? COUNSILMAN beschreibt, wie Mark Spitz durch isokinetisches Training, seine Senkrechtsprunghöhe 1972 von 56 cm auf 66 cm verbessert hatte. Im gleichen Jahr wurde Spitz mit sieben Goldmedaillen der erfolgreichste Schwimmer aller Zeiten.¹⁵ Daß sich der Aufwand lohnt, bewies kürzlich erst S.O., eine unserer besten Sprinterinnen, die zielstrebig Sprungkraft trainierte und mit 29 Jahren ihre seit 1992 stagnierende Treibhöhe von 45cm auf 51 cm steigerte. Nicht umsonst hat sie sich im Startbereich erheblich verbessert.

Grundlage einer solchen Entwicklung ist immer, konsequent Ziele im Bereich der Kraft und Schnelligkeit anzugehen, das Verhältnis von Schwimmgeschwindigkeit und Frequenz zu optimieren und im Training dieser oft als „Randbereich“ abgestempelten Mittel und Methoden höchste Qualität anzustreben. Deshalb wird im Interesse der Leistungsentwicklung auf den „kurzen Strecken“ abschließend nochmals auf das anzustrebende „Weltniveau“ in diesen Bereichen orientiert (s. Tab. 18).

Bereich	Männer				Frauen			
	F	B	S	R	F	B	S	R
15m-Zeit (mit Start)	5.60	6.60	5.80	6.50	6.40	7.80	6.60	7.50
15m-Zeit (Abstoß)	6.10	7.20	6.40	7.10	7.00	8.40	7.20	8.10
25m-Zeit (mit Start)	10.00	12.90	11.00	12.00	11.50	14.50	12.40	13.70
25m-Zeit (Abstoß)	10.60	13.50	11.60	12.60	12.10	15.10	13.00	14.30
dyn. MK (Biobank)	> 45 kpm bzw. > 23% KH				> 28 kpm bzw. > 16% KH			
SK-Faktor	> 45%				> 35%			
TH	> 65 cm				> 50 cm			
SWG	< 6.20	< 8.00	< 6.70	< 7.00	< 7.10	< 9.00	< 7.70	< 8.00

Tab. 18: Repräsentative Werte für herausragende Schnelligkeits- und Schnellkraftfähigkeiten

- 1 Schnabel, G.; Thieß, M.: Lexikon – Sportwissenschaft, Berlin 1993, S. 697
- 2 Wilke, K.; Madsen, Ø.: Das Training des jugendlichen Schwimmers, Schorndorf 1997, S. 164
- 3 Leyk u.a.: Bedeutung von Streckenlänge, Sprintwiederholung und Widerstandsbelastung im Schnelligkeitstraining, In: Leistungssport 4(97, S.17)
- 4 bei der KLD-Auswertung waren fast ein Viertel der Teilnehmer „von unten“ schneller als mit Start, diese Verhältnisse können nicht akzeptiert, noch übertragen werden. PFEIFER gibt einen zeitlichen Vorteil durch den Start von oben bei 25m von 5% an, das entspricht im Mittel 0,5 sec.
- 5 Die 25m-Zeiten von Kurz- und Langbahn können nicht verglichen werden, da hier Anschlag der Füße und nicht Kopfdurchgang gestoppt wird. Der Unterschied beträgt im Mittel 0,4 - 0,5 sec
- 6 Bei OS wurde 10m-Bereich gemessen, während wir den 7,5m-Bereich angeben
- 7 Costill, D.u.a.: Muscle strength : contributions to sprint swimming, In: Swimming World 21/80, S. 29-34
- Maglischo, E.W.: Swimming faster, Bakersfield 1982
- Sharp u.a.: Relationship between power and sprint freestyle swimming, In: Medicine and Science of Sports 14/82, S. 53-56
- Straß, D.; Haberer, K.: Der Einfluß von Maximal-Krafttraining auf die Sprintleistung des Wettkampfschwimmers, In: Leistungssport 17/97, S. 49-53
- Saigin u.a.: Issledovanie silovoj podgotovlenosti plovcva, In: Naucnoe obespechenie podgotovki plovcov, Moskva, Fizkultura i Sport, 1983, S. 63 – 94
- Straß, D.; Schenk, W.: Schnellkraftniveau und neuromuskuläre Aktivität der Arm-Schulter-Muskulatur bei Sprintschwimmern unterschiedlicher Leistungsstärke, In: Leistungssport 6/90, S. 32-37
- Küchler, J.; Witt, M.: Zur Struktur von Sprintleistungen im Freistilschwimmen, In: Leistungssport 2/96, S. 45
- 8 da von der Rekordhalterin P. Hartung keine KLD-Werte vorliegen, wurden die Daten einer der erfolgreichsten Brustschwimmerinnen des DSV übernommen
- 9 Es liegen bei F.A. nur sehr lückenhafte Daten vor, die bestimmt nicht ihr wahres Leistungsvermögen dokumentieren
- 10 Engelhardt, M.; Neumann, G.: Sportmedizin, München 1994, S. 127.
- 11 De Marees, H.: Sportphysiologie, Köln 1992, S. 367
- 12 Counsilman, J.: Handbuch des Sportschwimmens, Fahnenmann, 1980, S.99
- 13 C. misst die Senkrechtsprunghöhe mit dem „Greifsprung“ (Maßstabelle seitlich an der Wand), während wir auf der Sprungmatte (Kontaktplatten) springen
- 14 Counsilman, J. u. B.: The New Science of Swimming, New Jersey 1994, S.294
- 15 damit sei hervorgehoben, daß bei zielstrebigem Arbeit manche Barriere genommen werden kann, die als unüberwindbar galt. Mit dem Beispiel soll nicht die phantastische Leistung von Spitz 1992 ausschließlich der verbesserten Sprungkraft zugerechnet werden.

MICHAEL SPIKERMANN

3.4. Beweglichkeit

3.4.1 Charakterisierung des Fähigkeitsbereichs Beweglichkeit

Unter dem Begriff Beweglichkeit sind diejenigen Fähigkeiten vereint, die möglichst große Schwingungswreiten in den Gelenken erzielen. Die *individuell erreichbare Schwingungswweite* ist in erster Linie abhängig von

- *der Gestalt und Beschaffenheit des entsprechenden Gelenks;*
- *der Beschaffenheit der entsprechenden Sehnen und Bänder;*
- *der Entspannungsfähigkeit der antagonistischen Muskulatur;*
- *der Kraft der synergistischen Muskulatur (bei aktiver Dehnung).*

Schon hier wird deutlich, wie schwer es ist, diesen Fähigkeitsbereich gegenüber anderen abzugrenzen. Grundsätzlich muss man von einer funktionellen Einheit vom Gelenk und der bewegungsverursachenden Muskulatur ausgehen. Diese funktionelle Einheit verfügt über verschiedene Rezeptoren, deren Stimulation die Erfassung der Gelenkposition, die Registrierung von Beschleunigung und Bewegungsrichtung, die Regulation des Muskeltonus und Schmerzempfindungen ermöglicht. Außerdem wird die Beweglichkeit von folgenden *Außenfaktoren* beeinflusst

- *Umgebungstemperatur;*
- *Temperatur des aktiven Bewegungsapparates;*
- *tageszeitliche Schwankungen;*
- *physische Ermüdung (z.B. hartes Training);*
- *psychische Ermüdung (z.B. „Streß“).*

3.4.2 Auswahl der Testaufgaben und Testparameter für die KLD

Die Bedeutung folgender Beweglichkeitsmerkmale für die Schwimmleistung konnte empirisch nachgewiesen werden:

Rückführung der Arme aus der Hochhalte: Dieses Fähigkeitsmerkmal ist bedeutsam für das sog. „Wasserfassen“ zu Beginn des Armzuges bei allen Schwimmarten. Durch eine optimale Ausprägung dieses Merkmals kann gewährleistet werden, dass der durch die Vordehnung der Zugmuskulatur ausgelöste Dehnungsreflex die nachfolgende Kontraktion unterstützt und dass die Hände/Unterarme in antriebswirksame Positionen gebracht werden können.

Rückführung der Arme aus der Seithalte: Eine optimale Ausprägung dieses Merkmals gewährleistet körpernahe Rückholphasen beim Kraul- und Schmetterlingsschwimmen. Beim Kraulschwimmen wird hierdurch ein zu weites Drehen um die Körperlängsachse verhindert, beim Schmetterlingsschwimmen ein zu starkes Aufrichten des Oberkörpers. Beides würde den Widerstand während des Schwimmens erhöhen.

Plantarflexion im oberen Sprunggelenk: Dieses Beweglichkeitsmerkmal ist in den Schwimmarten Kraul, Rücken und Schmetterling für antriebswirksame Beinbewegungen ausschlaggebend.

Dorsalflexion im oberen Sprunggelenk: Eine ausreichende Fähigkeit zur Dorsalflexion ist notwendig, um eine antriebswirksame Fußstellung während der Brustbeinbewegung einnehmen zu können.

Bei der KLD werden die genannten Merkmale mit Hilfe eigens hierfür konstruierter Meßgeräte bestimmt und zwar jeweils für das rechte und linke Gelenk. Gemessen werden die *erreichten Winkelgrade aus einer Neutralstellung*. Die Messwerterfassung erfolgt durch elektrische Drehpotentiometer, welche in die Drehachsen der jeweiligen Geräte eingebaut wurden. Die Meßwerte werden digital angezeigt.

3.4.3 *Testdurchführung:*

3.4.3.1 *Retroversion aus der Hoch- und Seithalte*

Vor Durchführung der Messung wird die Schulterbreite der Sportler mit Hilfe eines Beckenzirkels registriert. Die Messbank wird auf die entsprechende Schulterbreite eingestellt. Die Sportler legen sich in Stufenlagerung auf die Bank, d.h. die Füße und Unterschenkel liegen erhöht, um einen rechten Winkel im Hüft- und Kniegelenk zu erreichen. Hierdurch liegt die Wirbelsäule vollständig auf der Unterlage auf, und es wird verhindert, dass der Sportler die Ergebnisse dadurch verfälscht, indem er eine Hohlkreuzposition einnimmt. Der Testleiter überprüft die korrekte Position der Schultergelenke und die feste Fixierung der Wirbelsäule auf der Unterlage.

Die Sportler werden angewiesen, aus den Ausgangspositionen die gestreckten Arme aktiv rückzuführen, ohne die Wirbelsäule von der Unterlage zu lösen.

3.4.3.2 *Plantar- und Dorsalflexion im oberen Sprunggelenk*

Die Sportler setzen sich im Strecksitz auf die Unterlage. Der jeweilige Fuß wird durch einen Gurt mit dem Meßgerät verbunden. Der Testleiter überprüft die vollständige Streckung der Beine und die korrekte Position der Ferse. Die Sportler werden angewiesen, aus den Ausgangspositionen die Füße maximal zu beugen bzw. zu strecken.

3.4.4 *Testaussage*

Die Tests wurden auf der Grundlage *antriebstheoretischer und funktionell-anatomischer Argumente* ausgewählt. Es wird die aktive Beweglichkeit bei Ausführung der vorgeschriebenen Bewegungen erfasst, um individuelle Reserven für Einnehmen antriebswirksamer Positionen bzw. für die Ausführung widerstandsarmer Rückholphasen aufzudecken.

3.4.5 *Meßgenauigkeit:*

Mit einer Gruppe von D-Kaderschwimmern wurde die Retest-Reliabilität überprüft. Der Testabstand betrug 7 Tage. Hierbei wurden für die Interpretation der Ergebnisse folgende *Vertrauensintervalle* ermittelt:

Rückführung aus der Hochhalte:	links 6,23 Grad rechts 4,48 Grad
Rückführung aus der Seithalte:	links 6,13 Grad rechts 7,36 Grad
Plantarflexion:	links 4,81 Grad rechts 5,31 Grad
Dorsalflexion:	links 2,50 Grad rechts 3,39 Grad

Streng genommen darf also erst eine Verbesserung oder Verschlechterung, die die genannten Vertrauensintervalle überschreitet, als signifikant beurteilt werden. Die relativ großen Vertrauensintervalle sind v.a. darauf zurückzuführen, daß die Beweglichkeit von den eingangs erwähnten Außenfaktoren abhängig ist. Eine vergleichbare Testsituation wird v.a. durch ein standardisiertes Erwärmungsprogramm herbeigeführt.

3.4.6 *Trainingsmethodische Folgerungen*

Die Beurteilung der Beweglichkeitswerte eines Sportlers erfolgt sowohl im Längsschnitt (Entwicklung desselben Sportlers über verschiedene Testtermine hinweg), als auch im Querschnitt (geschlechts- und schwimmartspezifischer Vergleich mit dem Kader). Außerdem werden Ergebnisse der orthopädischen Untersuchung berücksichtigt.

Es geht bei der Entwicklung der Beweglichkeit nicht darum ein Maximum zu erzielen, sondern um ein Optimum. Hierbei ist immer eine ausreichende muskuläre Führung des Gelenks zu beachten.

Grundsätzlich muss jedoch festgestellt werden, dass die Ausprägung der Beweglichkeit in den letzten Jahren rückläufig ist. Mangelnde Beweglichkeit ist häufig die Ursache dafür, dass Sportler nicht in der Lage sind, bestimmte Technikanweisungen umzusetzen. Es handelt sich hierbei noch nicht einmal um Feinheiten in der Schwimmtechnik. Oft können enge Körperhaltungen bei der Ausführung von Rollwenden oder vollständig gestreckte Körperhaltungen beim Eintauchen nach dem Startsprung oder beim Abstoß nach der Wende nicht eingenommen werden.

Es sollte stets beachtet werden, dass

- nur ein dehnbarer und elastischer Muskel optimal schnellkräftig eingesetzt werden kann;
- regelmäßige Dehnung regenerative und präventive Funktionen hat;
- nur bei täglicher Dehnung signifikante Verbesserungen erzielt werden können.

Aus diesen Gründen sollte ein individuelles Dehnprogramm Bestandteil des täglichen Trainings sein. In den meisten Fällen sind 10 bis 15 Minuten ausreichend. Das Programm sollte alle großen Muskelschlingen berücksichtigen, mit Priorität jedoch diejenigen Körperregionen, die bei der KLD als unterdurchschnittlich beweglich beurteilt wurden. Für das individuelle Programm empfehlen sich aktiv-gehaltene Dehnübungen und aktiv-gehaltene Dehnübungen nach einer isometrischen Kontraktion (Einzeldehnung). Zwei- bis dreimal wöchentlich sollten Partnerdehnübungen durchgeführt werden. In allen Fällen muss auf ausreichend lange Haltezeiten (mindestens 20 Sekunden) geachtet werden.

KLAUS REISCHLE

SCHWIMMSPEZIFISCHE DIAGNOSTIK SPORTMOTORISCHER FERTIGKEITEN

1 Was sind sportmotorische Fertigkeiten?

Beispiel

Beim Schmetterlingsschwimmen ist u. a. die korrekte zeitliche Kopplung des Armzuges mit den zwei Beinschlägen leistungsrelevant. Das Niveau dieser zeitlichen Kopplung (= Technikmerkmal), die von außen beobachtbar ist, hängt u. a. von der Qualität der sportmotorischen Fertigkeiten und Fähigkeiten ab.

Definition

Die sportmotorischen Fertigkeiten und Fähigkeiten sind Konstrukte, d. h. gedankliche Hilfskonstruktionen, für nicht direkt beobachtbare interne Struktur- und Funktionseinheiten. Diesen Konstrukten (= Motorikmerkmale) entsprechen beobachtbare Daten (= Technikmerkmale). Die Qualität der Motorikmerkmale wird demnach über die Ausprägung der Technikmerkmale und/oder der biomechanischen Technikparameter abgebildet – es "... stehen die internen motorischen Merkmale quasi in einem 1 : 1-Verhältnis zu den äußerlich sichtbaren, strukturell voneinander abgrenzbaren Sporttechniken" (ROTH 1999, 233). Die Fertigkeiten sind also, in Abgrenzung zu den bewegungsübergreifenden Fähigkeiten (koordinative und konditionelle Fähigkeiten: z. B. Kopplungsfähigkeit, Ausdauer oder Kraft), bewegungsgebundene Voraussetzungen, die für die Ausprägung der bewegungstechnischen Merkmale und der kinematischen Parameter notwendig, aber nicht hinreichend sind. Die Ausprägung der Technikmerkmale, z. B. die zeitliche Kopplung der Teilbewegungen beim Delphinschwimmen und die Innenrotation der Oberarme beim Einwärtsskull, werden demnach erstens von den schwimmspezifischen Fertigkeiten und zweitens von den koordinativen und konditionellen Fähigkeiten des Schwimmers bestimmt.

2 Kennzeichnung des Diagnosegegenstandes

Im Schwimmzyklus ist die Ereignisdichte pro Zeiteinheit hoch (= hohes Organisationsniveau), denn die zeitlichen Kopplungen der Teilbewegungen und der Technikanteile ereignen sich in etwa einer Sekunde. Diese außenperspektivische Aktionsanalyse belegt, daß die Sportart Schwimmen technomotorisch anspruchsvoll ist, d. h. die Technikausprägungen müssen mit Verfahren diagnostiziert werden, die dem hohen bewegungstechnischen Organisationsniveau entsprechen.

3 Zielsetzungen

Diagnoseverfahren (Kap. 4) , Sollwerte bzw. Technikfehler (Tabelle I a-e), Ist-Sollwerte (Abweichung der Istwerte von den Sollwerten) und Lenkungsmaßnahmen (vgl. Schema 1) sind unverzichtbare Bausteine, die bei der Trainingsplanung zu berücksichtigen sind. Die Auswahl der Lenkungsmaßnahmen (z. B. mentales Training, Technikübungen, oder Krafttraining) orientiert sich an den Diagnoseresultaten (Tab. 1b) und den Sollwertvorgaben.

Tabelle 1a: Sollmerkmale zur qualitativen Diagnose der Schwimmzyklen (z. B. Schmetterling) – hier: Ausschnitt aus dem Kriterienkatalog

Code	Ereignis	Fehler
Körperlage/Kopfbewegung		
S11		- ...wird bewegungstechnisch gut gelöst
S12		- ausgeprägte Rückneigung des Kopfes bei der Einatmung
S13		- Ausgeprägte Vorneigung des Kopfes
Atmung		
S21		- ...wird bewegungstechnisch gut gelöst
S22		- Einatmung erfolgt zu früh bei zu starker Rückneigung des Kopfes
Zeitliche Kopplung: hier Armbewegung/Beinschlag		
S31		- ... wird bewegungstechnisch gut gelöst
S32		- 2. Beinschlag beginnt zu früh
S33		- 2. Beinschlag beginnt zu spät
S34		- 2. Beinschlag nicht ausgeprägt
S35		- Gesicht taucht zeitlich nicht vor den Händen in das Wasser
S36		- Rückneigung des Kopfes zu spät

Tabelle 1b: Diagnoseresultat: hier Anzahl und Art der am häufigsten diagnostizierten Fehler beim JEM-Kader (Testtermin: ??)

Schwimmart	Technikfehler
Rücken	Abdruck erfolgt nicht körpernah (n = 10) Auswärts-Abwärts-Anteil nicht ausgeprägt (n = 7) Hand/Arm taucht kopfwärts von der Schulter ein (n = 3)
Schmetterling	Hohe Ellbogenhaltung nicht ausgeprägt (n = 5) Abdruck nicht ausgeprägt (n = 5) Vorneigung des Kopfes zu stark ausgeprägt (n = 4) Ellbogen beim Abdruck zu früh aus dem Wasser, d. h. Streckung der Ellbogengelenke nicht ausgeprägt (n = 4)
Brust	Knie weit außerhalb der Hüfte (n = 6) Zu starke Beugung im Hüftgelenk (n = 5) Aufwärtsbewegung der Beine wird zu spät eingeleitet (n = 5) Hohe Ellbogenhaltung nicht ausgeprägt (n = 5)
Kraul	Auswärtsanteil von Hand/Arm zu ausgeprägt (n = 13) Ausstellwinkel der Hand ist beim Abdruck ineffektiv (n = 11) Ellbogen wird zu früh ausgehoben (n = 7) Ellbogen führt die Armbewegung (n = 6) Hohe Ellbogenhaltung ist nicht ausgeprägt (n = 6)

Tabelle 1c: Meßgrößen des intrazyklischen Geschwindigkeits-Zeit-Verlaufs (kaderspezifische Sollwertvorgaben)

v = mittlere Schwimgeschwindigkeit

L_x = Zyklusweg

MF = Zyklusfrequenz

Max. 1 = maximale Geschwindigkeit des Hüftpunktes (Ursache: Beinschlag)

Max. 2 = maximale Geschwindigkeit des Hüftpunktes (Ursache: Armzug)

Min 1 = minimale Geschwindigkeit des Hüftpunktes (Ursache: Rückholphasen von Beinen und Armen)

Min 2 = minimale Geschwindigkeit des Hüftpunktes (Ursache: Gleitphase)

Brust männlich (100 – m – Variante)

Merkmal	Mittelwert	Stand.-Abw.	Minimum	Maximum	Anzahl VP
v_s [m/s]	11,7	0,07	1,06	1,28	23
L_x [m]	1,33	0,11	1,14	1,59	23
MF [min^{-1}]	53,36	5,46	42,85	62,57	23
Max. 1 [m/s]	1,86	0,22	1,51	2,37	23
Max. 2 [m/s]	1,87	0,18	1,57	2,26	23
Min. 1 [m/s]	0,12	0,10	-0,09	0,33	23
Min. 2 [m/s]	1,20	0,13	0,90	1,44	23

Tabelle 1d: Korrekturanweisungen Basis sind Sollmerkmale zum Startabschnitte (z. B. Flug und Eintauchen) – hier: Ausschnitt aus dem Kriterienkatalog

Flug und Eintauchen	
SB 22	Tauche etwas steiler ein, um das Eintauchloch zu minimieren
SB 23	Löse die Hocke früher auf, um so mit geraden Beinen in das Eintauchloch des Oberkörpers einzutauchen.
SB 24	Drücke beim Eintauchen der Hände die Hüfte aktiv nach vorn (bis zum Hohlkreuz), damit die Füße und Unterschenkel nicht auf das Wasser aufschlagen
SB 25	Führe Deine Hände beim Eintauchen zusammen
SB 26	Tauche mit Händen, Kopf, Hüfte, Knie und Füßen an derselben Stelle ein
SB 27	Halte die Körperspannung bis zum Eintauchen der Füße aufrecht
SB 28	Nimm den Kopf beim Eintauchen zwischen die Oberarme
SB 29	Halte den Kopf in leichter Nackenhalte zwischen den Oberarmen

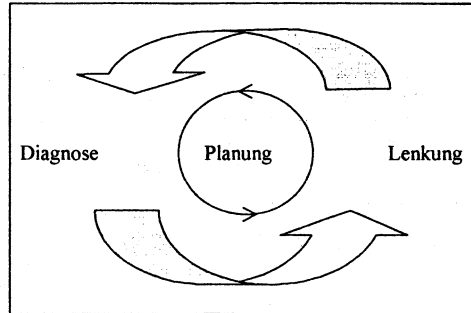
Tabelle 1e: Meßgrößen, die für den Start- und Wendeabschnitt relevant sind. (Beispiel: Schmetterling)

Start	Blockzeit	Flugzeit	7,5 m-Zeit	7,5 – 10 m	10 m
	[s]	[s]	[s]	[m/s]	[s]
Mittelwert	1,01	0,32	2,61	1,27	4,58

Wende	Zyklus- frequenz	Adaptation (2,5m bis Drehbeginn)	Drehzeit	Kontaktzeit	7,5 vor 7,5 nach	Anschw. geschw. (7,5 – 2,5)	Abstoß geschw.	Abschw. geschw.
	[1/min]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]
Mittelwert	2,63	1,62	1,52	1,52	5,97	1,84	1,72	1,75

Die Abstimmung und Terminierung der Lenkungs- und Diagnosemaßnahmen müssen bei der Periodisierung eingeplant werden. (vgl. Schema 1)

Schema 1



Schema 1. Strategietrias des Techniktrainings

Mit adäquaten Lenkungsmaßnahmen können diagnostizierte Defizite korrigiert werden. Die Auswirkungen der Interventionen werden dann wieder mit adäquaten Diagnoseverfahren bewertet.

Tabelle 2: Diagnoseziele und Bewertungsstrategien (in Anlehnung an LETZELTER 1985, 1986)

Diagnoseziele	Längsschnitt: Technikveränderungen registrieren (intraindividuell)	Querschnitt Technikstärken bzw. Technikschwächen feststellen (interindividuell)	Bewegungstechnische Entwicklung prognostizieren
Inter- und Intraindividueller Vergleich	Ist ₁ -Ist ₂ -Vergleich	Ist-Soll-Vergleich	Ist ₁ -Ist ₂ -Vergleich und Ist-Soll-Vergleich
Bewertungsstrategien	Veränderung des Istwertes	Ideale Normen <input type="checkbox"/> Technikausprägungen erfolgreicher Sportler (= hypothetische Leistungsrelevanz bzw. Alltagstheorien) <input type="checkbox"/> Folgerungen aus Funktionsanalysen (= logische Leistungsrelevanz) Statistische Normen <input type="checkbox"/> Mittelwerte, z. B. von Geschwindigkeitsmaxima (= statistische Leistungsrelevanz)	Ausprägung <ul style="list-style-type: none"> • der Ist-Soll-Differenzen • der Ist₁-Ist₂-differenzen

Mit Technikdiagnosen werden u. a. Technikdefizite und ihre Ursachen, bewegungstechnische Kompensationspotentiale, Technikvarianten (vgl. Abb. 1) und Technikveränderungen nach Interventionen, z. B. beim Meßplatztraining, bewertet. Die querschnittlichen Soll-Ist-Vergleiche (Abb. 2) und die längsschnittlichen (Soll-Ist₁)-(Soll-Ist₂)-Vergleiche (Abb. 3) sind u. a. Basis für die Defizit- oder Veränderungsbewertung (Tab. 2).

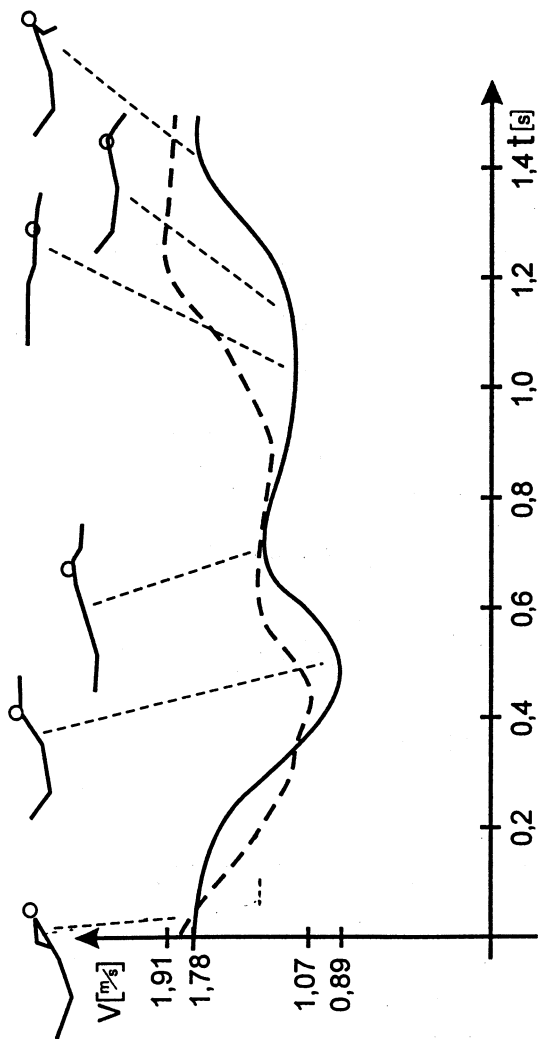


Abb. 1.

Videometrische Analyse (SIMI-Motion) des horizontalen, intrazyklischen Geschwindigkeits-Zeit-Verlaufs (Brustschwimmen).

----- : Schwimmzyklus mit Wave-Technik

————— : Schwimmzyklus mit Flat-Technik

v m/s : Schwimmgeschwindigkeit

t m/s : Zeit

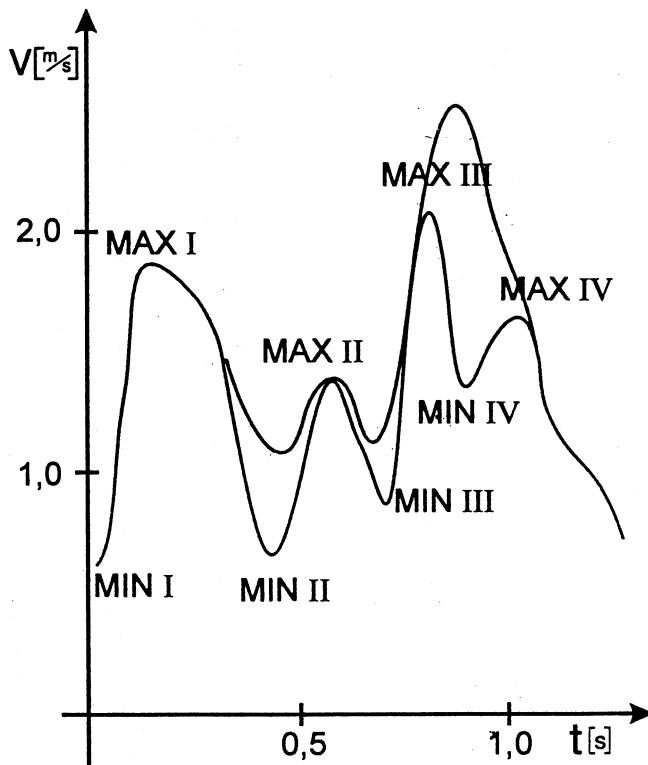


Abb. 2. Instruktion über ein Soll-Ist-Overlay.

Beispiel: Horizontale, intrazyklische Geschwindigkeits-Zeit-Kennlinie eines Delphinschwimmers (vgl. Legende von Abb. 4)

- : Ist-Kennlinie
- - - : Soll-Kennlinie

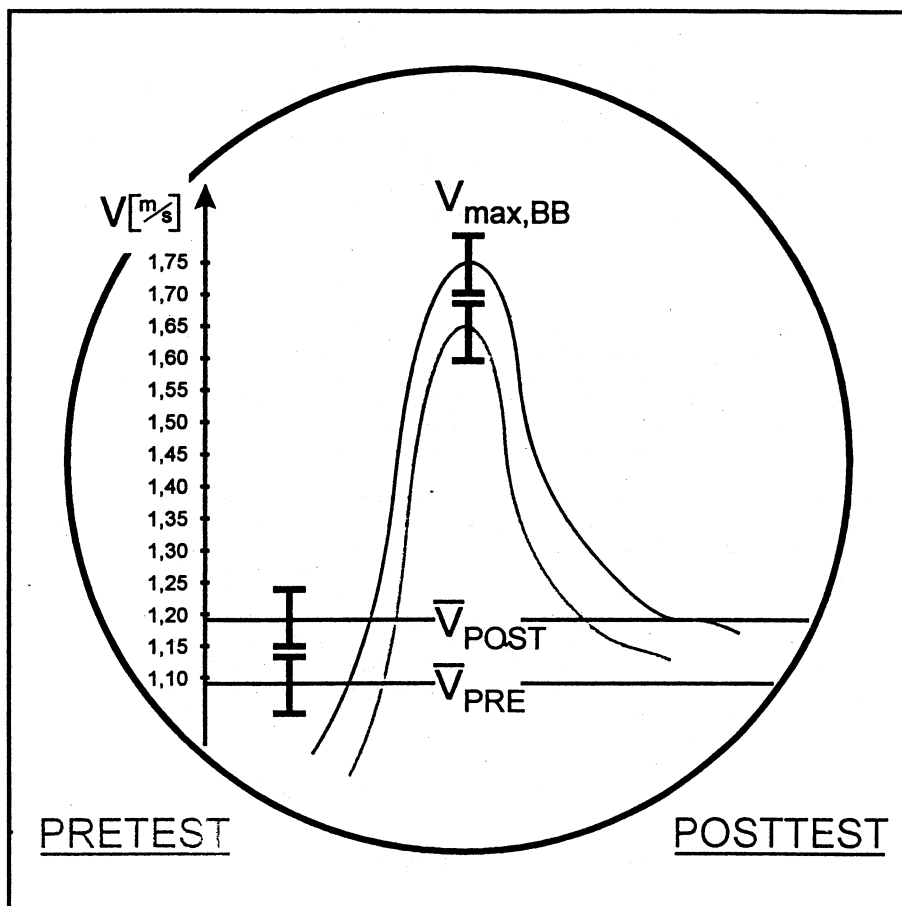


Abb. 3.

Ist₁-Ist₂-Vergleich, z. B. Geschwindigkeitsmaximum ($v_{\text{max, BB}}$) beim Brustbeinschlag

v_{PRE} = mittlere Schwimmgeschwindigkeit beim Pretest (Ist₁)

v_{POST} = mittlere Schwimmgeschwindigkeit beim Posttest (Ist₂)

I = Meßfehler: Der Meßfehler beträgt $\pm 0,05$ m/s d. h. eine v_{max} -Veränderung kann dann diagnostiziert werden, wenn sich die Maxima von Pretest und Posttest um 0,1 m/s unterscheiden.

4 Diagnoseverfahren

Die Ausprägungen der sportmotorischen Fertigkeiten sind nicht direkt beobachtbar (vgl. Kap. 1). Eine Diagnose der intraindividuellen Veränderung des Fertigniveaus oder der interindividuelle Vergleich basiert demnach auf Indikatoren (= Merkmale und Meßgrößen von Start, Wende und den Schwimmzyklen), deren Leistungsrelevanz jeweils nachzuweisen ist (Tab. 7). Bei der Technikdiagnostik werden die Schwimmzyklen (Tab. 1a,b,c), der Startabschnitt (Tab. 1d) und der Wendeabschnitt (Tab. 1e) mit adäquaten Verfahren (vgl. Kap. 4) bewertet.

Die Fertigkeitindikatoren sind grundsätzlich beobachtbar oder meßbar, z. B. Ausprägung eines Technikmerkmals oder die Beträge der Geschwindigkeitsmaxima beim Delphinschwimmen (vgl. Abb. 4).

Abb.4 hier.

Die Beobachtungs- und Meßdaten sollten bei entsprechender Datenlage – diese Einschränkung ist notwendig, denn bei den geschlechts-, kader- und schwimmartspezifischen Testungen ist die Datenbasis oft zu schmal – nur mit Verfahren erhoben werden, deren Gütekriterien (Objektivität, Reliabilität und Validität) überprüft sind, die rückwirkungsfrei und extern valide sind. "Externe Validität setzt ein Minimum an interner Validität und damit auch ein gewisses Maß an Standardisierung und Bedingungskontrolle voraus" (ROTH 1996, 24).

Beispiel

Die Daten, die bei Wettkampfbeobachtungen erhoben werden, sind extern valide. Die Daten, die am Meßplatz unter Laborbedingungen (= standardisierte Bedingungen) erhoben werden, sind zunächst intern valide. Daten, die beim Meßplatztraining erhoben werden, z. B. der Geschwindigkeits-Zeitverlauf eines Schmetterlingsschwimmers (vgl. Abb. 4), sind dann extern valide, wenn der Schwimmer mit Wettkampffrequenz und Wettkampfgeschwindigkeit schwimmt.

Für die Diagnose der individuellen Technikausprägungen und für die Bewertung von Trainingsinterventionen stehen dem Untersucher, in Abhängigkeit von der Diagnosesituation (= Diagnosezentrum mit oder ohne Meßplätze) und in Abhängigkeit von der Trainingskarriere des Sportlers (= Novize oder Experte), mehr oder weniger komplexe Verfahren zur Verfügung.

Folgende Beobachtungsverfahren, die L-Daten (= life-recorded-data) liefern, haben sich u. a. bei der Schwimmtechnikdiagnostik bewährt:

- unvermittelte und ungestützte Eindrucksanalyse,
- vermittelte (Video) und durch Merkmals- und Fehlerkataloge (vgl. Tab. 1a) gestützte Eindrucksanalyse.

Die Erhebung von L-Daten ist grundsätzlich problematisch:

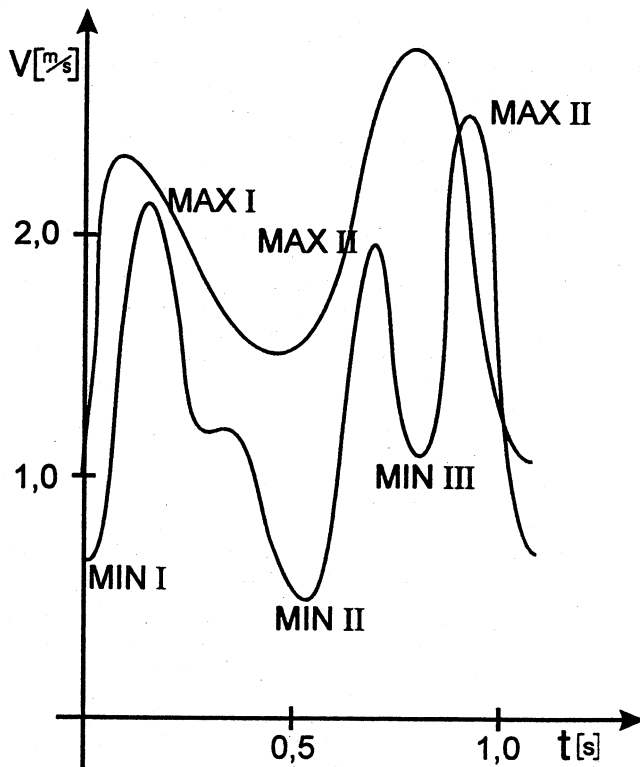


Abb. 4. Horizontale, intrazyklische Geschwindigkeits-Zeit-Kennlinie eines Delphinschwimmers – hier: Oberflächenpunkt an der Hüfte. Die Rückstellkraft (10 N) beim Zugseilverfahren ist Ursache für die geringeren Geschwindigkeitsbeträge und die unterschiedliche Anzahl an Minima und Maxima

— : Videometrische Auswertung (25 Bilder pro Sekunde)

- - - : SVPCCK (1000 Daten pro Sekunde)

v m/s : Geschwindigkeit

t s : Zeit

MIN I : Rückholphase der Arme

MAX I : Antrieb des ersten Delphinbeinschlags

MIN II : Eintauchen von Kopf, Armen und Oberkörper

- weil verschiedene Beobachter sich z.B. auf abweichende hydromechanische Vorgaben stützen, d. h. die Beobachter gewichten einige Technikaspekte (u. a. Ausrichtung der Technikanteile der Unterwasserphase) unterschiedlich;
- weil nicht immer alle Technikfehler von einem Beobachter identifiziert werden können, d. h. die Differenzierungsfähigkeit und die Fähigkeit, viele Technikmerkmale und Technikfehler sukzessive und/oder simultan zu erfassen, hängen u. a. von der Beobachtungserfahrung (= Anzahl der Déjà-vu-Erlebnisse) und der selektiven Aufmerksamkeitslenkung ab;
- weil die von außen beobachtbaren Ereignisse oft schnell ablaufen, weil die Ereignisdichte hoch ist, weil schon geringe Abweichungen relevant sein können, weil nicht alle Ereignisse beobachtbar sind.

Folgende Meßverfahren, die T-Daten (test-data) liefern, sind für die Schwimmdiagnostik momentan aktuell:

- Erhebung der kinematischen Größen Zyklusfrequenz und Zeit mit Stopp- und Schlagzahluhr oder mit Hilfe der Videozeitmessung. Die Größen Geschwindigkeit und Zyklusweg können dann aus den beiden Meßgrößen berechnet werden.
- Erhebung (Videometrie) der intrazyklischen, horizontalen Geschwindigkeits-Zeit-Kennlinie (Hüft- oder Körperschwerpunkt-Kennlinie) im Strömungskanal oder beim freien Schwimmen (Abb. 1, 2, 3)
- Erhebung (Videometrie) von Start- und Wendemerkmale mit Hilfe des Start- und Wendemeßplatzes (Tab. 1d,e);
- ereigniskorrelierte (= zeitgleiche) Erhebung von Beobachtungs- und Meßdaten. Mit einer Sensor-Video-PC-Kopplung (SVPCCK-System) können z. B. die horizontalen Geschwindigkeitsschwankungen eines Oberflächenpunktes der Hüfte erhoben und den Aktionen der Schwimmers zugeordnet werden. Die bildgenaue Meßwertzuordnung mit Hilfe des SVPCCK-Systems ist ein verfahrenstechnischer Lösungsansatz, der eine dialogische Bewertung der Bewegungsausführungen ermöglicht und beim Meßplatztraining eine sofortige Rückmeldung gewährleistet, denn jedem Videobild sind biomechanische Kennwerte – hier: Maxima und Minima der horizontalen, intrazyklischen Geschwindigkeitskennlinie – zugeordnet. Dialogische Bewertung bedeutet: Einerseits können die biomechanischen Kennlinien über die Videobilder interpretiert werden, andererseits lenken qualitative und quantitative Auffälligkeiten des Kennlinienverlaufs die Aufmerksamkeit bei der Videobildanalyse. Beim Einsatz eines geeigneten Sensors (z. B. Beschleunigungsaufnehmer mit telemetrischer Datenübertragung) können u. a. bei Wettkampfsimulationen belastungsbedingte Technikveränderungen quantifiziert werden.
- Der Frequentstufentest (REISCHLE 1988), um die trainingsbedingte Entwicklung des Zyklusweges und der Schwimmgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Zyklusfrequenz zu diagnostizieren.

Für die Routinediagnostik sind, neben den Hauptgütekriterien (Objektivität, Reliabilität, Validität), das Nebengütekriterium Testökonomie (LIENERT 1969) und die Zeitspanne zwischen Datenerhebung und Rückmeldung entscheidend wichtig (vgl. Tab. 3).

Die direkte Erhebung der intrazyklischen, horizontalen Geschwindigkeit eines Hüftpunktes mit Hilfe des SVPCK-Systems (z. B. mit einem Beschleunigungsaufnehmer als Sensor) ist für die Routinediagnostik das ideale Verfahren (vgl. Tab. 3), denn die Zeitpunkte der Geschwindigkeitsminima und -maxima korrelieren hoch mit denjenigen der KSP-Kennlinie (vgl. Tab. 4), außerdem ist die Zeitspanne zwischen Datenerhebung und Rückmeldung kurz, d. h. mit dem System sind lernwirksame Sofortinformationen möglich (vgl. Kap. 6).

Tabelle 3: Vor- und Nachteile des SVPCK und des Videometricsystems

Vorteile: +

Nachteile: -

	<i>SVPCK-System</i>	<i>Videometrie</i>
Meßgenauigkeit	=	=
Hüftpunktkennlinie bzw. KSP-Kennlinie	+	+
Sofortinformation	+	-
Komplexität des Meßsystems	+	+
Auswerteaufwand	+	-

Tabelle 4: Produkt-Moment-Korrelationen von KSP- und Hüftkennlinien (n = 10 Schwimmer), nach MAGLISCHO et al. (1987)

Schwimmart	Meßpunkte	Korrelationskoeffizienten
Brust	34 - 44	$r_{xy} = 0,81^*$ bis $0,90^*$
Schmetterling	24 - 34	$r_{xy} = 0,91^*$ bis $0,98^*$
Kraul	25 - 27	$r_{xy} = 0,86^*$ bis $0,96^*$
Rücken	19 - 25	$r_{xy} = 0,63^*$ bis $0,94^*$

*Absicherung auf dem 99%-Niveau

5 Einige Voraussetzungen für Technikdiagnosen

Folgende Vorleistungen und Vorentscheidungen sind unverzichtbare Basis für die Technikdiagnosen:

- * Auswahl der Diagnoseverfahren, die dem Untersuchungsgegenstand und den anfallenden Problemstellungen adäquat sind.
- * Erarbeitung von idealen oder statistischen Normen als Basis für den Soll-Ist-Vergleich – die statistischen Normen müssen u. a. kaderspezifisch sein, und die Datenbasis muß entsprechend groß sein ($n = 30$).
- * Überprüfung der Gütekriterien, insbesondere die Prüfung der externen Validitäten.
- * Auswahl adäquater Strategien, um die Diagnoseergebnisse zu bewerten: Meßfehlerabschätzung oder die Berechnung der Standardabweichung oder die Berechnung der Konfidenzintervalle.
- * Selektion leistungsrelevanter Technikmerkmale bzw. -parameter mit "hypothetischen", "logischen", oder "empirisch-statistischen" Argumenten (vgl. Tab. 5) Zusammenstellung eines Prioritätenkatalogs. Zielstellungen der Priorisierung sind:

Tabelle 5: KORRELATIONSANALYSE (Brust; D-Kader) von mittlerer Schwimmgeschwindigkeit und intrazyklischen Geschwindigkeitsmaxima und -minima. Absicherung auf dem 99 %-Niveau (xx), dem 95 %-Niveau (x), dem 80 %-Niveau (0)

	männlich Sprint n = 23	männlich 100m-Tempo n=12	männlich 200m-Tempo n = 22
MAX ₁	$r_{xy} = 0,72$ (xx)	$r_{xy} = 0,76$ (xx)	$r_{xy} = 0,72$ (xx)
MAX ₂	$r_{xy} = 0,46$ (x)	$r_{xy} = 0,42$ (x)	$r_{xy} = 0,60$ (xx)
MIN ₂	$r_{xy} = 0,32$ (0)	$r_{xy} = 0,46$ (x)	$r_{xy} = 0,74$ (xx)
	weiblich Sprint n = 18	weiblich 100m-Tempo, n = 11	weiblich 200m-Tempo, n = 13
MAX ₁	$r_{xy} = 0,37$ (0)	$r_{xy} = 0,48$ (0)	
MAX ₂	$r_{xy} = 0,70$ (xx)	$r_{xy} = 0,59$ (x)	$r_{xy} = 0,57$ (x)
MIN ₂	$r_{xy} = 0,65$ (xx)	$r_{xy} = 0,82$ (xx)	$r_{xy} = 0,90$ (xx)

- Gewichtung der Einflußgrößen über Alltagstheorien erfolgreicher Trainer (ROTH 1996) oder mit experimentellen und quasi experimentellen Untersuchungsplänen.
 - Gewichtung der Trainierbarkeit der Einflußgrößen.
- * Die Planung adäquater Rückmeldestrategien – FARFEL et al. (1977) haben nachgewiesen, daß mit biomechanischen Sofort- oder Schnellinformationen der Lenkungserfolg, im Vergleich zur Spätinformation oder subjektiven Information, um ein Vielfaches verbessert ist (n. BALLREICH/BAUMANN 1982, 100).
 - * Über Trendanalysen muß festgestellt werden, ob die Technikausprägungen im Training maximiert oder optimiert werden sollen.
 - * Auswahl adäquater Lenkungsstrategien, um z. B. die diagnostizierten Technikdefizite zu korrigieren (vgl. Schema 1 und Tab. 6). Eine Lenkungsstrategie ist dann erfolgreich, wenn die Minimierung von Soll-Ist-Differenzen mit möglichst wenig Zeitaufwand gelingt. Eine Längsschnittstudie, die den Lenkungserfolg bzw. den Mißerfolg von Interventionen quantifiziert (vgl. Tab. 6) zeigt, daß entweder die Diagnoseresultate nicht ernst genommen wurden oder mit inadäquaten Maßnahmen interveniert wurden.

Tab. 6: Technikfehler, die bei einer Ist₂-Kontrolle wieder identifiziert wurden, d. h.

Technikfehler, die beim Techniktraining zwischen den beiden Diagnoseterminen nicht

korrigiert wurden. 69 Probanden (m : 37, w : 32), 4 Testtermine: Herbst 94 bis Frühjahr 96

	Identifizierte Fehler	Nicht korrigiert Fehler
Schmetterling	41	22 (54 %)
Rücken	29	20 (69 %)
Brust	37	14 (38 %)
Kraul	50	14 (28 %)

- * Konstruktion von Indizes für den interindividuellen Vergleich:
 - Zyklusindex = Quotient aus Zyklusweg und Reichhöhe,
 - Zyklusfrequenzindex = Produkt aus Zyklusfrequenz und Reichhöhe,
 - spezifische Geschwindigkeit $n = v/l$ (v = Schwimgeschwindigkeit, l = Reichhöhe) in Abhängigkeit von der Zyklusfrequenz, d. h. „um welches Vielfaches n der Körperlänge sich der Schwimmer (Anmerkung des Autors) in einer Sekunde vorwärts bewegt.“ (HERTEL 1963, 109).

6 Bewirkt das Techniktraining Veränderungen?

bestimmt werden (Es gilt: wahrer Wert = gemessener Wert ± Meßfehler). Die Streuung der Meßwerte ist u. a. durch systematische und statistische Meßfehler (Wie beständig lassen sich die Meßbedingungen bei Meßwiederholungen reproduzieren) und durch die Inkonstanz der Bewegungsausführung bedingt (Wie konstant wird vom Sportler ein Bewegungsablauf einer Meßwiederholung reproduziert?). Im Unterschied zur physikalischen Messung am unbelebten Objekt wird demnach die Streuung bei der Trainings- und Wettkampfdiagnostik zusätzlich von der Merkmalskonstanz (= Konstanz des Bewegungsverhaltens) bestimmt.

Eine Veränderung des 'wahren' Wertes – das einfachste; aber nicht unproblematische Veränderungsmaß ist die Differenz zwischen Meßwerten, die an zwei Zeitpunkten erhoben werden – kann u. a. mit folgenden Argumenten bestätigt werden: Die Veränderung ist größer als der über eine worst-case-Abschätzung bestimmte doppelte Meßfehler (vgl. Abb. 1) oder als die doppelte Streuung oder als das doppelte Konfidenzintervall (= Vertrauensintervall).

Argument 1

Doppelter Meßfehler beim einfachen Differenzmaß:

Die Wettkampfdiagnostik ist in der Regel eine Einzelfallanalyse, eine Wiederholungsmessung ist nicht denkbar. Intraindividuelle Veränderungen können demnach nur auf der Basis einer Fehlerbetrachtung (= Worst Case Estimation) diagnostiziert werden (vgl. WILLIMCZIK 1977).

Nachteil: Bei dieser Fehlerbetrachtung kann nur der abgeschätzte Meßfehler des Meßsystems (hier: z. B. Handstopfung mit Stopp- und Schlagzahluhr oder Videozeitmessung) berücksichtigt werden (vgl. REISCHLE 1988). Die Konstanz bzw. Nichtkonstanz des Bewegungsverhaltens wird bei dieser Worst-Case-Analyse nicht berücksichtigt.

Argument 2

Doppelte Standardabweichung beim einfachen Differenzmaß:

Zu einem Meßzeitpunkt sind Meßwiederholungen möglich (z. B. ein Sportler schwimmt 25 mal 25m mit konstanter Geschwindigkeit: Zyklusfrequenz und Zeit werden gemessen, Geschwindigkeit und Zyklusweg werden berechnet). Die Standardabweichung (Tab. 5) kann berechnet und als Veränderungsargument genutzt werden.

Nachteil: Die instrumentelle Konsistenz, die Merkmals- und Bedingungskonstanz werden nur zu einem Meßzeitpunkt erfaßt. "Testet man eine Reihe von Personen mit einem Test, dann erhält man nur ein Maß für die Streuung der Testergebnisse ... , nicht aber ein Maß für die Fehlerstreuung" (HAASE 1982, 179). Die Konstanz bzw. Nichtkonstanz des Bewegungsverhaltens wird mit einer einmaligen Testung nicht adäquat erfaßt.

Meßgröße	Anzahl der Meßwiederholungen (= Zyklen)	Mittelwert	Standardabweichung
MF min ⁻¹	25	30,8	1,11
v m/s	25	1,06	0,04
L _x m	25	2,08	0,05
vmax ₁ m/s	25	1,78	0,1
vmax ₂ m/s	25	1,41	0,07
vmin m/s	25	0,96	0,05

Tabelle 7: Kinematische Parameter und die Streuung der Meßwerte eines Brustschwimmens

MF: Zyklusfrequenz,

V: Schwimmgeschwindigkeit,

L_x: Zyklusfrequenz,

vmax₁: Geschwindigkeitsmaximum beim Beinschlag,

vmax₂: Geschwindigkeitsmaximum beim Armzug,

vmin: Geschwindigkeitsminimum während der "Gleitphase". Eine Veränderung z.

B. von Schwimmgeschwindigkeit und Zyklusweg kann dann diagnostiziert werden,

wenn dieser Schwimmer sich z. B. um $v = 0,08$ m/s bzw. $L = 0,1$ m verändert.

Argument 3a

Doppeltes Konfidenzintervall (CL) beim einfachen Differenzmaß - hier intraindividuellem Vergleich: Auf der Basis einer Testwiederholung, d. h. Meßwerterhebung an zwei Meßzeitpunkten, wird der Reliabilitätskoeffizient bestimmt und dann ein Konfidenzintervall berechnet (Tab. 8). Die Konstanz bzw. Nichtkonstanz des Bewegungsverhaltens wird durch die Testwiederholung adäquat erfaßt.

Tabelle 8: Konfidenzintervalle für eine spezifische Merkmalsstichprobe ($n = 24$). Die Konfidenzintervalle sind auf dem 95 %-Niveau abgesichert. Veränderungen können dann bestätigt werden, wenn dieser Schwimmer sich z. B. um $v_s = 0,1$ m/s und $L_x = 0,18$ m verändert

SE: Standardmeßfehler

S_x : Standardabweichung

Rel_x: Reliabilitätskoeffizient

CL_x: Vertrauensintervall

Standardmeßfehler

$$SE = S_x \sqrt{1 - \text{Rel}_x}$$

Konfidenzintervall

$$CL_x = x \pm 1,96 \cdot SE$$

für die Schwimgeschwindigkeit

$$SE = 0,14 \cdot \sqrt{1 - 0,88}$$

$v_s = 1,46$ m/s

$$CL_x = 1,46 \pm 0,05$$

für den Zyklusweg

$$SE = 0,24 \cdot \sqrt{1 - 0,86}$$

$L_x = 1,83$ m

$$CL_x = 1,83 \pm 0,09$$

Argument 3b

Doppeltes Konfidenzintervall (CL) beim einfachen Differenzmaß - hier: interindividueller Vergleich: An einer kader-, schwimmart-, strecken- und geschlechtsspezifischen Stichprobe ($n = 30$) wird ebenfalls der Reliabilitätskoeffizient bestimmt. Mit Hilfe des Konfidenzintervalls kann dann der Rangplatz innerhalb des Kaders festgestellt werden.

Anmerkung zur Veränderungsmessung:

Das Problem des Eingangswertes wurde bei den vorgestellten Veränderungsmaßen (hier: einfache Differenzbildung) nicht berücksichtigt.

Beispiel

Zyklusweg (L_x) von Sportler I beträgt bei einer Zyklusfrequenz von $MF = 50 \text{ min}^{-1}$: (L_x) = 2,10 m. Zyklusweg (L_x) von Sportler II beträgt bei einer Zyklusfrequenz von $MF = 50 \text{ min}^{-1}$: (L_x) = 1,80 m. Die beiden Kraulschwimmer verbessern sich bei vergleichbarer Zyklusfrequenz nach einem 6 wöchigen Kraft- und Techniktraining auf 2,15 m und 1,90 m.

Ohne Berücksichtigung der Eingangswerte ist eine vergleichende Bewertung der einfachen Differenzen 5 cm und 10 cm nicht möglich, denn die Leistungszuwächse sind nicht linear, sondern verlaufen degressiv. "Die einschlägige Forschung zeigt: Veränderungsbeiträge stehen in einer negativen Korrelation mit ihren Eingangswerten, ..." (HAASE 1982, 190). Das einfache Differenzmaß sollte deshalb unter Berücksichtigung des Eingangswertes korrigiert werden.

Literatur

1. BALLREICH, R., BAUMANN, W. (1982): Einführung in die Forschungsmethoden der Biomechanik des Sports. In: R. BALLREICH (Hrsg.): Trainingswissenschaft 1. Bad Homburg. Limpert Verlag, 39–134.
2. Farfel, W.S.(1977): Bewegungssteuerung im Sport. Berlin. Sportverlag.
3. HAASE, H. (1982): Einführung in die Forschungsmethoden der Sportpsychologie. In: R. BALLREICH et al. (Hrsg.): Trainingswissenschaft 1. Bad Homburg. Limpert Verlag, 135–244.
4. HERTEL, H. (1963): Biologie und Technik. Mainz. Krauskopf-Verlag.
5. LETZELTER, M. (1985): Soll- und Ist-Werte in der Trainingssteuerung. In: G. HAGEDORN et al. (Redaktion): Handeln im Sport. Clausthal-Zellerfeld. dvs-protokolle Nr.18, 142-147.
6. LETZELTER, M. (1986): Möglichkeiten und Grenzen der sportmethodischen Leistungsdiagnostik. In: H. MECHLING et al. (Redaktion): Aspekte der Bewegungs- und Trainingswissenschaft. Motorisches Lernen – Leistungsdiagnostik – Trainingssteuerung. Clausthal-Zellerfeld. dvs-protokolle Nr.22, 143-178.
7. LIENERT, G.A. (1969): Testaufbau und Testanalyse. Weinheim, Berlin, Basel. Verlag Julius Beltz.
8. MAGLISCHO, C.W. et al. (1987): The Relationship between the forward velocity of the center of gravity and the hip in the four competitive strokes. In: Journal of Swimming Research 2, 11-17.
9. NIKLAS et al. (1997): Bestimmung der mechanischen Schwimmleistung im Strömungskanal – eine Methode zur sportartspezifischen Leistungsdiagnostik. In: K. DANIEL (Hrsg.): Kölner Schwimmsporttage 1996. Bockenem. Fahnenmann – Verlag, 117-127.
10. REISCHLE, K. (1988): Biomechanik des Schwimmens. Bockenem. Fahnenmann – Verlag.
11. ROTH, K. (Hrsg.) (1996): Techniktraining im Spitzensport – Alltagstheorien erfolgreicher Trainer. Köln. Sport und Buch Strauß.
12. ROTH, K., WILLIMCZIK, K. (1999): Bewegungswissenschaft. Reinbek. Rowohlt-Verlag.

13. SCHLEIHAUF, R.E. (1983): Three dimensional analysis of hand propulsion in the sprint front crawl stroke. In: A.P. HOLLANDER et al.(ed.) : Biomechanics and medicine in swimming. Champaign. Human Kinetics, 173-183.
14. WILLIMCZIK, K. (1977): Grundkurs Datenerhebung 1. Bad Homburg. Limpert.

JÜRGEN KÜCHLER

4.1 Schwimmtechnik

Der Wettkampfschwimmer steht vor der Aufgabe, sich in einer möglichst kurzen Zeitdauer über eine bestimmte Strecke zu bewegen. Dabei realisiert er 80-85% der Wettkampfstrecke in zyklischer Bewegung und für das Wettkampfergebnis ist entscheidend, welche mittlere Schwimmgeschwindigkeit er mit der zyklischen Bewegung erzielt. Im Allgemeinen kann man davon ausgehen, daß eine höhere Schwimmgeschwindigkeit nur durch höhere vortriebswirksame Antriebsimpulse erreicht werden kann. Um die Geschwindigkeit aufrechterhalten zu können, muß der Schwimmer in jedem Einzelzyklus die Wirkung des äußeren, die Vorwärtsbewegung hemmenden Widerstandes kompensieren. Die Quelle der dafür aufzubringenden Antriebskräfte ist die Umwandlung von biochemischer Energie in den Muskelzellen. Geht man davon aus, daß der Schwimmer pro Zeiteinheit nur eine begrenzte biochemische Energie in Muskelarbeit umsetzen kann und daß von dieser Muskelarbeit nur ein kleiner Teil als äußere mechanische Arbeit zur Überwindung des Wasserwiderstandes wirksam gemacht werden kann, so ist für das sportliche Ergebnis von großer Bedeutung, wie effektiv diese äußere mechanische Arbeit für die Bewegung in Schwimmrichtung eingesetzt wird.

In allen Schwimmdisziplinen werden internationale Spitzenleistungen auf verschiedenen Wegen erreicht. Das gilt sowohl für die Renngestaltung (Verlauf von Geschwindigkeit und Frequenz) als auch für die Bewegungsausführung im Einzelzyklus. Spitzenleistungen sind das Ergebnis einer Optimierung der Bewegungsausführung auf der Basis grundlegender Erfordernisse unter Berücksichtigung individueller Stärken. *Es ist davon auszugehen, daß natürliche Veranlagungen bei der Ausprägung schwimmtechnischer Fertigkeiten und deren Konditionierung bewußt berücksichtigt werden.* Dieser Sachverhalt sollte bei der Suche nach einer individuellen Bestlösung für den einzelnen Athleten berücksichtigt werden.

4.1.1 Grundlegende Aspekte zu Technikvarianten

Trotz der individuellen Unterschiede im äußeren Erscheinungsbild zeigen sich bei den besten Schwimmern und Schwimmerinnen folgende Gemeinsamkeiten in der Gestaltung des Bewegungsablaufes im Schwimmzyklus:

■ Antrieb

Die Möglichkeiten zur Erzeugung vortriebswirksamer Antriebsimpulse werden in der zyklischen Bewegung umfassend genutzt. Sportschwimmen ist eine Ganzkörperbewegung. Alle Körperteile - Arme, Rumpf, Beine - sind in allen Schwimmarten an der Erzeugung der Antriebsimpulse beteiligt.

■ Koordination

Durch eine Optimierung in der Koordination von Teilkörperbewegungen wird eine hohe Antriebsleistung im Einzelzyklus angestrebt, die gleichzeitig angemessene Pausen für die beanspruchte Muskulatur sichert, und unzweckmäßig hohe, die Bewegung bremsende Wasserwiderstände vermeidet.

■ **Armzug**

Die anatomisch möglichen Gelenkamplituden werden mit dem Ziel, einen langen Antriebsweg von Hand/Unterarm zu realisieren, optimal genutzt. Das erfordert einen hohen Grad an Beweglichkeit und Lockerheit im Bereich des Schultergürtels.

■ **Beinschlag**

Ein hoher Grad an Beweglichkeit im Bereich der Hüfte bzw. im Fußgelenk ermöglichen lange Antriebswege von Fuß/Unterschenkel und eine hohe Effektivität in der Antriebswirkung des Beinschlages.

Diese allgemein gehaltenen Aussagen sollen im folgenden für die verschiedenen Schwimmmarten beschrieben werden.

4.1.2 Freistil

In den Freistilwettbewerben wird ausschließlich Kraul geschwommen. Dabei zeichnet sich die **Körperlage** durch hohe Schultern und eine stabile Hüftposition aus. Der Schwimmer "liegt auf einer Welle", die sich gleichförmig mit ihm fortbewegt. Am Antrieb sind Arme und Beine beteiligt.

Der **Armzug** ist durch einen langen Antriebsweg der Hand mit ausgeprägter Rotation der Schulterachse gekennzeichnet. Diese Rollbewegung der Schulterachse bei geringer Verdrehung der Hüftachse begünstigt die Armrückführung (Oberarm wird nahezu durch die Senkrechte geführt) und unterstützt die Kraftentfaltung im Unterwasserarmzug. Die Hand wird in Verlängerung der Schulter weit vorn eingesetzt. Beim Einsetzen wird der Arm gestreckt und die dazugehörige Schulter aktiv nach vorn geschoben. Hand/Unterarm werden von unten "angeströmt". Dadurch werden vertikale Stützkkräfte erzeugt, die zu einer hohen Wasserlage beitragen. Gleichzeitig erfolgt ein kraftvoller Abdruck der anderen Hand - hohe Handgeschwindigkeit im letzten Abschnitt des Unterwasserarmzuges. Am Ende des Abdruckes beginnt das Wasserfassen der anderen Hand. Durch eine solche **Koordination** wird ein quasikontinuierlicher Antrieb möglich. Sechs rhythmische Beinschläge im Zyklus, wobei Auf- und Abwärtsbewegung gleichermaßen betont werden, tragen zusätzlich zu einer hohen Konstanz der Schwimmgeschwindigkeit und zu einer stabilen Körperlage bei. Beides sind Voraussetzungen für eine stabile Druckverteilung in der unmittelbaren Umgebung des Schwimmers und damit für eine sich gleichförmig mit dem Schwimmer bewegende Welle.

An dieser Stelle soll besonders darauf hingewiesen werden, daß ein kraftvoller **Beinschlag** eine notwendige Voraussetzung für das Erreichen höchster Geschwindigkeiten im Kraulschwimmen (50m, 100m) ist. Ein im Sinne eines maximalen Beitrages zum Vortrieb effektiver Beinschlag zeichnet sich durch ein deutliches Überstrecken der Füße in der Abwärtsbewegung (am Gelenkansschlag, flossenähnliche Bewegung) und ein aktives Ziehen der Füße in der Aufwärtsbewegung (gestreckte Füße) aus. Dieses aktive Ziehen und das Anstellen der Fußsohlen sichert ebenfalls einen Beitrag zum Vortrieb, unterstützt ein Vordehnen in der Hüfte für einen wirkungsvollen Abwärtsschlag (Antriebsweg von Fuß bzw. Unterschenkel können effektiver genutzt werden) und trägt zur Stabilität der Hüftachse während des gesamten Zyklus bei (Kompensation von Impulsen aus Teilkörperbewegungen).

Schwimmer wie der seit Jahren dominierende Russe Popov oder die US-Amerikaner Biondi bzw. Hall erreichen höchste Geschwindigkeiten (>2.20m/s) bei relativ niedrigen Frequenzen (54-58 Zyklen pro Sekunde) nicht nur wegen ihrer idealen körperbaulichen Voraussetzungen

(Körpergröße > 1.95m) sondern auch wegen eines hohen Vortriebs durch einen wirkungsvollen Beinschlag.

Tabelle 1: Zyklusparameter im Freistilschwimmen der Männer / 50m und 100m

Name / Land	Wettkampf	Endzeit/Platz in s	Geschwindigkeit in m/s	Frequenz in Zyklen/min
Popov / GUS	OS 1992 / 50mF	21.91 / 1.	2.24 - 2.12	56 - 56
Biondi / USA	OS 1992 / 50mF	22.09 / 2.	2.24 - 2.10	59 - 57
Popov / RUS	WM 1994 / 50mF	22.17 / 1.	2.16 - 2.13	55 - 52
Hall / USA	WM 1994 / 50mF	22.44 / 2.	2.14 - 2.13	57 - 53
Popov / RUS	OS 1996 / 50mF	22.13 / 1.	2.17 - 2.09	57 - 56
Hall / USA	OS 1996 / 50mF	22.26 / 2.	2.20 - 2.08	55 - 52
Pilczuk / USA	WM 1998 / 50mF	22.29 / 1.	2.23 - 2.08	64 - 60
Popov / RUS	WM 1998 / 50mF	22.43 / 2.	2.10 - 2.06	58
Klim / AUS	WM 1998 / 50mF	22.47 / 3.	2.09 - 2.06	61 - 58
Popov / GUS	OS 1992 / 100mF	49.02 / 1.	2.12 - 1.90	46 - 44
Borges / BRA	OS 1992 / 100mF	49.43 / 2.	2.10 - 1.86	47 - 45
Popov / RUS	WM 1994 / 100mF	49.12 / 1.	2.13 - 1.83	51 - 45
Hall / USA	WM 1994 / 100mF	49.41 / 2.	2.14 - 1.84	52 - 44
Popov / RUS	OS 1996 / 100mF	48.74 / 1.	2.09 - 1.87	52 - 48
Hall / USA	OS 1996 / 100mF	48.81 / 2.	2.09 - 1.87	48 - 44
Popov / RUS	EM 1997 / 100mF	49.09 / 1.	2.08 - 1.89	48 - 46
Popov / RUS	WM 1998 / 100mF	48.93 / 1.	2.08 - 1.85	50 - 48
Klim / AUS	WM 1998 / 100mF	49.20 / 2.	2.14 - 1.86	56 - 50

Hervorzuheben unter den Beispielen aus der Tabelle 1 ist die Tatsache, daß Popov und Hall über 50m aber auch über 100m Freistil mit den niedrigsten Frequenzen höchste Schwimgeschwindigkeiten erzielen. Im Sprint über 50m erreichen nur die US-Amerikaner Biondi und Pilczuk mit wesentlich höheren Frequenzen ähnlich hohe Geschwindigkeiten. Im Längsschnitt zeigt sich bei Popov eine Erhöhung der Frequenz bei einer deutlichen Verringerung der Geschwindigkeit über 50m bzw. der Anfangsgeschwindigkeit über 100m. Da die niedrigeren Geschwindigkeiten mit einer höheren Anzahl Zyklen geschwommen werden, muß die im Einzelzyklus abgegebene Antriebsleistung geringer geworden sein. Ursachen sind kleinere Antriebskräfte und kürzere Antriebswege im Einzelzyklus.

Im Sprint der Frauen über 50m schwimmen die Chinesin Le, die US-Amerikanerin van Dyken, die Deutschen Völker und van Almsick in der zyklischen Bewegung Geschwindigkeiten über 1.90 m/s (vgl. Tabelle 2). Diese hohen Geschwindigkeiten erreicht van Almsick mit deutlich niedrigeren Frequenzen als ihre Konkurrentinnen. Auch bei ihr trägt ein wirkungsvoller Beinschlag wesentlich zum Vortrieb bei und schafft damit die Voraussetzung für die relativ niedrige Frequenz.

Tabelle 2: Zyklusparameter im Freistilschwimmen der Frauen / 50m und 100m

Name / Land	Wettkampf	Endzeit/Platz in s	Geschwindigkeit in m/s	Frequenz in Zyklen/min
Le / CHN	WM 1994 / 50mF	24.51 / 1.	1.99 - 1.89	61 - 58
van Dyken / USA	WM 1994 / 50mF	25.18 / 3.	1.98 - 1.87	64 - 62
van Almsick /	WM 1994 / 50mF	25.40 / 4.	1.91 - 1.83	55 - 55
van Dyken / USA	OS 1996 / 50mF	24.87 / 1.	1.97 - 1.90	61 - 62
Le / CHN	OS 1996 / 50mF	24.90 / 2.	1.92 - 1.90	63 - 61
Völker / GER	OS 1996 / 50mF	25.14 / 3.	1.91 - 1.87	58 - 57
van Dyken / USA	WM 1998 / 50mF	25.15 / 1.	1.94 - 1.86	65 - 63
Völker / GER	WM 1998 / 50mF	25.32 / 2.	1.90 - 1.80	58 - 58
Shan / CHN	WM 1998 / 50mF	25.36 / 3.	1.89 - 1.83	63 - 56
Zhuang / CHN	OS 1992 / 100mF	54.64 / 1.	1.84 - 1.64	56 - 51
Thompson / USA	OS 1992 / 100mF	54.84 / 2.	1.86 - 1.64	55 - 53
van Almsick /	OS 1992 / 100mF	54.94 / 3.	1.86 - 1.69	49 - 46
Le / CHN	WM 1994 / 100mF	54.01 / 1.	1.94 - 1.68	59 - 51
Lu / CHN	WM 1994 / 100mF	54.15 / 2.	1.86 - 1.71	53 - 50
van Almsick /	WM 1994 / 100mF	54.77 / 3.	1.88 - 1.68	54 - 47
Le / CHN	OS 1996 / 100mF	54.50 / 1.	1.85 - 1.70	54 - 52
Völker / GER	OS 1996 / 100mF	54.88 / 2.	1.90 - 1.68	51 - 49
Martino / USA	OS 1996 / 100mF	54.93 / 3.	1.84 - 1.67	55 - 49
Thompson / USA	WM 1998 / 100mF	54.95 / 1.	1.84 - 1.61	53 - 51

Eine wachsende Rolle des Beinschlages spiegelt sich auch in den Ergebnissen über die mittleren Freistil-strecken wider. In den Männer - Wettbewerben über 200m und 400m werden bei internationalen Meisterschaften in der Tendenz zunehmend die Medaillen von Kraulern gewonnen, die über die gesamte Distanz einen gleichmäßigen *Beinschlag* (6 oder mindestens 4 Schläge im Zyklus) nutzen. Beispiele aus der Gegenwart sind Loader aus Neuseeland, der bei den Olympischen Spielen von Atlanta 1996 (OS 1996) über beide Strecken triumphierte, Borges/BRA und Klim/AUS, die über die 200m-Distanz in Atlanta 1996 die bzw. in Perth 1998 die Goldmedaille gewonnen haben, der Italiener Brembilla, überlegener Europameister von Sevilla 1997 über 400m bzw. die in Perth 1998 über die gleiche Strecke überragenden erfolgreichen jungen Australier Hackett (17 Jahre) und Thorpe (15 Jahre).

Daten zum jeweiligen Rennverlauf sind in der Tabelle 3 wiedergegeben. Charakteristisch für die 200m-Distanz ist eine hohe Anfangsgeschwindigkeit bei erhöhter Frequenz auf der ersten Bahn und ein Abfall der Geschwindigkeit bis zum Ende. Der Australier Klim, der in Perth auch über 50m- und 100m-Freistil Medaillen gewonnen hat, beginnt sehr schnell. Der bei ihm zu beobachtende kontinuierliche Abfall der Geschwindigkeit geht mit einer Abnahme der Frequenz einher. Anders der Rennverlauf bei dem "Mittelstreckler" Loader, der das Rennen verhaltener beginnt und am Ende in Verbindung mit einer erhöhten Frequenz deutlich schneller als Klim ist. Borges, der in der Vergangenheit auch auf der 100m-Freistilstrecke erfolgreich war, schwimmt mit sehr niedriger Frequenz langsamer als Klim an und kann wie Loader am Ende ein höheres Geschwindigkeitsniveau halten.

Tabelle 3: Zyklusparameter im Freistilschwimmen der Männer / 200-1500m

Name / Land	Wettkampf	Endzeit/Platz in min	Geschwindigkeit in m/s	Frequenz in Zyklen/min
Loader / NZL	OS 1996 / 200mF	1:47.63 / 1.	1.85 - 1.72	(47) 45 - 48 (47)
Borges / BRA	OS 1996 / 200mF	1:48.08 / 2.	1.85 - 1.72	(38) 36 - 40 (44)
Klim / AUS	WM 1998 / 200mF	1:47.41 / 1.	1.96 - 1.65	(48) 45 - 41 (43)
Loader / NZL	OS 1996 / 400mF	3:47.97 / 1.	(1.79) 1.68 (1.78)	(48) 45 - 41 (43)
Brembilla / ITA	EM 1997 / 400mF	3:45.96 / 1.	(1.73) 1.70 (1.69)	(41) 40 - 42 (43)
Thorpe / AUS	WM 1998 / 400mF	3:46.29 / 1.	(1.79) 1.69 (1.72)	(38) 37 - 40 (41)
Hackett / AUS	WM 1998 / 400mF	3:46.44 / 2.	(1.80) 1.70 (1.68)	(44) 41 - 42 (43)
Perkins / AUS	OS 1996 / 1500mF	14:56.40 / 1.	(1.79) 1.62 (1.65)	(47) 43 - 48 (44)
Brembilla / ITA	EM 1997 / 1500mF	14:58.65 / 1.	(1.63) 1.61 (1.68)	(37) 37 - 39 (42)
Hackett / AUS	WM 1998/1500mF	14:51.70 / 1.	(1.75) 1.61 (1.66)	(42) 39 - 40 (40)
Brembilla / ITA	WM 1998/1500mF	15:00.59 / 2.	(1.65) 1.59 (1.60)	(39) 37 - 38 (40)

(.) .. (...) Angaben für Geschwindigkeit und Frequenz : (.) Wert für die 1.Bahn
 .. Wert für die mittleren Bahnen
 (...) Wert für die letzte Bahn

Die 400m- und 1500m-Rennen werden mit einem hohen Gleichmaß in Geschwindigkeit und Frequenz absolviert, wobei am Beginn und am Ende für beide Parameter höhere Werte zu beobachten sind. Eine zunehmende Bedeutung des Beinschlages für die lange Strecke deutet sich in der Entwicklung auf der 1500m-Strecke an. Bei der WM 1994 und den OS 1996 wurde diese Strecke durch Australier (Pierkens, Kowalski) bestimmt. Für beide charakteristisch ist ein kontinuierlicher *Beinschlag* vor allem am Beginn des Rennens (schnelle 200m-Angangszeit) bzw. in den Wendeabschnitten. Sie nutzen ihn aber auch phasenweise im Mittelteil der Bahnen. Im 1500m-Wettbewerb von Perth 1998 setzten sich mit Hackett/AUS und Brembilla/ITA zwei Krauler durch, die den Beinschlag bei Frequenzen von 38- 40 Zyklen pro Minute nahezu über die gesamte Strecke einsetzen.

Für die längeren Kraulstrecken der Frauen ergibt sich in Bezug auf den *Beinschlag* ein etwas anderes Bild. Unter den Medaillengewinnerinnen bei internationalen Meisterschaften über die 200m-, 400m- und 800m- Strecken befinden sich zahlreiche Kraulerinnen, deren Beinschlag in geringerem Maße zum Vortrieb beiträgt. Sehr verbreitet unter den 400m- und 800m-Kraulerinnen ist ein 2er Beinschlag, der in erster Linie zur Stabilisierung der Körperlage eingesetzt wird. Erst auf der letzten Bahn wird der Beinschlag intensiviert und eine deutliche Geschwindigkeitserhöhung realisiert. Beispiele sind Evans/USA, Bennett/USA, Henke/GER und Kielgaß/GER. Eine ähnliche Renngestaltung ist sogar in den 200m-Rennen zu beobachten (z.B. Poll/CRC, Kielgaß/GER).

Tabelle 4: Zyklusparameter im Freistilschwimmen der Frauen / 200-800m

Name / Land	Wettkampf	Endzeit/Platz in min	Geschwindigkeit in m/s	Frequenz in Zyklen/min
v.Almsick / GER	WM 1994 / 200mF	1:56.78 / 1.	(1.77) 1.65 (1.63)	(50) 41 - 42 (42)
Poll / CRC	OS 1996 / 200mF	1:58.16 / 1.	(1.74) 1.63 (1.60)	(55) 51 - 53 (51)
v.Almsick / GER	OS 1996 / 200mF	1:58.57 / 2.	(1.79) 1.63 (1.59)	(47) 44 - 39 (41)
Hase / GER	OS 1996 / 200mF	1:59.56 / 3.	(1.69) 1.60 (1.62)	(49) 47 - 49 (49)
v.Almsick / GER	EM 1995 / 400mF	4:08.37 / 1.	(1.72) 1.55 (1.56)	(40) 36 - 38 (39)
Hase / GER	OS 1996 / 400mF	4:08.30 / 2.	(1.62) 1.55 (1.61)	(52) 48 - 49 (49)
Chen / CHN	WM 1998 / 400mF	4:06.72 / 1.	(1.59) 1.58 (1.58)	(51) 44 - 45 (46)
Bennett / USA	WM 1998 / 400mF	4:07.07 / 2.	(1.58) 1.58 (1.56)	(58) 56 - 57 (57)
Hase / GER	WM 1998 / 400mF	4:08.82 / 3.	(1.62) 1.55 (1.54)	(58) 49 - 50 (46)
Evans / USA	WM 1994 / 800mF	8:29.85 / 1.	(1.56) 1.54 (1.55)	(49) 47 - 49 (50)
Jung / GER	EM 1995 / 800mF	8:36.08 / 1.	(1.60) 1.48 (1.53)	(49) 46 - 47 (49)
Bennett / USA	OS 1996 / 800mF	8:27.89 / 1.	(1.58) 1.54 (1.53)	(55) 51 - 54 (52)
Hase / GER	OS 1996 / 800mF	8:29.91 / 2.	(1.56) 1.52 (1.53)	(48) 47 - 50 (50)

In den Wettbewerben über die längeren Freistilstrecken ist ein kontinuierlicher 4er- oder 6er-Beinschlag eher die Ausnahme. Zu nennen sind Chen/CHN (400mF), Jung/GER (200-800mF), van Almsick/GER (200mF, 400mF). Eine besondere Rolle spielt Dagmar Hase/GER, die in 200m-Rennen mit einem kontinuierlichen Beinschlag und über längere Distanzen (400m, 800m) mit stark verringertem Beinschlag schwimmt. Dieser Sachverhalt spiegelt sich in den Frequenzen wider, die sich auf den verschiedenen Distanzen kaum voneinander unterscheiden.

Man kann davon ausgehen, daß sich der bei den Männern abzeichnende Trend in der Zukunft auch bei den Frauen durchsetzen wird, weil ein *effektiver Beinschlag*

- eine höhere Anfangsgeschwindigkeit bei Sicherung aerober Bedingungen in der Muskulatur der oberen Extremitäten,
- eine aus physiologischer Sicht günstigere zeitliche Struktur in der Belastung der muskulären Antriebe (längere Zykluszeiten verlängern die Pausen zwischen den Muskelkontraktionen) und
- längere Übergänge in den Wendeabschnitten und damit lohnende Pausen für regenerative Prozesse in der Muskulatur der oberen Extremitäten ermöglicht.

Die Vorteile eines Beinschlages ergeben sich auch aus folgenden Überlegungen: Die weltbesten Krauler absolvieren die Distanz mit einer Geschwindigkeit auf hohem Niveau. Dafür ist eine bestimmte Antriebsleistung aufzubringen. Ein Krauler mit einem effektiven Beinschlag bringt einen Teil dieser Antriebsleistung durch den Beinschlag auf, d.h. die beim Armzug wirksame Muskulatur wird mit geringerer Intensität belastet. Ein Krauler ohne wirksamen Beinschlag muß diese Antriebsleistung ausschließlich durch die für die Bewegung der Arme einzusetzende Muskulatur freisetzen. Diese lokal höhere Anforderung kann nicht durch größere Kräfteinsätze im einzelnen Armzug sondern nur durch eine größere Zahl von Armzügen pro Zeiteinheit realisiert werden. Deshalb werden in den Wettkämpfen bei den Krawlern ohne wirksamen Beinschlag höhere Frequenzen (> 5 Zyklen pro Minute) nachgewiesen.

Darüber hinaus kann ein Krauler mit effektivem Beinschlag einer lokalen Ermüdung der Muskulatur durch Variationen in der Intensität des Armzuges bzw. Beinschlages wirksamer

entgegenwirken. Gleichzeitig bietet eine solche Variabilität auch einen größeren Spielraum in Bezug auf die Gestaltung des Rennens (Renntaktik: kurzzeitige Erhöhung der Schwimgeschwindigkeit).

4.1.3 Schmetterling

Unter den verschiedenen Techniken, die bei Männern und Frauen im Schmetterlingsschwimmen zu beobachten sind, kann man als Grenzfälle zwei Varianten unterscheiden:

Variante A: mit ausgeprägter Vertikalkomponente in der Bewegung von Schultern und Hüfte

Variante B: mit geringer Vertikalkomponente in der Bewegung von Schultern und Hüfte, wobei zur Seite geatmet wird

Die Variante A ist die am meisten verbreitete Technik für das Schmetterlingsschwimmen. Aktuelle Beispiele sind bei den Frauen Thompson/USA, van Dyken/USA, O'Neill/AUS, Thomas/AUS, Cai/CHN und Aoyama/JPN bzw. bei den Männern Klim/AUS, Silantiev/UKR, Frolander/SWE und Huegill/AUS. Die Variante B ist nur bei einigen Männern zu beobachten. Prominentester Vertreter ist der Russe Denis Pankratov, der das Schmetterlingsschwimmen in den Jahren 1995/96 dominierte. Eine Zwischenstellung bildet die Technik von Esposito/FRA, der zwar wie Pankratov zur Seite atmet, aber keine so flache Körperlage wie der Russe realisiert.

Tabelle 5: Zyklusparameter im Schmetterlingsschwimmen der Männer

Name / Land	Wettkampf	Endzeit / Platz in s	Geschwindigkeit in m/s	Frequenz in Zyklen/min
Szukala / POL	WM 1994 / 100mS	53.51 / 1.	1.91 - 1.69	55 - 56
Pankratov / RUS	EM 1995 / 100mS	52.32 / 1.	1.90 - 1.77	56 - 57
Pankratov / RUS	OS 1996 / 100mS	52.27 / 1.	1.99 - 1.74	64 - 60
Miller / AUS	OS 1996 / 100mS	52.53 / 2.	1.91 - 1.76	50 - 52
Klim / AUS	WM 1998 / 100mS	52.25 / 1.	1.93 - 1.74	53 - 56
Frolander / SWE	WM 1998 / 100mS	52.79 / 2.	1.86 - 1.72	53 - 56
Huegill / AUS	WM 1998 / 100mS	52.90 / 3.	1.89 - 1.70	56 - 52
Pankratov / RUS	WM 1994 / 200mS	1:56.54 / 1.	1.87 - 1.60	(58) 52 - 54 (54)
Pankratov / RUS	OS 1996 / 200mS	1:56.51 / 1.	1.84 - 1.63	(52) 51 - 48 (51)
Silantiev / UKR	WM 1998 / 200mS	1:56.61 / 1.	1.82 - 1.62	(52) 48 - 50 (53)
Esposito / FRA	WM 1998 / 200mS	1:56.77 / 2.	1.90 - 1.58	(49) 46 - 48 (54)
Malchow / USA	WM 1998 / 200mS	1:57.26 / 3.	1.81 - 1.59	(55) 47 - 50 (49)

Weltspitzenleistungen werden von Vertretern beider Varianten erreicht (vgl. Tabelle 5, 6). In den Parametern zur Rengestaltung (Geschwindigkeit, Frequenz) lassen sich keine, für die Varianten spezifische Unterschiede nachweisen. Sowohl die 100m- als auch die 200m-Rennen werden offensiv angeschwommen, wobei die hohen Anfangsgeschwindigkeiten (Männer: Pankratov, Esposito, Klim bzw. Frauen: Cai, Aoyama) in langen Tauchphasen mit der Delphinbewegung erzielt werden.

Die weltbesten Schmetterlingsschwimmer/innen nutzen Armzug und Beinschlag gleichermaßen für den *Antrieb*. In Bezug auf die *Koordination* werden in der Regel pro Zyklus zwei kraftvolle Beinschläge registriert, wobei der erste abwärts gerichtete Schlag mit dem Beginn des Unterwasserarmzuges (mit dem Einsetzen der Hände) und der zweite mit dem Ende

zusammenfällt. Ähnlich dem Kraulschwimmen werden im *Armzug* lange Antriebswege genutzt, die sich durch eine Streckung am Beginn (aktives nach vorn Schieben der Schultern, Vordehnen im Schulterbereich vor dem Beginn des Wasserfassen) und einen langen Abdruck am Ende des Unterwasserarmzuges auszeichnen.

Tabelle 5: Zyklusparameter im Schmetterlingsschwimmen der Frauen

Name / Land	Wettkampf	Endzeit / Platz in s	Geschwindigkeit in m/s	Frequenz in Zyklen/min
Liu / CHN	WM1994/100mS	58.98 / 1.	1.69 – 1.60	57 - 60
van Dyken / USA	OS 1996/ 100mS	59.13 / 1.	1.76 – 1.58	56 - 55
Liu / CHN	OS 1996/ 100mS	59.14 / 2.	1.63 - 1.55	55 - 57
Martino / USA	OS 1996/ 100mS	59.23 / 3.	1.79 - 1.51	58 - 54
Thompson / USA	WM1998/100mS	58.46 / 1.	1.74 - 1.55	54 - 56
Aoyama / JPN	WM 1998 / 100mS	58.79 / 2.	1.81 - 1.50	54 - 56
Thomas / AUS	WM 1998 / 100mS	58.97 / 3.	1.69 - 1.57	54 - 52
Qu / CHN	WM 1994 / 200mS	2:07.25 / 1.	1.69 – 1.47	(58) 51 - 54 (56)
O'Neill / AUS	OS 1996 / 200mS	2:07.76 / 1.	1.66 - 1.45	(56) 52 - 50 (50)
O'Neill / AUS	WM 1998 / 200mS	2:07.93 / 1.	1.63 - 1.44	(54) 48 - 50 (51)
Thomas / AUS	WM 1998 / 200mS	2:09.08 / 2.	1.59- 1.41	(52) 46 - 47 (49)
Hyman / USA	WM 1998 / 200mS	2:09.98 / 3.	1.79 - 1.40	(53) 48 - 49 (48)

Bei Variante A erfolgt das Wasserfassen mit einer großen auswärts gerichteten Wegkomponente der Hand und dementsprechend sind die Handflächen relativ weit nach außen gedreht. Infolgedessen wird beim Wasserfassen in vertikaler Richtung ein geringerer Stütz realisiert und die Schultern sinken tiefer ab. Ein tieferes Absinken ist auch eine Folge des vorausgegangenen hohen Herausheben von Kopf und Schultern zum Einatmen. In Verbindung mit einem "breiten" Wasserfassen legt die Hand im Verlauf des Unterwasserarmzuges relativ zum ruhenden Wasser einen etwas längeren Weg als bei Variante B zurück. Bei Variante B (Pankratov) hat der Unterwasserarmzug große Ähnlichkeit mit dem beim Kraulschwimmen, d.h. im Unterschied zur Variante A wird die Handfläche waagrecht ins Wasser eingesetzt und beim Wasserfassen nur wenig auswärts gedreht. Hand/Unterarm werden beim Wasserfassen weniger auswärts aber stärker abwärts bewegt. Durch ein solches Wasserfassen wird einem Absinken der Schultern entgegengewirkt, so daß innerhalb des gesamten Zyklus stabil eine hohe *Körperlage* realisiert wird. Die im gesamten Zyklus im Vergleich zur Variante A stabilere Körperlage wird in Verbindung mit einer "seitlichen" Atmung (Drehung des Kopfes zur Seite wie beim Kraulschwimmen) möglich.

Der *Beinschlag* ist bei beiden Varianten durch eine gleichmäßig rhythmische Auf- und Abwärtsbewegung der Füße gekennzeichnet. Er hat seinen Ursprung in einer "Beuge-Streck-Bewegung" des Rumpfes, die sich wellenförmig über den Bereich der Hüfte auf die Beine überträgt und in einer flossenähnlichen Bewegung der Füße endet. Rumpfkraft, Beweglichkeit im Bereich des Rumpfes und vor allem der Füße sind wesentliche Einflußfaktoren für die Effizienz des Beinschlages. Die äußere Gestalt des Fußes während der Auf- und Abwärtsbewegung beeinflußt entscheidend die Richtung der Stützkräfte, die in der Wechselwirkung mit dem umgebenden Wasser erzeugt werden, und damit den Vortrieb aus dem Beinschlag. In der Abwärtsbewegung wird der "lockere" Fuß durch die Wirkung des Wasserwiderstandes bis zum Gelenkansschlag gestreckt. Es liegt auf der Hand, daß die Form des Fußes in dieser Phase

entscheidend durch der Grad der Dehnfähigkeit bestimmt wird. In der Aufwärtsbewegung werden die Füße durch die Aktivität der Wadenmuskulatur gestreckt und aktiv nach oben gezogen. Diese Zugbewegung ist gleichzeitig mit einem Absenken der Hüfte verbunden und unterstützt damit ein Vordehnen im Bereich der Hüfte für einen kraftvollen Abwärtsschlag.

Bei den Olympischen Spielen von Atlanta 1996 und Weltmeisterschaften von Perth 1998 wurden die Medaillen bei Männern und Frauen in der Regel von den "Schmetterlingen" gewonnen, die auch im Übergang bei Start und Wende mit der Delphinbewegung hohe Geschwindigkeiten erreichen. Beispielhaft zu nennen sind über die 100m-Distanz bei den Männern Klim/AUS, Frolander/SWE, Huegill/AUS bzw. bei den Frauen Thompson/USA, Aoyama/JPN und über die 200m-Distanzen bei den Männern Esposito/FRA bzw. bei den Frauen Hyman/USA.

Die mit der Delphinbewegung geschwommenen Geschwindigkeiten sind ein Hinweis auf die Qualität des Beinschlages. Da nur einzelne Schmetterlingsschwimmer des DSV (keine Schwimmerin !!!) in der Lage sind, in den Übergängen bei Start und Wende ähnliche Geschwindigkeiten wie die Besten der Welt zu erreichen, liegt die Annahme nahe, daß eine unzureichende Antriebsleistung des Beinschlages eine wesentliche Ursache für den relativ großen Abstand zur Weltspitze in den Schmetterlingsdisziplinen bildet.

4.1.4 Rücken

Der Bewegungsablauf im Schwimmzyklus des Rückenschwimmens ist durch ähnliche qualitative Zusammenhänge wie der beim Kraulschwimmen gekennzeichnet. Charakteristisch für eine optimale *Körperlage* sind hohe Schultern und Stabilität der Hüftachse. Bei stabiler Körperposition und geringen Geschwindigkeitsschwankungen bildet sich eine stehende Welle aus, auf welcher der Schwimmer "liegt". Dabei befinden sich Kopf/Schultern bzw. Füße jeweils an einem Wellenberg und die Hüfte im Wellental.

Der *Armzug* ist durch einen langen Unterwasserweg der Hand bei ausgeprägter Rotation der Schultern und wesentlich geringerer Verdrehung der Hüftachse gekennzeichnet. Die Hand wird in Verlängerung der Schulter über die Kleinfingerseite ins Wasser eingesetzt. Beim Einsetzen ist der Arm gestreckt und die dazugehörige Schulter wird nach vorn geschoben. Das Einsetzen der Hand über die Kleinfingerseite ermöglicht ein schnelles Wasserfassen und verhindert, daß zu viel Luft ins Wasser gerissen wird. Mit dem Wasserfassen wird begonnen, wenn die andere Hand den nach hinten/unten gerichteten Abdruck beendet hat. Auch beim Rückenschwimmen wird durch das Aneinanderreihen der Unterwasserarmzüge in der Verbindung mit sechs Beinschlägen ein hohes Gleichmaß im Antrieb während jedes Zyklus realisiert.

Ein kontinuierlicher, rhythmischer 6er *Beinschlag*, wobei Auf- und Abwärtsschlag gleichermaßen betont werden, trägt wesentlich zum Vortrieb bei. Er ist eine grundlegende Notwendigkeit für eine stabile Körperlage und damit eine Voraussetzung für eine optimale Gestaltung des Bewegungsablaufes beim Armzug. Ein im Sinne eines maximalen Beitrages zum Vortrieb effektiver Beinschlag zeichnet sich durch ein deutliches Überstrecken der Füße in der Aufwärtsbewegung (am Gelenkansschlag, flossenähnliche Bewegung) und ein aktives Ziehen der gestreckten Füße in der Abwärtsbewegung aus. Dieses aktive Ziehen und das Anstellen der Fußsohlen sichert ebenfalls einen Beitrag zum Vortrieb, unterstützt ein Vordehnen in der Hüfte für einen wirkungsvollen Aufwärtsschlag (Antriebsweg von Fuß und Unterschenkel können effektiver genutzt werden) und trägt zur Stabilität der Hüftachse während des gesamten Zyklus bei (Kompensation der Impulse aus Ab- und Aufwärtsbewegung).

Tabelle 7: Zyklusparameter im Rückenschwimmen der Männer

Name / Land	Wettkampf	Endzeit/Platz in s	Geschwindigkeit t in m/s	Frequenz in Zyklen/min
Tewksbury / CAN	OS 1992 / 100mR	53.98 / 1.	1.80 - 1.72	54 - 50
Rouse / USA	OS 1992 / 100mR	54.04 / 2.	1.82 - 1.65	53 - 50
Rouse / USA	OS 1992 / 100mR	53.86 / L	1.81 - 1.70	52 - 50
Lopez-Zubero/ESP	WM 1994/ 100mR	55.17 / 1.	1.83 - 1.67	53 - 49
Rouse / USA	OS 1996 / 100mR	54.10 / 1.	1.81 - 1.66	51 - 49
Falcon / CUB	OS 1996 / 100mR	54.98 / 2.	1.78 - 1.68	51 - 48
Lopez-Zubero/ESP	EM 1997 / 100mR	55.71 / 1.	1.77 - 1.64	50 - 49
Urbach / ISR	EM 1997 / 100mR	55.88 / 2.	1.74 - 1.59	50 - 45
Krayzelburg/USA	WM 1998/ 100mR	55.00 / 1.	1.74 - 1.69	47 - 53
Versfeld / CAN	WM 1998/ 100mR	55.17 / 2.	1.74 - 1.69	48 - 50
Theloke / GER	WM 1998/ 100mR	55.20 / 3.	1.79 - 1.68	47 - 43
Selkov / RUS	WM 1994/ 200mR	1:57.42 / 1.	1.74 - 1.57	(48) 40 - 42 (42)
Selkov / RUS	EM 1997 / 200mR	1:59.21 / 1.	1.74 - 1.47	(46) 42 - 43 (41)
Krayzelburg / USA	WM 1998/ 200mR	1:58.84 / 1.	1.62 - 1.54	(46) 40 - 43 (46)
Braun / GER	WM 1998/ 200mR	1:59.23 / 2.	1.74 - 1.51	(47) 41 - 39 (39)
Versfeld / CAN	WM 1998/ 200mR	1:59.39 / 3.	1.65 - 1.58	(44) 43 - 41 (46)

Im Wettkampfgeschehen zum internationalen Höhepunkt setzen sich in den Rückenwettbewerben in erster Linie die Schwimmer und Schwimmerinnen durch, die in den Übergängen bei Start und Wende mit der Delphinbewegung höchste Geschwindigkeiten erreichen. Zwischen 7.5m und 15m werden von den Männern Geschwindigkeiten über 2.00 m/s bzw. von den Frauen bis 1.80 m/s geschwommen. Das sind Werte, die ca. 0.15-0.2m/s über den Anfangsgeschwindigkeiten im Rückenschwimmen liegen (vgl. Tabelle 7, 8).

Bei den Männern nutzen alle Medaillengewinner über 100m und 200m Rücken der Männer von Sevilla 1997 und Perth 1998 konsequent die Delphinbewegung im Übergang. Unter den Medaillengewinnern bei den Frauen findet man Ausnahmen von dieser Regel auf der 200m-Strecke, wo einzelne Sportlerinnen das Defizit in den Übergängen durch höhere Geschwindigkeiten - vor allem auf der letzten Bahn - kompensieren können.

Tabelle 8: Zyklusparameter im Rückenschwimmen der Frauen

Name / Land	Wettkampf	Endzeit / Platz in s	Geschwindigkeit in m/s	Frequenz in Zyklen/min
Egerszegi /HUN	OS 1992 / 100mR	1:00.68 / 1.	1.71 - 1.57	50 -46
He / CHN	WM 1994/ 100mR	1:00.57 / 1.	1.69 - 1.53	49 - 44
Botsford / USA	OS 1996 / 100mR	1:01.19 / 1.	1.60 - 1.50	47 - 45
Hedgpeeth/USA	OS 1996 / 100mR	1:01.47 / 2.	1.66 - 1.52	51 - 48
Buschschulte/GER	EM 1997 / 100mR	1:01.74 / 1.	1.63 - 1.48	50 - 49
Maurer / USA	WM 1998/ 100mR	1:01.16 / 1.	1.65 - 1.56	56 - 52

Buschschulte/GER	WM 1998/ 100mR	1:01.81 / 4.	1.61 - 1.51	50 - 45
He / CHN	WM 1994/ 200mR	2:07.40 / 1.	1.64 - 1.49	(49) 41 - 42 (41)
Egerszegi/ HUN	EM 1995 / 200mR	2:07.24 / 1.	1.61 - 1.50	(45) 39 - 41 (40)
Egerszegi/ HUN	OS 1996 / 200mR	2:07.83 / 1.	1.63 - 1.46	(45) 41 - 40 (39)
Maraceanu/FRA	WM 1998/ 200mR	2:11.26 / 1.	1.53 - 1.42	(48) 45 - 44 (44)
Hase / GER	WM 1998/ 200mR	2:11.45 / 2.	1.58 - 1.44	(46) 42 - 40 (42)

Die Werte aus der Tabelle 7 belegen, daß die Männer bei den EM 1997 und WM 1998 deutlich über den Leistungen vorangegangener Jahre liegen, weil ihre Geschwindigkeit über die gesamte Strecke langsamer als die der Schnellsten bei den OS 1992 und 1996 ist. Rouse/USA und Tewksbury/CAN sind die 100m-Rennen schon vom Start weg schneller mit höherer Frequenz angeschwommen. Ähnlich sind die Verhältnisse auch für die 200m-Rennen, wo eine Zeit in der Nähe des Weltrekordes von 1:56.57 (Lopez-Zubero/ESP, 1991) zum internationalen Höhepunkt letztmalig bei der WM 1994 durch Selkov/RUS erreicht wurde.

Das Rückenschwimmen der Frauen war von 1988-1996 durch die Ungarin Kristina Egerszegi wesentlich bestimmt worden. Ihre Dominanz wirkte lähmend auf die Konkurrenz. Lediglich der Chinesin He gelang es zur WM 1994, die Ungarin auf den Rückenstrecken zu besiegen. Seit Egerszegi's Rücktritt vom Leistungssport nach den Olympischen Spielen 1996 konnten die Rückenschwimmerinnen das hohe Leistungsniveau der Ungarin vor allem auf der 200m-Distanz nicht wieder erreichen.

4.1.5 Brust

In der Wettkampfpraxis sind eine Vielzahl von Technikvarianten unter den Brustschwimmern und -innen der Welt zu beobachten. In Bezug auf die Koordination zwischen Arm- und Beineinsatz kann man zwischen einem kontinuierlichen Antrieb (Beginn des Armzuges unmittelbar nach Beendigung der Beinbewegung), einem überlappenden Antrieb (Beginn des Armzuges schon vor Beendigung des Beinschlages) bzw. einem Antrieb mit Gleitphase (kurze Pause zwischen dem Ende der Beinbewegung und dem Beginn des Armzuges) unterscheiden. Die dritte Variante wird ausschließlich auf der 200m-Distanz bzw. im Lagenschwimmen angewendet.

Ein weiteres auffälliges Merkmal zur Charakterisierung der Schwimmtechnik bildet der Weg, den Schultern bzw. Hüfte in vertikaler Richtung zurücklegen. Ähnlich wie im Schmetterlingsschwimmen kann man zwei Grenzfälle unterscheiden: Variante A mit ausgeprägter Vertikalkomponente in der Bewegung von Schultern und Hüfte bzw. Variante B mit deutlich geringerer Vertikalkomponente in der Bewegung von Schultern und Hüfte.

Auch im Brustschwimmen werden mit den verschiedenen Technikvarianten internationale Spitzenleistungen erzielt (Tabelle 9,10). Vertreter der Variante mit großer Vertikalbewegung von Schultern und Hüfte sind bei den Männern Guttler, Warnecke und Grote bzw. bei den Frauen Nall, Riley, Beard, und Kovacs. Als Vertreter für eine geringe Vertikalbewegung sind bei den Männern Korneyev und bei den Frauen Roudkovskaya und Heyns zu nennen.

Tabelle 9: Zyklusparameter im Brustschwimmen der Männer

Name / Land	Wettkampf	Endzeit / Platz in s	Geschwindigkeit in m/s	Frequenz in Zyklen/min
Diebel / USA	OS 1992/100mB	1:01.50 / 1.	1.59 - 1.51	47- 52
Rosza / HUN	OS 1992/100mB	1:01.68 / 2.	1.59 - 1.51	57- 55
Rosza / HUN	WM 1994/100mB	1:01.24 / 1.	1.61 - 1.51	55 - 52
Guttler / HUN	WM 1994/100mB	1:01.44 / 2.	1.63 - 1.47	55 - 47
Deburghgraeve/BEL	WM 1994/100mB	1:01.79 / 3.	1.59 - 1.51	54 - 59
Deburghgraeve /	OS 1996/100mB	1:00.65 / 1.	1.61 - 1.49	53 - 56
Linn / USA	OS 1996/100mB	1:00.77 / 2.	1.59 - 1.51	44 - 49
Warnecke / GER	OS 1996/100mB	1:01.33 / 3.	1.61 - 1.48	55 - 57
Deburghgraeve /	WM 1998/100mB	1:01.34 / 1.	1.56 - 1.45	50 - 54
Rosza / HUN	WM 1994/ 200mB	2:12.81 / 1.	1.55 - 1.40	(41) 35 - 38 (42)
Wunderlich / USA	WM 1994/ 200mB	2:12.87 / 2.	1.53 - 1.40	(35) 36 - 40 (41)
Korneyev / RUS	EM 1995 / 200mB	2:12.62 / 1.	1.58 - 1.37	(44) 35 - 39 (45)
Guttler / HUN	EM 1995 / 200mB	2:12.95 / 2.	1.56 - 1.39	(44) 36 - 38 (43)
Rosza / HUN	OS 1996 / 200mB	2:12.57 / 1.	1.55 - 1.40	(46) 37 - 40 (42)
Grote / USA	WM 1998/ 200mB	2:13.40 / 1.	1.51 - 1.37	(46) 38 - 40 (46)

In den erzielten Geschwindigkeiten zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Technikvarianten. Die deutliche Unterschiede in den Frequenzen resultieren vor allem aus den Unterschieden in der Koordination zwischen dem Ende des Beinschlages und dem Beginn des Armzuges. Es liegt auf der Hand, daß die Schwimmer und Schwimmerinnen, die den Armzug schon am Ende der Kniestreckung beginnen (z.B. Warnecke, Day), merklich höhere Frequenzen realisieren als die mit einem echten Nacheinander von Beinschlag und Armzug (z.B. Linn, Kovacs).

Im Frequenzverhalten während des Rennens zeigt sich das gesamte Spektrum:

- hohe Stabilität über die gesamte Strecke (Roudkovskaya, Riley),
- höhere Frequenz am Beginn und deren Verringerung am Ende des Rennens (Guttler, Kovacs),
- niedrigere Frequenz am Beginn und deutliche Erhöhung am Ende des Rennens (Beard, Denman, Diebel, Deburghgraeve).

Tabelle 10: Zyklusparameter im Brustschwimmen der Frauen

Name / Land	Wettkampf	Endzeit/Platz in s	Geschwindigkeit in m/s	Frequenz in Zyklen/min
Roudkovskaya/GUS	OS 1992/ 100mB	1:08.00 / 1.	1.47 - 1.41	51- 52
Nall / USA	OS 1992/ 100mB	1:08.17 / 2.	1.45 - 1.38	51- 48
Riley / AUS	WM 1994/ 100mB	1:07.69 / 1.	1.47 - 1.35	50- 51
Day / CHN	WM 1994/ 100mB	1:09.26 / 2.	1.40 - 1.33	55 - 57
Heyns / RSA	OS 1996 / 100mB	1:07.73 / 1.	1.49 - 1.33	51 - 52
Beard / USA	OS 1996 / 100mB	1:08.09 / 2.	1.44 - 1.37	46 - 52
Kovacs / HUN	EM 1997 / 100mB	1:08.08 / 1.	1.47 - 1.36	46 - 43
Kowal / USA	WM 1998/ 100mB	1:08.42 / 1.	1.45 - 1.32	48 - 50
Denman / AUS	WM 1998/ 100mB	1:08.51 / 2.	1.43 - 1.35	48 - 52
van Osten / CAN	WM 1998/ 100mB	1:08.66 / 3.	1.45 - 1.35	52 - 51
Riley / AUS	WM 1994/ 200mB	2:26.87 / 1.	1.39 - 1.27	(42) 35 - 38 (54)
Yuan / CHN	WM 1994/ 200mB	2:27.38 / 2.	1.41 - 1.25	(46) 40 - 44 (45)
Heyns / RSA	OS 1996 / 200mB	2:25.41 / 1.	1.44 - 1.26	(43) 40 - 42 (47)
Beard / USA	OS 1996 / 200mB	2:25.75 / 2.	1.42 - 1.32	(40) 36 - 44 (49)
Kovacs / HUN	EM 1997 / 200mB	2:24.90 / 1.	1.43 - 1.32	(38) 36 - 41 (41)
Kovacs / HUN	WM 1998/ 200mB	2:25.45 / 1.	1.40 - 1.33	(36) 34 - 37 (42)

Der Zyklus des Brustschwimmens besteht im wesentlichen aus einem Armzug und einem Beinschlag. Im Schwimmzyklus gibt es einen Zeitabschnitt, in dem keine Antriebsimpulse gesetzt werden können: Anfersen der Füße und "Rückführen" der Hände. Mit dem Anschwingen der Füße und dem nach vorn Führen der Hände sind nur die Vorwärtsbewegung bremsende Wasserwiderstandskräfte verbunden. Infolgedessen verringert sich die Geschwindigkeit des Körperschwerpunktes in dieser Phase dramatisch (um ca. 1m/s), so daß im Brustschwimmen deutlich höhere intrazyklischen Schwankungen der Schwimmgeschwindigkeit als in den anderen Schwimmarten auftreten.

An dieser Stelle soll nicht auf die Besonderheiten der verschiedenen Technikvarianten sondern auf die Gemeinsamkeiten hingewiesen werden:

- Sowohl im Armzug als auch im Beinschlag werden die anatomisch möglichen Antriebswege maximal genutzt. Bei Variante A sind im Armzug und Beinschlag die Ab- und Aufwärtskomponenten in der Bewegung der Hände bzw. Füße stärker ausgeprägt. Bei Variante B dominieren die Auswärts- und Einwärtskomponenten in den Bewegungen der Extremitäten.
- Ein hoher Grad an Beweglichkeit im Bereich der Schulter ermöglicht eine ideale Strecklage und ein Vordehnen der Schultermuskulatur (Strecken nach vorn oben) für einen kraftvollen Beginn des Wasserfassens.
- Eine exzellente Beweglichkeit im Fußgelenk sichert ein optimales Anstellen der Füße während des gesamten Beinschlages (weites Ausdrehen beim Anfersen, Anstellen der Fußsohlen in der Einwärtsbewegung).

- Mit dem Beginn des Wasserfassens wird schnell eine hohe Bewegungsgeschwindigkeit aufgebaut und bis zum Ende des Armzuges (hohe Handgeschwindigkeit in der Einwärtsbewegung) bzw. des Beinschlages (hohe Fußgeschwindigkeit bis zum Zusammenführen der Füße) aufrechterhalten.
- Charakteristisch für die weltbesten Brustschwimmer/-innen ist ein sehr schnelles Abtauchen (Absenken von Kopf/Rumpf) als eine Voraussetzung für einen minimalen Wasserwiderstand am Beginn des Beinschlages.

4.1.6 Abschließende Bemerkungen

Ein hohes Niveau in grundlegenden Leistungsvoraussetzungen bildet die Grundlage für die Ausprägung schwimmtechnischer Fertigkeiten und deren Konditionierung. Schwerpunkte für Defizite der deutschen Schwimmer und Schwimmerinnen in der Vervollkommnung der Schwimmtechnik sind im wesentlichen auf folgende Ursachen zurückzuführen:

1. mangelhafte allgemeine athletische Voraussetzungen
 - Defizite in Kraftvoraussetzungen (Rumpfkraft)
 - Muskeldysbalancen als Ursache für eingeschränkte Beweglichkeit in einzelnen Gelenkantrieben (Schulter, Fuß, Wirbelsäule: Brust- bzw. Lendenbereich)
2. fest ausgeprägte Bewegungstereotype auch als Folge zu geringer Bewegungserfahrung,
3. unzureichende Kenntnis zur Zweckmäßigkeit bei der Gestaltung der Bewegungsabläufe

Die Ursachen für Mängel in sporttechnischen Komponenten sind sehr häufig auf Defizite in grundlegenden Leistungsvoraussetzungen und seltener auf unzureichende Kenntnisse zur Zweckmäßigkeit von Bewegungsabläufen zurückzuführen.

In den Gesprächen mit Sportlern und Trainern wird deutlich, daß vielfach dem allgemeinen Athletiktraining ein zu geringer Zeitumfang eingeräumt wird und in zu wenigen Fällen zielgerichtet über längere Trainingsperioden an Schwachstellen in grundlegenden muskulären Kraftvoraussetzungen gearbeitet wird. Deswegen sollte dem allgemeinen Athletiktraining eine größere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Dabei dürfen nicht nur die Entwicklung von Muskelkraft und -leistung Gegenstand des Trainings sein. Anzustrebende Veränderungen im Schwimmzyklus stellen auch hohe Anforderungen an die motorischen Fertigkeiten der Schwimmer. Dem muß im Athletiktraining mit einem vielseitigen und abwechslungsreichen Übungsprogramm Rechnung getragen werden. Dabei müssen unter Berücksichtigung anderer Trainingsschwerpunkte echte Akzente gesetzt werden, um in einzelnen Leistungsvoraussetzungen (z.B. Rumpfkraft: spezifisches Training über 10-12 Wochen) eine neue Qualität erreichen zu können.

Veränderungen in den komplizierten, in Bezug auf die motorischen Fertigkeiten anspruchsvollen Bewegungsabläufe erfordern ein zielgerichtetes Lerntraining. Dabei sollten methodische Reihen beim Erarbeiten der Zieltechnik zum Einsatz kommen, die den aktuellen individuellen Fähigkeiten gerecht werden. Die Vervollkommnung der Bewegungsabläufe muß ganzjährig fester Bestandteil des täglichen Trainings sein.

JÜRGEN KÜCHLER/HEIDI LEOPOLD

4.2 Start

Die Bedeutung der Leistung im Startabschnitt für das Wettkampfergebnis ist in den verschiedenen Wettbewerben unterschiedlich. Für die Resultate der längeren Strecken (400-1500 m) einerseits und für die kürzeren Distanzen (50m - 100 m) andererseits sind andererseits, sind bezogen auf die Distanz von relativ unterschiedlicher Wertigkeit, bleiben aber in jedem Fall eine wettkampfscheidende Größe. Dieser Sachverhalt spiegelt sich auch in den Ergebnissen einer Wettkampfanalyse bei den Olympischen Spielen von Atlanta 1996 - vor allem in den Rücken- und Schmetterlingswettbewerben - wider (vgl. Tab. 1). Im Rückenschwimmen der Männer, erreicht der Kubaner Bent im Rennverlauf zwar die höchste Schwimmgeschwindigkeit in der zyklischen Bewegung, verliert aber zu viel Zeit beim Start und belegt am Ende des 100m Rückenfinals "nur" Rang 3 hinter seinem Landsmann Falcon und dem im Startabschnitt überragenden Olympiasieger Rouse.

Tabelle 1 : Beispiele zum Startabschnitt von den Olympischen Spielen 1996

	Disziplin	15m - Zeit in s	Wettkampfzeit	Platz
Pankratov / RUS	100m S / M	5.73	52.27	1.
Miller / AUS	100m S / M	6.13	52.53	2.
Kulikov / RUS	100m S / M	6.00	53.13	3.
Rouse / USA	100m R / M	6.43	54.10	1.
Falcon / CUB	100m R / M	6.73	54.98	2.
Bent / CUB	100m R / M	7.38	55.02	3.
Botsford / USA	100m R / F	7.37	1:01.19	1.
Hedgepeth / USA	100m R / F	7.90	1:01.47	2.
Kriel / RSA	100m R / F	8.10	1:02.12	3.

Die Ergebnisse aus Teilzeitanalysen von internationalen Wettkämpfen - Olympische Spiele 1992, Sprint-EM 1991, ARENA 1992 - haben gezeigt, daß die Mehrzahl der Kaderathleten des DSV gegenüber den besten Schwimmern anderer Nationen deutliche Nachteile im Startabschnitt hat. Deshalb bildeten Maßnahmen zur Verbesserung der Startleistungen einen Schwerpunkt in den trainingsbegleitenden leistungsdiagnostischen Untersuchungen, die im Olympiazzyklus 1993-96 mit den Kadersportlern des DSV durchgeführt wurden. Das Ziel dieser Bemühungen bestand darin, die Ursachen für individuelle Defizite zu ergründen und Möglichkeiten für individuelle Leistungsverbesserungen aufzuzeigen. Nachfolgend sollen wesentliche Erkenntnisse aus diesen Untersuchungen zusammengefaßt werden.

4.2.1 Zu Begriffen und Inhalt der Analyse des Startabschnittes

Die Festlegung der Länge des Startabschnittes ist ein Kompromiß aus der inhaltlichen Notwendigkeit und den technischen Möglichkeiten. Am Beginn des Olympiazklus wurden - technologisch bedingt - nur die ersten 7,5m erfaßt. Seit 1995 werden die ersten 15m für die Diagnostik des Starts aufgezeichnet. Auf Grund der Wettkampfbestimmungen ist diese 15m-Marke ein Kompromiß, der den inhaltlichen Erfordernissen in allen Schwimmdisziplinen am besten gerecht wird. Die ermittelte 15m-Startzeit ist ein summarischer Parameter, der einen Vergleich der individuell beim Start erbrachten Leistung mit anderen Athleten gestattet und damit ein Indikator für mögliche individuelle Leistungsreserven im ersten Teil des Wettkampfes darstellt.

Die im Startabschnitt erbrachte Teilleistung ist sehr komplexer Natur und setzt sich aus verschiedenen Anteilen zusammen. Ausgangspunkt ist der Absprung - eine azyklische Bewegung mit hohen Anforderungen in Bezug auf Schnellkraft und motorische Fertigkeiten. Motorische Fertigkeiten sind auch in den nachfolgenden Phasen Flug und Eintauchen erforderlich. Beim Schmetterlings- und Rückenschwimmen sind während der Übergänge zyklische Krafteinsätze hoher Intensität in der Delphinbewegung notwendig. Ähnlich sind die Anforderungen auch im Freistilsprint. Im Brustschwimmen ist der Tauchzug zwischen zwei Gleitphasen eher eine azyklische Bewegung mit hohem Krafteinsatz. Trotz der Unterschiede im Bewegungsablauf in den verschiedenen Schwimmmarten kann der Startabschnitt einheitlich in die Phasen Absprung, Flug, Eintauchen und Übergang eingeteilt werden:

Absprung

Die Zeitdauer für den Absprung hängt von der Reaktion auf das Startkommando und der Schnelligkeit beim Absprung ab. Ziel des Absprunges ist nicht nur eine kurze Blockzeit sondern vor allem eine hohe Geschwindigkeit. Das Sportschwimmen ist eine der wenigen Sportarten, wo beim Start - mit dem Absprung unmittelbar nach dem Startkommando - die höchste Geschwindigkeit im gesamten Rennverlauf erzielt wird. Die Werte der Absprunggeschwindigkeit liegen im Bereich von 4 - 5 m/s und sind damit 2 - 2,5 mal größer als die in der zyklischen Bewegung maximal erreichbare Geschwindigkeit.

Flug

Die Bewegung des Körperschwerpunktes (KSP) während des Fluges ist das Ergebnis des Absprunges. Die am Ende des Absprunges erreichte KSP-Position und KSP-Geschwindigkeit bestimmen Flugzeit und Flugweite. Da die Größen Flugzeit und Flugweite durch den Absprung bestimmt sind, besteht das eigentliche Ziel während des Fluges ausschließlich darin, ein zweckmäßiges Eintauchen - Minimieren des Widerstandes - vorzubereiten.

Eintauchen

Mit dem Eintauchen ins Wasser wird die Bewegung des Sportlers sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung abgebremst. Dabei muß der Geschwindigkeitsabfall durch eine Minimierung des Wasserwiderstandes so gering wie möglich gehalten werden.

Übergang

Während des Überganges verringert sich die Geschwindigkeit. Auch hier besteht das Ziel darin, den Abfall so gering wie möglich zu halten und ein hohes Niveau in die ersten Schwimmzyklen

zu "retten". In welcher Weise dies geschieht, ist individuell zu optimieren. Die im Übergang erreichte Geschwindigkeit ist abhängig von der horizontalen Komponente der Absprunggeschwindigkeit, dem Widerstand beim Eintauchen und der Wirksamkeit der Antriebsgestaltung in dieser Phase.

Entsprechend einer solchen Phaseneinteilung des Startabschnitts erhält man die 15m-Startzeit t_{15} als Summe der Zeiten für Absprung (Blockzeit t_B), Flug (Flugzeit t_F), Übergang I (Unterwasserzeit t_W) und Übergang II (Übergangszeit t_U):

$$t_{15m} = t_B + t_F + t_W + t_U$$

Die Teilzeiten sind in folgender Weise definiert:

- t_B : Zeitintervall vom Startsignal bis zum Verlassen des Startblocks
- t_F : Zeitintervall vom Verlassen des Startblocks bis zum Eintauchen des Körperschwerpunktes (KSP)
- t_W : Zeitintervall vom Eintauchen des KSP bis zum Kopfdurchgang bei 7.5m
- t_U : Zeitintervall vom Kopfdurchgang bei 7.5m bis zum Kopfdurchgang bei 15m

Auf der Grundlage eines einfachen mechanischen Modellansatzes kann für die 15m-Startzeit eine *analytische Funktion*, die von wenigen mechanischen Parametern abhängig ist, abgeleitet werden:

$$t_{St} = F(t_B, X_0, Y_0, V_{0X}, V_{0Y}, C_{eff}, m, l)$$

- Darin sind:
- | | |
|------------------|---|
| t_B | Blockzeit |
| X_0, Y_0 | horizontale bzw. vertikale Koordinate des KSP beim Lösen der FüÙe |
| V_{0X}, V_{0Y} | horizontale bzw. vertikale Komponente der KSP-Geschwindigkeit beim Lösen der FüÙe |
| C_{eff} | Wasserwiderstandsbeiwert |
| m | Masse des Schwimmers |
| l | KörpergröÙe des Schwimmers |
| $V_{7.5-15m}$ | mittlere Geschwindigkeit zwischen 7.5m und 15m |

Ergebnisse aus Simulationsrechnungen mit dieser Funktion weisen daraufhin, daÙ die 15m-Startzeit sehr wesentlich durch die horizontale Komponente der KSP-Geschwindigkeit V_{0X} , durch den Wasserwiderstandsbeiwert C_{eff} und die Geschwindigkeit $V_{7.5-15m}$ bestimmt wird.

4.2.2 Ergebnisse

Eine Analyse der Leistungen im Startabschnitt für den einzelnen Athleten erfolgt immer in einer engen Verbindung der Ergebnisse aus den KLD-Tests und der Wettkampfanalyse (Deutsche Meisterschaften, ARENA-Cup, Internationale Meisterschaften).

Wettkampf

Bei den Wettkampfanalysen, die im Auftrag des DSV bei Veranstaltungen in Deutschland (ARENA-CUP, DM, DJM) durchgeführt werden, wird der Bewegungsablauf im Startabschnitt mit drei synchronisierten, starren Videokameras (über Wasser bei 2,5 m, 7,5 m und 15 m angebracht) aufgezeichnet. Damit sind Absprung, Flug, Eintauchen und die Kopfdurchgänge bei 7,5 m bzw. bei 15 m erfaßt. Aus den Videoaufzeichnungen werden für Wettkämpfe auf der Kurz- und Langbahn dieselben Parameter ermittelt: 15m-Zeit, 7,5m-Zeit, Geschwindigkeit V_{7,5-15m}, Blockzeit, Flugzeit, Auftauchpunkt (Tabelle 2).

Tab. 2: Daten zum Startabschnitt aus der Wettkampfanalyse

Name	Wettkampf	t_B	t_F	$t_{7,5m}$	$V_{7,5-15m}$	t_{15m}	Auf- tauch- punkt in m
		in s	in s	in s	in m/s	in s	
Popov	50 F / WM 94	0.78	0.48	2.34	2.23	5.70	9.0
	50 F / EM 95	0.81	0.48	2.29	2.19	5.72	9.5
	100 F / WM 94	0.85	0.50	2.43	2.15	5.92	9.0
	100 F / EM 95	0.86	0.46	2.40	2.18	5.84	9.5
Deburghraeve	100 B / WM 94	0.75	0.68	2.29	1.62	6.92	13.0
	100 B / EM 95	0.78	0.66	2.24	1.60	6.92	13.0
Pankratov	100 S / WM 94	0.78	0.52	2.46	1.95	6.30	10.5
	100 S / EM 95	0.80	0.46	2.23	2.07	5.86	25.0
Egerszegy	200 R / WM 94	0.64	0.27	3.71	1.64	8.28	9.0
	200 R / EM 95	0.62	0.28	3.64	1.60	8.32	10.5

Die Beispiele in der Tabelle 2 verdeutlichen, daß

- die Leistung im Startabschnitt über Jahre stabil auf hohem Niveau gehalten werden kann,
- deutliche Leistungsentwicklungen im Verlauf eines Trainingsjahres möglich sind.

Die für eine Einschätzung der Leistung im Startabschnitt wichtige Absprunggeschwindigkeit kann wegen eines hohen zusätzlichen Aufwandes (Gerätetechnik, Personenzahl) nur bei ausgewählten Wettkämpfen und da auch nur für einzelne Athleten bestimmt werden (Tab.3).

Tab. 3: Daten aus einer Analyse des Startabschnitts bei der EM 1995 / Vorläufe / Männer

Name	Disziplin	t_B	t_F	$t_{7.5m}$	$t_{7.5m-t_B}$	V_{0X}	V_{0Y}
		s	s	s	s	m/s	m/s
Foster	50F	0.76	0.50	2.22	1.46	4.88	-0.15
Popov	50F	0.81	0.48	2.36	1.55	4.64	-0.12
Kasvio	200F	0.80	0.50	2.36	1.56	4.66	0.16
Popov	100F	0.82	0.46	2.38	1.56	4.78	-0.23
Predkin	100F	0.78	0.46	2.40	1.62	4.96	-0.36
Czene	100F	0.74	0.49	2.48	1.69	4.28	0.01
Czene	200F	0.84	0.52	2.56	1.72	4.27	0.18
Shegolev	200F	0.82	0.56	2.56	1.74	4.41	0.59
Mazoulis	50F	0.80	0.44	2.56	1.76	4.48	-0.46
Selkov	200R	0.62	0.32	2.84	2.22	3.94	0.61
Braun	200R	0.56	0.32	3.02	2.46	3.61	0.68
Merisi	200R	0.64	0.36	3.14	2.50	2.92	1.22
Deutsch	200R	0.54	0.26	3.10	2.56	3.16	0.46

Die Bedeutung des optimalen Einsatzes eines vorhandenen physischen Potentials (Sprungkraft) spiegelt sich z.B. in den Parametern des Rückenschwimmers E. Merisi/ITA wider. Er beschleunigt sich beim Absprung zu stark in vertikaler Richtung (sehr großer Wert von V_{0Y}). Dadurch hat er im Vergleich zu Selkov zwar eine etwas längere Flugzeit, aber einen niedrigeren Wert bei V_{0X} . Der im Flug zurückgelegte Weg ist das Produkt $t_F \cdot V_{0X}$. Merisi fliegt ca. 0.3 m kürzer als Selkov und braucht dafür auch noch 0.04 s länger Zeit. Er hat bereits während des Fluges ca. 0.2 s gegenüber Selkov verloren. Da sich der geringere Wert von V_{0X} auch beim Eintauchen bzw. am Beginn des Überganges negativ bemerkbar macht, kann man davon ausgehen, daß Merisi's Zeitverlust bis 7.5 m ausschließlich auf einen unzuweckmäßig hohen Absprung zurückzuführen ist.

KLD – Untersuchungen

Im KLD - Test werden in der Regel vier synchronisierte Kameras eingesetzt. Kamera 1 und 4 befinden sich über Wasser bei 2.5m bzw. 15m. Kamera 2 und 3 sind unter Wasser bei 7.5m bzw. 10m angebracht. Die Videobilder von Kamera 1 und 2 werden gemischt, so daß der Bewegungsablauf im Startabschnitt vollständig erfaßt wird. Im Ergebnis der Auswertung dieser Videoaufnahmen (Teilzeitanalyse, 2D-Bildanalyse) stehen die Datenblatt aufgeführten Parameter (Abb.1) für eine Einschätzung zur Verfügung. Die unter der Spalte "Zielvorgabe" aufgeführten Werte bilden eine Orientierung für eine anzustrebende Leistungsentwicklung und sind ein Hinweis für individuelle Reserven zur Verbesserung der Startleistung.

4.2.3 Testinterpretation und Bezugsgrößen

Die Zielgröße für Leistungssteigerungen im Start sollte die 15m-Startzeit im Wettkampf sein. Weil es unter Wettkampfbedingungen nicht möglich ist, alle für eine fundierte Einschätzung notwendigen Parameter zu bestimmen, sind Testuntersuchungen im Rahmen der KLD erforderlich. Aus der Erfahrung ist bekannt, daß die beim Wettkampfhöhepunkt ermittelten Startzeiten in der Regel mehrere Zehntelsekunden besser sind als die im Test bzw. Training gemessenen Werte (15m-Zeit: 0.3-0.5s; 7.5m-Zeit: 0.1-0.2s). Die besseren Startleistungen zum Wettkampfhöhepunkt sind auf ein individuell höheres Niveau im Bereich Schnelligkeit/Schnellkraft im Vergleich zu anderen Abschnitten des Trainingsjahres zurückzuführen. Damit verbunden sind höhere Kräfteinsätze, die sich in kürzeren Blockzeiten und höheren Geschwindigkeiten (sowohl beim Absprung aber auch im Übergang) niederschlagen. Der aktuelle Trainingszustand zum Zeitpunkt der KLD ist deshalb immer bei der Bewertung der Zeiten und Geschwindigkeiten zu berücksichtigen.

Relativ unabhängig von der aktuellen Trainingsbelastung bleiben grundlegende Merkmale im Bewegungsablauf, wie die Gestaltung des Absprunges (Armzug, Absenken der Hüfte, Absprungrichtung) oder des Eintauchens (Körperposition beim Eintauchen der Hände) und des Übergangs. Diese Merkmale zeigen sich in gleicher Weise sowohl im Wettkampf als auch im Test oder Training.

Richtwerte für eine langfristige Leistungsentwicklung

Ausgehend von Daten aus Video - Zeit - Analysen von den Finals bei Olympischen Spielen, Welt- und Europameisterschaften werden für den Startabschnitt Orientierungsgrößen für anzustrebende Entwicklungen im langfristigen Leistungsaufbau abgeleitet (Tabelle 4, 5).

Tab. 4: Richtwerte für Startparameter / Männer

Disziplin	t_B	t_F	$T_{7.5m}$	t_{15m}	$V_{7.5-15m}$	V_{0x}
	s	s	s	s	m/s	m/s
Freistil / Sprint	0.7-0.8	0.45-0.50	2.20-2.40	5.70-5.90	2.10-2.20	4.70
Freistil / Lang	0.8-0.9	0.45-0.50	2.50-2.70	6.50-6.80	1.80-1.90	4.30
Schmetterling	0.7-0,8	0.45-0.50	2.20-2.40	5.80-6.00	2.05-2.15	4.60
Brust	0.7-0.8	0.50	2.20-2.40	6.75-6.95	1.60-1.70	4.70
Rücken	0.55-0.65	0.25-0.30	2.70-2.90	6.70-6.90	1.95-2.05	4.00

Tab. 5: Richtwerte für Startparameter / Frauen

Disziplin	t_B	t_F	$t_{7.5m}$	t_{15m}	$V_{7.5-15m}$	V_{0x}
	s	s	s	s	m/s	m/s
Freistil / Sprint	0.7-0.8	0.45-0.50	2.60-2.80	6.60-6.80	1.90-2.00	4.40
Freistil / Lang	0.8-0.9	0.45-0.50	3.00-3.20	7.30-7.50	1.60-1.70	4.00
Schmetterling	0.7-0,8	0.45-0.50	2.60-2.80	6.80-7.00	1.90-2.00	4.30
Brust	0.7-0.8	0.50	2.70-2.90	7.90-8.10	1.40-1.50	4.40
Rücken	0.55-0.65	0.25-0.30	3.30-3.50	7.90-8.10	1.75-1.85	3.70

Aus der Männernationalmannschaft des DSV erreichten im Olympiazzyklus 1993-1996 einzelne Athleten in allen Schwimmdisziplinen die in der Tabelle 4 angegebenen 7.5m-Zeiten. Im Längsschnitt sind Leistungsentwicklungen in der 7.5m-Zeit nur bei jugendlichen Athleten zu beobachten. Mit dem Wechsel in den Männerbereich stagnieren die Leistungen. Von den Sportlern, die 20 Jahre und älter waren, konnten sich nur ein Rücken- und zwei Schmetterlingsschwimmer nachweislich verbessern und die in Tabelle 4 angegebenen 7.5m-Zeiten erreichen.

Aus der Frauennationalmannschaft des DSV gehören nur Freistil- und Rückenschwimmerinnen im Startabschnitt zur internationalen Spitze. Im Brust- und Schmetterlingsschwimmen hat keine deutsche Schwimmerin die in der Tabelle 5 angegebenen Werte erreicht. Auch bei den Schwimmerinnen lassen sich im Längsschnitt nach dem Wechsel in die Frauennationalmannschaft nur im Einzelfall Verbesserungen in der 7.5m-Zeit nachweisen.

4.2.4 Reserven für eine Verbesserung der Startleistung

In der Wettkampfpraxis sind eine Vielzahl von Unterschieden im Bewegungsablauf beim Start zu beobachten. Das betrifft alle Phasen des Startabschnitts:

- Ausgangsstellung/Absprung: parallele Füße oder Schrittstellung
- Flug/Eintauchen: gestreckte, gebückte oder gehockte Körperhaltung
- Übergang: unterschiedliche Länge, verschiedene Antriebsvarianten

Die praktizierten Varianten sind in vielen Fällen Optimierungen auf der Grundlage aktueller individueller Voraussetzungen mit dem Ziel, das beste Ergebnis im Wettkampf zu erreichen. Eine eindeutige Wertung der Varianten untereinander - Parallelstart ist "besser" als Schrittstart, oder Bückstart ist "besser" als Hock- oder Streckstart - kann pauschal nicht vorgenommen werden. Bei der Suche nach der individuellen Bestlösung müssen neben einigen grundlegenden physikalischen Aspekten immer auch die konkreten individuellen Voraussetzungen (Kraftpotentiale, motorische Fähigkeiten, anatomische Gegebenheiten) berücksichtigt werden.

Die Ursachen für Defizite im Startabschnitt sind vielschichtig. Im folgenden sollen einige Schwerpunkte benannt werden.

Die Hauptursache für schlechte Startzeiten ($t_{7.5m}$,, t_{15m}) ist eine zu niedrige horizontale Komponente der Absprunggeschwindigkeit.

- Gründe :
- a) unzureichende Sprungkraft als Folge von Defiziten in der Leistungsfähigkeit der Muskulatur für die Streckung in Knie-, Fuß- und Hüftgelenk
 - b) unzuweckmäßiger Einsatz vorhandener Kraftpotentiale durch Fehler in der Koordination der Kräfteinsätze der einzelnen Gelenkantriebe (zu steil nach oben bzw. nach unten gerichteter Absprung)

Ein flacher, nach vorn gerichteter Absprung - eine maximale Beschleunigung in horizontaler Richtung - sichert einen optimalen Einsatz der vorhandenen individuellen Kraftpotentiale. Beim Start vom Block ist die vertikale Komponente der Geschwindigkeit zum Zeitpunkt des Lösens der Füße annähernd Null. Der Winkel, den die Verbindungslinie KSP/Startblockvorderkante mit der Horizontalen bildet, sollte im Bereich von 20-25 Grad liegen. Unter diesen Bedingungen beträgt die Flugzeit (bei dem für Wettkampfbekken typischen Abstand der Startblockvorderkante zur Wasseroberfläche von 65 bis 70 cm) ca.

0.50 Sekunden. Die Forderung, flach abzuspringen, trifft für alle Starts vom Block zu, d.h. in gleicher Weise für den Start beim Freistil-, Schmetterling- und auch Brustschwimmen.

Auch beim Rückenstart besteht das Hauptziel in einer maximalen Beschleunigung in horizontaler Richtung. Jedoch sollte der Absprung leicht nach oben gerichtet erfolgen, um ausreichend Flugzeit für das Vorbereiten eines widerstandsarmen Eintauchens zu realisieren zu können. Ein zu hohes Abspringen ist unbedingt zu vermeiden.

Einen zweiten Schwerpunkt für individuelle Reserven zur Verbesserung der Leistung im Startabschnitt sind Fehler beim Eintauchen. Durch unweckmäßige Bewegungsausführung werden unnötig große Bremskräfte erzeugt.

- Gründe : a) zu zeitig ausgeführte Richtungsumkehr
 b) strömungsungünstige Körperhaltung

Ein abrupter Richtungswechsel ist mit großen Bremskräften verbunden, d.h. die weit über der maximal möglichen Schwimmgeschwindigkeit liegende Absprunggeschwindigkeit wird zu stark abgebremst, so daß der sich anschließende Übergang auf einem zu niedrigen Geschwindigkeitsniveau erfolgt.

Es ist *zweckmäßiger*, einen durch ein tiefes Eintauchen hervorgerufenen längeren Weg mit einer deutlich höheren Geschwindigkeit zurückzulegen. Auch diese Folgerung trifft in gleicher Weise für alle Schwimmdisziplinen zu.

Ein zu weites nach vorn Greifen der Hände beim Eintauchen (weit vor dem Eintauchpunkt der Hüfte) hat zwangsläufig ein großes Eintauchloch zur Folge. Nachlässigkeiten in der Körperhaltung beim Eintauchen - wie nicht geschlossene Hände, fehlende Überstreckung in der Hüfte, Kopf zu tief unter den Armen - bedeuten ebenfalls zusätzliche (vermeidbare) Bremskräfte und damit einen Verlust an Geschwindigkeit.

Eine zu geringe Vortriebswirksamkeit der Antriebsimpulse während des Übergangs ist ein dritter Schwerpunkt für die Verbesserung der Leistung im Startabschnitt.

- Gründe: a) unzureichende Kraftvoraussetzungen der Rumpfmuskulatur (zu geringe Antriebswirksamkeit des Beinschlages)
 b) eingeschränkte Beweglichkeit im Fußgelenk (Freistil, Rücken, Schmetterling)
 c) strömungsungünstige Körperhaltung in den Gleitphasen und während des Tauchzuges bzw. zu lange Gleitphasen beim Brustschwimmen
 d) zu geringe Tauchtiefe (größerer Wasserwiderstand)

Defizite im Bereich der Kraftpotentiale der Rumpfmuskulatur sind die Ursache für zu geringe Antriebsimpulse aus dem Beinschlag. Delphinbewegung bzw. Kraul/Beine erfolgen nur als Beuge- und Streckbewegung im Kniegelenk, wobei lediglich der Abwärtsschlag (Freistil, Schmetterling) bzw. des Aufwärtsschlag (Rücken) betont kraftvoll ausgeführt werden. Durch die Flexibilität im Fußgelenk wird die Richtung der Abdruckkraft am Wasser und damit die Vortriebswirkung entscheidend beeinflusst.

Im Brustschwimmen wird häufig eine Schräglage des Körpers in der Gleitphase beobachtet, die entweder die Folge eines zu flachen Eintauchens oder auf einen zu schnell ausgeführten

Richtungswechsel zurückzuführen ist. Auf Grund einer unzureichenden Körperspannung vergrößert sich der effektive Flächenquerschnitt und damit der Bremswiderstand. Äußere Zeichen für diese Unzulänglichkeit sind ein zu tiefer Kopf und/oder ein leichtes Einbeugen in der Hüfte („hängende“ Beine).

4.2.5 Konsequenzen für das Training

Die Wettkampfpraxis zeigt, daß stabil gute Leistungen im Startabschnitt eine notwendige Voraussetzung für vordere Plazierungen in den Wettbewerben über die kürzeren Distanzen beim internationalen Höhepunkt bilden. Schnelle Starts erfordern

- eine hohe horizontale Komponente der Absprunggeschwindigkeit,
- eine Minimierung des Wasserwiderstandes beim Eintauchen,
- eine hohe Vortriebswirksamkeit der Antriebsbewegungen im Übergang,

Spitzenleistungen im Startabschnitt werden nur erreicht, wenn alle drei Komponenten gleichermaßen realisiert werden.

Die im vorangegangenen Abschnitt genannten Schwerpunkte für Leistungsreserven der deutschen Schwimmer und Schwimmerinnen beim Start lassen sich im wesentlichen auf drei Ursachen zurückführen:

A. mangelhafte allgemeine athletische Voraussetzungen

- Defizite in Kraftvoraussetzungen (Rumpfkraft, Sprungkraft)
- Muskeldisbalancen als Ursache für eine eingeschränkte Beweglichkeit in einzelnen Gelenkantrieben (Schulterbereich, Fuß) bzw. für Fehlbelastungen in einzelnen Bereichen des Stütz- und Bewegungsapparates (Wirbelsäule: Brust- bzw. Lendenbereich, Knie)

B. fest ausgeprägte Bewegungstereotype auch als Folge zu geringer Bewegungserfahrung

C. unzureichende Kenntnis zur Zweckmäßigkeit bei der Gestaltung der Bewegungsabläufe

Die Ursachen für Mängel in sporttechnischen Komponenten sind sehr häufig auf Defizite in grundlegenden Leistungsvoraussetzungen und seltener auf unzureichende Kenntnisse zur Zweckmäßigkeit von Bewegungsabläufen zurückzuführen.

In den Gesprächen mit Sportlern und Trainern wird deutlich, daß vielfach dem allgemeinen Athletiktraining ein zu geringer Zeitumfang eingeräumt wird und in zu wenigen Fällen zielgerichtet über längere Trainingsperioden an Schwachstellen in grundlegenden muskulären Kraftvoraussetzungen gearbeitet wird. Deswegen sollte dem allgemeinen Athletiktraining eine größere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Dabei dürfen nicht nur die Entwicklung von Muskelkraft und -leistung Gegenstand des Trainings sein. Die azyklischen Bewegungsabläufe beim Start im Sportschwimmen stellen auch hohe Anforderungen an die motorischen Fertigkeiten der Schwimmer. Dem muß im Athletiktraining mit einem vielseitigen und abwechslungsreichen Übungsprogramm Rechnung getragen werden. Dabei müssen unter Berücksichtigung anderer Trainingsschwerpunkte echte Akzente gesetzt werden, um in einzelnen Leistungsvoraussetzungen (z.B. Sprungkraft: spezifisches Training über 10-12 Wochen) eine neue Qualität erreichen zu können.

Veränderungen in den komplizierten, in Bezug auf die motorischen Fertigkeiten anspruchsvollen Bewegungsabläufe erfordern ein zielgerichtetes Lerntraining. Dabei sollten methodische Reihen beim Erarbeiten der Zieltechnik zum Einsatz kommen, die den aktuellen individuellen Fähigkeiten gerecht werden. Die Vervollkommnung der Bewegungsabläufe im Startabschnitt muß ganzjährig fester Bestandteil des Trainings sein.



DEUTSCHER SCHWIMMVERBAND

KOMPLEXE LEISTUNGSDIAGNOSTIK

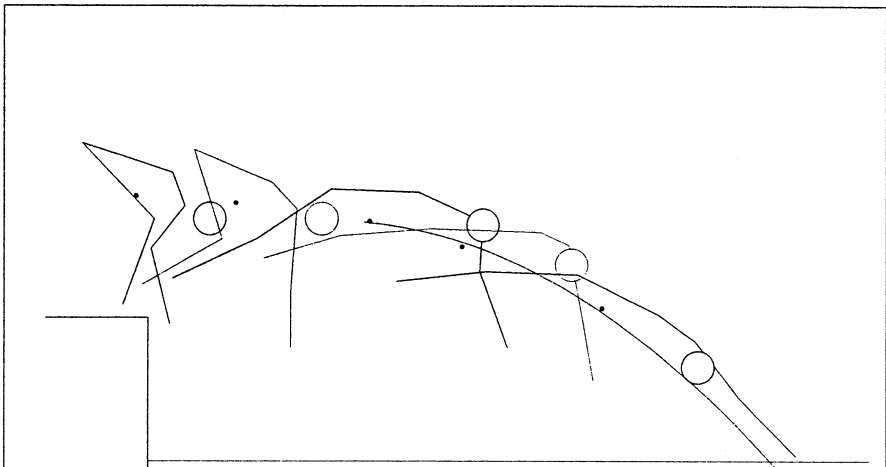


IAT LEIPZIG OSP HAMBURG OSP HEIDELBERG

Analyse des Startabschnittes

Pool, Peter / Freistil

21.03.1996



		Bester Versuch	Zielvorgabe
Startzeit	7,5 m	2,82 s	2,40 s
	10 m	4,00 s	3,60 s
	15 m	6,72 s	6,10 s
Absprung	Blockzeit	0,92 s	0,80 s
	Absprunggeschwindigkeit		
	horizontal	4,09 m/s	4,50 m/s
	vertikal	-0,15 m/s	0,00 m/s
	Absprungwinkel	24 Grad	25 Grad
Flug / Eintauchen	Flugzeit	0,48 s	0,50 s
	Flugweite KSP	3,00 m	0,00 m
	Eintauchweite Hand	3,23 m	0,00 m
	Eintauchwinkel	37 Grad	40 Grad
Übergang / Zykl. Bewegung	Geschwindigkeit (7,5 - 10 m)	2,12 m/s	2,10 m/s
	Geschwindigkeit (10 - 15 m)	1,84 m/s	2,00 m/s

4.3.1 Zu Begriffen und Inhalt der Analyse des Wendeausschnittes

In Anlehnung an die Wettkampfanalyse ist der Wendeausschnitt eine 15m-Strecke - beginnend mit dem Kopfdurchgang bei 7.5m vor und endend mit dem Kopfdurchgang bei 7.5m nach Verlassen der Beckenwand. Unabhängig von der Schwimmart kann der Bewegungsablauf in die folgenden Phasen gegliedert werden: Anschwimmen (t_{AN}), Adaptation (t_{AD}), Drehung (t_D), Abstoß (t_{ABST}), Übergang /Abschwimmen (t_U). Entsprechend dieser Phaseneinteilung ist die Wendzeit t_W die Summe aus den Teilzeiten für die einzelnen Phasen:

$$t_W = t_{AN} + t_{AD} + t_D + t_{ABST} + t_U.$$

Die Teilzeiten sind in folgender Weise definiert:

t_{AN} : Zeitintervall vom Kopfdurchgang bei 7.5m bis zum Kopfdurchgang bei 2.5m vor Erreichen der Beckenwand

t_{AD} : Zeitintervall vom Kopfdurchgang bei 2.5m vor der Beckenwand bis zum Beginn der Drehung (Handanschlag bei Brust, Schmetterling bzw. Lagen; Absenken des Kopfes bei Freistil bzw. Rücken)

t_D : Zeitintervall vom Beginn der Drehung bis zum Setzen der Füße

t_{ABST} : Zeitintervall vom Setzen bis zum Lösen der Füße

t_U : Zeitintervall vom Lösen der Füße bis zum Kopfdurchgang bei 7.5m nach Verlassen der Beckenwand

Aus dieser Gliederung des Bewegungsablaufes wird deutlich, daß die 15m-Wendzeit eine von vielen Einfluß-faktoren abhängige Größe ist. Im folgenden werden einige Zusammenhänge für die einzelnen Phasen dargestellt.

Anschwimmen/Adaptation

Ein für die 15m-Wendzeit wichtiger Parameter ist die von der jeweiligen Rennsituation abhängige Schwimmgeschwindigkeit. Sie wird aus der Zeitdifferenz t_{AN} berechnet: $V_{AN} = 5m / t_{AN}$. Während der Adaptation sind antriebslose Phasen (Gleiten) zu vermeiden. Es kommt in erster Linie darauf an, die Geschwindigkeit zu halten und eine optimale Ausgangsposition für den Beginn der Drehung vorzubereiten. Dafür notwendige Korrekturen im Bewegungsablauf sind schon 2-3 Zyklen vor Erreichen der Beckenwand (z.B. Erhöhung der Frequenz beim Anschwimmen) durchzuführen.

Drehung

Das Ziel der Drehung ist eine Minimierung der Drehzeit und das Vorbereiten eines kraftvollen Abstoßes. Dafür sind Wasserwiderstandskräfte, Stützkräfte an der Beckenwand (aus dem Handkontakt bei Schmetterling, Brust, Lagen) und Trägheitskräfte (aus einer Optimierung der Koordination von Teilkörperbewegungen) zu nutzen. Die Dauer der Drehzeit wird dadurch bestimmt, inwieweit es dem Sportler gelingt, mit Hilfe der genannten Kräfte am Beginn der Drehung ein großes Drehmoment zu erzeugen und anschließend durch das schnelle Einnehmen einer engen Körperhaltung hohe Drehgeschwindigkeiten zu erreichen.

JÜRGEN KÜCHLER/HEIDI LEOPOLD

4.3 Wende

Auf Grund der Ausgeglichenheit in der zyklischen Bewegung beeinflussen außer den Start- auch die Wendeleistungen die Wettkampfergebnisse entscheidend. Bei einer einzigen Wende können ebenfalls wichtige Zehntelsekunden verloren werden. Die Ergebnisse aus Wettkampfanalysen bei Olympischen Spielen, Welt- und Europameisterschaften spiegeln wider, daß die international erfolgreichen Schwimmer und Schwimmerinnen auch in den Wendeabschnitten zu den Besten gehören. Wettkampffentscheidenden Charakter haben die Leistungen im Wendeabschnitt für die längeren Wettkampfstrecken, weil geringe Differenzen bei der einzelnen Wende in der Summe aller Wendezeiten einige Sekunden ergeben können. Das zeigt sich in den Beispielen der Tabelle 1 für das 800m Finale der Frauen bei den Olympischen Spielen von Atlanta 1996. Die Plazierungen auf den Rängen 2-4 wurden wesentlich von der Teilleistung in den Wendeabschnitten mitbestimmt.

Tabelle 1 : Beispiele zum Wendeabschnitt von den Olympischen Spielen 1996

	Disziplin	Summe der Wendezeiten in s	Wettkampfzeit	Platz
Bennett / USA	800m F / F	133.97	8:27.89	1.
Hase / GER	800m F / F	134.57	8:29.91	2.
Vliehhuys / NED	800m F / F	135.57	8:30.84	3.
Kielgaß / GER	800m F / F	136.90	8:31.06	4.
Deburghraeve / BEL	100m B / M	11.83	1:00.65	1.
Linn / USA	100m B / M	12.13	1:00.77	2.
Warnecke / GER	100m B / M	12.23	1:01.33	3.
Loader / NZL	200m F / M	23.07	1:47.63	1.
Borges / BRA	200m F / M	23.03	1:48.08	2.
van den Hoogenband / NDL	200m F / M	23.50	1:48.36	3.

Bei der Medaillenvergabe über 100m Brust der Männer spielte die Leistung bei der Wende ebenfalls eine zentrale Rolle. Der Olympiasieger Deburghraeve erzielte durch eine perfekte Ausführung der Drehung und des Abstoßes den entscheidenden Vorsprung von 0.3 -0.4s gegenüber seinen stärksten Konkurrenten. Ähnliches gilt für den Wettbewerb über 200m Freistil, wo der junge Niederländer van den Hoogenband relativ viel Zeit gegen Borges und Loader in den Wendeabschnitten verliert.

Der Vergleich der Wendezeiten der deutschen Schwimmer und Schwimmerinnen mit der Weltspitze zeigte zum Beginn des Olympiazklus 1993-96 ein ähnliches Bild wie beim Start. Auch bei der Wende wird von der Mehrzahl der Kaderathleten zu viel Zeit verloren. Deshalb bildeten Maßnahmen zur Verbesserung der Wendeleistungen einen weiteren Schwerpunkt in den trainingsbegleitenden leistungsdiagnostischen Maßnahmen, die im Olympiazklus 1993-96 mit den Kadersportlern des DSV durchgeführt wurden. Nachfolgend werden Erkenntnisse aus diesen Untersuchungen zusammengefaßt.

Abstoß

Die Aufgabe beim Abstoß besteht darin, eine maximale Abstoßgeschwindigkeit bei einer optimal kurzen Abstoßdauer t_{ABST} zu erreichen. Im Moment des Lösen der Füße werden für die Besten Geschwindigkeiten über 3 m/s bestimmt - das 1.5-fache dessen, was die schnellsten Krauler bei 50m in der zyklischen Bewegung schwimmen. Die Höhe der Abstoßgeschwindigkeit hängt von den Kraftfähigkeiten ("Sprungkraft"), dem genutzten Antriebsweg (Kniewinkel) und der Zweckmäßigkeit der Körperhaltung (Wasserwiderstand) ab. V_{ABST} hat einen großen Einfluß auf die 15m-Wenendezit, weil sie die Geschwindigkeit im Übergang und Abschwimmen beeinflusst.

Übergang/Abschwimmen

Im Übergang gilt es, den Abfall der Geschwindigkeit durch effektive Antriebsbewegungen (Brust: Tauchzug, sonst: Delphinbewegung) so weit wie möglich hinauszuzögern. Die Länge des Überganges (Dauer der Gleitphasen bzw. der Delphinbewegung) ist auf die individuellen Gegebenheiten (Abstoßgeschwindigkeit, Fertigkeiten bei Tauchzug bzw. Delphinbewegung) zu optimieren. Als Optimierungskriterium gilt die Forderung: Die beim Abschwimmen erzielte Geschwindigkeit $V_{AB} = 5m / t_{AB}$ sollte immer höher als die beim Anschwimmen sein.

Unter Berücksichtigung einiger einfacher geometrischer sowie mechanischer Zusammenhänge erhält man für die Wenendezit eine analytische Funktion:

$$t_W = F(V_{AN}, V_{AB}, V_{ABST}, t_{ABST}, t_D, V_O, C_{eff}, \varphi_K, m, l)$$

Darin sind:

V_{AN}	Geschwindigkeit beim Anschwimmen
V_{AB}	Geschwindigkeit beim Abschwimmen
V_{ABST}	Geschwindigkeit beim Abstoß (Lösen der Füße)
V_O	Geschwindigkeit am Ende der Drehung
C_{eff}	Wasserwiderstandsbeiwert
m	Masse des Schwimmers
l	Körpergröße des Schwimmers
φ_K	Kniewinkel beim Setzen der Füße

Analog zum Vorgehen bei der Analyse des Startabschnittes kann mit dieser Funktion den Einfluß jedes Parameters auf die Wenendezit abgeschätzt werden. Einen großen Einfluß hat die Geschwindigkeit beim Abstoß. Eine um 0.3 m/s höherer/niedrigerer Wert bewirkt eine um 0.2 s kürzere/längere Wenendezit. Eine gleich große Zeitdifferenz erhält man, wenn sich die Geschwindigkeit im An- oder Abschwimmen um 0.1m/s unterscheidet. Zeitunterschiede in den Drehzeiten (0.2-0.3s) und Abstoßzeiten (0.1-0.2s) spiegeln sich in gleichen Differenzen in der Wenendezit wider. Geringer ist der Einfluß durch Körpergröße und -masse. Ein um ca. 10cm größerer/kleinerer und ca. 10kg schwererer/leichterer Sportler würde einen Vorteil/Nachteil von 0.1 - 0.15s in der Wenendezit haben, wenn alle anderen Parameter gleich blieben.

4.3.2 Ergebnisse

Eine Analyse der Leistungen im Wendeabschnitt für den einzelnen Athleten erfolgt ebenfalls in enger Verbindung der Ergebnisse aus den KLD - Tests und der Wettkampfanalyse (Deutsche Meisterschaften, ARENA-Cup, Internationale Meisterschaften).

Wettkampf

Aus den vom DSV unterstützten Wettkampfanalysen können über den Wendeabschnitt nur wenig Information gewonnen werden, weil - technologisch bedingt - der Bewegungsablauf in unmittelbarer Umgebung der Beckenwand nur unvollständig erfaßt werden kann. Für eine Einschätzung stehen die 15m-Wendezeit, der Auftauchpunkt und der Zeitpunkt des Wandanschlages (eventuell aus der offiziellen Wettkampfzeitmessung) zur Verfügung. Bei einzelnen Wettkämpfen wurden zusätzliche Videokameras eingesetzt, so daß außerdem die Adaptationszeit, die An- und Abschwimmgeschwindigkeit berechnet werden können.

Tabelle 3: Daten zum Wendeabschnitt bei den Europameisterschaften 1995

	Disziplin	Anschwimm- geschwindigkeit in m/s	15m - Zeit in s	Auftauch- punkt in m	Wett- kampf- zeit	Platz
Popov / RUS	100F / M	1.98	7.00	5.5	49.10	1.
Spanneberg / GER	100F / M	1.90	7.24	5	49.67	2.
Zikarsky / GER	100F / M	1.96	7.28	6.5	50.23	3.
Pankratov / RUS	100S / M	1.83	7.80	11.5	52.32	1.
Silantiev / UKR	100S / M	1.83	8.16	9.5	53.37	2.
Szukala / POL	100S / M	1.83	8.04	6.5	53.45	3.
Hieronimus / GER	100S / M	1.82	8.20	6.5	54.27	9.
Becue / BEL	100B / F	1.41	10.16	7	1:09.30	1.
Bondarenko / UKR	100B / F	1.40	10.44	6.5	1:09.73	2.
Kovacs / HUN	100B / F	1.38	10.72	6	1:10.77	3.
Doerries / GER	100B / F	1.38	10.40	7	1:10.95	4.

Die kürzeren Wendezeiten der Besten aus der Tabelle 3 können in der Regel nicht durch Unterschiede bei der Schwimgeschwindigkeit in der zyklischen Bewegung erklärt werden. Die Differenzen sind in den meisten Fällen zu gering. Vorteile haben die Schwimmer und Schwimmerinnen mit den schnellsten Wenden vor allem in den Abschnitten nach dem Anschlag: durch einen kraftvolleren Abstoß und höhere Geschwindigkeiten im Übergang. Besonders deutlich zeigt sich das im Schmetterlingsschwimmen der Männer über 100m, wo Pankratov seine exzellenten Fertigkeiten in der Delphinbewegung mit einem langen Übergang nutzt. Unter den Medaillen-gewinnerinnen im Brustschwimmen der Frauen über 100m Brust wurden sehr große Zeitunterschiede bestimmt. Die junge Ungarin Kovacs (Jahrgang 1981) verliert vor allem wegen großer Nachteile beim Abstoß. Zu geringe Kraftvoraussetzungen in Bezug auf Sprungkraft, die sich bei ihr schon in mäßigen Startzeiten widerspiegeln, sind die Hauptsache für den großen Zeitverlust im Wendeabschnitt.

KLD - Untersuchungen

Im KLD - Test werden vier synchronisierte Kameras eingesetzt. Im Abstand von 2.5m bzw. 7.5m von der Beckenwand befinden sich jeweils über und unter Wasser eine Kamera, deren Videobilder gemischt werden. Damit wird der Bewegungsablauf im Wendeabschnitt vollständig erfaßt. Im Ergebnis der Auswertung dieser Videoaufnahmen (Teilzeitanalyse) und der von einem Rechner erfaßten Kontaktzeiten an der Beckenwand (Analyse des Signals von einer Kontaktmatte) stehen die im Datenblatt aufgeführten Parameter (Abb.1) für eine Einschätzung zur Verfügung. An dieser Stelle ist eine Anmerkung zur Abstoßgeschwindigkeit notwendig. Die Geschwindigkeit im Moment des Lösens der Füße kann nur mit sehr großem Aufwand aus Videoaufzeichnungen ermittelt werden. Deshalb wird bei den KLD-Tests als Ersatzgröße eine mittlere Geschwindigkeit aus der Zeitdifferenz zwischen dem Kopfdurchgang bei 2m (t_{2m}) bzw. 4m (t_{4m}) nach Verlassen der Beckenwand berechnet:

$$V_{\text{ABSTU}} = 2m / (t_{4m} - t_{2m}).$$

Diese Geschwindigkeit hängt sowohl von Abstoß (Höhe des Kräfteinsatzes, Minimierung des Wasserwiderstandes) als auch von der Wirksamkeit des Antriebes während des Überganges ab. In den verschiedenen Parametern spiegelt sich der komplexe Bewegungsablauf detailliert wider. Die Ursachen für Leistungsunterschiede in der Wendezeit können eindeutig auf einzelne Leistungsvoraussetzungen zurückgeführt werden. Die unter der Spalte "Zielvorgabe" aufgeführten Werte bilden eine Orientierung für eine anzustrebende Leistungsentwicklung und sind ein Hinweis für individuelle Reserven zur Verbesserung der Leistung im Wendeabschnitt.

4.3.3 Testinterpretation und Bezugsgrößen

Die Zielgröße für Leistungssteigerungen bei der Wende sollte die 15m-Wendezeit im Wettkampf sein. Weil es unter Wettkampfbedingungen nicht möglich ist, den Bewegungsablauf ausreichend genau zu erfassen, sind Testuntersuchungen im Rahmen der KLD erforderlich. Beim Vergleich der Wendezeiten aus den Tests mit denen im Wettkampf ist zu berücksichtigen, daß einige Athleten im Test bessere 15m-Wendezeiten als im Wettkampf (auf der 50m-Bahn) erreichen, weil sie bei der KLD mit wesentlich höherer Geschwindigkeit anschwimmen. Relativ unabhängig von der Anschwimmgeschwindigkeit bleiben grundlegende Merkmale im Bewegungsablauf, wie die Einleitung der Drehung (Körperposition, Koordination von Teilkörperbewegungen), Körperhaltung während der Drehung, beim Abstoß bzw. während des Überganges. Diese Merkmale zeigen sich in gleicher Weise sowohl im Wettkampf als auch im Test oder Training.

Richtwerte für eine langfristige Leistungsentwicklung

Ausgehend von Daten aus Video - Zeit - Analysen von den Finals bei internationalen Meisterschaften (Olympische Spiele, Welt- bzw. Europameisterschaft) werden für den Wendeabschnitt Orientierungsgrößen für anzustrebende Entwicklungen im langfristigen Leistungsaufbau abgeleitet (Tabelle 4, 5).

Tab. 4: Richtwerte für Wendeparameter / Männer

Disziplin	V_{AN}	t_{AD}	t_D	t_{ABST}	$V_{ABSTÜ}$	V_{AB}	t_{10m}	t_{15m}
	m/s	s	s	s	m/s	m/s	s	s
Freistil / Sprint	1.95	0.75*	0.65-0.75	0.20-0.25	2.3-2.4	2.00*	4.50*	7.00*
Freistil / Lang	1.60	0.95*	0.70-0.80	0.25-0.30	2.2-2.3	1.65*	5.25*	8.40*
Schmetterling	1.80	1.10*	0.70-0.80	0.25-0.30	2.3-2.4	1.85*	5.00*	7.80*
Rücken	1.75	0.85*	0.65-0.75	0.20-0.25	2.3-2.4	1.85*	4.90*	7.80*
Brust	1.55	1.30*	0.70-0.80	0.25-0.30	2.4-2.5	1.75*	5.40*	8.60*

* Werte sind von der Schwimmgeschwindigkeit in dem konkreten Rennabschnitt abhängig

Die in den Tabellen 4 und 5 enthaltenen Werte stellen Orientierungsgrößen dar. Für individuell anzustrebende Wendezeiten sind individuelle Gegebenheiten zu konkretisieren. Das betrifft in erster Linie die durch den angestrebten Rennverlauf bestimmte Anschwimmgeschwindigkeit und davon abhängige Größen (t_{AD} , t_{15m}). In Bezug auf Dreh- und Abstoßzeit gibt es keine meßbaren Unterschiede zwischen Männern und Frauen. Nahezu gleiche Werte wurden jeweils für Brust und Schmetterling bzw. Freistil und Rücken bestimmt. Die Ursache dafür liegt in der hohen Übereinstimmung im Bewegungsablauf bei Drehung und Abstoß in den jeweiligen Schwimmararten begründet. Mögliche Differenzierungen, die sich aus der Körpergröße ergeben, liegen im angegebenen Bereich von 0.05s.

Tab. 5: Richtwerte für Startparameter / Frauen

Disziplin	V_{AN}	t_{AD}	t_D	t_{ABST}	$V_{ABSTÜ}$	V_{AB}	t_{10m}	t_{15m}
	m/s	s	s	s	m/s	m/s	s	s
Freistil / Sprint	1.75	0.85*	0.65-0.75	0.20-0.25	2.1-2.2	1.80*	4.90*	7.80*
Freistil / Lang	1.50	1.05*	0.70-0.80	0.25-0.30	2.0-2.1	1.55*	5.50*	8.90*
Schmetterling	1.60	1.30*	0.70-0.80	0.25-0.30	2.1-2.2	1.65*	5.60*	8.70*
Rücken	1.55	1.00*	0.65-0.75	0.20-0.25	2.1-2.2	1.65*	5.30*	8.50*
Brust	1.35	1.55*	0.70-0.80	0.25-0.30	2.1-2.2	1.55*	6.10*	9.80*

* Werte sind von der Schwimmgeschwindigkeit in dem konkreten Rennabschnitt abhängig

Die Unterschiede in der mittleren Abstoßgeschwindigkeit $V_{ABSTÜ}$ ergeben sich einmal aus dem unterschiedlichen Niveau in der "Sprungkraft" (zwischen Männern und Frauen; zwischen "Langstrecklern" und "Sprintern") und zum zweiten aus Körpergröße und -masse.

4.3.4 Reserven für eine Verbesserung der Wendezeiten

Die Fehler im Bewegungsablauf bei der Wende lassen sich nicht in ähnlicher Weise wie die beim Start klassifizieren. Deswegen werden sie in der zeitlichen Reihenfolge der verschiedenen Phasen des Wendeabschnittes aufgelistet.

Einen Einflussfaktor bildet eine zu geringe Geschwindigkeit bei der Annäherung an die Beckenwand als Folge einer Verringerung der Antriebsimpulse.

Der Beginn der Drehung (Handanschlag bei Brust und Schmetterling bzw. Kopf Absenken bei Freistil und Rücken) kann nicht optimal eingeleitet werden, weil sich der Sportler aktuell in einer ungünstigen Phase des Schwimmzyklus befindet. Der Sportler muß schon 2-3 Zyklen vor Erreichen der Beckenwand anhand von Markierungen (5m-Marke der Schwimmleine bzw. Rückenleine) einschätzen, ob eine Korrektur notwendig ist. In der Regel sollte eine Korrektur über eine kleine Erhöhung der Schwimmfrequenz realisiert werden. Gleitphasen sind wegen eines damit verbundenen Geschwindigkeitsabfalles zu vermeiden. Ein Angleiten unmittelbar vor der Drehung ist die schlechteste Reaktion, weil ein damit verbundener Abfall in der Schwimmgeschwindigkeit auch eine geringere Drehgeschwindigkeit und ungünstigere Bedingungen für einen kraftvollen Abstoß zur Folge hat.

Eine zweite Ursache für Zeitverluste sind Fehler im Bewegungsablauf zur Realisierung der Richtungsumkehr.

Die Drehzeit hängt entscheidend davon ab, inwieweit es gelingt, am Beginn der Drehung mit Hilfe geeigneter Teilkörperbewegungen einen großen Drehimpuls und während der Drehung durch eine zweckmäßige Körperhaltung eine hohe Drehgeschwindigkeit zu erreichen.

Bei der Kraul- und Rückenwende wird ein Drehmoment für die Drehung um die Körperbreitenachse (Hüftachse) durch die Wasserwiderstandskraft erzeugt, die durch das Anstellen der Rückenfläche gegen die Schwimmrichtung wirksam wird. Die Wasserwiderstandskraft und folglich das Drehmoment sind um so größer, je höher die Geschwindigkeit beim Anschwimmen ist und je schneller die Rückenfläche angestellt werden kann. Deshalb muß die Drehung durch ein energisches Absenken des Kopfes ("Kinn zur Brust") eingeleitet werden. Anschließend wird durch das schnelle Einnehmen einer engen Hockposition sowohl das Trägheitsmoment als auch der Wasserwiderstand, der die Drehung abbremst, minimiert. Ein tief ausgeführter Delphinkick (in Verbindung mit dem Absenken des Kopfes) ist zu vermeiden, weil sich dadurch die Zeit für das Bewegen der Füße zur Beckenwand enorm verlängert.

Bei Brust- und Schmetterlingswende spielt ein schnelles Anhocken der Knie zum Rumpf in Verbindung mit einem wirksamen Stütz (nahezu gestreckte Arme) die entscheidende Rolle bei der Erzeugung des für eine schnelle Drehung notwendigen Drehimpulses. Das Unterhocken sollte gleichzeitig mit dem Handanschlag begonnen werden. Durch das schnelle Unterhocken wird ein Teil der Körpermassen (Beine, unterer Rumpfbereich) aktiv auf die Beckenwand bewegt. Gleichzeitig wird die Bewegung des oberen Rumpfbereiches durch den Stütz an der Beckenwand abgebremst. Auch bei diesen Wendungen ist eine enge Hockposition Voraussetzung für das Erreichen hoher Drehgeschwindigkeiten.

Einen Schwerpunkt für Defizite bei der Wende bildet eine zu geringe Geschwindigkeit im Ergebnis des Abstoßes.

In den meisten Fällen wird eine zu niedrige Abstoßgeschwindigkeit in Verbindung mit sehr niedrigen Treibhöhen im Sprungkraft-Test festgestellt. Folglich sind Defizite in der Leistungsfähigkeit der Muskulatur für die Streckung in Knie-, Fuß- und Hüftgelenk die Hauptursache für die zu niedrige Abstoßgeschwindigkeit.

Beim Abstoß besteht das Ziel darin, den Körper (vor allem den Rumpf) maximal in horizontaler Richtung von der Beckenwand weg zu beschleunigen. Nur wenn sich Füße, Hüfte, Schultern/Kopf und Hände am Beginn des Abstoßes nahezu auf einer Linie befinden, können die Beschleunigungskräfte aus der Streckung im Knie- und Fußgelenk wirksam auf den oberen Teil des Körpers (Rumpf, Kopf, Arme) übertragen und gleichzeitig der Wasserwiderstand minimiert werden.

Als ein weiterer wesentlicher Faktor sind zu geringe Antriebsimpulse während des Überganges zu nennen.

Im Freistil-, Rücken- und Schmetterlingsschwimmen sind an erster Stelle eine zu geringe Antriebswirkung des "Beinschlages" zu nennen. Dadurch kann der Abfall der mit dem Abstoß erreichten hohen Geschwindigkeit nicht wirksam verzögert werden. Unzureichende Kraftvoraussetzungen der Rumpfmuskulatur sind die Ursache dafür, daß die Delphin- bzw. Kralbeinbewegung nur aus den Knien mit Betonung lediglich des Abwärtsschlages (Freistil, Schmetterling) bzw. des Aufwärtsschlages (Rücken) ausgeführt wird. Eine eingeschränkte Beweglichkeit im Fußgelenk ist ebenfalls eine weit verbreitete Ursache für unzureichenden Antrieb im Übergang, weil eine zu geringe Flexibilität des Fußes drastisch die Möglichkeiten verschlechtert, durch den Beineinsatz vortriebswirksame Kräfte in der Wechselwirkung mit dem Wasser zu erzeugen.

Im Brustschwimmen verringert sich die Geschwindigkeit während der Gleitphasen zu schnell, wenn durch eine strömungsungünstige Körperhaltung unnötig große Bremskräfte erzeugt werden. Als Folge einer unzureichenden Körperspannung sind häufig "hängende" Füße (Folge einer fehlenden Streckung in der Hüfte), angewinkelte Füße oder ein zu tief geneigter Kopf zu beobachten. Ein zu geringer Antrieb mit dem Tauchzug bildet eine zweite Ursache für eine zu niedrige Geschwindigkeit im Übergang. Als dritte Ursache sind zu lange Gleitphasen vor bzw. nach dem Tauchzug zu nennen.

Darüberhinaus ist aus der Strömungsdynamik bekannt, daß der Wasserwiderstand eines Körpers auch von der Tauchtiefe abhängig ist. Bewegt sich ein Schwimmer während des Überganges zu nah an der Wasseroberfläche, so hat er einen größeren Wasserwiderstand als in einem Meter Tiefe. Deshalb wird er an der Wasseroberfläche trotz gleich großer Antriebsimpulse stärker abgebremst. Sichtbares Zeichen für eine unzureichende Tauchtiefe im Übergang (vor allem bei Brust, Schmetterling, Rücken) ist eine Welle an der Wasseroberfläche, die sich mit dem Schwimmer fortbewegt.

Die in den vorangegangenen Abschnitten genannten Ursachen für Defizite bei Start und Wende lassen sich in drei allgemeineren Sachverhalten zusammenfassen:

- A. mangelhafte allgemeine athletische Voraussetzungen
 - Defizite in Kraftvoraussetzungen (Rumpfkraft, Sprungkraft)

- Muskeldisbalancen als Ursache für eine eingeschränkte Beweglichkeit in einzelnen Gelenkantrieben (Schulterbereich, Fuß) bzw. für Fehlbelastungen in einzelnen Bereichen des Stütz- und Bewegungsapparates (Wirbelsäule: Brust- bzw. Lendenbereich, Knie)
- B. fest ausgeprägte Bewegungsstereotype auch als Folge zu geringer Bewegungserfahrung
- C. unzureichende Kenntnis zur Zweckmäßigkeit bei der Gestaltung der Bewegungsabläufe

Die Ursachen für Mängel in sporttechnischen Komponenten sind sehr häufig auf Defizite in grundlegenden Leistungsvoraussetzungen und seltener auf unzureichende Kenntnisse zur Zweckmäßigkeit von Bewegungsabläufen zurückzuführen. Deswegen sollte dem allgemeinen Athletiktraining eine große Aufmerksamkeit geschenkt werden. Dabei dürfen nicht nur die Entwicklung von Muskelkraft und -leistung Gegenstand des Trainings sein. Die azyklischen Bewegungsabläufe stellen auch hohe Anforderungen an die motorischen Fähigkeiten der Schwimmer. Dem muß mit einem vielseitigen und abwechslungsreichen Übungsprogramm Rechnung getragen werden. Dabei müssen unter Berücksichtigung anderer Trainingsschwerpunkte echte Akzente gesetzt werden, um in einzelnen Leistungsvoraussetzungen (z.B. Sprungkraft: spezifisches Training über 10-12 Wochen) eine neue Qualität erreichen zu können. Veränderungen in den komplizierten, in Bezug auf die motorischen Fähigkeiten anspruchsvollen Bewegungsabläufe erfordern ein zielgerichtetes Lerntraining. Dabei sollten methodische Reihen beim Erarbeiten der Zieltechnik zum Einsatz kommen, die den aktuellen individuellen Fertigkeiten gerecht werden. Die Vervollkommnung der Bewegungsabläufe sollte ganzjährig fester Bestandteil des Trainings sein (z.B. Grundstrukturen bei der Wende als ständige Aufgabe auch im GA-Training).

5 Literatur

- GUITMARAES, A.C.S. & HAY, J.G. (1985). A mechanical analysis of the grab starting technique in swimming. *Int. J. of Sport Biomech.*, 1, 25-35.
- KÜCHLER, J. (1994). Mechanische Analyse des Startabschnitts im Sportschwimmen. In: *Schwimmen: Lernen und Optimieren*, Band 8 (S. 73-85). Mainz: Deutsche Schwimmtrainer-Vereinigung e.V.
- KÜCHLER, J. (1995). Ergebnisse zu Sprint und Wende beim Lehrgang "Brustschwimmen" am 25.5.1995. DSV-interner Bericht.
- KÜCHLER, J., LEOPOLD, H. & LEOPOLD, W. (1994). Vergleichende Betrachtung der Wettkämpfe der 50 m- und 100 m-Schwimmdisziplinen der Besten der Olympischen Spiele 1992 und deutscher Spitzenschwimmer. Leipzig: IAT.
- KÜCHLER, J., LEOPOLD, H. & LEOPOLD, W. (1994). Biomechanische Daten zur Rennstruktur aus einer Analyse der Wettbewerbe bei den Weltmeisterschaften im Sportschwimmen / Rom 1994. DSV-interner Bericht.
- REISCHLE, K. & LOETZ, CH. (1988). Standardisierte Wettkampfbeobachtung bei den Schwimmeuropameisterschaften 1987. *Schwimmtrainer*, 54/55, 7-15.
- SMITH, D.C. & COWORKER (1996). Competition analysis of swimming events at the O. G. Atlanta 1996. IOC, Subcommission on biomechanics and physiology of sport
- YOSHIDA, A. & SAITO, S. (1981). An analysis of the starting form in competitive swimming. *Health and Sport Science*, 4, 49-54.

5. Wettkampfvideoanalyse

Wir wiederholen den bereits veröffentlichte Beitrag

Leopold, W./Küchler, J./Leopold, H./Berndt, R.
„Deutsche Jahrgangsmeisterschaften 1998 – Eine Nachbetrachtung zu den
Ergebnissen der Wettkampfvideoanalyse“

Band 15/1998 „SCHWIMMEN – LERNEN UND OPTIMIEREN“

und publizieren den Beitrag von W. Leopold zur Tagung der DSTV vom Mai
1997

„Wettkampfgestaltung im Hochleistungsbereich des Schwimmens und
Gedanken zur Trainingsmethodik“.

Deutsche Jahrgangsmeisterschaften 1998

Eine Nachbetrachtung zu den Ergebnissen der Wettkampfvideoanalyse

Mit diesem Beitrag möchten wir uns vor allem an die jugendlichen Schwimmerinnen und Schwimmer wenden, die unsere Aktivitäten während der Meisterschaftstage in Hamburg beobachtet und nach erfolgreichem Abschneiden in ihren Wettkämpfen unsere Ergebnisblätter erhalten haben. Wir erläutern ihnen und allen Interessierten die Meßpunkte und die Daten, damit sie mit ihren Trainern ihre Wettkämpfe nochmals analysieren können und schon jetzt damit beginnen, über den Ausbau vorhandener Stärken nachzudenken oder sich zu überlegen, wie aufgezeigte Schwächen zu beseitigen sind.

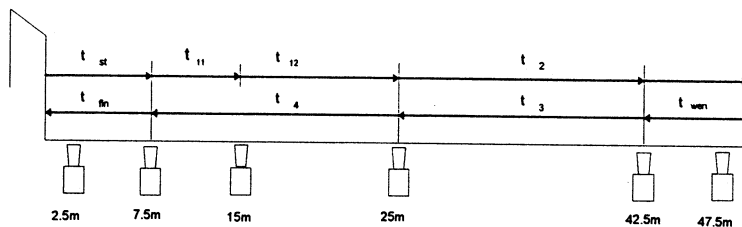
Seit 1994, also bereits zum fünftem Male, wurde während der Jahrgangsmeisterschaften im Schwimmen mittels Videobildanalyse eine Darstellung der Rennverläufe und der Zeiten des Start-, Wenden- und Finishabschnittes durchgeführt. Der Wettkampf wird in Abschnitte unterteilt, Videokameras erfassen die Bilder, die über ein Mischpult mittels Rekorder, zusätzlich mit einem Zeitcode versehen, konserviert werden.

Damit ist die Möglichkeit gegeben, für ausgewählte Teilnehmer eines Wettkampfes die Teilzeiten folgender Wettkampfabschnitte auszugeben:

- Blockzeit:** Zeit vom Startsignal bis zum Lösen der Füße vom Startblock bzw. von der Wand im Rückenschwimmen (in Sekunden)
- Flugzeit:** Zeit vom Lösen der Füße vom Startblock (der Wand) bis zum Eintauchen der Hüfte (in Sekunden)
- Startzeit:** 7,5 - Meter - Strecke bzw. 15 - Meter - Strecke
Zeit vom Startsignal bis zum Durchgang (Kopf) bei 7,5 m (in Sek.)
- Wendenzzeit:** 15 - Meter - Strecke
Zeit für den Durchgang (Kopf) von 7,5 m vor der Wand bis 7,5 m nach der Wand (in Sekunden)
- Finishzeit:** 7,5 - Meter - Strecke
Zeit für die letzten 7,5 m eines Wettkampfes, Durchgang (Kopf) bis Wandanschlag (in Sekunden).

Abb. 1. zeigt die Standpunkte der Kameras und veranschaulicht die erfaßten Daten

Abb 1.: Gliederung der Wettkampfstrecke



Start	7,5 m	15 m	V11
Wende	15 m		
Finish	7,5 m		
Zyklische Bewegung	Schwimmgeschwindigkeit		
	Bewegungsfrequenz		
	Zyklusweg		

Neben den Teilzeiten werden für ausgewählte Abschnitte - jeweils zwischen den oben genannten Meßstrecken - die mittleren Geschwindigkeiten und die Bewegungsfrequenzen erfaßt, so daß der Wettkampf (zumindest die 100 - 400 m Strecken) lückenlos auszuwerten ist und die mittleren Zykluswege berechnet werden können. Damit erhalten wir quantitative Parameter, die die Eindrucksanalysen der Trainer ergänzen und „Längsschnittbetrachtungen“ ermöglichen, indem die Ergebnisse aufeinanderfolgender Wettkämpfe und Jahre verglichen werden können. Aber auch „Querschnittsanalysen“, also Betrachtungen zu Euren Wettkampfgegnern sind möglich. Durch die in diesem Beitrag enthaltenen Tabellen zu zwei ausgewählten Wettkampfabschnitten (7,5-m-Startzeit und 15-m-Wendenzeit) können Beziehungen zu guten Ergebnissen Eures Jahrganges hergestellt werden. Die Werte der Tabellen stellen Orientierungen dar. Es sind nicht die Bestwerte und es sind keine mathematisch berechneten Mittelwerte, da die Einzelwerte aus 5 Wettkampfanalysen noch zu stark von Einzelkönnern beeinflußt werden und „Verzerrungen“ die Folge wären. Die Tabellen enthalten jedoch auch Ergebnisse der deutschen Spitzenklasse (Bestwerte -BW- der Deutschen Meisterschaften 1996) und der Weltspitze (Weltmeisterschaften Rom 1994 bzw. Europameisterschaften Wien 1995), um aufzuzeigen, welche Leistungen möglich und notwendig sind, um die Weltbesten erreichen zu können.

Tabelle 1.: Vorgaben und Ergebnisse für die 7,5 m Startzeiten Männer /in Sek.)

	14 Jahre	15 Jahre	16 Jahre	17 Jahre	18 Jahre	BW DM 96	BW WM 94
100 F	2,8	2,65	2,6	2,5	2,45	2,36	2,16*
200 F	2,95	2,85	2,75	2,6	2,55	2,35	2,34
400 F	2,95	2,85	2,8	2,7	2,65	2,65	2,3
1500 F	3,05	3	2,85	2,8	2,75	2,73	2,65
100 B	2,85	2,7	2,65	2,6	2,55	2,22	2,22
200 B	2,9	2,75	2,7	2,65	2,6	2,32	2,28
100 R	3,5	3,3	3,25	3,1	2,9	2,87	2,78
200 R	3,6	3,4	3,25	3,2	3,1	3,07	2,84
100 S	2,7	2,6	2,66	2,5	2,4	2,35	2,23
200 S	2,75	2,7	2,6	2,55	2,5	2,45	2,39
200 L	2,8	2,7	2,6	2,55	2,5	2,3	2,27
400 L	3	2,85	2,8	2,7	2,6	2,45	2,36

BW DM 96

BW WM
94

Ergebnisse Deutsche Meisterschaften 96, 50 m Bahn

Ergebnisse Weltmeisterschaften 1994, 50 m Bahn

* 50 m
Freistil

Tabelle 2.: Vorgaben und Ergebnisse für die 7,5 - m- Startzeiten Frauen (in Sek.)

	13 Jahre	14 Jahre	15 Jahre	16 Jahre	BW DM 96	BW WM 1994
100 F	3,1	3,05	2,9	2,9	2,67	2,57
200 F	3,15	3,1	2,95	2,9	2,75	2,66
400 F	3,2	3,1	3,05	3	2,98	2,65
800 F	3,3	3,2	3,1	3,15	3,2	3,3
100 B	3	3	3	2,9	2,88	2,63
200 B	3,1	3,1	3,1	3	3,01	2,77
100 R	3,7	3,65	3,6	3,5	3,3	3,19
200 R	3,8	3,7	3,65	3,6	3,42	3,21
100 S	3	2,9	2,8	2,8	2,75	2,58
200 S	3,15	2,95	2,9	2,9	2,82	2,65
200 L	3,15	3	3	3	2,91	2,68
400 L	3,25	3,1	3	3	3,07	2,83

BW DM 96

BW WM
94

Ergebnisse Deutsche Meisterschaften 96, 50 m Bahn

Ergebnisse Weltmeisterschaften 1994, 50 m Bahn

Tabelle 3.: Vorgaben und Ergebnisse für die 15 - m - Wendenzeiten Männer (in Sek.)

	14 Jahre	15 Jahre	16 Jahre	17 Jahre	18 Jahre	BW DM 96	BW WM 1994
100 F	8,3	8	7,9	7,6	7,45	7,24	6,92
200 F	8,8	8,5	8,3	8,2	8,15	7,86	7,57
400 F	9,2	9	8,75	8,5	8,35	8,18	8,06
1500 F	9,5	9,5	9,1	8,85	8,6	8,47	8,44
100 B	10,7	10,25	9,8	9,5	9,35	8,76	8,7
200 B	11	10,7	10,5	10,3	10,25	9,64	9,07
100 R	9,2	8,75	8,5	8,3	8,15	7,86	7,68
200 R	9,6	9,3	9	8,7	8,5	8,19	8,1
100 S	9,3	9,1	8,8	8,65	8,3	8,08	7,8
200 S	10,4	10	9,65	9,4	9,4	8,73	8,53
200 L	10,65	10,2	9,9	9,6	9,6	9,21	8,85
400 L	11,25	10,8	10,55	10,15	10,15		9,22

BW DM 96
BW WM 1994

Ergebnisse Deutsche Meisterschaften 96, 50 m Bahn
Ergebnisse Weltmeisterschaften 1994, 50 m Bahn

Tabelle 4.: Vorgaben und Ergebnisse für die 15 - m -Wendenzeiten Frauen (in Sek.)

	13 Jahre	14 Jahre	15 Jahre	16 Jahre	BW DM 96	BW WM 94
100 F	8,9	8,7	8,7	8,6	8,1	7
200 F	9,55	9,15	9	8,75	8,64	8,42
400 F	9,8	9,5	9,35	9,05	8,8	8,73
800 F	10,1	9,75	9,55	9,3	9,14	9,03
100 B	11,4	11,1	10,85	10,75	10,26	9,75
200 B	12	11,6	11,3	11,1	11,08	10,46
100 R	9,8	9,6	9,4	9,15	8,84	8,5
200 R	10,5	10,3	10	9,9	9,43	9,08
100 S	9,7	9,6	9,5	9,45	9	8,84
200 S	11,1	10,8	10,4	10,2	9,94	9,45
200 L	11,45	11	10,8	10,7	10,26	10,02
400 L	11,9	11,5	11,3	11,2	10,6	9,93

BW DM 96
BW WM 94

Ergebnisse Deutsche Meisterschaften 96, 50 m Bahn
Ergebnisse Weltmeisterschaften 1994, 50 m Bahn

Die Datenblätter

Die ausgegebenen Datenblätter verdeutlichen Eure Stärken und Schwächen, zumindest im Vergleich mit den direkten Gegnern im analysierten Wettkampf.

Das Blatt 1 (Abb. 2.) zeigt die „Grunddaten“ Eures Wettkampfes. Zuerst Namen und Verein, dazu die Wettkampfzeit und die Platzierung. Es schließen sich die Startzeiten an, die mit denen der BESTEN in Tabelle 1. bzw. 2. verglichen werden sollten. Ohne alle Einzelheiten aufzuschreiben, sind Blockzeiten um 0,80 Sek. und Flugzeiten um 0,50 Sek. im Normbereich. Hohe Geschwindigkeiten im Abschnitt zwischen 7,5 und 15 Metern sind Ausdruck eines guten Starts, widerstandsarmen Eintauchens, flüssigen Überganges in die Schwimmbewegung bzw. im Rücken- und Schmetterlingsschwimmen guter Delphintauchbewegung. Die Geschwindigkeit in diesem Abschnitt sollte über jener liegen, die unter „Rennverlauf“ sowohl in der grafischen Darstellung, als auch in der Tabelle am Meßpunkt 1 aufgezeigt werden.

Wie wir im weiteren sehen werden, verlieren manche SportlerInnen in diesen kurzen Streckenabschnitten viele Zehntel- bis ganze Sekunden. Es kann ein Hinweis sein, diesen Technikelementen im täglichen Training mehr Aufmerksamkeit zu schenken, besonders alle Trainingsaufgaben in hohen Geschwindigkeiten mit regelgerechten Starts und Wenden zu verbinden und für die Abstöße und Übergänge in die Schwimmbewegung stets einen optimalen Verlauf anzustreben.

In der grafischen Abbildung wird neben dem Geschwindigkeitsverlauf auch der Verlauf der Frequenz dargestellt.

In der letzten Spalte der Tabelle sind die Wendenzeiten aufgeführt. Auch hier ist ein Vergleich zu den BESTEN Eures Alters, zur deutschen und Weltspitze möglich, wenn Ihr in Tabelle 3. (Männer) bzw. 4. (Frauen) schaut.

Im Blatt 2 (Abb. 3.) werden Gewinn- /Verlustrechnungen dargestellt. Je weiter der Balken nach links „ausschlägt“, desto größer ist euer Verlust zum Besten des Wettkampfes. Zu welchem Sportler (welcher Schwimmerin) der Vergleich ausgewiesen wird, lest ihr über den Zahlen. Im Beispiel hat der ausgewertete Schwimmer Vorteile im Start, im Abschnitt bis 15 Meter ist er dem Sieger des Wettkampfes um über 2/10 Sekunden überlegen. Langsamer ist er im Finish, hier verliert er auf den letzten 7,5 Metern des Wettkampfes fast 2/10 Sekunden. Die Grafik der Gewinn- / Verlustrechnung der Wenden weist nur geringe Unterschiede aus. In der Addition der 3 Wenden hat er einen Vorteil von 0,08 Sekunden.

Die Abbildung im unteren Teil vergleicht den Verlauf der Geschwindigkeiten auf den 25-m-Abschnitten zum Sieger. Die Kurven liegen dicht beieinander, vor allem bei längeren Wettkampfstrecken ist aus dieser Grafik die renntaktische Einstellung gut ersichtlich.

Zur Arbeit mit den Ergebnissen der Wettkampf-Videozeit-Analysen

Welche Ziele werden mit den Videobildanalysen verfolgt, welche Folgerungen sollten für die künftige Gestaltung der Wettkämpfe und des Trainings gezogen werden?

Mit den erfaßten Teilstrecken und Werten der Renngestaltung treten quantitative Parameter an die Stelle von Einschätzungen. Mit exakten Zeiten wird "ein guter" Start, eine "Superwende" oder ein "verpatzter Anschlag" ausgewiesen. Die technische Stabilität und das Ausdauervermögen wird z. B. durch die ermittelten Zykluswege (stabil, abfallend, steigend) unter Berücksichtigung der Schwimmgeschwindigkeiten und der Bewegungsfrequenzen belegt.

Anders als bei Zwischenzeiten, die zum Teil im Wettkampfprotokoll enthalten sind und die von Betreuern und Trainern gestoppt werden, beziehen sich die Werte der Wettkampf-Videozeit-Analyse auf reine Schwimmstrecken. Die höheren Geschwindigkeiten durch Absprung oder Abstoß und Gleitstrecken nach Start und Wende werden dadurch weitgehend eliminiert.

Dennoch: Ein langer Tauchzug im Brustschwimmen geht über die 7,5-m-Marke hinaus und auch durch die Delphinbewegung im Rücken- und Schmetterlingsschwimmen, die bis zur 15-m-Marke erlaubt ist, werden die Werte im ersten Streckenabschnitt beeinflusst.

Gleiches gilt für die Wendenzeiten, sie sind nicht nur durch den eigentlichen Wendenvorgang unmittelbar an der Beckenwand, sondern auch von der Schwimmgeschwindigkeit beeinflusst. Um die Qualität des Bewegungsablaufes von verschiedenen SportlerInnen beim Wendenvorgang vergleichen zu können, rechnen wir pro 0,05 m/s Differenz in der Schwimmgeschwindigkeit mit einem Zu-/Abschlag von 0,1 Sekunden für die 15-m-Wendenstrecke.

Um die Ergebnisse unterschiedlicher Leistungsgruppen vergleichen zu können, wurde der beschriebene Korrekturfaktor (Berücksichtigung der unterschiedlichen Schwimmgeschwindigkeiten) angewandt. Unter der theoretischen Voraussetzung, daß alle Schwimmerinnen die Schwimmgeschwindigkeiten der Wendenbesten der Weltmeisterschaften 1994 erreichen, büßt die jeweils beste deutsche Schwimmerin im Wendenbereich die in der Tabelle 5. genannten Sekunden ein.

Die Abstände in den jüngeren Jahrgängen nehmen deutlich zu, dies wird auch von den längeren Drehzeiten und durch die geringeren Abstoßgeschwindigkeiten beeinflusst, die in niedrigeren Kraftvoraussetzungen begründet sind. Ebenso gehen Körperhöhe und -masse des Schwimmers mit in die Wendenzeiten ein.

Tabelle 5.: Abstände der besten deutsche Schwimmerinnen im Wendenabschnitt (100 m Brustschwimmen)

Weltmeisterschaften 1994	Bestwert	9,75 Sekunden
Deutsche Meisterschaften 1994	Bestwert	minus 1/10 Sekunden
Deutsche Meisterschaften 1995	Bestwert	minus 3/10 Sekunden
DJM 1995 (Jahrgang 80)	Bestwert	minus 7/10 Sekunden
DJM 1995 (Jahrgang 81)	Bestwert	minus 1,4 Sekunden
DJM 1996 (Jahrgang 81)	Bestwert	minus 1,4 Sekunden
DJM 1996 (Jahrgang 82)	Bestwert	minus 1,2 Sekunden
DJM 1997 (Jahrgang 82)	Bestwert	minus 9/10 Sekunden
DJM 1997 (Jahrgang 83)	Bestwert	minus 1,3 Sekunden

Abschließend einige Hinweise zu den Startzeiten. Wenn wir als grobe Regel annehmen, daß die jugendlichen Schwimmer wegen ihrer körperlich bedingten Entwicklung eine Differenz von 3/10 Sekunden zu den Mitgliedern der deutschen Nationalmannschaft haben, erreichten wenige SchwimmerInnen in Hamburg oder im vergangenen Jahr in Braunschweig "Juniorenspitzenwerte". Der optimale Bewegungsablauf ist noch nicht erlernt, wie das auch immer wieder bei der zentralen Leistungsdiagnostik des Jugendkaders in Heidelberg beobachtet wird. Schwerpunkte im Training sehen wir zum einen beim Sprung vom Startblock. Viele Schwimmer springen zu steil nach oben ab, es ergeben sich zu geringe horizontale Absprunggeschwindigkeiten, zu lange Flugzeiten und ungünstige Startzeiten.

Zum anderen ergeben sich die großen Abstände bei den Rückenstarts, sowohl zu den besten deutschen Schwimmern - als auch innerhalb der Jahrgänge - aus dem Verzicht auf die Unterwasser-Delphinbewegung. Während die Weltbesten bis auf wenige Dezimeter an die erlaubte 15-m-Marke tauchen und versuchen, die hohe Geschwindigkeit aus dem Start mittels Unterwasser-Delphinbewegung lange aufrechtzuerhalten, konnten wir dies, von wenigen SchwimmerInnen abgesehen, nicht beobachten. Wir sollten uns daran erinnern: "Was Hänschen nicht lernt, lernt Hans nimmermehr".

Also: Das Training der Unterwasser-Delphinbewegung muß einen ständigen Platz im Trainingsprogramm erhalten - in Abhängigkeit vom Grad ihrer Beherrschung soll sie konsequent im Wettkampf eingesetzt werden.

Abb. 2. Datenblatt Seite 1 der Wettkampfvideoanalyse für die Sportler und Trainer

Wettkampfanalyse

IAT LEIPZIG OSP HAMBURG

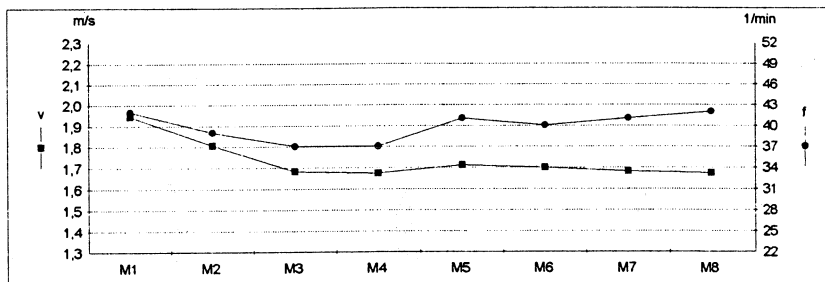
DM

Wettkampf 14: 200 m Freistil A-Finale**Zwischenzeiten**

25 m:	0:11,41	75 m:	0:39,21	125 m:	1:07,97	175 m:	1:36,83
50 m:	0:25,63	100 m:	0:54,51	150 m:	1:23,07	200 m:	1:51,54

Start

Blockzeit [s]:	0,77	Startzeit 7,5 m [s]:	2,41
Flugzeit [s]:	0,46	Startzeit 15 m [s]:	6,09
Auftauchpunkt [m]:	9,0	Geschw. 7,5-15 m [m/s]:	2,04

Rennverlauf

Meßstrecke	Geschwindigkeit [m/s]	Frequenz [1/min]	Zyklusweg [m]	Wende 7,5-7,5m [s]
M1: 7.5-25 m	1,94	42	2,71	
M2: 25-42.5 m	1,80	39	2,78	7,70
M3: 57.5-75 m	1,68	37	2,71	
M4: 75-92.5 m	1,67	37	2,74	8,08
M5: 107.5-125 m	1,71	41	2,48	
M6: 125-142.5 m	1,70	40	2,55	8,16
M7: 157.5-175 m	1,68	41	2,44	
M8: 175-192.5 m	1,67	42	2,41	

Finish

Finishzeit 7,5 m [s]: 4,25



DEUTSCHER SCHWIMMVERBAND

Wettkampfanalyse

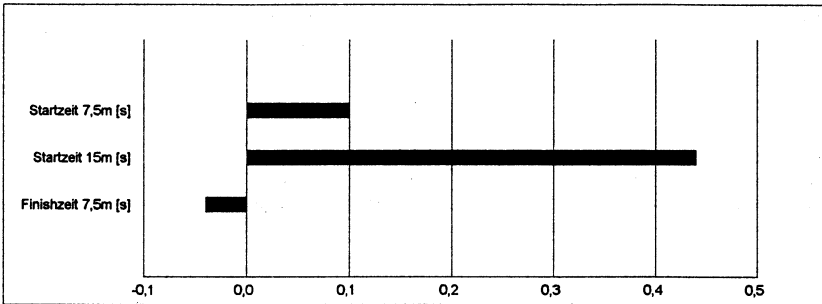
IAT LEIPZIG OSP HAMBURG



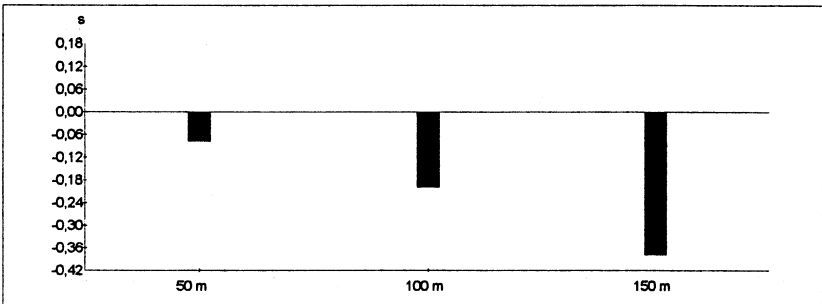
DM

Wettkampf 14: 200 m Freistil A-Finale
 Vergleich (5. Platz) (1. Platz)

Start und Finish



Wenden



Rennverlauf

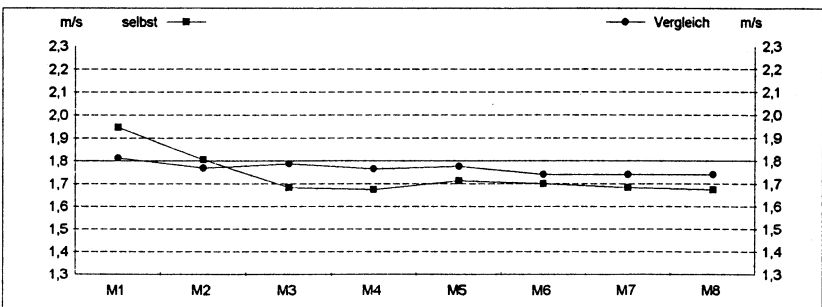


Abb. 3.: Datenblatt Seite 2 der Wettkampfvideoanalyse für die Sportler und Trainer

Winfried Leopold

Wettkampfgestaltung im Hochleistungsbereich des Schwimmens und Gedanken zur Trainingsmethodik

(Mai 1997)

I. Vorbemerkungen

Ausgangspunkt sollen Beispiele der Wettkampfgestaltung im Hochleistungsbereich sein, die zu Überlegungen und Ableitungen für das Training der Schwimmer führten.

Wenn wir dabei von Wettkampf- oder Rennstrukturen ausgehen, soll darunter die innere Gliederung der Wettkämpfe, das innere Gefüge der Wettkämpfe verstanden werden.

Die innere Gliederung der Wettkämpfe im Schwimmen (Olympische Disziplinen) wird beeinflusst durch:

- die Länge/Dauer der Wettkampfstrecken (50 - 1500 Meter, 22 Sekunden bis 15 Minuten).
- die Schwimmart, bzw. die Aneinanderreihung der Schwimmarten beim Lagenschwimmen,
- die Austragungsstätte (25-m- oder 50-m- Bahn, Süß- oder Salzwasser)
- die geltenden, sich jedoch verändernden Wettkampfbestimmungen.

Diese Faktoren beeinflussen

- die Anzahl der Bewegungswiederholungen (Tab. 1.)
- die Höhe des Kräfteinsatzes, der bei größeren Wiederholungszahlen (800 m bzw. 1500 m Freistil) geringer sein muß, als bei geringeren Wiederholungen (50 m Freistil).
- die Bedeutung der Technikelemente Start, Wende, Anschlag (Finishverhalten).
- die Taktik.

Sie definieren die physische und psychische Beanspruchungen im Wettkampf und sind bestimmend für die Trainingsgestaltung, für die Anlage des Trainings.

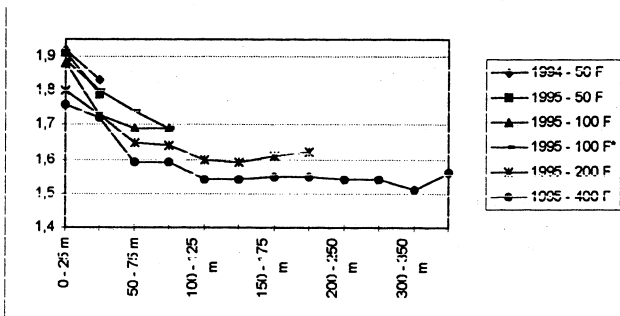
Es ist heute nicht beabsichtigt, die psychologische Seite der Vorbereitung auf Wettkämpfe und des Trainings insgesamt zu behandeln. Diese Themeneingrenzung geschieht aus Zeit- und Kompetenzgründen, damit wird die wesentliche Rolle, die die psychische Vorbereitung in sportlichen Training einnimmt, nicht in Frage gestellt. Im Gegenteil, wir möchten betonen, daß die psychische Vorbereitung des Sportlers voll in der Verantwortung des Trainers liegen sollte, ein wesentlicher Bestandteil seiner Arbeit ist. Erfolgreiche Trainer sind zugleich Meister in der psychischen Vorbereitung der Sportler.

Tab. 1.: Anzahl der Bewegungswiederholungen pro Wettkampfstrecke
(Beispiel Kraulschwimmen, mittlere Werte)

Wettkampfstrecke	Wiederholungen des Einzelzyklus
50 m	16
100 m	42 - 60
200 m	85 - 105
400 m	210
800 m	385
1500 m	610

Wenden wir uns zuerst der Frage zu, wie hoch der Grad der Spezialisierung des Trainings sein muß bzw. welche Wettkampfstrecken „nebeneinander“ im Wettkampf erfolgreich bestritten werden können.

Abb. 1.: Rennverläufe (Geschwindigkeiten) einer Europameisterin (50 - 200 m Freistil)



Selten können wir bei Jahreshöhepunkten die Geschwindigkeitsverläufe einer Schwimmerin von 50 bis 400 m Freistil vergleichen, da die notwendige Spezialisierung einer so weit gefächerten Disziplinenpalette entgegen stehen sollte. Vom Beispiel wollen wir nicht ableiten, daß die Anforderungen so weit übereinstimmen, daß ein erfolgreiches Abschneiden möglich ist. Wir müssen berücksichtigen, daß die Konkurrenz in Europa - für eine hochtalentierete Schwimmerin - in diesem Jahr die Erfolge zuließ und sich die Situation im Weltschwimmsport anders darstellt. Weiterhin müssen wir unterstellen, daß durch die Orientierung auf die 400-m-Strecke und die damit zusammenhängende Gestaltung des Trainings, auf der 50-m-Strecke im Vergleich zum Vorjahr eine geringere Geschwindigkeit erzielt wurde.

Aus den Ergebnissen zurückliegender Olympischer Spiele und Weltmeisterschaften (1988-1996) läßt sich zunächst ableiten, daß Schwimmer der absoluten Weltspitze in mehreren Disziplinen Medaillen gewinnen können. Wir haben, um Extrembeispiele auszuschließen, in Tabelle 2. nur aufgenommen, wenn sich Mehrfachmedaillengewinner wenigstens 2 x ergaben (deshalb fehlt auch die Kombination 100 / 200 m Schmetterling, obgleich Pankratow 1996 in diesen Disziplinen Medaillen gewann).

Auffällig, daß sich Kombinationen bei Männern und Frauen häufen, wie 50 / 100 m Freistil, 400 / 800-1500 m Freistil, 200 / 400 m Lagen, während andere Kombinationen wie 200 / 400 m Freistil nur bei den Männern und 100 / 200 m Brust- und Rückenschwimmen nur bei den Frauen auftreten. Erfolge über 100 / 200 m Schmetterling und Freistil können wir bei dieser Art der Erfassung weder bei Männern noch bei Frauen anlässlich eines Wettkampfhöhepunktes erkennen. Aus der Übersicht „weitere Kombinationen“, in der ohne Beachtung der Streckenlänge die Mehrfachmedaillengewinner verzeichnet sind, lesen wir ab, daß die Kräuler, außer im Brustschwimmen, in allen anderen Schwimmmarten gleichfalls Medaillen gewinnen können. Im Lagenschwimmen waren, außer den Schmetterlingsschwimmern, alle anderen „Spezialisten“ erfolgreich.

Tabelle 2.: Disziplinen mit Mehrfachmedaillengewinnern (WM und OS 1988-1996)

	Männer	Frauen
50 F - 100 F	4x	4x
100 F - 200 F	-	-
200 F - 400 F	5x	-
400 F - 8/1500 F	3x	5x
100 B - 200 B	-	4x
100 R - 200 R	-	4x
100 S - 200 S	-	-
200 L - 400 L	3x	5x
<u>Weitere Kombinationen:</u>	Freistil - Schmetterling Freistil - Rücken Freistil - Lagen Lagen - Rücken Lagen - Brust Rücken - Schmetterling	

In Tabelle 3. sind die MehrfachGOLDmedaillengewinner der Olympischen Spiele 1988 - 1996 genannt. Auch aus dieser Übersicht lesen wir ab, was ausgewählte Talente erreichen können.

Insgesamt sollten wir dennoch festhalten, daß die spezifischen Anforderungen einer Wettkampf-Strecke so hoch sind, daß die Spezialisten erfolgreich sind, die aufgrund ihrer

- körperlichen Voraussetzungen
- psychischen Fitnes und
- Anlage und Gestaltung des Trainings

die Leistungsfaktoren optimal ausgebildet haben.

Tabelle 3.: Mehrfach - Goldmedaillen - Gewinner bei den OS 1988 - 1996

Männer		Frauen	
1988	<u>Biondi</u> 50 F 100 F	<u>Otto</u> 50 F 100 F 100 R 100 S	
	<u>Darny</u> 200 I. 400 I.	<u>Evens</u> 400 F 800 F 400 L	
1992	<u>Popov</u> 50 F 100 F	<u>Yang</u> 50 F 100 F	
	<u>Sadovi</u> 200 F 400 F	<u>Egerszegi</u> 100 R 200 R 400 L	
	<u>Darny</u> 200 L 400 L		
1996	<u>Popov</u> 50 F 100 F	<u>Hevns</u> 100 B 200 B	
	<u>Loader</u> 200 F 400 F	<u>van Dyken</u> 50 F 100 S	
	<u>Pankratov</u> 100 S 200 S	<u>Smith</u> 200 L 400 L 400 F	

2. Rennverläufe von Weltklasseschwimmern

In den Abbildungen 2. bis 11. sind zur Information die Geschwindigkeits- und teilweise die Frequenzverläufe erfolgreicher SchwimmerInnen von den Olympischen Spielen 1996 dargestellt. Ohne auf Einzelheiten einzugehen, sollen die Beispiele dazu anregen, sich die unterschiedlichen Anforderungen der Wettkampfstrecken zu verdeutlichen. Sowohl die Kurvenverläufe des Australiers Kowalski (3. Platz 200 m Freistil, 3. Platz 400 m Freistil, 2. Platz 1500 m Freistil) als auch die der Magdeburgerin Dagmar Hase (3. Platz 200 m Freistil, 2. Platz 400 m Freistil,

3. Platz 800 m Freistil) zeigen, daß die drei Strecken nach relativ einheitlich hohen Geschwindigkeiten (Kowaski 1,88 bis 1,81 m/s) bzw. erheblich voneinander abweichenden und damit charakteristischen Geschwindigkeiten auf den ersten Teilstrecken (Hase 1,68 bis 1,56 m/s) in voneinander unterschiedlichen typischen Geschwindigkeitsbereichen absolviert werden.

Abb. 2.: Geschwindigkeitsverlauf (m/s) Kowalski OS 1996 (200 m, 400 m, 1500 m Freistil)

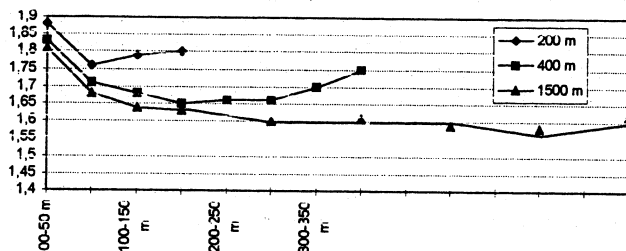


Abb. 3.: Geschwindigkeitsverlauf (m/s) Hase OS 1996 (200 m, 400 m, 800 m Freistil)

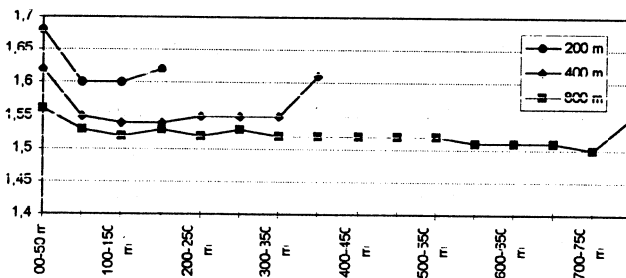
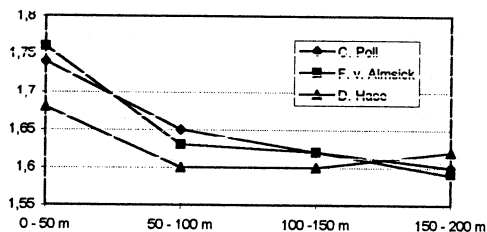


Abb.4: Geschwindigkeitsverlauf (m/s) 200-m Freistil Frauen, Olympische Spiele 1996
C. Poll, F. v. Almsick, D. Hase



Die voneinander abweichende Renngestaltung der drei Medaillengewinnerinnen über 200 m Freistil der Frauen ist in Abbildung 4. dargestellt. Während v. Almsick zwischen erster und letzter Bahn mit 0,17 m/s die größte und D. Hase mit 0,06 m/s die geringste Abfallrate aufweisen, kann C. Poll mit einer nicht signifikant unterschiedlichen Rate zu v. A. von 0,14 m/s das Rennen gewinnen.

In Tabelle 4. sind die Abfallraten (in Prozent) der Olympiasieger und Weltmeister (Männer) zwischen 1976 und 1996 über 200 m Schmetterling und 200 m Freistil verzeichnet. Die Abfallraten der Schmetterlinge reichen von 0,0 % bis 8,03 %, wenn wir die Extremwerte 0,0 % von SIEBEN und die 8,03 % sowie die 7,95 % von GROSS streichen, ergeben sich Raten zwischen 2,26 % und 6,27 %. Bei den Kraulern reichen die Raten, unter Vernachlässigung der Extremwerte, von 2,22 % bis 4,77 %, sie unterscheiden sich damit nicht gravierend von den Schmetterlingen.

Tab. 4.: Abfallraten zwischen der ersten und zweiten 100-m-Teilstrecke der Sieger über 200 m Schmetterling im Vergleich zu den Siegern über 200 m Freistil (in Prozent)

Rennverläufe der Sieger (Abfallrate in %)				
(Herren)				
	200 m Schmetterling		200 m Freistil	
1976	2.26	Brunner	2.48	Furniss
1978	3.82	Brunner	2.22	Forrester
1980	2.50	Fesenko	4.11	Koplikow
1982	8.03	Groß	4.77	Groß
1984	0.00	Sieben	2.18	Groß
1986	6.32	Groß	3.62	Groß
1988	7.95	Groß	2.28	Armstrong
1991	4.85	Stewart	4.64	Lamberti
1992	6.98	Stewart	2.78	Sadowy
1994	6.27	Pankratov	3.88	Kasvio
1996	6.07	Pankratov	5.87	Loader

Während wir bisher Wettkampfstrecken von 200 m bis 1500 m betrachtet, sollen nunmehr zu den 50-m- und 100-m-Strecken ausgewählte Beispiele angeführt werden. Zuerst die Veränderungen in der Wettkampfgestaltung von DEBURGHGRAVE zwischen 1994, als er bei den Weltmeisterschaften in 1:01,79 Min. den dritten Platz belegte, und 1996, als er bei den Olympischen Spielen die Goldmedaille in 1:00,65 Min. gewann. (Abb. 5.)

Abb. 5. Geschwindigkeitsverläufe (m/s) von DEBURGHGRAVE bei 100 m Brustwettkämpfen

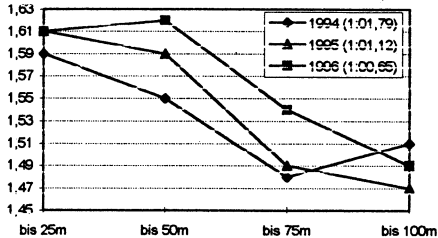
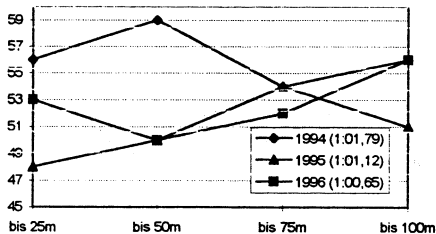


Abb. 6.: Frequenzverläufe (pro Minute) von DEBURGHGRAVE bei 100-m Brustwettkämpfen



Die in den ersten drei Streckenabschnitten höchste Geschwindigkeit führt 1996 zur besten Leistung, allerdings werden die Geschwindigkeiten dabei bis 75 m nicht mit den höchsten Bewegungsfrequenzen, sondern im Vergleich zu 1994 und 1995 mit mittleren Frequenzen (53 / 50 / 52) geschwommen. Erst auf den letzten 25 Metern erhöht er die Frequenz auf 56/Min., ohne dadurch den Abfall der Geschwindigkeit stoppen zu können.

Nutzen wir das Beispiel der Brustschwimmer und vergleichen die Renngestaltung von DEBURGHGRAVE (1:00,65 Min.) mit WARNECKE (1:01,33 Min.) beim Finale in Atlanta 1996.

Die Zeitdifferenz erklärt sich nicht nur aus den geringfügig unterschiedlichen Geschwindigkeiten (Abb. 7.) in den Schwimmstrecken, hier gehen auch Abweichungen im Start- Wenden- und Finishabschnitt ein.

Abb. 7: Geschwindigkeitsverläufe 100-m Brustschwimmen Männer 1996 (Deburghgrave, Warnecke)

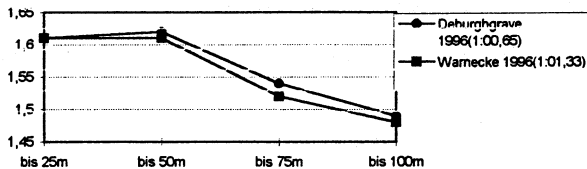
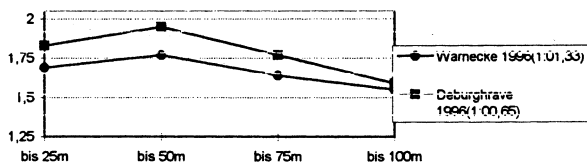


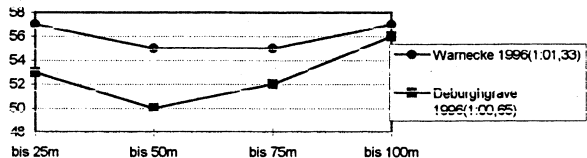
Abb. 8.: Zykluswegverläufe 100-m Brustschwimmen Männer 1996 (Deburghgrave, Warnecke)



Betrachten wir zusätzlich den Verlauf der Bewegungsfrequenzen (Abb. 9) der beiden Brustschwimmer, dürften sich die Unterschiede in der Renngestaltung, die sich weniger im Geschwindigkeitsverlauf, als in der Höhe der erreichten Geschwindigkeiten und in den möglichen Zykluswegen zeigen, aus konstitutionellen, konditionellen und technisch-koordinativen Voraussetzungen ableiten lassen.

In unseren trainingsmethodischen Überlegungen muß der Zusammenhang und die gegenseitige Abhängigkeit dieser leistungsbestimmenden Faktoren stets eingehen.

Abb. 9.: Frequenzverläufe 100-m Brustschwimmen Männer 1996 (Deburghgrave, Warnecke)



Daß auch die Taktik in der Wettkampfgestaltung der Schwimmer ihren Platz einnimmt, soll aus der Renngestaltung der Olympiasiegerin van DYKEN (USA) abgeleitet werden. Während sie im 100 m Freistilrennen (Abb. 10.) mit stark überhöhter Geschwindigkeit auf den ersten 25 Metern und einem großen Geschwindigkeitsabfall keine Medaille gewinnen konnte, wurde sie über 100 m Schmetterling (Abb. 11.) mit gleichmäßigerer Renneinteilung gegen MARTINO Olympiasiegerin, die sich, in diesem Rennen mit ebenso großen Geschwindigkeitschwankungen, schlagen lassen mußte.

Abb. 10.: Geschwindigkeitsverläufe (m/s) 100 m Freistil Frauen Olympische Spiele 1996

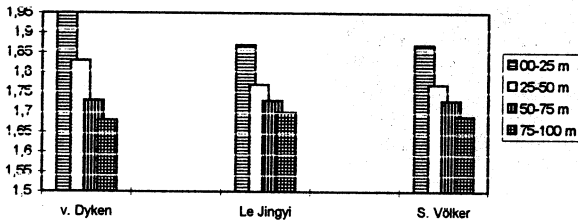
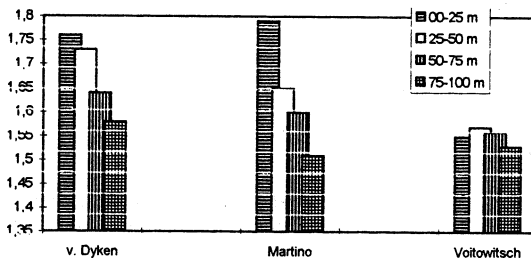


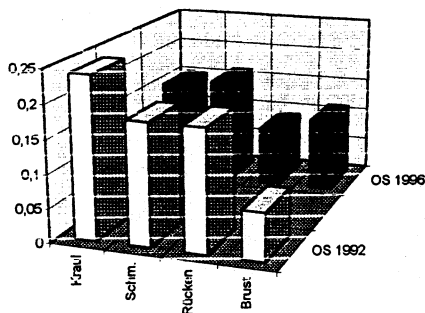
Abb. 11.: Geschwindigkeitsverläufe (m/s) 100 m Schmetterling Frauen, Olympische Spiele 1996



Die Abb. 12. verallgemeinert möglicherweise in unzulässiger Art Tendenzen der Renneinteilung der 100 m Strecken bei den Männern. Dem Mittelwert des Geschwindigkeitsabfalles der ersten zur zweiten Bahn von 1996 sind die Vergleichswerte von 1992 gegenüber gestellt. Die Einschränkung erfolgt, da die mögliche Aussage, daß die 100 m Rennen bei Olympia 96 mit geringeren Geschwindigkeitsabfällen geschwommen wurden, einer statistischen Gültigkeitsprüfung nicht standhält. Richtig scheint aber, zumal auch bei den Weltmeisterschaften 1994 und bei den Europameisterschaften 1993 und 1995 ähnliche Tenden-

zen auftraten, daß im Brustschwimmen die beiden Rennabschnitte meist mit den geringsten Abfallraten geschwommen werden.

Abb. 12.: Rennteilung 100-m- Strecken Männer 1992 und 1996, Differenz der mittleren Schwimgeschwindigkeiten erste zu zweite 50 Meter (m/s)



Ein Vergleich der Geschwindigkeitsverluste erster zur zweiten Bahn (100-m- Strecken) zwischen Männern und Frauen bei den zurückliegenden Internationalen Meisterschaften und Olympischen Spielen (1988 bis 1996) ermöglicht keine eindeutige Aussage zu geschlechtsspezifischen Unterschieden.

3. Ableitungen für das Training

Ehe wir zu Überlegungen für die Gestaltung des Trainings in Abhängigkeit von Disziplinen und Streckenlängen kommen, soll zuerst vermerkt werden, daß der Wettkampf nicht erst mit dem Vorstartsignal beginnt.

Wir grenzen unsere Betrachtungen ein, wohlwissend, daß im Sinne der Wettkampflehre zum Wettkampf neben der sportlichen Vorbereitung auch die Anreise, die Unterkunft, die Verpflegung, das Einschwimmen, die Erwärmung, der Platz in der Schwimmhalle u.a.m. gehören. Diese Fragen stellen sich bei einem Vereinswettkampf anders, als bei einem Durchgang zur Deutschen Mannschaftsmeisterschaft oder bei einem internationalen Wettkampf. Weiterhin sollten wir nicht vergessen, daß eine Wettkampfauswertung zu den sportlichen Ergebnissen und zu den organisatorischen Fragen helfen kann, um bei nachfolgenden Wettkämpfen erfolgreicher abzuschneiden. Auf diese Punkte soll jedoch im weiteren nicht eingegangen werden.

3.1 Gliederung des Wettkampfes - als Hilfe für die Trainingsplanung

In der Anlage des Trainings, wir verwenden den Begriff „Trainingsstruktur“, müssen die Elemente des Wettkampfes berücksichtigt werden. Ein Grundsatz könnte sein, daß im Wassertraining für Start, Wende, Finish und für die Wettkampfstrecke vom zeitlichem Umfang her gesehen, die Anteile dem im Wettkampf entsprechen. Unterscheiden sich die Teile der Wettkampfstrecke in den einzelnen Disziplinen prozentual voneinander, sollte demnach im Training verfahren werden. Dies geschieht sicher beim Training des Starts für die „Sprinter“, denn dieser nimmt, unter Berücksichtigung unserer Definition für den Start, für die Schwimmer der 50-m- Strecken einen Anteil von rund 10 % (vgl. Tabelle 5.) ein, während er für die Langstreckler (1500 m) auf 0,3 % zurückgeht. Dies darf nicht zu einer völligen Vernachlässigung des Starttrainings für die Langstreckler führen, denn auch in diesen Disziplinen können die Rennen durch Zehnteldifferenzen entschieden werden. Der Anteil für das Training der Wenden, der im Wettkampf zwischen rund 15 % (100-m- Schwimmer) und 27 % beträgt, liegt im Training sicher deutlich niedriger. Dabei vergessen wir nicht, daß im „normalem“ Schwimmtraining bei jeder Trainingsstrecke über 50 m (auf der 50-m-Bahn) Wenden zum Training gehören. Allerdings werden diese Wenden nur bei einem geringen Teil des Trainings in Geschwindigkeiten ausgeführt, die der des Wettkampfes entsprechen und oftmals auch dann nicht den Wettkampfbestimmungen übereinstimmend (Wendenschlag mit einer Hand im Training der Schmetterlings- und Brustschwimmer). Welche Unterschiede wir zwischen Wenden im Training und Wettkampf registrieren müssen, zeigt Tab. 6..

Tab. 5.: Prozentuale Anteile von Teilen der Wettkampfstrecke (% von der Wettkampfzeit)
- Männer -

	50 m	100m	200m	400m	1500m
Start bis 7,5 m	10,3	5,0	2,3	1,2	0,3
Wendenabschnitt je 15 m		14,6	21,7	25,1	26,9
Finish (letzte 7,5 m)	15,6	8,2	3,7	1,8	0,4
Schwimmstrecke	74,1	72,2	72,3	71,9	72,4

Tabelle 6.: Parameter von Trainings- und Wettkampfwenden (Schmetterling)

	Trainingswende (1:07 Min.)	Wettkampfwende (0:54,3 Min.)
Anschwimgeschwindigkeit	1,50 m/s angleiten	1,95 m/s
Zyklusweg	1,95 m	1,95 m
Frequenz	ca 46 / Min.	ca. 56/Min.
Drehzeit	1 - 1,2 Sek.	0,65 - 0,75 Sek.
Abstoßgeschwindigkeit	1,60 - 1,60 m/s	2,40 - 2,20 m/s
Anschlag	eine Hand	zwei Hände

3.2 Grad der Spezialisierung

Abhängig vom Alter und vom Trainingsalter unserer Schwimmer - und damit von der Ausbildungsetappe im langfristigen Leistungsaufbau - müssen wir im Training klare Entscheidungen über das Ausmaß der Spezialisierung treffen. Wie wir gesehen haben, ist es nur wenigen für das Schwimmen hochveranlagten Schwimmerinnen und Schwimmern vorbehalten, in mehreren Schwimmmarten bzw. Distanzen erfolgreich zu sein und bei den internationalen Meisterschaften Medaillen zu erkämpfen. Andererseits muß festgehalten werden, daß sich die vor Jahren entwickelte Theorie, daß die Spezialisierung so weit fortschreiten wird, daß Medaillen nur noch in einer Disziplin zu erkämpfen sind, nicht bestätigt hat. Die optimale Ausprägung der Leistungsvoraussetzungen für eine Wettkampfstecke erfordert jedoch meist schon so viel Trainingszeit, daß sich für eine weitere keine Möglichkeit findet.

Während wir im gesamten Nachwuchstraining eine vielseitige technische Ausbildung in allen Schwimmmarten absolvieren, um die Eignung für eine Schwimmmart / Disziplin zu erkennen und um später in bestimmten Trainingsabschnitten des Jahres ein abwechslungsreiches, belastendes Training durchführen zu können, müssen wir im Hochleistungsbereich klare Prioritäten zur optimalen Ausbildung der Leistungsfaktoren setzen.

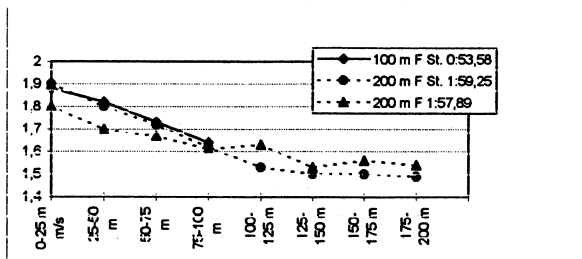
In der Grundlagenausbildung, also auch in der athletischen Ausbildung, sind neben der Schaffung der allgemeinen Voraussetzungen, die für die Wettkampfdisziplin erforderlichen speziellen Fähigkeiten zu entwickeln. Es ist einleuchtend, daß der Brustschwimmer eine anders ausgebildete Muskulatur der unteren Extremitäten benötigt, als der Rückenschwimmer, daß überhaupt die Gleichschlagschwimmer, durch die Besonderheit der nicht „gleichmäßigen“ Antriebsgestaltung, andere Schwerpunkte setzen müssen (Schmetterling z.B. besondere Beweglichkeit im Schultergelenk,).

Dabei darf es nicht zur einseitigen Ausbildung oder zu Disbalancen in der Muskulatur führen.

3.3 Analyse der Wettkampfgestaltung und Einfluß auf leistungsbestimmende Elemente

Viele Beispiele lassen sich dafür finden, daß bei unzweckmäßiger Renneinteilung - trotz guter wettkampfspezifischer Ausprägung der Leistungsfaktoren - nicht die möglichen Leistungen erreicht werden. Im Beispiel einer 200-m-Freistilschwimmerin - vgl. Abb.13. - (Weltmeisterschaften 1997 - 25-m-Bahn) wird deutlich, daß durch die überhöhte Geschwindigkeit (mit Punkten markierter Verlauf), noch über der des 100-m- Wettkampfes, eine um 1,36 Sekunden schwächere Zeit erzielt wurde, als beim Rennen mit deutlich reduzierter Anfangsgeschwindigkeit (kleine Dreiecke).

Abb. 13.: Geschwindigkeitsverläufe (m/s) einer Kraulschwimmerin bei den Weltmeisterschaften 1997 (25-m-Bahn)



Mit welcher unterschiedlichen Anfangsgeschwindigkeiten die einzelnen Strecken „angeschwommen“ werden müssen, um beste Ergebnisse zu erzielen, zeigte sich in Abb. 3. Das Geschwindigkeitsempfinden - Gefühl für die Geschwindigkeit - muß sowohl im Trainingsjahr, als auch in der direkten Vorbereitung der Wettkämpfe, wenn also der Schwimmer „in Form“ ist, entwickelt werden. Es muß erreicht werden, daß der Sportler, unabhängig von den Geschwindigkeiten, mit denen die Gegner die Strecke „anschwimmen“, die für ihn optimale Geschwindigkeit bei ausgewählten und erprobten Kräfteinsätzen und Bewegungsfrequenzen trifft und einhält. Bewährt haben sich Übungsformen, bei denen am Beginn des Trainings, ohne Einschwimmen, 50-m- oder 100-m- Strecken mit den angestrebten Parametern geschwommen werden.

Wie konnten Spitzenathleten ihre Wettkampfergebnisse steigern?

Zuerst das Beispiel der Weltrekordlerin im 100 m Brustschwimmen (1994: 1:07,69 Min.), Samanta Riley / Australien. Der Vergleich von 1992 zu 1994 macht deutlich, daß sie sich in allen Teilen des Wettkampfes steigern konnte (Tab. 6.). Sie erreicht eine bessere Startzeit bis 7,5 m (die durch das Kampfgericht mit begünstigt wurde), eine bessere Wendenzeit, höhere Schwimmgeschwindigkeiten und konnte auf dem Finishabschnitt durch das Aufrechterhalten der Geschwindigkeit und eine verbesserte Anschlaggestaltung erhebliche Zeitgewinne erzielen.

Ein zweites Beispiel verdeutlicht ein offensichtlich anderes Vorgehen. Die Ungarin Egerszegi hatte bei den Weltmeisterschaften 1994 gegen die Chinesin He vor allem verloren, da sie im Start- und Wendenbereich wesentliche Nachteile hatte. Analysen ergaben, daß sie auf diesen Wettkampfabschnitten 1,65 Sekunden einbüßt.

Nach einem Jahr, bei den Europameisterschaften erzielte sie eine wesentliche Zeitverbesserung, bei fast gleichen Schwimmgeschwindigkeiten, durch eine geringfügige Steigerung im Startabschnitt (0,07 Sek.) und durch deutlich schnellere Wenden (0,89 Sek.).

Einer Summe der Wendenzeiten von He (1994) von 27,24 Sekunden standen von Egerszegi 1995 27,50 Sekunden gegenüber, 1994 waren es noch 28,39 Sekunden.

Tab. 6.: 100- m Brustschwimmen der Frauen, Entwicklung der Wettkampfleistung einer Brustschwimmerin von 1992 zu 1994

	Riley 1992	Riley 1994	Differenz	
			(%)	(Sek.)
Wettkampfzeit (Min.)	1:09,25	1:07,69		-1,56 Sek.
Geschwindigkeit auf den Streckenabschnitten (m/s)	1,40	1,41	0,7	-0,51
Frequenz (pro Min.)	48	50	+4,2	
Zyklusweg (m)	1,73	1,67	-3,6	
Startzeit (7,5 m in s)	2,80	2,63		-0,17
Wendenzzeit (15 m in s)	10,16	9,92		-0,24
Finishzeit (7,5 m in s)	5,83	5,38		-0,45
				-1,37

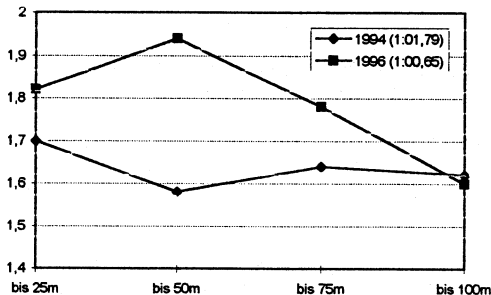
Tab. 7.: 200 m Rückenschwimmen der Frauen, Verbesserung der Ungarin Egerszegi von 1994 zu 1995 in den Start- und Wendenabschnitten

	WM 94 (2:09,10 Min.)	EM 95 (2:07,24)	- 1,86
Startzeit (s) bis 7,5 m	3,71	3,64	- 0,07
Wendenzzeit (s) 15 m	9,28	8,92	- 0,36
	9,54	9,28	- 0,26
	<u>9,57</u>	<u>9,30</u>	<u>- 0,27</u>
	32,10	31,14	- 0,96 s

Ohne im Detail einschätzen zu können, welche Veränderungen bei Deburghgrave zwischen 1994 und 1996 für die Leistungsentwicklung die Grundlagen bilden, läßt sich aus der

Verlängerung der Zykluswege (Abb. 14.) und der Frequenzreduzierung (Abb. 6.) ableiten, daß die Kraftfähigkeiten und / oder die Schwimmtechnik weiterentwickelt wurden. Es sollte für ihn und grundsätzlich angenommen werden, daß eine Frequenzabsenkung in gewissen, empirisch zu erarbeitenden Grenzen, zur effektiveren Muskelversorgung führt. Die Dauer der Anspannungsphasen (Arbeitsphasen der Muskulatur) erfahren eine relative Verkürzung - die am Antrieb beteiligten Muskeln können in den relativ / absolut längeren Rückführphasen (für sie meist arbeitsfrei), also in den Entspannungsphasen, besser mit energiereichen Stoffen und mit Sauerstoff versorgt werden.

Abb. 14.: Mittlere Zykluswegverläufe (Meter) von DEBURGHGRAVE bei 100- m Brustwettkämpfen



3.4 Renntaktik und Trainingsmethodik

Als am Beginn der 70-iger Jahre die 200 m - und 400 m - Freistilwettkämpfe im Gleichmaß oder mit schnellerem zweiten 100 m - bzw. 200 m - Abschnitt geschwommen wurden, waren renntaktische Varianten der Leichtathletik (z.B. 800 m - Lauf) die Vorbilder. Daß das nicht früher erfolgte lag sicher mit daran, daß die in der Leichtathletik längst gebräuchliche Renngestaltung nicht physiologisch begründet wurde, sondern wegen des Laufes im Windschatten angewandt wurde.

Ohne auf die physiologischen Grundlagen näher einzugehen, mußten Trainings- und Belastungsformen gefunden werden, mit denen eine solche Renngestaltung im Wettkampf realisiert werden konnte. Die große Aera des Kurzstrecken-Intervall-Trainings war beendet, die Zeit des Mittelstrecken-Intervall-Trainings mit Belastungen von 100-m- und 200-m- (bis 400-m-)Teilstrecken war angebrochen, die Dauertrainingsmethodik begann sich durchzusetzen. Im Mittelstrecken-Intervall-Training wurden Belastungsformen entwickelt, bei denen die Geschwindigkeit innerhalb der Einzelstrecke von 50 zu 50 Meter, und innerhalb der Serie gesteigert wurde. Man darf den Olympiasieg von SIEBEN (vgl. Tab. 4.) über 200 m Schmetterling von 1984 als einen der Höhepunkte dieser trainingsmethodischen und renntaktischen Variante bezeichnen, die mit Tim Shaw 1972. bei seinem Sieg über 400 m Freistil den Durchbruch erreicht hatte.

3.5 Zum Einfluß von Veränderungen der Technik der Schwimmarten bzw. technischer Varianten sowie von Änderungen der Wettkampfregelein auf die Trainingsmethodik

Unter diesem Gesichtspunkt erinnern wir uns vor allem an das Brustschwimmen. Mit immer neuen Überlegungen (Tauchzüge nach Start und Wende, „Tauchen“ als Element jedes Armzuges) wurde versucht, die Zeiten zu verbessern. Diesem Ziel dienten auch die Einführung der handanschlagfreien Wenden im Kraul- und Rückenschwimmen. Die jüngste Neuerung im Rücken- und Schmetterlingsschwimmen ist die Delphinbewegungs-Tauchphase. Unter Ausnutzung der erhöhten Geschwindigkeiten nach Start und Wende und der günstigen Antriebsbedingungen der Delphinbewegung in einer wirksamen Wassertiefe, wurden zuerst im Rückenschwimmen die Weltrekorde durch Tauchstrecken zwischen 35 und 45 Meter je 100 m-Wettkampf verbessert (Soul 1988). Eine Entwicklung des Schwimmsports zum Tauchsport wurde durch die Begrenzung der Unterwasserphase auf je 15 Meter nach Start und Wende verhindert. Spätestens seit 1995, als Pankratov erstmals Weltrekord im Schmetterlingsschwimmen durch Tauchphasen von über 25 Metern nach dem Start erzielte, hat auch in dieser Disziplin das (bis heute *) freie, unbegrenzte Tauchen Einzug gehalten.

Diese Veränderungen / Neuerungen haben im Wettkampfschwimmen zur dynamischen Leistungsentwicklung beigetragen. Ein Nicht- oder verzögertes Reagieren im Training führt sehr schnell zum Leistungsrückstand und erfordert dann übermäßige Anstrengungen, verlorenen Boden aufzuholen.

Prinzipiell ist zu betonen, daß die Delphinbewegung unter Wasser frühzeitig erlernt werden sollte, da sich ihre Beherrschung in allen Schwimmarten (!) zur Leistungsvoraussetzung entwickelt hat. Auch im modernen Brustschwimmen, allerdings nicht im Tauchzug, hat die Ganzkörperdelphinbewegung einen entscheidenden Einfluß auf die Leistung, betrachten wir uns nur die Technik vieler weltbesten und besten deutscher SchwimmerInnen.

Untersuchungen der Länge der Delphintauchstrecke im Nachwuchsbereich (Deutsche Jahrgangsmeisterschaften 1996 und 1997) zeigen, daß die Möglichkeiten der Wettkampfbestimmungen von den wenigsten Schwimmern ausgeschöpft werden. Die Ursache sehen wir in einer Vernachlässigung dieser Übungen im Training, obwohl sie längst ein fester Bestandteil der Grundausbildung und aller nachfolgender Ausbildungsetappen sein müßten. Seit der ersten erfolgreichen Anwendung sind mehr als 10 Jahre vergangen und in allen Schwimmarten (außer im Brustschwimmen) wird diese Technikvariante nach Start und Wende genutzt, wenn auch in unterschiedlicher Ausprägung.

4. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen in Thesenform

4.1 Methodik und Struktur des Trainings müssen die leistungsbestimmenden Elemente / Teile der Wettkampfleistung entsprechend ihrer Wertigkeit / Anteiligkeit berücksichtigen. Sollen einzelne Elemente bevorzugt entwickelt werden, können zeitweilig Schwerpunkte mit Belastungsumfängen über den üblichen Proportion gesetzt werden. Nachfolgend ist ein Ausgleich anzustreben (Betonte Entwicklung der Kraftvoraussetzungen fordert anschließend eine Anpassung der sportlichen Technik).

- 4.2 Werden Veränderungen in der Gestaltung des Wettkampfes (innere Gliederung des Wettkampfes) geplant, sind in einer zeitlich davor liegenden längerdauernden Etappe die konditionellen, sporttechnischen und psychischen Voraussetzungen zu schaffen.
- 4.3 Die Wettkampfleistung im Sportschwimmen fordert das Beherrschen azyklischer Elemente (Start, Wende, Anschlag). Zur Verbesserung der Technik dieser Elemente und Minimierung des Zeitanteils an der Leistung sind Lernmethoden der technischen Sportarten anzuwenden. Die frühzeitige Entwicklung technisch-koordinativer Fähigkeiten sind Voraussetzungen für ein erfolgreiches Schwimmtraining und eine hohe Leistungsentwicklung im Schwimmen.
- 4.4 Die vorhandenen Defizite in der Beherrschung der Delphintauchbewegung bewirken Leistungsrückstände. Bereits im jungen Alter sind vielfältige Übungsformen der Delphinbewegung im Schwimmtraining möglich, um darauf aufbauend höhere Leistungen zu ermöglichen.
- 4.5 Optimierte Beziehungen zwischen Höhe des Krafteinsatzes im Einzelzyklus (Zyklusweg) und Bewegungsfrequenz sind für jede Wettkampfstrecke individuell zu entwickeln.
- 4.6 Angestrebte (festgelegte) Geschwindigkeiten auf einzelnen Wettkampfabschnitten setzen das Gefühl für diese Geschwindigkeiten voraus und sollen unter „Wettkampfbedingungen“ geübt werden. Geplante Parameter der Leistung müssen den physischen Voraussetzungen des Sportlers entsprechen.

ANNE BERBALK

6 Ausgewählte Ergebnisse der sportmedizinischen Gesundheitsdiagnostik bei Bundeskaderathleten der Sportart Schwimmen

Regelmäßige Gesundheitskontrollen der Leistungssportler sind obligatorischer Bestandteil des sportmedizinischen Untersuchungs- und Betreuungssystems des Deutschen Sportbundes. Diese präventivmedizinischen Gesundheitsuntersuchungen der Bundeskaderathleten erfolgen in lizenzierten sportmedizinischen Zentren nach einem einheitlichen Programm. Die Gesundheitsdiagnostik der vom Deutschen Schwimmverband nominierten Kaderathleten wird schwerpunktmäßig in drei Zentren durchgeführt, für die Nachwuchssportler (D-Kader) am Olympiastützpunkt in Heidelberg und für die A-, B- und C-Bundeskader am Institut für Angewandte Trainingswissenschaft (IAT) in Leipzig sowie am Olympiastützpunkt in Hamburg. Seit 1992 wurden insgesamt 119 Schwimmer und 85 Schwimmerinnen am IAT in Leipzig mehrjährig im Rahmen der komplexen Leistungsdiagnostik (Frühjahrs- und Herbst-KLD) sportmedizinisch betreut.

Das Untersuchungsprogramm umfaßt eine eingehende Gesundheitsbeurteilung (Anamnese und klinischer Allgemeinbefund), eine Blut- und Urinuntersuchung, eine sportkardiologische Diagnostik (Elektrokardiographie, Echokardiographie) sowie eine umfassende Beurteilung des Haltungs- und Bewegungsapparates (Anthropometrie, komplexer sportorthopädischer Status einschließlich einer videogestützten Haltungs- und Bewegungsanalyse und einer Sonographie der Oberschenkelmuskulatur). Im Zeitraum von 1992 bis 1996 wurden zusätzlich spirometrische Untersuchungen in die Gesundheitsdiagnostik einbezogen.

Die Sportler erhalten die bei der Untersuchung erhobenen Befunde in schriftlicher Form mit individuellen Empfehlungen für präventivmedizinische und therapeutische Maßnahmen zur Sicherung der Belastbarkeit im Training.

Aus der Vielzahl vorliegender Befunde werden ausgewählte Ergebnisse der laborchemischen Diagnostik, der Untersuchung statischer und dynamischer Lungenfunktionswerte sowie der Herz-Kreislauf-Diagnostik bei Schwimmern und Schwimmerinnen dargestellt.

Laborchemische Untersuchungsbefunde

Die laborchemische Analyse (Blut- und Urinstatus) im Rahmen der Gesundheitsdiagnostik dient dem Ausschluß aktueller Krankheitszustände, der Beurteilung des roten Blutbildes (Erythrozyten, Hämoglobin, Hämatokrit) als ein Maß für die Sauerstofftransportkapazität des Blutes, der Kontrolle der für Hochleistungssportler wesentlichen Mineralien und des Eisenstoffwechsels sowie einer Screeningdiagnostik von Leber, Niere, Stoffwechsel und kardiovaskulären Risikofaktoren (Tab.1).

Das Blut setzt sich aus zwei Hauptkomponenten, der Blutflüssigkeit und den korpuskulären Anteilen, bestehend aus den Erythrozyten, Leukozyten und Thrombozyten, zusammen. Wichtigster Bestandteil der Erythrozyten für den Sauerstofftransport ist das Hämoglobin, das über eine reversible Bindung an Eisen die Aufnahme des Sauerstoffs in der Lunge und die Abgabe im Gewebe gewährleistet. Eine ausreichende Verfügbarkeit an Eisen ist demzufolge eine wesentliche Voraussetzung für die Hämoglobinbildung und damit für die Sauerstofftransportfunktion des Blutes.

Tab. 1: Laborchemische Befunde der Gesundheitsdiagnostik bei Bundeskaderathleten der Sportart Schwimmen

Laborparameter	Normbereich	Sportler (n=120) 8 ± S	Sportlerinnen (n=103) 8 ± S
Hämoglobin	M: 8,7 - 11,2 mmol/l F: 7,4 - 10,0 mmol/l	10,0 ± 0,9	8,6 ± 0,8
Hämatokrit	M: 40 - 52 % F: 37 - 47 %	47 ± 4	42 ± 4
Erythrozyten	M: 4,5 - 6,0 Mill/µl F: 4,0 - 5,5 Mill/µl	5,21 ± 0,46	4,61 ± 0,39
Leukozyten	M: 4,0 - 9,4 G/l F: 4,0 - 9,4 G/l	6,1 ± 1,5	5,9 ± 1,7
Eisen	M: 14,3 - 26,9 µmol/l F: 10,7 - 25,1 µmol/l	18,1 ± 7,1	17,5 ± 6,2
Ferritin	M: 40 - 440 ng/ml F: 30 - 300 ng/ml	66,2 ± 31,2	36,6 ± 22,7
Magnesium	M: 0,75 - 1,05 mmol/l F: 0,75 - 1,05 mmol/l	0,91 ± 0,09	0,89 ± 0,09
Kalium	M: 3,8 - 5,5 mmol/l F: 3,8 - 5,5 mmol/l	4,67 ± 0,43	4,73 ± 0,65
GPT	M: <40 U/l F: <40 U/l	27,8 ± 10,3	25,6 ± 9,5
Gamma-GT	M: <40 U/l F: <40 U/l	18,5 ± 5,9	17,7 ± 5,6
Blutzucker	M: 3,35 - 5,55 mmol/l F: 3,35 - 5,55 mmol/l	4,33 ± 0,63	4,11 ± 0,69
Cholesterin	M: < 5,18 mmol/l F: < 5,18 mmol/l	4,21 ± 0,67	4,47 ± 0,76
HDL	M: 1,0 - 1,8 mmol/l F: 1,0 - 1,8 mmol/l	1,12 ± 0,20	1,27 ± 0,26
Triglyceride	M: 0,37 - 1,7 mmoll F: 0,37 - 1,7 mmoll	0,98 ± 0,45	0,91 ± 0,33
Harnsäure	M: 200 - 420 µmol/l F: 140 - 340 µmol/l	321 ± 57	260 ± 56
Kreatinin	M: < 102 µmol/l F: < 88 µmol/l	91,0 ± 9,5	79,4 ± 9,9
Harnstoff	M: 3,6 - 8,9 mmol/l F: 3,6 - 8,9 mmol/l	5,12 ± 1,22	4,29 ± 0,98

M=Männer, F=Frauen

Durchschnittliche **Hämoglobinwerte** der Schwimmer lagen bei 10,0 mmol/l und der Schwimmerinnen bei 8,6 mmol/l. Zwei Prozent der Sportler und drei Prozent der Sportlerinnen zeigten dabei gering subnormale Hämoglobinwerte. Andererseits fanden sich aber bei neun Prozent der Schwimmer und sieben Prozent der Schwimmerinnen Werte oberhalb der klinischen Norm.

Das Verhältnis zwischen den korpuskulären und flüssigen Anteilen des Blutes wird als Hämatokrit (HK) bezeichnet. Die durchschnittlichen Werte der Frauen liegen etwas niedriger als

bei Männern. Sportler weisen im allgemeinen einen etwas geringeren Hämatokrit als die Normalpopulation auf. Der Hämatokrit beeinflusst die Viskosität und demzufolge die Fließeigenschaften des Blutes. Niedrige Werte begünstigen die Fließeigenschaften und den Gasaustausch in den Kapillaren. Andererseits werden bei Hochleistungssportlern häufig auch erhöhte Hämatokritwerte diagnostiziert. So können durch Schweißverlust und unzureichende Flüssigkeitsaufnahme die HK-Werte über 50 % ansteigen. Ab einem HK von 53 % ist infolge der Viskositätszunahme mit einer ungünstigen Beeinflussung des maximalen Fördervolumens des Herzens und des kapillaren Sauerstoffaustausches zu rechnen (THOMSON et al., 1982; SPRIET et al., 1986). Bei einer weiteren Zunahme des HK sind durch die Eindickung des Blutes gesundheitliche Risiken nicht auszuschließen.

Höhentraining kann durch die Aktivierung der Erythropoese, d.h. durch die verstärkte Bildung roter Blutkörperchen, zu einer Zunahme des Hämoglobins und Hämatokrits führen. Ein zusätzlicher Faktor für eine mögliche Hämokonzentration in der Höhe ist der vermehrte Wasserverlust über die Atemwege, so daß beim Höhentraining auf eine ausreichende Flüssigkeitsaufnahme zu achten ist.

Die durchschnittlichen Hämatokritwerte der untersuchten Schwimmer und Schwimmerinnen lagen bei 47 bzw. 42 % und zeigten den typischen Unterschied zwischen Männern und Frauen. Im Vergleich zu einer Untersuchungspopulation hochleistungsfähiger Triathleten wiesen Schwimmer etwas höhere Hämoglobin- und HK-Werte auf.

Bei der Beurteilung des roten Blutbildes von Sportlern muß jedoch beachtet werden, daß ausgehend von der Hämoglobinkonzentration nur bedingt auf das Gesamthämoglobin des Blutes geschlossen werden kann. Durch Ausdauertraining nimmt das Gesamtblutvolumen zu, so daß auch ohne wesentliche Veränderungen der Erythrozyten- und der Hämoglobinkonzentration eine Zunahme des Gesamthämoglobins resultieren kann. Das Gesamthämoglobin korreliert mit der Sauerstoffaufnahme. Pro Gramm Hämoglobin können 1,34 ml Sauerstoff gebunden werden. Bei einer Hämoglobinzunahme von 1 g/kg Körpermasse fand sich eine Verbesserung der maximalen Sauerstoffaufnahme um 5,3 ml/kg Körpermasse (SCHMIDT et al., 1996). Bestimmungen des Gesamtblutvolumens und des Gesamthämoglobins sind jedoch gegenwärtig noch keine in der Routinediagnostik praktizierten Standardmethoden.

Als interessant erwiesen sich ausgeprägte Unterschiede der Hämoglobin- und Hämatokritwerte im Olympiazzyklus 1992 bis 1996 (Tab. 2).

Sowohl bei den Schwimmern als auch den Schwimmerinnen fanden sich höhere Hämoglobinkonzentrationen und HK-Werte bei der Frühjahrs-KLD 1992 und 1996 im Vergleich zu den Untersuchungen der Frühjahrs-KLD von 1994 und 1995.

Im Serumeisen und Speichereisen (Ferritin) ergaben sich keine bemerkenswerten Differenzen im Mehrjahresverlauf, so daß eine bewußtere Ernährung oder Eisensupplementation in Vorbereitung auf die Olympischen Spiele nicht vordergründig als Erklärung für die höheren Hämoglobinwerte und die damit verbundene verbesserte Sauerstofftransportkapazität herangezogen werden kann. Vielmehr sind die adaptiven Veränderungen des roten Blutbilds im Zusammenhang mit dem systematischen, langfristigen Trainingsaufbau und der konsequenteren Nutzung des Lehrgangstraining unter Einbeziehung von Höhentrainingslagern im jeweiligen Olympjahr zu sehen.

Neben der Beurteilung des Blutbildes wird bei Leistungssportlern eine regelmäßige trainingsbegleitende Kontrolle des Eisenstoffwechsels empfohlen. Eisen ist für den Organismus als Sauerstofftransportmittel im Hämoglobin lebensnotwendig und für Sporttreibende durch den engen Zusammenhang von Gesamthämoglobin und maximaler Sauerstoffaufnahme leistungs-

Tab. 2: Ausgewählte laborchemische Befunde von Bundeskaderathleten der Sportart Schwimmen im Zeitraum von 1992 bis 1996: Gesundheitsdiagnostik zur Frühjahrs-KLD

Labor-Parameter	F-KLD 1992 $\bar{X} \pm S$ (n)	F-KLD 1994 $\bar{X} \pm S$ (n)	F-KLD 1995 $\bar{X} \pm S$ (n)	F-KLD 1996 $\bar{X} \pm S$ (n)
Sportler				
Hämoglobin (mmol/l)	10,75 ± 0,82 (28)	9,28 ± 0,50 (17)	9,33 ± 0,46 (15)	9,92 ± 0,44 (19)
Hämatokrit (%)	48,5 ± 3,1 (28)	44,6 ± 1,8 (17)	44,5 ± 1,9 (15)	50,3 ± 4,8 (19)
Eisen (µmol/l)	-*	18,3 ± 7,4 (17)	18,2 ± 5,5 (15)	19,0 ± 9,6 (19)
Ferritin (ng/ml)	-*	64,6 ± 46,2 (17)	73,7 ± 30,8 (15)	61,9 ± 39,0 (19)
Sportlerinnen				
Hämoglobin (mmol/l)	10,23 ± 0,54 (4)	8,18 ± 0,65 (19)	8,30 ± 0,42 (22)	8,71 ± 0,36 (24)
Hämatokrit (%)	47,5 ± 2,6 (4)	40,2 ± 3,5 (19)	39,9 ± 2,2 (22)	44,6 ± 3,7 (24)
Eisen (µmol/l)	-*	17,9 ± 5,5 (19)	16,8 ± 6,3 (22)	14,9 ± 4,8 (24)
Ferritin (ng/ml)	-*	35,0 ± 21,4 (19)	36,2 ± 19,7 (22)	31,1 ± 17,6 (24)

* zur Frühjahrs-KLD (F-KLD) 1992 keine Eisen- und Ferritinbestimmung (nur kleines Blutbild)
Anmerkung: Im Frühjahr 1993 fand keine KLD des DSV in Leipzig statt.

relevant (SCHMIDT et al., 1996). Zur Beurteilung des Eisenstoffwechsels werden neben dem Serum-eisen das Speichereisen (Ferritin) und auch das Transporteisen (Transferrin) herangezogen.

Die bei den Schwimmern und Schwimmerinnen ermittelten durchschnittlichen Werte für das Eisen und Ferritin lagen im unteren Normwertbereich. Dabei wiesen 12 Prozent der Sportlerinnen und 25 Prozent der Sportler Eisenwerte unterhalb der Norm von 10,7 µmol/l (weiblich) bzw. 14,3 µmol/l (männlich) auf. Bei 43 Prozent der Schwimmerinnen und 23 Prozent der Schwimmer fanden sich Ferritinwerte unter der klinischen Norm von 30 (weiblich) bzw. 40 ng/ml (männlich). Dabei wurde der für den Leistungssport angegebene Grenzwert von 15 ng/ml noch von vier Prozent der Schwimmer und 13 Prozent der Schwimmerinnen unterschritten. Diese Befunde verdeutlichen, daß bei einem relativ hohen Anteil der Sportlerinnen aber auch bei Sportlern ein latenter bis manifester Eisenmangel vorliegt.

Verminderte Hämoglobinwerte fanden sich bei den Schwimmern und Schwimmerinnen insgesamt selten (zwei bis drei Prozent), in den vorliegenden Fällen gingen diese Befunde aber zumeist mit verminderten Eisen- oder Ferritinwerten im Sinne einer Eisenmangelanämie einher. Trotz des relativ hohen Anteils von Schwimmern und Schwimmerinnen mit verminderten Ferritinwerten, weisen die Athleten dieser Sportart insgesamt aber keine außergewöhnlich hohe Prävalenz für einen Eisenmangel auf. In einer Vergleichspopulation von Kaderathleten der Sportart Triathlon lagen die durchschnittlichen Eisenspeicherwerte noch unter den Befunden der Sportart Schwimmen. Bei den Triathleten (n=68) wurde ein durchschnittlicher Ferritinwert von 48,4 ± 30,6 und bei den Triathletinnen (n=35) von 25,9 ± 13,6 ng/ml ermittelt. FRÖHNER & MAINKA (1996) gaben noch geringere Ferritinwerte bei Läuferinnen an.

Oftmals finden sich Störungen im Eisenhaushalt bei Ausdauersportlerinnen, die sich überwiegend vegetarisch und unterkalorisch ernähren.

Bei Sportlern und Sportlerinnen mit einem nachgewiesenen Eisenmangel bzw. Defizit im Eisenspeicher wird eine individuell dosierte Eisentherapie empfohlen. Der Ausgleich eines verminderten Eisenhaushalts kann Wochen bis Monate dauern und sollte auf der Grundlage von regelmäßigen, trainingsbegleitenden Laborkontrollen durchgeführt werden. Langfristige Therapieerfolge setzen aber auch eine bewußte eisenreiche Ernährung und die Beachtung einer ausreichenden Vitaminisierung voraus. Durch Vitamin C wird die Eisenresorption verbessert. Eine prophylaktische Eisenzufuhr ohne diagnostizierten Eisenmangel ist nach neueren Erkenntnissen sehr umstritten, da bei hohem Serumeisenspiegel und Ferritinwerten die Bildung freier Radikale beobachtet wurde (CLARKSON & HAYMES, 1995). Ferner behindert eine übermäßige Eisenzufuhr zugleich die Resorption weiterer essentieller Spurenelemente, wie zum Beispiel die Zinkaufnahme. Die Eisensupplementierung im Leistungssport sollte deshalb eine vom Arzt indizierte und kontrollierte therapeutische Maßnahme sein.

Bei den untersuchten Schwimmern und Schwimmerinnen ergaben sich bei den jährlichen Gesundheitsuntersuchungen nur in Ausnahmefällen von der Norm abweichende Befunde der Mineralien Kalium und Magnesium, der Leberenzyme (GPT, Gamma-GT), der Fettstoffwechselfparameter (Cholesterin, HDL-Cholesterin, Triglyceride), der Blutglukose und der Harnsäure. Beim Magnesium fanden sich jedoch bei fünf Prozent der Sportler und 17 Prozent der Sportlerinnen Werte im unteren Referenzbereich von 0,7 bis 0,8 mmol/l. **Magnesium** zählt zu den wichtigsten Mineralstoffen für Hochleistungssportler. Aufgrund der vielfältigen Interaktionen im Energiestoffwechsel (Aktivator zahlreicher Enzyme), im Proteinstoffwechsel sowie in der neuromuskulären Erregungsübertragung und der Muskelkontraktion besteht ein enger Bezug zur Ausdauerleistungsfähigkeit. Regelmäßige Kontrollen und eine bedarfsgerechte Magnesiumzufuhr in Höchstbelastungsphasen sind zur Sicherung von Belastbarkeit und Leistungsentwicklung erforderlich.

Mitunter finden sich bei der Gesundheitsdiagnostik der Sportler erhöhte **Harnstoff- und Creatinkinase**werte, die auf eine katabole Stoffwechselsituation bzw. verstärkte muskuläre Beanspruchung hinweisen. Diese Befunde sind Ausdruck dafür, daß die Sportler und Sportlerinnen zum Teil mit einer hohen Trainingsvorbelastung die KLD durchführen. Ein unzureichender Regenerationszustand der Athleten sollte bei der Bewertung von Leistungstest Berücksichtigung finden. Erfahrungsgemäß wird zum Beispiel bei Schwimmstufentests, die aus einer hohen Gesamttrainingsbelastung heraus absolviert werden, das aktuell mögliche Leistungsniveau nicht erreicht. Die Nichtbeachtung einer vergleichbaren Trainingsvorbelastung zur KLD schränkt demzufolge die Aussage leistungsdiagnostischer Tests im individuellen Längsschnitt deutlich ein.

Lungenfunktionsdiagnostik

Im Zeitraum von 1992 bis 1996 wurden bei 58 Schwimmern und 72 Schwimmerinnen spirometrische Untersuchungen mit dem Flowscreen der Fa. Jäger durchgeführt. Das Ziel dieser Untersuchungen bestand darin, durch Schwimmtraining induzierte adaptive Veränderungen der Lungenfunktion bei Kaderathleten zu diagnostizieren. Durch eine Spirometrie können statische und dynamische Funktionsgrößen erfaßt werden. Repräsentative Parameter der Lungenfunktionsdiagnostik sind die Vitalkapazität (statischer Lungenfunktionswert) und die Einsekundenkapazität (dynamischer Lungenfunktionswert).

Die Vitalkapazität (VC) setzt sich aus dem Atemzugvolumen sowie dem inspiratorischen und expiratorischen Reservevolumen zusammen und ist demzufolge die Luftmenge, die maximal

bei einem Atemzug aktiv bewegt werden kann. Sie unterliegt dem Einfluß von Körperhöhe, Körpermasse, konstitutionellen Faktoren, Lebensalter, Geschlecht und Trainingszustand. Dynamische Lungenfunktionswerte erfassen Strömungsverhältnisse der ventilerten Luft in den Atemwegen. Die Einsekundenkapazität (FEV 1) stellt dabei das in einer Sekunde maximal ausgeatmete Lungenvolumen dar und läßt Rückschlüsse auf mögliche Verengungen des Bronchialsystems zu. Mit der FEV 1 können obstruktive Ventilationsstörungen, die bei asthmatischen Lungenerkrankungen auftreten, diagnostiziert werden.

Tab. 3: Lungenfunktionswerte bei Ausdauersportlern und Ausdauersportlerinnen der Sportarten Schwimmen und Triathlon

Ausdauerathleten	Vitalkapazität		Einsekundenkapazität	
	VC [l]	% Sollwert	FEV 1 [l]	% Sollwert
Triathleten (n = 26)	6,05 ± 0,92	114	4,87 ± 0,54	110
Triathletinnen (n = 16)	4,74 ± 0,45	116	3,78 ± 0,53	108
Schwimmer (n = 58)	6,70 ± 1,04	113	5,39 ± 0,88	111
Schwimmerinnen (n = 72)	4,73 ± 0,79	112	4,02 ± 0,64	112

In der Tabelle 3 sind die Lungenfunktionswerte von Schwimmern und Schwimmerinnen sowie Triathleten und Triathletinnen gegenübergestellt. Bei den Schwimmern fanden sich insgesamt die höchsten statischen und dynamischen Lungenfunktionswerte, durchschnittlich 6,70 l für die Vitalkapazität und 5,39 l für die Einsekundenkapazität. Als Einzelmaximalwerte für die Vitalkapazität wurden bei Schwimmern bis zu 9 l gemessen. Die Berechnung der Sollwerte der Lungenfunktionswerte erfolgt unter Berücksichtigung von Lebensalter, Geschlecht, Körperhöhe und Körpermasse. Diese Sollwerte verdeutlichen, daß Schwimmer und Schwimmerinnen ebenso wie Triathleten und Triathletinnen im Vergleich zur Normalpopulation um durchschnittlich 10 bis 15 Prozent höhere Lungenfunktionswerte aufweisen.

Durch Schwimmtraining bedingte Anpassungen der Lungenfunktion wurden in der Literatur mehrfach beschrieben. DOHERTY & DIMITRIOU (1997) fanden bei Schwimmern im Vergleich zu Nichtwassersportlern (Leichtathleten, Basketballer, Kanuten, Ruderer) höhere FEV 1-Werte, des weiteren beschrieben die Autoren Unterschiede der Lungenfunktionswerte in Abhängigkeit von der Leistungsfähigkeit, d.h. Schwimmer der nationalen Klasse wiesen gegenüber Schwimmern der nichtnationalen Klasse höhere dynamische Funktionswerte (FEV 1) auf. Schwimmtraining kräftigt die Atemmuskulatur und führt zu strukturellen und funktionellen Anpassungen der Lunge, insbesondere bei frühzeitigem Trainingsbeginn (CORDAIN & STAGER, 1988; BLANKSBY et al., 1994).

In der Literatur finden sich aber auch divergierende Auffassungen zum Einfluß des Schwimmtrainings auf die Atmung. So werden bei Schwimmern häufig Atemwegserkrankungen, insbesondere eine Disposition zum Asthma bronchiale, beschrieben. TIKKANEN et al. (1997) diagnostizierten bei Eliteschwimmern eine höhere bronchiale Ansprechbarkeit und ein häufigeres Auftreten von Asthma im Vergleich zu einer Kontrollpopulation. Nach Untersuchungen von POTTS et al. (1995, 1996) waren Atemwegssymptome, die auf ein Asthma hinweisen, bei Schwimmern doppelt so häufig als bei Nichtschwimmern. Die Gesamthäufigkeit an Asthma betrug in dieser Studie bei Schwimmern 13,4 Prozent und erhöhte sich mit zuneh-

mender Leistungsfähigkeit. In den Untersuchungen von POTTS gaben 12 Prozent der Athleten der nationalen Klasse und 21 Prozent der Athleten der internationalen Klasse asthmatische Beschwerden an. Jeder vierte Schwimmer mit Atemwegserkrankungen nahm regelmäßig Medikamente zur Erweiterung der Bronchien, bevorzugt Salbutamol, ein.

Entgegen diesen Literaturangaben spielt eine erhöhte Disposition für Asthma bei den im Rahmen der KLD des DSV untersuchten Schwimmern und Schwimmerinnen kaum eine Rolle. Bei retrospektiver Analyse der zur KLD regelmäßig durchgeführten Sportlerbefragungen wurden Symptome, die auf ein Asthma bzw. belastungsinduziertes Asthma hinweisen, nur bei ca. drei bis fünf Prozent der Sportler bzw. Sportlerinnen angegeben. Die bei den Schwimmern und Schwimmerinnen ermittelten Lungenfunktionswerte ergaben keinen Hinweis für obstruktive Ventilationsstörungen. Die Einsekundenkapazität (FEV₁) der Athleten lag im Durchschnitt oberhalb der Norm (Tab. 3) und auch die Werte des Fluß-Volumen-Diagramms (PEF, MEF 50 u. a.) ergaben insgesamt ein normales Flußverhalten in den Atemwegen.

Bei Allergien kann sich eine Disposition für obstruktive Ventilationsstörungen entwickeln. Deshalb sollten Sportler mit einer Allergianamnese gezielt nach Atemwegsbeschwerden befragt werden. Insgesamt haben Allergien deutlich zugenommen, auch bei Sportlern. Bei den Gesundheitsuntersuchungen gaben 29 Prozent der Schwimmer und 40 Prozent der Schwimmerinnen eine Allergie an. Der Häufigkeit nach waren dies vor allem Allergien auf Pollen (Gräser, Bäume, Sträucher), Tierhaare, Hausstaubmilben, Chlor, Medikamente und bei Sportlerinnen oft auch Kontaktallergien auf Nickel und Chrom.

Sportkardiologische Diagnostik

Das Herz-Kreislauf-System wird durch Ausdauerbelastungen hoch beansprucht und zählt auch in der Sportart Schwimmen zu den leistungsrelevanten Funktionssystemen. Unter Belastung steigt die Förderleistung des Herzens an, um in Abhängigkeit von den energetischen Anforderungen einen hohen Sauerstofftransport zur Arbeitsmuskulatur zu gewährleisten. Ein regelmäßiges Schwimmtraining führt zu komplexen morphologischen und funktionellen Anpassungen des Herz-Kreislauf-Systems. Es entwickelt sich ein leistungsangepaßtes Herz, das durch eine harmonische Vergrößerung der Herzkammern (regulative Dilatation) und Zunahme der Herzwanddicken (physiologische Myokardhypertrophie) gekennzeichnet ist. Mit der trainingsbedingten Vergrößerung des Herzens erfolgt zugleich eine Ökonomisierung der Herzfunktion, die sich sowohl unter Ruhebedingungen als auch bei submaximalen Belastungsanforderungen in niedrigeren Herzfrequenzen bei gleichzeitig erhöhtem Herzschlagvolumen widerspiegelt.

Die sportkardiologische Diagnostik ist fester Bestandteil der jährlichen Gesundheitsuntersuchungen der Ausdauerathleten, um krankhafte Veränderungen des Herz-Kreislauf-Systems, die eine Kontraindikation für den Leistungssport darstellen, auszuschließen. Grenzwertige kardiologische Befunde sollten trainingsprozeßbegleitend engmaschig kontrolliert werden, um ein kardiales Risiko durch Hochleistungstraining weitgehend zu verhindern. Plötzliche Todesfälle im Sport sind bei jüngeren Athleten insgesamt sehr selten (ca. 1:500000), haben aber meist kardiovaskuläre Ursachen, wie krankhafte Formen der Hypertrophie des Herzmuskels (hypertrophe Kardiomyopathie), Herzklappenfehler oder entzündliche Herzerkrankungen. Neben kardialer Anamnese, klinisch-kardiologischer Befunderhebung und diagnostischen Maßnahmen (EKG, Echokardiographie) sind die jährlichen Vorsorgeuntersuchungen auch für beratende Gespräche mit den Athleten zu nutzen. Empfehlungen regelmäßiger Ruhepulskontrollen als einfache, belastbarkeitssichernde Maßnahmen im Training und die Thematik der Infektprophylaxe und Wiederbelastbarkeit nach Infekten sollten vermehrt Beachtung finden, zumal bei Schwimmern und Schwimmerinnen Infekte der oberen Atemwege eine der häufigsten Ursachen für Trainingsausfälle sind (SCHMIDT-TRUCKSÄB, 1996) und kardiale Kom-

pplikationen bei Infekten im Hochleistungstraining hinreichend beschrieben wurden (UR-HAUSEN et al., 1998).

Regelmäßige sportkardiologische Untersuchungen der Schwimmer und Schwimmerinnen erlauben neben der Gesundheitsdiagnostik aber auch Aussagen zur Anpassung des Sportherzens durch Hochleistungstraining.

EKG-Befunde bei Schwimmern und Schwimmerinnen

In der Tabelle 4 sind die durchschnittlichen Ruheherzfrequenzen (HF) und Blutdruckwerte von Schwimmern und Schwimmerinnen im Vergleich zu Läufern und Läuferinnen dargestellt. Blutdruckmessung und EKG-Registrierung erfolgten unter standardisierten Ruhebedingungen morgens zwischen 6.30 bis 7.30 Uhr.

Tab. 4: Durchschnittliche Herzfrequenz- und Blutdruckwerte bei Kaderathleten der Sportarten Schwimmen und Lauf

Parameter (Maßeinheit)	Schwimmen		Lauf	
	Sportler (n=249)	Sportlerinnen (n=228)	Sportler (n=191)	Sportlerinnen (n=89)
Herzfrequenz (min ⁻¹)	53 ± 9	56 ± 10	47 ± 8	51 ± 9
Blutdruck systolisch (mmHg)	131 ± 10	121 ± 7	125 ± 8	117 ± 8
Blutdruck diastolisch (mmHg)	80 ± 6	77 ± 6	80 ± 5	75 ± 5

Bei Schwimmern ließ sich eine trainingsinduzierte Ruhebradykardie von durchschnittlich 53 und bei Schwimmerinnen von 56 Schlägen pro Minute erkennen. Vergleichsweise zeigten Läufer eine stärker ausgeprägte Anpassung der Ruheherzfrequenz. Die individuell niedrigste HF der Schwimmer lag bei 35 und der Schwimmerinnen bei 38. Als niedrigster Wert der Läufer wurde eine HF von 25 Schlägen pro Minute registriert. Beim Vergleich der Blutdruckwerte bestätigt sich die bereits seit langem bekannte Tendenz höherer Blutdruckwerte bei Schwimmern im Vergleich zu anderen Ausdauersportarten (FAULKNER, 1966; WEISS & WEICKER, 1985; ITOH et al., 1994). Bei den insgesamt 249 Untersuchungen an 119 Schwimmern ergaben sich bei jeder fünften Blutdruckmessung (22%) erhöhte systolische Werte (≥ 140 mmHg). Vergleichsweise dazu wurde bei Läufern nur in sechs Prozent der Untersuchungen ein erhöhter systolischer Blutdruck registriert. Bei den Schwimmerinnen fanden sich in vier Prozent und bei den Läuferinnen in zwei Prozent der Untersuchungen erhöhte systolische Blutdruckwerte. Demgegenüber waren erhöhte diastolische Blutdruckwerte (≥ 95 mmHg) insgesamt selten (bei zwei Prozent der Schwimmer, ein Prozent der Schwimmerinnen, bei Läufern und Läuferinnen in keiner Untersuchung). Interessant ist der Vergleich zu repräsentativen Untersuchungen an Bundeskaderathleten der Sportarten Schwimmen und Lauf aus den Jahren 1978 bis 1983, die in Heidelberg erhoben wurden (WEISS & WEICKER, 1985). Die vor 15 bis 20 Jahren ermittelten systolischen Blutdruckwerte (Schwimmer: 133 ± 14 , Schwimmerinnen: 124 ± 11 , Läufer: 127 ± 11 und Läuferinnen: 118 ± 9 mmHg) sind nahezu identisch mit den am IAT Leipzig von 1992 bis 1998 erhobenen aktuellen Befunden. Bei den diastolischen Blutdruckwerten ergaben sich bei den Schwimmern in den früheren Untersuchungen etwas höhere Werte (84 ± 8 mmHg).

Als mögliche Ursachen der höheren Blutdruckwerte bei Schwimmern (sogenannte "Schwimmerhypertonie") werden das akzentuierte Kraftausdauertraining, insbesondere der verstärkte

Einsatz der oberen Extremitäten, Veränderungen des peripheren Widerstands und der Hämodynamik im Wasser, konstitutionelle Faktoren, insbesondere ein ausgeprägter athletischer Habitus der Schwimmer sowie veränderte hormonelle Regulationsmechanismen und auch renale Einflüsse diskutiert (WEISS & WEICKER, 1985). Bei der Beurteilung der EKG-Befunde der Schwimmer und Schwimmerinnen fanden sich sportlertypische Veränderungen und funktionell bedingte Normvarianten ohne pathologische Relevanz, die als sogenanntes "Sportler-EKG" bekannt sind (ROST & HOLLMANN, 1980). Bei den Schwimmern wurde mit einer Häufigkeit von 18 Prozent und bei den Schwimmerinnen von 10 Prozent ein inkompletter Rechtsschenkelblock diagnostiziert. Funktionelle Normvarianten der Erregungsbildung und Erregungsausbreitung (einfache AV-Dissoziation und AV-Blockierungen 1. Grades) ergaben sich bei drei Prozent der Sportler und fünf Prozent der Sportlerinnen. Pathologische Rhythmusanomalien bzw. Erregungsrückbildungsstörungen fanden sich in keinem Fall der insgesamt 477 EKG-Untersuchungen bei Schwimmern und Schwimmerinnen.

Echokardiographische Diagnostik

Unter dem Aspekt der Gesundheits- und Anpassungsdiagnostik wurden im Zeitraum von 1992 bis 1998 insgesamt 225 echokardiographische Untersuchungen an Schwimmern und 214 Untersuchungen an Schwimmerinnen durchgeführt. Die Echokardiographie umfaßte die zweidimensionale Darstellung des Herzens einschließlich einer dopplersonographischen Beurteilung der Herzklappen. Neben den üblichen zur Standarddiagnostik zählenden echokardiographischen Parametern und Funktionsgrößen wurde die Herzgröße zur Beurteilung der Sportheranpassung bestimmt (DICKHUTH et al., 1990). Schwimmen führt ebenso wie das Training in anderen Ausdauersportarten zur Ausprägung eines Sportherzens mit einer physiologischen Myokardhypertrophie und regulativen Vergrößerung der Herzkammern. In den Tabellen 5 und 6 wird die Herzgrößenzunahme bei Schwimmern und Schwimmerinnen im Alter von 14 bis 20 Jahren unter Berücksichtigung anthropometrischer Kennwerte (Körperhöhe und Körpermasse) dargestellt. Das absolute Herzvolumen nimmt bei den Schwimmern in diesem Altersbereich um mehr als 300 ml und bei den Schwimmerinnen um ca. 200 ml zu. Die 18- bis 20jährigen Schwimmer erreichen ein durchschnittliches relatives Herzvolumen von 14 ml/kg und die Schwimmerinnen von knapp 13 ml/kg Körpermasse. Die Mehrzahl der Schwimmer und Schwimmerinnen weist demzufolge beim Übergang vom Anschluß- zum Hochleistungstraining eine Sportheranpassung mit einer Herzgröße von über 13 ml/kg bei den Sportlern bzw. über 12 ml/kg bei den Sportlerinnen auf.

Tab. 5: Herzgröße und anthropometrische Bezugswerte bei Schwimmern im Altersbereich von 14 bis 20 Jahren

Sportler	Altersklasse (Jahre)						
	14	15	16	17	18	19	20
Anzahl (n)	10	14	13	29	36	31	12
Körperhöhe (cm)	178,6 5,2	183,4 6,0	186,7 7,2	186,9 6,6	189,0 7,3	189,7 6,2	193,6 6,0
Körpermasse (kg)	65,5 7,1	72,6 6,6	73,9 5,8	76,6 6,6	78,7 8,1	81,5 7,3	80,5 8,0
Herzgröße absolut (ml)	795 115	933 98	972 118	1019 121	1099 151	1132 149	1126 168
Herzgröße relativ (ml/kg)	12,1 0,7	12,8 0,9	13,1 1,4	13,3 1,4	14,0 1,7	13,9 1,4	14,0 1,4

Tab. 6: Herzgröße und anthropometrische Bezugswerte bei Schwimmerinnen im Altersbereich von 14 bis 20 Jahren

Sportlerinnen	Altersklasse (Jahre)						
	14	15	16	17	18	19	20
Anzahl (n)	23	19	41	25	18	13	10
Körperhöhe (cm)	172,0 6,9	173,5 4,9	174,5 5,4	176,5 5,6	178,3 5,1	177,7 6,0	177,9 5,7
Körpermasse (kg)	58,7 7,4	61,4 6,4	62,5 7,0	66,7 6,2	68,7 7,7	68,1 7,4	70,4 7,8
Herzgröße absolut (ml)	700,0 104	775 108	804 112	820 98	881 140	873 133	891 148
Herzgröße relativ (ml/kg)	11,9 1,4	12,6 1,3	12,9 1,3	12,3 0,9	12,8 1,2	12,8 1,4	12,6 1,2

Im Vergleich zu Kaderathleten der Sportarten Triathlon und Lauf fand sich im Altersbereich von 17 bis 19 Jahren bei den Schwimmern ein durchschnittlich höheres absolutes Herzvolumen. Bedingt durch die anthropometrischen Unterschiede, d.h. durch die größere Körperhöhe und Körpermasse der Schwimmer gegenüber Triathleten und Läufern, resultiert jedoch eine geringeres relatives Herzvolumen (Tab. 7).

Tab. 7: Vergleich der Sporthertzanpassung bei 17- bis 19jährigen Sportlern in Abhängigkeit von der Ausdauerart

Kenngröße	Schwimmen (n=67)	Triathlon (n=37)	Lauf (n=30)
Alter (Jahre)	18,5 0,8	18,6 0,9	18,6 0,9
Körperhöhe (cm)	188,6 6,4	182,1 4,4	181,1 5,2
Körpermasse (kg)	79,0 5,7	69,9 4,3	67,8 5,4
Herzgröße absolut (ml)	1085 139	1007 100	943 129
Herzgröße relativ (ml/kg)	13,7 1,6	14,4 1,2	13,9 1,6

Die größten Sporthertzbefunde aus der Untersuchungspopulation von Bundeskaderathleten der Ausdauerarten sind in der Tabelle 8 dargestellt.

Bei den Sportlerinnen wurde das größte Herz mit 1210 ml bei einer unserer leistungsstärksten Schwimmerinnen ermittelt. Auch bei den Schwimmern fanden sich ausgeprägte Sporthertzbefunde mit einer relativen Herzgröße bis zu 18 ml/kg Körpermasse.

Extreme Werte für die relative Herzgröße liegen bei Ausdauer Sportlern im Bereich von 18 bis 20 ml/kg und bei den Sportlerinnen von 17 bis 19 ml/kg Körpermasse. Bei derart ausgeprägten Sporthertzanpassungen muß eine physiologische Relation von Herzmuskelmasse und Herzvolumen vorhanden sein. Grenzwertige Anpassungsbefunde sollten jährlich echokardiographisch kontrolliert werden.

Tab. 8: Übersicht der größten absoluten und relativen Sportherzbeefunde bei hochleistungsfähigen Sportlern und Sportlerinnen der Ausdauersportarten (n = Anzahl der zugrunde liegenden Untersuchungen für die Selektion der Einzelmaximalwerte)

Sportart n = (männl./weibl.)	Absolute Herzgröße [ml]		Relative Herzgröße [ml/kg]	
	männl.	weibl.	männl.	weibl.
Triathlon (359/181)	1458	1142	19,6	17,0
Radsport (223/ 57)	1472	960	19,0	15,5
Lauf/Gehen (418/145)	1321	1029	20,0	19,5
Schwimmen (225/214)	1438	1210	18,0	16,5

Insgesamt ergaben sich bei den untersuchten Schwimmern und Schwimmerinnen keine klinisch auffälligen echokardiographischen Befunde. Bei der Dopplersonographie fanden sich übereinstimmend mit Literaturangaben (HIPP et al, 1997) häufig sportlertypische klappennahe Regurgitationen an der Mitral-, Ticuspidal- und Pulmonalklappe ohne hämodynamische Relevanz.

Herzgröße und Ausdauerleistungsfähigkeit

Der Zusammenhang zwischen Herzgröße und Leistungsfähigkeit wurde bereits vor 30 Jahren wissenschaftlich begründet (REINDELL et al., 1967) und in der Folgezeit durch zahlreiche Untersuchungen bestätigt.

An Einzelbeispielen von Schwimmern und Schwimmerinnen wird der enge Zusammenhang zwischen kardialer Anpassung und Ausdauerleistungsfähigkeit verdeutlicht:

Sportler A (Jahrgang 1976): Im Untersuchungszeitraum von 1994 bis 1997 fand sich eine ausgeprägte Sportherzanpassung, verbunden mit einer deutlichen Leistungssteigerung.

Untersuchungs-jahr	Abs. Herzgröße (ml)	Rel. Herzgröße (ml/kg)	WK-Leistung 200m Brust	WK-Leistung 100m Brust
1994	984	11,2	2:19,9	1:03,4
1997	1275	14,2	2:17,2	1:02,5

Sportler B (Jahrgang 1974): Ausgeprägte Sportherzanpassung und Verbesserung der Wettkampfleistung im Untersuchungszeitraum von 1993 bis 1996.

Untersuchungs-jahr	Abs. Herzgröße (ml)	Rel. Herzgröße (ml/kg)	WK-Leistung 200m Freistil
1993	958	11,3	1:52,5
1996	1273	14,2	1:48,8

Sportlerin C (Jahrgang 1972): Im Längsschnitt zeigten sich keine sicheren Veränderungen der Herzgröße, keine Verbesserung der Wettkampfleistung.

Untersuchungs-jahr	Abs. Herzgröße (ml)	Rel. Herzgröße (ml/kg)	WK-Leistung 200m Lagen
1993	789	12,1	2:15,3
1996	754	12,0	2:17,0

Sportlerin D (Jahrgang 1974): Nachweis einer deutlichen kardialen Anpassung und Leistungsentwicklung im Untersuchungszeitraum.

Untersuchungs-jahr	Abs. Herzgröße (ml)	Rel. Herzgröße (ml/kg)	WK-Leistung 200m Lagen	WK-Leistung 400m Lagen
1992	1034	13,3	2:20.2	4:50,4
1996	1164	14,8	2:16.7	4:43,7

Die Ergebnisse verdeutlichen, daß sich auch durch Schwimmtraining ein leistungsangepaßtes Sporthertz entwickelt. Bei Freistilschwimmern konnte ein Zusammenhang zwischen der Prognoseleistung bei Lactat 4 mmol/l im 200m-Stufentest (P4) und der relativen Herzgröße nachgewiesen werden (BERBALK, 1997). Auch bei Schwimmern ist die Herzgröße ein repräsentativer leistungsdiagnostischer Parameter mit einer engen Korrelation zu aeroben Leistungsvoraussetzungen.

Schlußfolgerungen

- Ein optimaler Gesundheitszustand ist eine wesentliche Voraussetzung für eine hohe sportartspezifische Belastbarkeit und Ausdauerleistungsfähigkeit. Regelmäßige präventivmedizinische Gesundheitsuntersuchungen der Leistungssportler haben demzufolge einen hohen Stellenwert für die Sicherung der Belastbarkeit im langfristigen Leistungsaufbau.
- Neben der Gesundheitsdiagnostik können durch die mehrjährigen Untersuchungen der Schwimmer und Schwimmerinnen morphologische und funktionelle Anpassungen leistungsrelevanter Funktionssysteme in Relation zur Leistungsentwicklung individuell erfaßt (z.B. Anpassung des Herz-Kreislauf-Systems, Lungenfunktionsdiagnostik u.a.) und auf der Grundlage dieser systematischen Befunde sportartspezifische Anpassungsnormative abgeleitet werden.

Literatur

- BERBALK, A. (1997). Echokardiographische Studie zum Sporthertz bei Ausdauerathleten. *Zeitschrift für Angewandte Trainingswissenschaft*, 4 (2), 34-64.
- BLANKSBY, B.A., BLOMFIELD, J., PONCHARD, M. & ACKLAND, T.R. (1994). The relationship between anatomical characteristics and swimming performance in state age-group championship competitors. In: *Athletics, growth and development in children*. (S. 139-151) Chur: Harwood Academic Publishers.
- BRAUMANN, K.-M. (1993). Schwimmen. *Dtsch. Z. Sportmed.*, 44 (5), 203-206.
- CLARKSON, P.M. & HAYMES, E.M. (1995). Trace minimal requirements for athletes. *Int. J. Sport Nutr.*, 4 (2), 104-119.
- CORDAIN, L. & STAGER, J. (1988). Pulmonary structure and function in swimmers. *Sports Medicine*, 6, 271-278.
- DICKHUTH, H.H., URHAUSEN, A., HUONKER, M., HEITKAMP, H., KINDERMANN, W., SIMON, G. & KEUL, J. (1990). Die echokardiographische Herzgrößenbestimmung in der Sportmedizin. *Dtsch. Z. Sportmed.*, 41, 4-12.

- DOHERTY, M. & DIMITRIOU, L. (1997). Comparison of lung volume in Greek swimmers, land based athletes and sedentary controls using allometric scaling. *Br. J. Sports Med.*, 31 (4), 337-341.
- FAULKNER, J.A. (1966). Physiology of swimming. *Res. Quart. Am. Ass. Health*, 37, 41.
- FRÖHNER, G. & MAINKA, E. (1996). Sportmedizin – Ratgeber für die Prävention – Mineralreport. Leipzig: IAT.
- HIPP, A., HEITKAMP, C. & DICKHUTH, H.H. (1997). Häufigkeit und Ausprägung der Mitralregurgitation beim Sportharz. *Herz/kreisl.* 29 (9), 257-260.
- ITOH, M., ARAKI, H., HOTOKEBUCHI, N., TAKESITA, T., GOTOH, K. & NISHI, K. (1994). Increased heart rate and blood pressure response and occurrence of arrhythmias in elderly swimmers. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 34 (2), 169-178.
- POTTS, J., VEDAL, S., MC KENZIE, D.C. & PARE, P.D. (1995). Adverse respiratory health effects of competitive swimming: The prevalence of symptoms and illnesses in a cohort of 738 swimmers. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 27 (5), suppl., S78.
- POTTS, J. VEDAL, S. & MC KENZIE, D.C. (1996). A comparison of asthma, allergies and respiratory symptoms between competitive swimmers and non-swimming competitive athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 28 (5), suppl., S40.
- REINDELL, H., KÖNIG, H. & ROSKAMM, H. (1967). Funktionsdiagnostik des gesunden und kranken Herzens. Stuttgart: Thieme.
- ROST, R. & HOLLMANN, W. (1980). Elektokardiographie in der Sportmedizin. Stuttgart: Thieme.
- SCHMIDT, W., WEIGLEIN, K., HIMMELSBACH-WEGNER, B. & BÖNING, D. (1996). Total hemoglobin mass, blood volume and maximal oxygen uptake in differently trained women. *Int. J. Sports Med.*, 17, S23.
- SCHMIDT-TRUCKSÄß, A. (1996). Leistungssport und Infektionen der oberen Atemwege – Ursachen und Prophylaxe-. *Schwimmtrainer*, 81, 164-167.
- SPRIET, L., GLEDHILL, N., FROESE, A.B. & WILKES, D.L. (1986). Effect of graded erythrocythemia on cardiovascular and metabolic response to exercise. *J. Appl. Physiol.*, 61, 1942-1948.
- THOMSON, J., STONE, J.A., GINSBURG, A.D. & HAMILTON, P. (1982). O₂-transport during exercise following blood reinfusion. *J. Appl. Physiol.*, 53, 1213-1219.
- TIKKANEN, H., HELENIUS, I. & HAAHTELA, T. (1997). Asthma and increased bronchial responsiveness in elite swimmers. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 29 (5), suppl., S288.
- URHAUSEN, A., MEYER, T., GABRIEL, H. & KINDERMANN, W. (1998). Kardiale Komplikationen bei Infekt. In: *Triathlon und Sportwissenschaft*, 12 (S. 157 – 172). Hamburg: Czwalina.
- VÖLKER, K. (1989). Belastungsrelevante medizinisch-psychologische Aspekte des Schwimmens. *Sport u. Gesundh., Sonderausgabe*, 18-21.
- WEISS, M. & WEICKER, H. (1985). Gibt es eine Schwimmer-Hypertonie? *Schweiz. Z. Sportmed.*, 33, 122-132.

Deutscher Schwimm-Verband e.V.**Komplexe Leistungsdiagnostik****Testbeschreibungen****(Stand 1997)****Ausdauer-Stufentest nach Pansold****Maximalkrafttest / Kraftausdauerterest *) Tests am Seilzugergometer****Strecksprungtest / 20-m-Sprint****Sprint mit Zusatzlast****15-m-Test - Delphinbewegung****Analyse des Schwimmzyklus****Analyse des Startabschnittes****Analyse des Wendenabschnittes****Testbeschreibung Beweglichkeit****Testbeschreibung Beweglichkeit, Fassung vom 24.11.1998*****) Testbeschreibung Leistungsfaktor Kraft, Fassung vom 09.04.1999**

Ausdauer - Stufentest nach Pansold

1. Testaufgabe:

Zur Überprüfung biologischer Anpassungen sind abhängig von der Hauptwettkampf-Disziplin des Probanden, nach standardisierten, stufenförmig ansteigenden Intensitätsvorgaben und bei festgelegten Pausen zu schwimmen:

8 x 100 m
8 x 200 m
4 x 400 m

1. Stufe: 3 x 100 m/200 m bzw. 1 x 400 m
zur Überprüfung der Schwimmgeschwindigkeit unter aeroben Stoffwechselbedingungen.
2. Stufe: 2 x 100 m/200 m bzw. 1 x 400 m
zur Überprüfung der Schwimmgeschwindigkeit im aerob/anaeroben Übergangsbereich
- 3./4. Stufe: je 1 x 100 m/200 m bzw. 1 x 400 m
zur Überprüfung der Schwimmgeschwindigkeit unter jeweils höheren aerob/anaeroben Stoffwechselbedingungen bzw. anaerobem Bereich.
- 5.(Max.)Stufe: 1 x 100m/200m/400 m
zur Überprüfung der anaeroben Mobilisationsfähigkeit unter wettkampftypischer Geschwindigkeit und Bewegungsfrequenz.

2. Testparameter /Testvorgaben

vgl. Anlage: Zeitvorgabe/Testablauf

- Schwimmgeschwindigkeit
- Laktatwerte
- Pulswerte
- Bewegungsfrequenzen

3. Testdurchführung

3.1 Instruktionen für die Probanden

- Zur Vergleichbarkeit der Ergebnisse ist es notwendig, die Vorbelastung (2 - 3 Tage-Programm, Tagesablauf, Einschwimmprogramm) nahezu übereinstimmend zu gestalten.
- Vor Testbeginn (nach dem Einschwimmen) ist der aktuelle Laktatwert zu bestimmen. (Vorstartlaktatwert)
- Die aus Vortests und aktuellem Trainingszustand abgeleiteten Geschwindigkeiten (Zeitvorgaben) sind auf der jeweiligen Stufe und auf der Einzelstrecke konstant einzuhalten.

- Außer der Maximalstufe werden alle Teilstrecken mit Abstoß "von unten" geschwommen, die Maximalstufe mit Kommando vom Block.
- Sofort nach Beendigung jeder Einzelstrecke ist der 10-Sekundenpuls zu zählen, der Einsatz von Pulsmeßgeräten ist wünschenswert.

3.2 Instruktionen für Testleiter/helfer für die Testdurchführung und Testauswertung

- Vor Testbeginn sind mit dem SportlerIn (bzw. mit der am Test beteiligten Sportlergruppe) die Testorganisation und die Zeitvorgaben auf den jeweiligen Belastungsstufen, einschließlich der unter 4.1. genannten Anforderungen zu erläutern.
- Der Testleiter gibt die Startkommandos, ermittelt und notiert die Zwischenzeiten (100 m: 50-m-Zwischenzeit / 200 m: 50-/100-/150-m-Zwischenzeiten / 400 m: 50-/100-/200-/300-m-Zwischenzeiten) und die Bewegungsfrequenzen (100-/200-m-Strecken je 50 m 1x, 400-m-Strecken je 100 m 1x). Er hält die vom Sportler angesagte Pulsfrequenz fest.
- Der Testleiter sagt dem Sportler die Zeiten/Zwischenzeiten und die Bewegungsfrequenzen nach jeder Teilstrecke an, er erinnert den Sportler rechtzeitig an die Blutabnahmen.
- Der Testhelfer (Medizinisch-technische Kraft) organisiert und sichert die Blutabnahmen.
- Für die Computerauswertung müssen die oben genannten Parameter und die Bestzeit des Vorjahres sowie der bisher höchste Laktatwert des Sportlers in einem Wettkampf vorliegen.
- Die Auswertung erfolgt nach dem
PROGRAMM ZUR AUSWERTUNG DES STUFENTESTS NACH PANSOLD; VERSION
1,0 DES OSP HAMBURG/KIEL 1996

4. Bedarf

4.1 Geräte-/Materialbedarf

- Schwimmbecken, Schwimmbahn, pro 50-m-Bahn maximal 4 SportlerInnen
- Stoppuhr
- Frequenzuhr
- Testbogen
- Laktatanalyser
- Blutabnahmebesteck
- Computer incl. Auswerteprogramm

4.2 Zeitbedarf für einen Sportler bzw. eine Sportlergruppe

- Einschwimmen ca. 30 Min.
- Test, einschließlich Maximalstufe 60 - 75 Minuten
- Laktatanalyse ca. 15 Min.
- Testauswertung ca. 30 Min.

4.3 Personeller Bedarf

- Testleiter
- Medizinisch-technische Kraft

5. Testaussage

- Mit Hilfe der aus dem Stufentest mathematisch berechneten oder graphisch dargestellten Laktatleistungskurve erfolgt die Ergebnisinterpretation:
- Beurteilung des Niveaus der Ökonomisierung und Maximierung der Energiebereitstellungsmechanismen
- Einschätzung der Wirksamkeit vorangegangener Trainingsbelastungen
- Möglichkeit der Geschwindigkeitsvorgabe für Teilbereiche des Ausdauertraining
- Möglichkeit der Voraussage einer erreichbaren Wettkampfleistung

Voraussetzung sind "gültige" Tests, d.h. das Bestimmtheitsmaß (r) muß zwischen 0,95 bis 1,0 liegen, bei n (Anzahl der Stufen) = 4.

- Folgenden Fragestellungen sind zu beantworten:

a. Welche Schwimgeschwindigkeiten werden bei welchen biologischen Reaktionen (Laktatauslenkungen) erreicht?

Dabei interessiert die Geschwindigkeit unter aeroben (V La 3/4) aerob/anaeroben Stoffwechselbedingungen (V La 6).

b. Wie ist unter Beachtung der erreichten Schwimgeschwindigkeit die anaerobe Mobilisationsfähigkeit bei der maximalen Teilstrecke ausgeprägt bzw. entwickelt? (V bei realisierter maximaler Laktatauslenkung.)

c. Welche Herzschlagfrequenzen pro Minute, als Ausdruck der Inanspruchnahme der Herz-Kreislaufbelastung pauschal und stufenbezogen, werden erreicht. Veränderungen im Längsschnitt bedürfen der Abklärung.

- Um Rückschlüsse über die Wirksamkeit des absolvierten Trainings zu erhalten, werden die berechneten Laktatleistungskurven der einzelnen Sportler im Längsschnitt sowohl des Trainingsjahres als auch im Mehrjahreszyklus beurteilt.

6. Angaben zur Testauthenzität

Die Zuverlässigkeit des Stufentests wird durch den Korrelationskoeffizienten (r^2) beschrieben.

Folgende Grenzwerte sind verbindlich:

bei 3 Stufen	$r^2 = 0,99$
bei 4 Stufen	$r^2 = 0,95$
bei 5 Stufen	$r^2 = 0,92$

Anlage 1. Zeitvorgabe/Testablauf (als Anhaltspunkte für Sportler ohne Vortests)

Strecke	Stufe Wiederh.	Anzahl d. Laktatwert	Angestr. für 1. Stufe (%)	Intensitätsvorgabe		Pause	Seriemp. zeitpunkt	Abnahme-
				Männer	Frauen			
100 m	1	3	2-3	F 65-70	70-75	1 Min. 3 Min.		sofort
	2	2	3-4	B 70-75	80-85	1 Min. 3 Min.		sofort
	3	1	4-6	S 60-65	70-75	5 Min.		nach 1. Min.
	4	1	6-8	R 70-75	75-80	ca. 20'		nach 1-3. Min.
	5	1	max.	danach 3-4 Sek. je Stufe				4./7./10. Min.
200 m	1	3	2-3	F 75-80	80-85	1 Min. 3 Min.		sofort
	2	2	3-4	B 75-80	83-87	1 Min. 3 Min.		sofort
	3	1	4-6	S 70-75	75-80	5 Min.		nach 1. Min.
	4	1	6-8	R 75-80	80-85	ca. 20'		nach 1-3. Min.
	5	1	max.	danach 5-8 Sek. je Stufe				4./7./10. Min.
400 m	1	1	2-3	F 80-85	85-90	3 Min.		nach 1 Min.
	2	1	3-4	danach 8-12 Sek. je Stufe		5 Min.		nach 3 Min.
	3	1	4-5			bis 30'		nach 3 Min.
	4	1	max					4./7./10. Min.

20m - Sprint

1. Testaufgabe : Sprint über 20m mit Maximalgeschwindigkeit
2. Testparameter

Bestimmung der mittleren Geschwindigkeit, der Zyklusfrequenz und des Zykluswegs im Rahmen eines 20m-Sprints für den Streckenabschnitt von 5m bis 15m

3. Testdurchführung

Der Test sollte mit einer kleinen Gruppe (3 Sportler) durchgeführt werden. Die Sportler absolvieren zwei Sprints in der Hauptschwimmart (Absoll) von der Beckenwand, kurze Tauchphase: Brust ohne Tauchzug). Der Sprint wird auf ein Videoband aufgezeichnet (2 Videokameras: bei 5m und 15m). Eine kurze Pause für die Wiederherstellung nach dem ersten Versuch ist zu sichern.

Die Bestimmung von Geschwindigkeit, Zyklusfrequenz und Zyklusweg erfolgt am Ende der leistungsdagnostischen Maßnahme. Trainer / Sportler erhalten eine Druckliste mit den Meßwerten und eine kurze verbale Einschätzung.

4. Bedarf

4.1. Geräte-/Materialbedarf

- 2 Videokameras mit entsprechenden Halterungen
- 1 Videobildumschalter
- 1 Rekorder
- 1 Videobildschirm
- 1 Timescode-Generator (TC 50) und/oder 1 Timer
- Verkabelung, Videobänder

4.2. Zeitbedarf

Aufbau und Vorbereitung des Meßplatzes: entsprechend der örtlichen Gegebenheiten
Testdurchführung: für 3 Sportler ca. 15 min

4.3. Personeller Bedarf

- 1 Leiter der Teststation: Erfassung und Auswertung
- 1 Mitarbeiter: Unterstützung beim Aufbau der Teststation

5. Testausgabe

Die vom Sportler erreichte maximale Geschwindigkeit einschließlich Zyklusfrequenz und Zyklusweg werden bestimmt. Der Bezug zu Ergebnissen aus der Wettkampfanalyse wird hergestellt.

6. Angaben zur Testauthentizität

Die im Test ermittelte maximale Geschwindigkeiten hat einen engen Bezug zur Anfangsgeschwindigkeit im Wettkampf (vor allem auf den kürzeren Strecken).

Streckensprungfest

1. Testaufgabe
Ermittlung der Voraussetzungen für eine schnellkräftige Kniestreckung bei einem Streck sprung ohne Armsinsatz

2. Testparameter

Flugzeit, Berechnung der theoretischen Treibhöhe

3. Testdurchführung

Der Sportler führt einen Streck sprung aus dem Stand in den Stand aus. Dabei werden die Arme im Hüftgürtel fixiert. Der Oberkörper sollte möglichst aufrecht bleiben und der Winkel in der letzten Beuge ca. 90° betragen.

4. Bedarf

- Geräte-/Materialbedarf
- Dynamomechanische Plattform oder Sprungmatte mit Zentriermarkierung

4.2. Zeitbedarf

Aufbau und Vorbereitung des Meßplatzes: ca. 10 Minuten
pro Sportler ca. 10 min.
Auswertung: pro Sportler ca. 10 min.

4.3. personeller Bedarf

- 1 Leiter der Teststation: Datenerfassung, Sofortinformation und Auswertung

5. Testausgabe

Mit dem Test sollen die Voraussetzungen des Sportlers für schnellkräftige Kniestreckungen überprüft werden. Auf den Zusammenhang mit den Absprung- bzw. Abstoßgeschwindigkeiten bei Start und Wende wird hingewiesen.

6. Testauthentizität

Mit dem Test sollen die Voraussetzungen basieren auf der Annahme, daß die Abprung- und Landehaltung des Sportlers identisch sind. Bei Einhaltung dieser Randbedingungen liegt der Fehler bei 2-3 cm Sprunghöhe, ansonsten deutlich höher.

7. Orientierungswerte

- Männer: 40 bis 50 cm
- Frauen: 30 bis 40 cm

15m - Test - Delphinbewegung

1. Testaufgabe

Kennzeichnung von individuellen Leistungsreserven bei der Delphinbewegung

2. Testparameter

Ein Maß für die Zweckmäßigkeit der Bewegungsausführung ist die 15m-Zeit, die aus Videoaufzeichnungen als Zeitdifferenz - beginnend mit dem Zeitpunkt des Lösens der Fußle von der Beckenwand und endend mit dem Kopfdurchgang bei 15m - bestimmt wird. Darüber hinaus stehen für eine Einschätzung folgende mittlere Geschwindigkeiten zur Verfügung:

- Geschwindigkeit vom Lösen der Fußle von der Beckenwand bis zum Kopfdurchgang bei 7,5m
- Geschwindigkeit vom Kopfdurchgang bei 7,5m bis zum Kopfdurchgang bei 10m
- Geschwindigkeit vom Kopfdurchgang bei 10m bis zum Kopfdurchgang bei 15m
- Zyklusfrequenz für Bereich von 5 - 10m

3. Testdurchführung

Der Test sollte mit einer kleinen Gruppe (3 Sportler) in Verbindung mit dem Starttest durchgeführt werden, weil die für den Startabschnitt charakteristischen Marken (Videokameras bei 7,5m, 10m und 15m) verwendet werden. Am Beginn des Tests müssen Körpergröße und Masse bestimmt sein.

Die Sportler führen nacheinander je einen Versuch in der Bauch- bzw. Rückenlage aus (Abstand von der Beckenwand). Der Bewegungsablauf wird auf ein Videoband aufgezeichnet. Unmittelbar nach dem Versuch wird die 15m-Zeit bestimmt und dem Sportler als Sofortinformation mitgeteilt.

Eine Einschätzung der im Test erbrachten Leistung erfolgt erst am Ende der leistungsdiagnostischen Maßnahme. Trainer / Sportler erhalten neben den Videoaufzeichnungen der entsprechenden Versuche eine Druckliste mit den Meßwerten und eine kurze verbale Einschätzung.

4. Bedarf

4.1. Geräte-/Materialbedarf

- 4 Videokameras mit entsprechenden Halterungen (mindestens 1 Unterwasserkamera)
- 1 Bildmischer mit der Möglichkeit des Umschaltens zwischen den Videokameras
- 1 Rekorder mit Fernbedienung (search - Funktion zur Einzelbilddarstellung)
- 1 Videobildschirm
- 1 Timecode-Generator (TC 50) und/oder 1 Timer
- Verkabelung, Videobänder

4.2. Zeitbedarf

Aufbau und Vorbereitung des Meßplatzes: entsprechend der örtlichen Gegebenheiten
Testdurchführung: pro Sportler ca. 5 min

4.3. Personeller Bedarf

- 1 Leiter der Teststation: Erfassung, Sofortinformation und Auswertung
- 1 Mitarbeiter: Unterstützung beim Aufbau der Teststation
- 1 Mitarbeiter: Unterstützung bei der Durchführung der Tests

5. Testaussage

Auf der Grundlage der bei der Sofortauswertung (Videoeizeitanalyse, qualitative Bildanalyse) gewonnenen Daten werden individuelle Reserven und Lösungsvorschläge für deren Erschließen aufgezeigt.

6. Angaben zur Testauthentizität

Die im Test ermittelten Geschwindigkeiten haben einen engen Bezug zu den bei Start bzw. Wende im Übergang (Rücken, Schmetterling, Freistil) erreichten Geschwindigkeiten

7. Normwerte

Für die Brustschwimmer liefert der Test Hinweise zum Niveau der Leistungsfähigkeit der Rumpfmuskulatur (ohne Normvorgaben). Normwerte für Rücken, Schmetterling und Freistil werden bis 10/1997 erarbeitet

Analyse des Schwimmzyklus

1. Testaufgabe

Kennzeichnung von individuellen Leistungsreserven im Schwimmzyklus in Bezug auf

- Lage des Körpers im Wasser
- Koordination der Antriebsbewegungen (Arm- und Beinbewegung)
- Aiming
- Ausführung der Antriebsbewegungen:
 - Eintauchen/Wasserfassen
 - Zug-/Druckphase
 - Rückführphase

2. Testparameter

Auf der Grundlage einer qualitativen Bewertung der Videoaufzeichnungen werden eingeschätzt:

Lage des Körpers im Wasser

- Anstellwinkel des Körpers
- Winkel bei Drehungen um die Körperlängs- bzw. Körperbreitenachse

Koordination der Arm- und Beinbewegungen

- Synchronisation bzw. zeitliche Abstimmung der Teilimpulse
- Amplitudenverhältnisse

Armszug

Eintauchen/Wasserfassen von Hand/Arm

- Hand- / Armbühnung beim Eintauchen
- Zeitintervall für Gleiten/Wasserfassen
- Ellenbogenwinkel am Ende des Wasserfassens
- Abstand der Hand von der Körperlängsachse
- Anstellwinkel von Hand/Unterarm zur Bewegungsrichtung

Zug-/Druckphase der Hand

- Anstellwinkel von Hand/Unterarm zur Bewegungsrichtung
- Abstand der Hand von der Körperlängsachse
- Armhaltung am Ende der Druckphase: (Handstellung, Ellenbogenwinkel)

Rückführphase der Arme

- Armführung (Gelenkwinkel, Anstellwinkel)

Beinbewegung

- Fußstellung, Gelenkwinkel (Fuß-, Knie, Hüftgelenk) in verschiedenen Phasen der Beinbewegung (entsprechend der Besonderheiten der Schwimmarten)

3. Testdurchführung

Der Test sollte mit einer kleinen Gruppe (2-3 Sportler mit gleicher Hauptschwimmart) durchgeführt werden. Die Sportler schwimmen mit weitausreichender Geschwindigkeit nacheinander eine Strecke von mindestens 25m. Der Bewegungsablauf (Stell- und Frontalaufnahmen, unter Wasser) wird auf ein Videoband aufgezeichnet. Wenn möglich, wird im Schwimmkanal, der gesamte Schwimmer (unter und über Wasser) erfasst.

Nach Verlassen des Wassers durch den letzten Sportler der Gruppe erfolgt am Meldeplatz eine Sofortinschätzung zum Versuch. Dabei wird die Videoaufzeichnung zunächst in der Normalgeschwindigkeit wiederholt. Daran anschließend erfolgt eine qualitative Analyse des Bewegungsablaufes anhand der slow motion bzw. von ausgewählten Standbildern.

Am Ende des Auswertungsgesprächs, das in der Gruppe durchgeführt werden sollte, werden die wesentlichsten Sachverhalte kurz zusammengefasst. Im Einzelfall sollten weitere Versuche mit dem Ziel, die angestrebte Veränderung zu realisieren - möglich sein.

Trainer/ Sportler erhalten neben den Videoaufzeichnungen der entsprechenden Versuche eine durch Videopoints unterlegte, verbale Zusammenfassung von wesentlichen individuellen Leistungsreserven mit Empfehlungen zum Training.

4. Bedarf

4.1. Geräte-/ Materialbedarf

- Unterwasservideokamera (entsprechend der örtlichen Gegebenheiten)
- 1 Rekorder (search - Funktion zur Einzelbilddarstellung)
- 1 Videobildschirm
- 1 Videoprüfer
- Verkabelung
- Videoblinder
- Videoprintpapier

4.2. Zeitbedarf

Aufbau und Vorbereitung des Meldeplatzes: entsprechend der örtlichen Gegebenheiten
Testdurchführung: pro Sportler ca. 20 min

4.3. Personeller Bedarf

- 1 Leiter der Teststation: Erfassung, Soforinformation und Auswertung
- 1 Mitarbeiter: Unterstützung beim Aufbau der Teststation und bei der Versuchsdurchführung

5. Testausgabe

Auf der Grundlage der bei der Sofortauswertung (qualitative Bildanalyse) und einer quantitativen Bildanalyse (im Einzelfall) gewonnenen Daten werden individuelle Reserven und Lösungsvorschläge für deren Erschließen aufgelegt. Die Ergebnisse sind im Rahmen einer Langschnittanalyse einzuschätzen.

Analyse des Startabschnittes

1. Testaufgabe

Kennzeichnung von individuellen Leistungsreserven in den Teilbereichen

- Ausgangsstellung/Ab sprung
- Flug/Eintauchen
- Übergang

2. Testparameter

Ein Maß für die Zweckmäßigkeit der Bewegungsausführung im Startabschnitt ist die Startzeit, die aus Videoaufzeichnungen als Zeitdifferenz - beginnend mit dem Startsignal und endend mit dem Kopfführung bei 7,5m bzw. 15m - bestimmt wird. Darüber hinaus stehen für eine detaillierte Einschätzung folgende Parameter zur Verfügung:

Ausgangslage/Ab sprung

- Ab sprungswinkel (Winkel der Verbindungslinie zwischen Startblockvorderkante und KSP mit der horizontalen Achse durch die Startblockvorderkante zum Zeitpunkt des Lösen der FüÙe)
- horizontale Komponente der KSP-Geschwindigkeit zum Zeitpunkt des Lösen der FüÙe
- vertikale Komponente der KSP-Geschwindigkeit zum Zeitpunkt des Lösen der FüÙe
- Aktionszeit (Zeit vom Startsignal bis zum Lösen der FüÙe)

Flug/Eintauchen

- Flugzeit (Zeiddauer vom Lösen der FüÙe vom Startblock/von der Beckenwand bis zum Eintauchen des Körperschwerpunktes)
- Eintauchweite des KSP (horizontaler Abstand des KSP-Eintauchpunktes von der Beckenwand)
- Eintauchweite der Hände (horizontaler Abstand des Eintauchpunktes der Hände von der Beckenwand)
- Hüftwinkel beim Eintauchen der Hände

Übergang

- mittlere Geschwindigkeit zwischen 7,5 m und 10 m
- mittlere Geschwindigkeit zwischen 10 m und 15 m
- Auftauchpunkt (horizontaler Abstand des Kopfes von der Beckenwand beim Auftauchen)

3. Testdurchführung

Der Test sollte mit einer kleinen Gruppe (3 Sportler) durchgeführt werden. Am Beginn des Tests müssen Körpergröße und Masse bestimmt sein. Die Sportler führen nacheinander einen den Weitauchregeln entsprechenden Start (Startsignal) aus und schwimmen in ihrer Hauptschwimmlage in Weitauchgeschwindigkeit bis zu einer Markierung bei 15m. Der Bewegungsablauf wird auf ein Videoband aufgezichtet.

Nach Verlassen des Wassers durch den letzten Sportler der Gruppe erfolgt am Melifplatz eine Sofort einschätzung zum Startversuch. Dabei wird die Videoaufzeichnung zunächst in der Normalgeschwindigkeit wiederholt. Daran anschließend erfolgt eine Teilzeitanalyse in

Verbindung mit einer Bewertung des Bewegungsablaufes anhand der slow motion bzw. von ausgewählten Standbildern. Für die *Sofort einschätzung* stehen folgende Parameter zur Verfügung:

- 10 m - Startzeit
- 7,5 m - Startzeit
- Aktionszeit
- Flugzeit
- mittlere Geschwindigkeit zwischen 7,5 und 10 Metern
- mittlere Geschwindigkeit zwischen 10 und 15 Metern
- 15 m - Startzeit

Am Ende des Auswertungsgesprächs, das in der Gruppe durchgeföhrt werden sollte, werden die Reserven zusammengefaßt. Unter Beachtung der individuellen Gegebenheiten wird für den nachfolgenden Startversuch eine Zielstellung (1-2 Schwerpunkte für den zu verändernden Bewegungsablauf) vorgegeben. Die Durchführung und Auswertung des zweiten Startversuchs erfolgt in der gleichen Weise wie beim ersten Versuch. Im Einzelfall sollten weitere Startversuche - mit dem Ziel, die angestrebte Veränderung zu realisieren - möglich sein. Eine quantitative Bildanalyse kann in der Regel erst am Ende der leistungsdiagnostischen Maßnahme durchgeführt werden. In deren Ergebnis steht die Gesamtheit der unter Punkt 3 genannten Parameter zur Verfügung.

Trainer / Sportler erhalten neben den Videoaufzeichnungen der entsprechenden Versuche eine Druckliste mit den Meßwerten (einschließlich individueller Zielgrößen), eine Strichmännchendiagramm zur Darstellung des Bewegungsablaufes beim besten Versuch (Ausgangsstellung, Vorbereitung des Ab sprunges, Ab sprungsposition, Flug, Eintauchen) und eine verbale Zusammenfassung der wesentlichen individuellen Leistungsreserven mit Empfehlungen zum Training.

4. Bedarf

4.1. Geräte-/Materialbedarf

- 1 Weitauchstartblock
- 1 elektrische Hupe
- 1 Computer mit der Bildkarte (*screen-machine o.ä.*)
- 4 Videokameras mit entsprechenden Halterungen (mindestens 1 Unterwasserkamera)
- 1 Bildmischer mit der Möglichkeit des Umschaltens zwischen den Videokameras
- 1 Rekorder mit Fernbedienung (*search* - Funktion zur Einzelbilddarstellung)
- 1 Videobildschirm
- 1 Timecode-Generator (TC 30)
- 1 Motion-Link
- Verkabelung, Videobänder

4.2. Zeitbedarf

Aufbau und Vorbereitung des Meßplatzes: entsprechend der örtlichen Gegebenheiten
Testdurchführung: pro Sportler ca. 15 min

4.3. Personeller Bedarf

1 Leiter der Teststation:
Erfassung, Sofortinformation und Auswertung
1 Mitarbeiter:
Unterstützung beim Aufbau der Teststation
Unterstützung bei der Durchführung der Tests (Starter)

5. Testsausage

Auf der Grundlage der bei der Sofortauswertung (Videotelezeitanalyse, qualitative Bildanalyse) und der quantitativen Bildanalyse gewonnenen Daten werden individuelle Reserven und Lösungsvorschläge für deren Erreichlichen aufgezeigt. Dabei werden die Ergebnisse aus anderen Tests (z. B. Sprungtafelles) berücksichtigt.

6. Angaben zur Testautentizität

Die theoretische Grundlage des Testverfahrens bildet ein einfaches mechanisches Modell zur Beschreibung der Bewegung des Schwimmers im Startabschnitt.

7. Normwerte

Freizeit	Frauen	Männer
Blockzeit	0,75*	0,70*
Abprunggeschwindigkeit/horiz.	> 3,90	> 4,20
Abprungwinkel	25	25
Flugzeit	0,50	0,50
Eintauchweite des KSP	> 3,20	> 3,50
Eintauchweite der Hand	wie KSP	
Hüftwinkel/Eintauchen	140	140
Geschwindigkeit im Übergang	> 2,80	> 3,10
Startzeit (7,5m)	2,80*	2,30*
Aufschwungpunkt	7-8	8-9
Anfangsschwimmgeschwindigkeit	1,90*	2,20*
15m-Zeit	6,50*	5,60*

* geringe Unterschiede zwischen Sprintern und Langstrecklern

Schnellerting

	Frauen	Männer
Blockzeit	0,75	0,70
Abprunggeschwindigkeit/horiz.	> 3,90	> 4,20
Abprungwinkel	25	25
Flugzeit	0,50	0,50
Eintauchweite des KSP	> 3,20	> 3,50
Eintauchweite der Hand	wie KSP	
Hüftwinkel/Eintauchen	130	130
Geschwindigkeit im Übergang	> 2,80	> 3,10
Startzeit (7,5m)	2,80	2,30
Aufschwungpunkt	9-10	10-11
Anfangsschwimmgeschwindigkeit	1,90	2,20
15m-Zeit	6,80	5,80

Brust

	Frauen	Männer
Blockzeit	0,70	< 0,70
Abprunggeschwindigkeit/horiz.	> 3,90	> 4,20
Abprungwinkel	25	25
Flugzeit	0,50	0,50
Eintauchweite des KSP	> 3,30	> 3,50
Eintauchweite der Hand	wie KSP	
Hüftwinkel/Eintauchen	130	130
Geschwindigkeit im Übergang	> 2,80	> 3,10
Startzeit (7,5m)	2,80	2,30
Aufschwungpunkt	10-11	12-13
Anfangsschwimmgeschwindigkeit	1,80	2,10
15m-Zeit	7,85	6,75

Rücken

	Frauen	Männer
Blockzeit	0,60	0,55
Abprungwinkel	20-25	20-25
Abprunggeschwindigkeit/vert.	0,50	0,50
Flugzeit	0,35	0,40
Eintauchweite des KSP	> 2,20	> 2,40
Eintauchweite der Hand	wie KSP	
Hüftwinkel/Eintauchen		**
Geschwindigkeit im Übergang	> 1,80	> 2,00
Startzeit (7,5m)	3,20	2,80
Aufschwungpunkt	14,5	14,5
Anfangsschwimmgeschwindigkeit	1,80	2,00
15m-Zeit	7,50	6,50

** "Hohlkreuz" / Überstrecken (individuelle Beweglichkeit)

Analyse des Wendenschnittes

1. Testaufgabe

Kennzeichnung von individuellen Leistungsreserven in den Teilbereichen

- Anschwimmer/Adaptation
- Dichtung/Abstoß
- Übergang

2. Testparameter

Ein Maß für die Zweckmäßigkeit der Bewegungsausführung im Wendenschnitt ist die 15m- bzw 10m-Wendenzit, die aus Videoaufzeichnungen als Zeitdifferenz - beginnend mit dem Kopfdurchgang an einer Maßmarke bei 7,5 m vor Erreichen der Beckenwand bzw. bei 2,5 m vor Erreichen der Beckenwand und endend mit dem Kopfdurchgang bei 7,5m nach Verlassen der Beckenwand bestimmt wird.
Darüber hinaus stehen für eine detaillierte Einschätzung folgende Parameter zur Verfügung:

Anschwimmer/Adaptation

- Anschwimmgeschwindigkeit (mittlere Geschwindigkeit zwischen 7,5 und 2,5 m vor Erreichen der Beckenwand)
- Zyklusfrequenz
- Adaptionszeit (Zeitdauer vom Kopfdurchgang bei 2,5m bis zum Beginn der Drehung)

Drehung/Abstoß

- Drehzeit (Freisil/Rücken: Zeitdauer vom Beginn der Bewegung "Kinn zur Brust" bis zum Senken der Füße an die Beckenwand; Brust/Schmetterling: Zeitdauer vom Ausschlagen der Hände bis zum Senken der Füße an die Beckenwand)
- Abstoßdauer (Zeitdauer vom Senken der Füße an die Beckenwand bis zum Lösen der Füße von der Beckenwand)
- Abstoßgeschwindigkeit (mittlere Geschwindigkeit zwischen 2 und 4 m nach Verlassen der Beckenwand)

Übergang/Abschwimmen

- Abschwimmgeschwindigkeit (mittlere Geschwindigkeit zwischen 2,5 und 7,5 m nach Verlassen der Beckenwand)

3. Testdurchführung

Der Test sollte mit einer kleinen Gruppe (2-3 Sportler) durchgeführt werden. Die Sportler führen unmittelbar nacheinander eine den Wettkampffolgen entsprechende Wende aus. Sie schwimmen den Wendenschnitt - beginnend ca. 15m vor der Beckenwand und endend ca. 15m nach der Beckenwand - in ihrer Hauptschwimmlinie mit Wettkampfgeschwindigkeit. Der Bewegungsablauf wird auf ein Videoband aufgezeichnet.

Nach Verlassen des Wassers durch den letzten Sportler der Gruppe erfolgt am Meßplatz eine Soforteinschätzung zum Wendenversuch. Dabei wird die Videoaufzeichnung zunächst in der Normalgeschwindigkeit wiederholt. Daran anschließend erfolgt eine Teilzeitanalyse. Die Einschätzung der Zweckmäßigkeit des Bewegungsablaufes erfolgt anhand der slow motion bzw. von ausgewählten Standardbildern.

Für die *Sofortbewertung* stehen die unter Punkt 2 genannten Parameter zur Verfügung. Am Ende des Auswertungsgesprächs, das in der Gruppe durchgeführt werden soll, werden die Reserven zusammengefaßt. Unter Beachtung der individuellen Gegebenheiten wird für den nachfolgenden Wendenversuch eine Zielstellung (1-2 Schwerpunkte für den zu verändernden Bewegungsablauf) vorgegeben. Die Durchführung und Auswertung des zweiten Wendenversuchs erfolgt in der gleichen Weise wie beim ersten Versuch. Im Einzelfall sollten weitere Wendenversuche - mit dem Ziel, die angestrebte Veränderung zu realisieren - möglich sein.

Trainer/ Sportler erhalten neben den Videoaufzeichnungen der entsprechenden Versuche eine Druckliste mit den Meßwerten des besten Versuchs (einschließlich individueller Zielgroßen) und eine verbale Zusammenfassung der wesentlichen individuellen Leistungsreserven mit Empfehlungen zum Training.

4. Bedarf

4.1. Geräte-/Materialbedarf

- 1 Computer mit Bildkarte (*server-machine o. d.*)
- 3 Videokameras mit entsprechenden Halterungen (mindestens 1 Unterwasserkamera)
- 1 Bildmischer mit der Möglichkeit des Umschaltens zwischen den Videokameras
- 1 Rekorder (*search* - Funktion zur Einzelbilddarstellung)
- 1 Videobildschirm
- 1 Videocode-Generator (TC 30)
- 1 Motion-Link
- Verkabelung/Videobänder

4.2. Zeitbedarf

Aufbau und Vorbereitung des Meßplatzes: entsprechend der örtlichen Gegebenheiten
Testdurchführung: pro Sportler ca. 15min (Lagenschwimmer 30min)

4.3. Personeller Bedarf

1 Leiter der Teststation: Erfassung, Sofortinformation und Auswertung
1 Mitarbeiter: Unterstützung beim Aufbau der Teststation

5. Testausgabe

Auf der Grundlage der bei der Sofortauswertung (Videozeitzeitanalyse, qualitative Bildanalyse) gewonnenen Daten werden individuelle Reserven und Lösungsvorschläge für deren Erschließen aufgestellt. Dabei werden die Ergebnisse aus anderen Tests (z.B. Sprungkrafttest, Dehnbewegung) berücksichtigt.

Absolddauer	[s]	0,25-0,30	0,25-0,30
Absolddauer	[m/s]	2,10-2,30	2,30-2,50
Abschwimmgeschwindigkeit	[m/s]	1,55*	1,75*
Wendanzzeit (10m)	[s]	6,10*	5-10*
Wendanzzeit (15m)	[s]	9,80*	8,60*

- * Werte sind von der militärischen Schwimmgeschwindigkeit auf den einrichten Distancen abhängig
- ** Individueller Wert der Wettkampffrequenz

6. Angahen zur Testtauchtunizität

Die theoretische Grundlage des Testverfahrens bildet ein einfaches mechanisches Modell zur Beschreibung der Bewegung des Schwimmers im Wendabschnitt.

7. Normwerte

Freistil

	Freuen	Männer	
Anschwimmgeschwindigkeit	[m/s]	1,75*	1,95*
Frequenz	[1/min]	53**	53**
Adaptionszeit	[s]	0,85*	0,75*
Drehzeit	[s]	0,65-0,75	0,65-0,75
Absolddauer	[s]	0,22-0,27	0,20-0,25
Absolddauer	[m/s]	2,00-2,20	2,20-2,40
Abschwimmgeschwindigkeit	[m/s]	1,80*	2,00*
Abschwimmgeschwindigkeit	[m/s]	4,90*	4,50*
Wendanzzeit (10m)	[s]	7,80*	7,00*
Wendanzzeit (15m)	[s]		

Schmetterling

	Freuen	Männer	
Anschwimmgeschwindigkeit	[m/s]	1,60*	1,80*
Frequenz	[1/min]	54**	54**
Adaptionszeit	[s]	1,30*	1,10*
Drehzeit	[s]	0,70-0,80	0,70-0,80
Absolddauer	[s]	0,25-0,30	0,25-0,30
Absolddauer	[m/s]	2,00-2,20	2,20-2,40
Abschwimmgeschwindigkeit	[m/s]	1,65*	1,85*
Abschwimmgeschwindigkeit	[m/s]	5,60*	5,00*
Wendanzzeit (10m)	[s]	8,70*	7,80*
Wendanzzeit (15m)	[s]		

Rücken

	Freuen	Männer	
Anschwimmgeschwindigkeit	[m/s]	1,55*	1,75*
Frequenz	[1/min]	50**	50**
Adaptionszeit	[s]	1,00*	0,85*
Drehzeit	[s]	0,65-0,75	0,65-0,75
Absolddauer	[s]	0,22-0,27	0,20-0,25
Absolddauer	[m/s]	2,00-2,20	2,20-2,40
Abschwimmgeschwindigkeit	[m/s]	1,65*	1,85*
Abschwimmgeschwindigkeit	[m/s]	5,30*	4,90*
Wendanzzeit (10m)	[s]	8,50*	7,80*
Wendanzzeit (15m)	[s]		

Breust

	Freuen	Männer	
Anschwimmgeschwindigkeit	[m/s]	1,35*	1,55*
Frequenz	[1/min]	35**	35**
Adaptionszeit	[s]	1,35*	1,30*
Drehzeit	[s]	0,70-0,80	0,70-0,80

OSP Rhein-Neckar/ISSW Uni Heidelberg
 Leistungsdiagnostik Schwimmen
 Dr. Michael Spikermann
 Heidelberg, 19.8.1994

1. Testbeschreibung Beweglichkeit

1.1 Testaufgabe

Bestimmung der aktiven Beweglichkeit im Schulter- und Sprunggelenk bei folgenden Bewegungsausführungen:

- Retrersion der Arme aus der Hochhalte
- Retrersion der Arme aus der Seithalte
- Plantarflexion im oberen Sprunggelenk
- Dorsalflexion im oberen Sprunggelenk

1.2 Testparameter

Die Merkmale werden jeweils für das rechte und linke Gelenk bestimmt. Gemessen werden die erreichten Winkelgrade aus einer Neutralstellung. Die Messwertfassung erfolgt durch elektrische Drehpotentiometer; welche in die Drehachsen der jeweiligen Geräte eingebaut wurden. Die Messwerte werden digital angezeigt, die Maximalwerte gespeichert.

1.3 Testdurchführung

1.3.1 Retrersion aus der Hoch- und Seithalte:

Vor Durchführung der Messung wird die Schulterbreite der Sportler mit Hilfe eines Beckenzirkels registriert. Die Meßbank wird auf die entsprechende Schulterbreite eingestellt. Die Sportler legen sich in Stufenlagerung auf die Bank, die Arme befinden sich gestreckt in der Hoch- bzw. Seithalte. Der Testleiter überprüft:

1. Die korrekte Position der Schultergelenke.
2. Die feste Fixierung der Wirbelsäule auf der Unterlage.

Die Sportler werden angewiesen, aus den Ausgangspositionen die gestreckten Arme aktiv rückzuführen, ohne die Wirbelsäule von der Unterlage zu lösen.

1.3.2 Plantar- und Dorsalflexion im oberen Sprunggelenk:

Die Sportler setzen sich im Streckitz auf die Unterlage. Der jeweilige Fuß wird zwischen ein Güt mit dem Meßgerät verbunden. Der Testleiter überprüft:

1. Die vollständige Streckung der Beine.
2. Die korrekte Position der Ferse.

Die Sportler werden angewiesen, aus den Ausgangspositionen die Füße maximal zu beugen bzw. zu strecken.

1.4 Bedarf

1.4.1 Gerätebedarf

- Beckenzirkel
- Meßbank "Schulterbeweglichkeit"
- Meßgerät "Fußbeweglichkeit"
- Vier Schwimbrätter als Unterlage

1.4.2 Materialbedarf

- Laufzettel

1.4.3 Zeitbedarf

Ca. 20 Minuten für das Aufbauen und die Vorbereitung der Geräte. Für die Durchführung der Messungen werden pro Sportler ca. 7 min benötigt.

1.4.4 Personalbedarf

Es werden zwei Testhelfer benötigt. Ein Testhelfer überprüft die Einhaltung der vorgeschriebenen Ausgangspositionen und die Ausführung, der zweite Testhelfer registriert die erreichten Werte und hält diese fest.

1.5 Testausage

Die Auswahl der Tests erfolgte auf der Grundlage antriebsatheoretischer und funktional-anatomischer Argumente. Es werden individuelle Reserven für das Einnehmen antriebswirksamer Positionen bzw. für die Ausführung widerstandstärker Rückholphasen aufgedeckt.

Testbeschreibung Beweglichkeit (2. Fassung)

1. Testaufgabe

Bestimmung der aktiven Beweglichkeit im Schulter- und Sprunggelenk bei folgenden Bewegungsausführungen:

- Retroversion der Arme aus der Hochhalte
- Retroversion der Arme aus der Seithalte
- Plantarflexion im oberen Sprunggelenk
- Dorsalflexion im oberen Sprunggelenk

2. Testparameter

Die o.g. Merkmale werden jeweils für das rechte und linke Gelenk bestimmt. Gemessen werden die erreichten Winkelgrade aus einer Neutralstellung. Die Messwertfassung erfolgt durch elektrische Drehpotentiometer, welche in die Drehachsen der jeweiligen Geräte eingebaut wurden. Die Meßwerte werden digital angezeigt.

3. Testdurchführung

3.1. Retroversion aus der Hoch- und Seithalte:

Vor Durchführung der Messung wird die Schulterbreite der Sportler mit Hilfe eines Beckenzirkels registriert. Hierbei wird der *Acromionabstand* bestimmt (Anm.: Die Schulterblatthöhe bestimmt bei nicht allzu stark ausgebildeter Schultermuskulatur die Schulterbreite). Die Meßbank wird auf die entsprechende Schulterbreite eingestellt.

Die Sportler legen sich in *Stufenlagerung* (*rechter Winkel im Hüft- und Kniegelenk*) auf die Bank, die Arme befinden sich gestreckt in der Hoch- bzw. Seithalte. Der Testleiter überprüft:

- Die korrekte Position der Schultergelenke auf der Bank.
- Die feste Fixierung der Wirbelsäule auf der Unterlage.

Die Sportler werden angewiesen, aus den Ausgangspositionen die gestreckten Arme aktiv rückzuführen, ohne die Wirbelsäule von der Unterlage zu lösen.

3.1.1. Hinweise für die Testdurchführung:

Wichtig ist richtige Positionierung der Sportler auf der Bank! Bei der Retroversion aus der Seithalte werden diese angewiesen, sich so auf die Bank zu legen, daß beide Schultern gleichmäßig aufliegen. Der Testleiter kann die korrekte Positionierung überprüfen, indem er die Winkelgrade abliest, die der Sportler erreicht, wenn er die Arme locker herabhängen läßt (Differenzen von 3-5 Winkelgraden in den Gelenken können toleriert werden). Bei der Retroversion aus der Hochhalte muß die Oberkante der Schultern (Armen in der Tiefhalte) mit der Drehachse der Klappen übereinstimmen.

Die korrekte Fixierung der Wirbelsäule läßt sich am besten überprüfen, indem der Testleiter seine Hände mit den Handrücken nach oben im Lendenwirbelbereich unter den Rumpf des Sportlers schiebt. Die Ergebnisse dürfen nur dann gewertet werden, wenn die Hände des Testleiters ständig eingeklemmt sind und damit ein fester Druck der Wirbelsäule auf die Unterlage gewährleistet ist.

3.2. Plantar- und Dorsalflexion im oberen Sprunggelenk:

Die Sportler setzen sich im Strecksitz auf die Unterlage. Der jeweilige Fuß wird durch einen Gurt locker mit dem Meßgerät verbunden. Der Testleiter überprüft:

- Die vollständige Streckung des Beines.
- Die korrekte Position der Ferse.

Die Sportler werden angewiesen, aus den Ausgangspositionen die Füße maximal zu beugen bzw. zu strecken.

3.2.1. Hinweise für die Testdurchführung:

Wichtig ist das Anliegen der Platte des Meßgerätes an der Fußsohle! Das ist am besten durch leichtes Andrücken des Testleiters zu erreichen (Es soll aber keine passive Dehnung daraus werden!). Der Testleiter muß hierbei überprüfen, daß die Fußballen und die Ferse anliegen. Meßwerte, die durch Krümmung der Zehen erreicht wurden, dürfen nicht gewertet werden.

4. Bedarf

4.1. Gerätebedarf

- Beckenzirkel
- Meßbank „Schulterbeweglichkeit“
- Meßgerät „Fußbeweglichkeit“
- Vier Schwimmbretter als Unterlage

4.2. Materialbedarf

- Laufzettel

4.3. Zeitbedarf

Ca. 20 Minuten für das Aufbauen und die Vorbereitung der Geräte. Für die Durchführung der Messungen werden pro Sportler ca. 7 Minuten benötigt.

4.4. Personalbedarf

Es werden zwei Testhelfer benötigt. Ein Testhelfer überprüft die Einhaltung der vorgeschriebenen Ausgangspositionen und die Testausführung, der zweite Testhelfer registriert die erreichten Werte und hält diese fest.

5. Testaussage

Die Auswahl der Tests erfolgte auf der Grundlage antriebstheoretischer und funktionell-anatomischer Argumente. Es werden individuelle Reserven für das Einnehmen antriebswirksamer Positionen bzw. für die Ausführung widerstandsarmer Rückholphasen aufgedeckt.

6. Interpretation der Ergebnisse

Bei der Interpretation der Meßwerte müssen die geräte- und personenbedingten Meßfehler beachtet werden! Für die genannten Tests wurden mit Hilfe der Test-Retest-Methode bei einem Meßabstand von 7 Tagen folgende Konfidenzintervalle ermittelt:

Retroversion aus der Hochhalte:	6,3 Grad (rechts) 4,5 Grad (links)
Retroversion aus der Seithalte:	6,1 Grad (rechts) 7,4 Grad (links)
Plantarflexion:	4,8 Grad (rechts) 5,3 Grad (links)
Dorsalflexion:	2,5 Grad (rechts) 3,4 Grad (links)

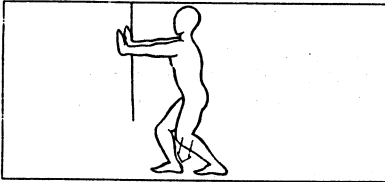
Von gesicherten Veränderungen der Merkmalsausprägung kann streng genommen erst dann gesprochen werden, wenn die genannten Konfidenzintervalle überschritten werden.

7. Vorbereitung der Sportler auf den Test:

Der Fähigkeitsbereich Beweglichkeit ist von sehr vielen internen und externen Faktoren abhängig. Um vergleichbare Messungen zu bekommen, sollte der Testablauf weitestgehend standardisiert werden. **Dieses gilt v.a. für die Aufwärmung!** Aus diesem Grund wurde von Herrn Kucera (OSP Rhein-Neckar) ein Gymnastikprogramm erstellt, daß von den Sportlern vor der Durchführung der Meßstationen Sprungkraft und Beweglichkeit durchgeführt wird (die Übungen können der Anlage entnommen werden).

KNIEHEBELAUF AUF DER STELLE:
2 X 30 SEKUNDEN MIT 30 SEKUNDEN
PAUSE

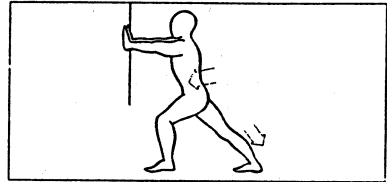
DEHNUNG:
2 X PRO SEITE, ca. 10 SEKUNDEN
HALTEN



Wirkung: Dehnung Wadenmuskulatur

Ausführung: Beugen Sie in einer mittleren Schrittstellung beide Knie. Schieben Sie nun das hintere Knie nach vorne unten in Richtung Fußspitze.

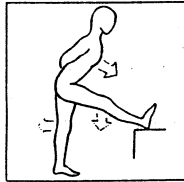
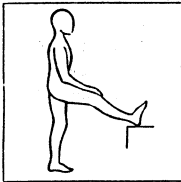
Atmen Sie ruhig und gleichmäßig!
Verteilen Sie das Gewicht gleichmäßig auf beide Beine! Heben Sie die hintere Ferse nicht ab!



Wirkung: Dehnung Wadenmuskulatur

Ausführung: Stellen Sie sich in Schrittstellung vor eine Wand, und stützen Sie sich ab. Beugen Sie das vordere Bein, und strecken Sie das hintere Knie, lassen Sie dabei die hintere Ferse am Boden. Schieben Sie langsam die Hüfte nach vorne.

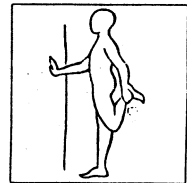
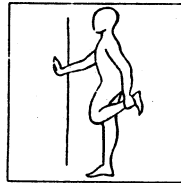
Atmen Sie ruhig und gleichmäßig!
Beide Fußspitzen zeigen zur Wand.
Heben Sie die hintere Ferse nicht ab!



Wirkung: Dehnung
hintere Oberschenkel- und Wadenmuskulatur

Ausführung: Stellen Sie im Stand ein Bein mit der Ferse auf einem Hocker auf, strecken Sie das Knie und ziehen Sie die Fußspitze zum Körper. Schieben Sie den Oberkörper langsam in Richtung Fußspitze.

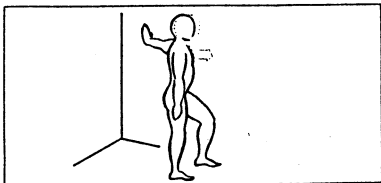
Atmen Sie ruhig und gleichmäßig!
Schieben Sie das Bein nach vorne!
Lassen Sie den Oberkörper unbedingt gerade!



Wirkung: Dehnung vordere
Hüft- und Oberschenkelmuskulatur

Ausführung: Beugen Sie im Stand ein Knie, und lassen Sie das entsprechende Fußgelenk. Ziehen Sie das Fußgelenk etwas zum Gesäß und schieben Sie langsam die Hüfte nach vorne.

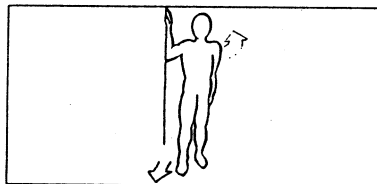
Atmen Sie ruhig und gleichmäßig!
Spannen Sie den Bauch leicht an!
Richten Sie Ihre Aufmerksamkeit auf die Hüftstreckung!



Wirkung: Dehnung Brustmuskulatur

Ausführung: Nehmen Sie eine stabile Standposition, seitlich zur Wand ein hüftbreite Fußstellung, Knie leicht gebeugt). Legen Sie den wandnahen Arm nach hinten gestreckt an die Wand. Machen Sie mit dem gleichseitigen Bein einen Schritt nach vorn und drehen Sie die Gegenschulter nach hinten. Variieren Sie die Armhaltung in der Höhe.

Atmen Sie ruhig und gleichmäßig!
Spannen Sie den Bauch an!



Wirkung: Dehnung Brustmuskulatur

Ausführung: Nehmen Sie eine stabile Standposition ein (hüftbreite Fußstellung, Knie leicht gebeugt). Legen Sie den rechtwinklig gebeugten Arm mit dem Unterarm gegen einen Türrahmen. Machen Sie mit dem gleichseitigen Bein einen Schritt nach vorne und drehen Sie die Gegenschulter nach hinten.

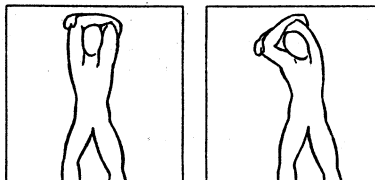
Atmen Sie ruhig und gleichmäßig!
Spannen Sie den Bauch leicht an!



Wirkung: Dehnung seitliche Rumpfmuskulatur

Ausführung: Nehmen Sie eine stabile Standposition ein (hüftbreite Fußstellung, Knie leicht gebeugt), und nehmen Sie die Arme über Kopf. Fassen Sie mit der rechten Hand das linke Handgelenk. Neigen Sie den Oberkörper leicht nach rechts und ziehen Sie mit der rechten Hand den linken Arm nach rechts oben.

Atmen Sie ruhig und gleichmäßig!
Spannen Sie den Bauch an!
Drehen Sie Becken und Rumpf nicht mit!



Wirkung: Dehnung seitliche Rumpfmuskulatur

Ausführung: Nehmen Sie eine stabile Standposition ein (hüftbreite Fußstellung, Knie leicht gebeugt). Verschränken Sie beide Arme über dem Kopf. Neigen Sie den Oberkörper nach rechts bzw. nach links.

Atmen Sie ruhig und gleichmäßig!
Spannen Sie den Bauch an!
Drehen Sie Becken und Rumpf nicht mit!

HAMPELMANN-BEWEGUNG:
2 X 20 BEWEGUNGEN MIT 30
SEKUNDEN PAUSE

DSV- Leistungsdiagnose der Nationalmannschaften Testbeschreibung für den Leistungsfaktor Kraft

Diese Testbeschreibung ersetzt die vom 02.03.1998.

Nach der Beratung am 8. April wurden folgende Veränderungen vorgenommen:

- Zur Reduzierung der Gesamtbelastung werden pro Widerstandsstufe der Kennlinie nur noch 5 Wiederholungen ausgeführt. Es bleibt beim vollständigen Abbremsen der Masse bis zum Zugbeginn.
- Im Kraftausdauerst wird die Masse in der Rückführphase nicht mehr vollständig abgebremst, um die Belastung in der Schulter am Zugangfang zu reduzieren. Dies ist entsprechend zu kontrollieren.
- Die Zugdauer und der Zugweg werden neu definiert (Umkehrpunkt der Bewegung bis zum Unterschreiten der Kraftschwelle).

Deshalb ist es bis zu einer entsprechenden Programmänderung durch Frau Gunkel/ FES notwendig, vor der Erstellung der Sportlerdatenblätter in den Dateien SPORTLER.DAT die Werte für alle s1 und t1 (links und rechts) auf NULL zu setzen.

Tests am Seilzugergometer

Diese Testbeschreibung beschränkt sich auf die unmittelbare Vorbereitung, Durchführung und Dateninterpretation im Rahmen der Leistungsdiagnose Schwimmen. Zur technischen Beschreibung des Gerätes sowie zu weiteren Einsatzmöglichkeiten verweisen wir auf das mitgelieferte Handmaterial von FES und IAT. Ansprechpartner für Fragen sind außerdem: FES Berlin Herr Rölle (Tel.: 030 6519651)
IAT Leipzig Frau Witt (Tel.: 0341 4945 183)

Versuchsvorbereitung

Die Versuchsvorbereitung sollte mit einem Probedurchgang spätestens 1 Woche vor Beginn der leistungsdiagnostischen Maßnahmen beginnen, um bei eventuell auftretenden gerätetechnischen Problemen entsprechende Maßnahmen einleiten zu können.

Anordnung des Gerätes

Die Widerstandseinheit und die Bank für den Sportler müssen so angeordnet werden, daß im gesamten Zug die Rückholeinrichtung wirksam werden kann. Das bedeutet, daß im vorderen Bewegungsumkehrpunkt mindestens eine Wicklung des Gummis und am hinteren Bewegungsumkehrpunkt noch mindestens eine Seilwicklung auf der Walze sein sollten. Dazu hat sich folgende Geräteranordnung bewährt: Der Sportler liegt so auf der Bank, daß die Schulter bei adduziertem Arm mit der Vorderkante der Bank abschließt, Hals und Kopf bleiben frei. Der Abstand der Vorderkante der Bank vom Seilaustrittspunkt beträgt mindestens 1,20 m (günstiger sind 1,50 bis 2,00 m). Die Auszugslänge des Seiles muß mindestens 1,80 m betragen (plus jeweils einer Wicklung des Gummis und des Seiles). Die Höhe des Seilaustritts liegt in Höhe der Oberkante der Bank. Höhendifferenzen beeinflussen um so sensibler die Bewegungsausführung und die Datenerfassung, je näher die Bank an der Widerstandseinheit

steht. Der Gummi ist ein Verschleißteil. Die Spannung zur Rückholung des Seils muß kontrolliert und bei Funktionseinschränkung der Gummi ausgetauscht werden.

Kalibrierung

Zur Kalibrierung der *Kraftmessung* wird zuerst das Nullniveau festgelegt. Anschließend werden die Wirbelstrombremsen mit einem Stab arritiert und das Seil mit einer Masse von 10 kg belastet. Durch Schnipsen am Seil wird ein kurzer Fall der Masse simuliert. Die resultierende Kraft wird erfaßt und sollte nun konstant 981 N betragen. Nach Entlastung des Seiles sollte die Kraftanzeige wieder 0 sein. Dieser Vorgang (Be- und Entlastung des Seils) wird drei mal wiederholt. Bei Abweichungen von mehr als 4 N im Nullpunkt oder im Belastungszustand ist der Nullpunkt erneut zu bestimmen und der Vorgang zu wiederholen. Zur Kalibrierung des *Wegsignales* wird das Seil soweit ausgezogen, daß mindestens eine Windung des Gummis um die Walze liegt. Der Geber wird genullt und das Seil um 1,50 m ausgezogen. Die Anzeige sollte 1500 Einheiten +/- 1% (d.h. 15 Einheiten) betragen. Insbesondere ist darauf zu achten, daß die Anzeigen des linken und rechten Gebers nicht mehr als 1 % differieren.

Widerstandsgestaltung

Die Widerstandseinstellung erfolgt in der Datei *bremse.brm*. Sie wird *nicht* standardmäßig durch den Softwareentwickler vorgenommen! Folgende Einstellungen sind vorzunehmen.

Bezeichnung des Widerstandes	Bremswerte in %						Wegmarken in %			
MAX00	0	0	0	0	0	100	20	40	60	80
MAX10	10	10	10	10	10	100	20	40	60	80
MAX20	20	20	20	20	20	100	20	40	60	80
MAX30	30	30	30	30	30	100	20	40	60	80
MAX40	40	40	40	40	40	100	20	40	60	80
MAX50	50	50	50	50	50	100	20	40	60	80
MAX60	60	60	60	60	60	100	20	40	60	80
MAX70	70	70	70	70	70	100	20	40	60	80
MAX80	80	80	80	80	80	100	20	40	60	80
MAX90	90	90	90	90	90	100	20	40	60	80
MAX99	100	100	100	100	100	100	20	40	60	80
m1F	40	40	40	40	40	20	20	50	60	80
m1S	50	50	50	50	50	20	20	50	60	80
m2F	35	35	35	35	35	20	20	50	60	80
m2S	45	45	45	45	45	20	20	50	60	80
m4F	30	30	30	30	30	20	20	50	60	80
w1F	25	25	25	25	25	20	20	50	60	80
w1S	35	35	35	35	35	20	20	50	60	80
w2F	20	20	20	20	20	20	20	50	60	80
w2S	30	30	30	30	30	20	20	50	60	80
w4F	15	15	15	15	15	20	20	50	60	80

Für die Nachwuchs-Leistungsdiagnose werden im SKA- und KA-Test um 5 % reduzierte Widerstände im aktiven Zugteil und das Bremsen in der Rückführphase mit 10 % empfohlen. Eine endgültige Entscheidung sollte durch die Verantwortlichen für diesen Kaderkreis in Heidelberg getroffen werden. Die Bremsdatei sieht dann wie folgt aus, wobei eine weitere

Differenzierung nach Leistungsvermögen und Körpergewicht notwendig sein kann (Entscheidung des Testleiters):

Bezeichnung des Widerstandes	Bremswerte in %						Wegmarken in %			
m1F	35	35	35	35	35	10	20	50	60	80
m1S	45	45	45	45	45	10	20	50	60	80
m2F	30	30	30	30	30	10	20	50	60	80
m2S	40	40	40	40	40	10	20	50	60	80
m4F	25	25	25	25	25	10	20	50	60	80
w1F	20	20	20	20	20	10	20	50	60	80
w1S	30	30	30	30	30	10	20	50	60	80
w2F	15	15	15	15	15	10	20	50	60	80
w2S	25	25	25	25	25	10	20	50	60	80
w4F	10	10	10	10	10	10	20	50	60	80

Datenerfassung und -interpretation

Am Seilzugergometer werden die Zeitverläufe von Kraft und Weg jedes Zuges getrennt für den linken und rechten Arm erfaßt. Daraus wird für jeden Zug ein Parametersatz berechnet. Dieser besteht aus der mittleren Kraft (F_{mit}), der Arbeit (W), der Zugdauer (dt) und dem Zugweg (ds). Aus diesen Parametern können weitere wie z.B. der Kraftimpuls ($F_{mit} \times dt$), die mittlere Geschwindigkeit (ds / dt) oder die mittlere Leistung (W / dt) berechnet werden. Im Datenblatt erscheinen jeweils die Mittelwerte für 10 Züge. Lediglich im Ausdauerstest über 4 Minuten wird über 20 Züge gemittelt. Vor den Daten des Kraftausdauerstests werden jeweils drei aufeinanderfolgende Kraft-Weg-Verläufe des linken und rechten Armes beim schwimmspezifischen Widerstand dargestellt. Diese Kraftverläufe sollten möglichst steil ansteigen und danach ein deutliches Kraftplateau ohne zwischenzeitliche Einsattelung ausgeprägen (Trapezform). Die erreichten Kräfte betragen bei den Männern etwa 250 bis 300 N und bei den Frauen 150 bis 200 N. Auf einem gesonderten Blatt werden zusätzlich die Kraft-Weg-Verläufe zu Beginn, in der Mitte und am Ende des Kraftausdauerstests dargestellt. Es sollte angestrebt werden, daß besonders in den Kraftanstiegen und in der Ausprägung des Plateaus keine Veränderungen im Testverlauf auftreten.

Für die Bewertung wird sowohl die verrichtete Arbeit als auch die dafür benötigte Zeit herangezogen. Die verrichtete Arbeit ist das Wegintegral der am Widerlager wirkenden Kraft. Die benötigte Zeit ist ein Ausdruck der mittleren Handgeschwindigkeit im aktiven Zugteil. Diese Handgeschwindigkeit wird mit abnehmendem Bewegungswiderstand größer. Verlängert sich im Kraftausdauerstest die Zugdauer, so weist das darauf hin, daß es dem Sportler nicht mehr gelingt, den aktiven Zugteil schnellkräftig auszuführen. Verringert sich dagegen der Parameter mittlere Kraft bei gleicher Zugdauer, so realisiert der Sportler geringere Kräfte im aktiven Zugteil.

Der Parameter Zugweg ist stark von der individuellen Armlage abhängig. Den vollständigen Zugweg nutzen die SportlerInnen normalerweise bei den höchsten Bewegungswiderständen. Die genutzten Zugwege sollten sich weder bei geringeren Bewegungswiderständen noch im Verlaufe des Kraftausdauerstests verringern. Wenn dies doch der Fall ist, so kann der nutzbare Arbeitsweg sowohl am Zuanfang als auch am Ende verkürzt worden sein. Dies ist durch Beobachtung des Sportlers während des Tests oder eine Videoaufzeichnung festzustellen. Die verrichtete Arbeit wird von dem Parameter Zugweg beeinflusst. Verringert sie sich, so verkürzt der Sportler entweder den Zugweg oder er realisiert geringere Kräfte bei gleichem Zugweg.

Für die Interpretation stehen also neben der Zugdauer und dem Zugweg selbst der wegabhängige Parameter Arbeit und der zeitabhängige Parameter mittlere Kraft zur Verfügung.

Die Reaktion auf Ermüdung im Kraftausdauerterst ist individuell unterschiedlich. Eine Regulation kann über die Verlängerung der Zugdauer bei konstanten Zugwegen, geringen Änderungen in der verrichteten Arbeit und einer deutlicheren Reduzierung der mittleren Kräfte oder durch zusätzliche Wegverkürzung und damit deutlicherem Abfall in den Arbeitswerten erfolgen. Eine ausschließliche Wegverkürzung ist theoretisch auch möglich, tritt in der Praxis aber isoliert kaum auf.

Wenn sich die Arbeitswerte verringern und sich die Zugdauer erhöht, läßt sich die Ermüdung sehr deutlich an der Reduzierung des Parameters mittlere Leistung erkennen, wobei die Anteile, die aus der Zugwegverkürzung und der Zugdauerverlängerung entstehen, nicht mehr voneinander zu trennen sind. Für die Intensitätsberechnung im Kraftausdauerterst wird diese mittlere Leistung zugrunde gelegt.

Testauthentizität

Referenzwerte für die Tests werden nach dem Trainingsjahr 1998/99 für die neuen Widerstandseinstellungen erarbeitet.

A. Test der grundlegenden Kraftvoraussetzungen der oberen Extremitäten

1. Testaufgabe

Ermittlung der grundlegenden Kraftvoraussetzungen der oberen Extremitäten bei einer zyklischen Armzugbewegung gegen verschieden hohe Widerstände (Kennlinie)

2. Testparameter

Aus den für jeden Arm gemessenen Verläufen der Kraft und der Geschwindigkeit werden die Parameter verrichtete Arbeit, mittlere Kraft, Auszugslänge und Zugdauer bestimmt. Für die Bewertung wird der Mittelwert der Züge 2 bis 4 herangezogen.

3. Testdurchführung

Nach einer Erwärmung, in der zum Abschluß 5 maximale Züge an der Biobank bei den Widerstandsstufen 0,3,5,7 und 9 durchgeführt werden, absolvieren die Sportler im Wechsel (2-3 Sportler) oder mit einer Pause von mindestens 1 Minute jeweils 5 maximale Züge bei 5 verschiedenen Widerständen. Die Widerstände betragen bei den Männern 100, 70, 50, 30 und 0 Prozent und bei den Frauen 80, 60, 40, 20 und 0 Prozent. Der Test beginnt mit dem höchsten Widerstand. Alle Sportler/-innen absolvieren diesen Test mit synchroner Armbewegung in Bauchlage („Schmetterling“). In Abhängigkeit vom Alter der Sportler, der Körpermasse und der Leistungszielstrecke sowie den Ergebnissen vorangegangener Tests kann auf die Ausführung der höchsten Widerstandsstufe verzichtet werden (Entscheidung des Testleiters).

4. Bedarf

4.1. Geräte-/Materialbedarf

- Wirbelstromgebremstes Seilzuggerät (Hersteller FES)
- Meßplatzrechner, Software

4.2. Zeitbedarf

Aufbau und Vorbereitung des Meßplatzes:	ca. 30 Minuten
Testdurchführung:	pro Sportler ca. 10 min.
Auswertung:	pro Sportler ca. 15 min.

4.3. personeller Bedarf

1 Leiter der Teststation: Datenerfassung, Sofortinformation und Auswertung

5. Testaussage

Es werden Aussagen zu grundlegenden Kraftvoraussetzungen der oberen Extremitäten getroffen. Im Zusammenhang mit dem Kraftausdauerstest werden Hinweise zur Akzentuierung des Krafttrainings gegeben. Auf bewegungstechnische Mängel in der Zugbewegung wird hingewiesen.

Im Zusammenhang mit den Ergebnissen des Strecksprungtests können bei Bedarf Empfehlungen über die Eignung für unterschiedliche Wettkampfstrecken gegeben werden.

B. Schnellkraftausdauerstest

1. Testaufgabe

Ermittlung der maximalen Energieabgabe in einem Schnellkraftausdauerstest einem semispezifischen Armzugtest mit sprinttypischer Dauer

2. Testparameter

Aus den für jeden Arm gemessenen Verläufen der Kraft und der Geschwindigkeit werden die Parameter verrichtete Arbeit, mittlere Kraft, Auszugslänge und Zugdauer bestimmt. Es erfolgt die Bestimmung des Maximalwertes aus der Serie und die Berechnung der Mittelwerte über die Züge 3 bis 9.

3. Testdurchführung

Die Sportler/-innen absolvieren 10 maximale Züge mit einer Bewegungsausführung und dem Widerstand wie im anschließenden Kraftausdauerstest.¹

4. Bedarf

4.1. Geräte-/Materialbedarf

- Wirbelstromgebremstes Seilzuggerät (Hersteller FES)
- Meßplatzrechner, Software

4.2. Zeitbedarf

Aufbau und Vorbereitung des Meßplatzes: ca. 30 Minuten
 Testdurchführung: pro Sportler ca. 5 min.
 Auswertung: pro Sportler ca. 10 min.

4.3. personeller Bedarf

1 Leiter der Teststation: Datenerfassung, Sofortinformation und Auswertung

5. Testaussage

Es wird die Relation des Maxwertes und Mittelwertes der Serie bewertet und der Zusammenhang zu den Testergebnissen am Power Rack (Sprintleistung gegen Widerstand im Wasser) hergestellt. Das Testergebnis dient als Bezugspunkt für die Bewertung des Kraftausdauerstestes. Auf bewegungstechnische Mängel wird hingewiesen.

¹ Es kann hiervon zu Testzwecken bis zum Ende des Olympiazklus' abweichend verfahren werden, indem nur fünf Wiederholungen ausgeführt werden.

C. Kraftausdauerstest

1. Testaufgabe

Ermittlung der Ermüdungsresistenz bei einem semispezifischen Armzugtest mit wettkampfspezifischer Dauer

2. Testparameter

Aus den für jeden Arm gemessenen Verläufen der Kraft und der Geschwindigkeit werden die Parameter verrichtete Arbeit, mittlere Kraft, Auszugslänge und Zugdauer bestimmt. Es erfolgt die Berechnung der Mittelwerte über jeweils 10 Züge (1,2 Minuten-Tests) oder 20 Züge (4 Minuten-Tests). Zusätzlich werden die Gesamtarbeit und die Gesamtzugzahl erfaßt.

3. Testdurchführung

Die Sportler/-innen absolvieren den Dauertest über 1, 2 bzw. 4 Minuten. Die Testdauer und die Zugart (möglich sind synchrone Armbewegung Bauchlage -"Schmetterling", alternierende Armbewegung Bauchlage -"Freistil-) werden vor Testbeginn durch den BT festgelegt. Ein Wechsel innerhalb des Olympiazzyklus sollte unbedingt vermieden werden. Die Bewegungswiderstände werden in Abhängigkeit von der Testdauer verändert. Sie unterscheiden sich nach Geschlecht (m/w), Dauer (1,2,4) und Zugart (S/F).

4. Bedarf

4.1. Geräte-/Materialbedarf

- Wirbelstromgebremstes Seilzuggerät (Hersteller FES)
- Meßplatzrechner, Software

4.2. Zeitbedarf

Aufbau und Vorbereitung des Meßplatzes:	ca. 30 Minuten
Testdurchführung:	pro Sportler ca. 10 min.
Auswertung:	pro Sportler ca. 20 min.

4.3. personeller Bedarf

1 Leiter der Teststation: Datenerfassung, Sofortinformation und Auswertung

5. Testaussage

Es werden Aussagen über Veränderungen der Testparameter im Verlaufe des Tests und über das Verhältnis der Parameter im Dauertest und im vorangegangenen SKA-Test getroffen. Wenn möglich wird der Vergleich der Testergebnisse der Dauertests mit typischen Rennverläufen des Sportlers durchgeführt.

