

SCHWIMM-WORKSHOP FÜR TRIATHLON

Spezielle Biomechanik, Bewegungs und Trainingslehre



Ausgabe 3/2008



Die Bundesanstalten für Leibeserziehung - Wien - Graz - Linz - Innsbruck



www.powerlife.at.tf

Franz Frühauf, Schwimmlehrer, Triathlonlerwart



endless-sports.com

Sport - Test Zentrum
Institut für Analytik, Leistungsoptimierung und Sporttechnik

— Deutsch 🇬🇧 English

1. BIOMECHANISCHE GRUNDLAGEN DES SCHWIMMENS

Schwimmen ist eine Kraftausdauer-Sportart die sich im gegenüber der Luft dichteren Medium Wasser abspielt.

Es geht dabei um die Fähigkeit, das Wasser als Antriebsmittel für die Vorwärtsbewegung zu nutzen (Fortbewegung im Wasser), bewegungshemmende Widerstandskräfte zu reduzieren (Gleiten im Wasser) und die Energiebereitstellung für die muskuläre Tätigkeit zu sichern (Atmung im Wasser).

SCHWIMMEN IST DAHER:



GLEITEN – ATMEN – FORTBEWEGEN
(schwimmerische Grundfähigkeiten)

Auf diese schwimmerischen Grundfähigkeiten ist besonders in der Phase des Techniklernens (bzw. der Anfängerschulung) einzugehen. Diese Fähigkeiten gelten als Basis für die Entwicklung der spezifischen Schwimmtechniken, sollten aber auch im Training der fortgeschrittenen Schwimmer nicht fehlen.

1.1 Besonderheiten des Medium Wasser

Beim Aufenthalt im Wasser (statisches Schweben im Wasser) wirken auf den Schwimmer/die Schwimmerin **zwei äußere Kräfte**:

1. Schwerkraft ($m \cdot g$), greift am KSP (Körperschwerpunkt) an und ist nach unten (zum Erdmittelpunkt) gerichtet.

2. Statischer Auftrieb, entspricht der Gewichtskraft des vom eingetauchten Körper verdrängten Wasservolumens, greift am VMP (Volumenmittelpunkt) an und ist nach oben (zur Wasseroberfläche hin) gerichtet.

SATZ DES ARCHIMEDES: Der Auftrieb ist gleich dem Gewicht der verdrängten Flüssigkeit, d.h. ein schwimmender Körper taucht so tief ein, bis das Gewicht der verdrängten Flüssigkeit gleich dem Körpergewicht ist.

Der Auftrieb (F_A) hängt ab vom

- spezifischen Gewicht der Flüssigkeit
- spezifischen Gewicht des eintauchenden Körpers
(Differenz beim Menschen zwischen eingeatmetem und ausgeatmetem Zustand;
spez. Gewicht = 0,97 - 0,99 eingeatmet 1,03 - 1,06 ausgeatmet) d.h.
eingeatmet schwebt der menschliche Körper im Wasser, da die Dichte geringer als 1 ist.

Die Angriffspunkte der Schwerkraft sowie des Auftriebs sind nicht identisch, und damit entsteht in Abhängigkeit vom Abstand der beiden Angriffspunkte ein Drehmoment. Diese Tatsache steht im Zusammenhang mit der unterschiedlichen Dichte von Oberkörper und Unterkörper (die Beine sind dichter als z.B. der Rumpf).

Dieses bewirkt, dass bei ruhiger Lage im Wasser meist die Beine nach unten sinken.

DREHMOMENT [Nm] = Produkt aus dem Kraftbetrag (F) und dem Hebelarm (Kraft x Hebelarm)

$$\text{Drehmoment} = (F_G + F_{\text{Auf}}) \times l/2$$

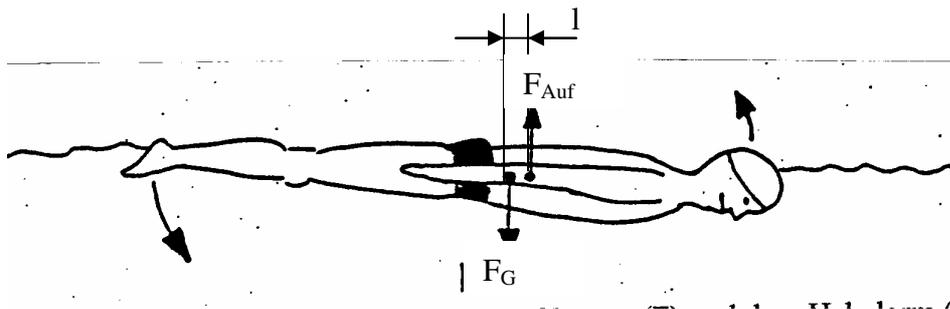


Abbildung: Richtung der Gewichts- und Auftriebskraft

Das Drehmoment wird bei Schwimgeschwindigkeiten von über 0,7m/sec. (KLAUCK 1977, ALLEY 1952, in REISCHLE 1988, S. 140) vom dynamischen Auftrieb ausgeglichen.

Hebt ein Schwimmer einen Körperteil aus dem Wasser, nimmt der statische Auftrieb ab (z.B. Arme bei der Rückholbewegung des Kraulschwimmens).

1.2. Bewegung im Wasser

Die Bewegung eines Körpers im Wasser wird im Wesentlichen beeinflusst durch bewegungshemmende Widerstände und dem dynamischen Auftrieb.

Der hydrodynamische Auftrieb (F_{dyn}) wirkt senkrecht zur Anströmrichtung (senkrecht zum Widerstand). Der hydrodynamische Auftrieb wird auch als Querkraft bezeichnet.

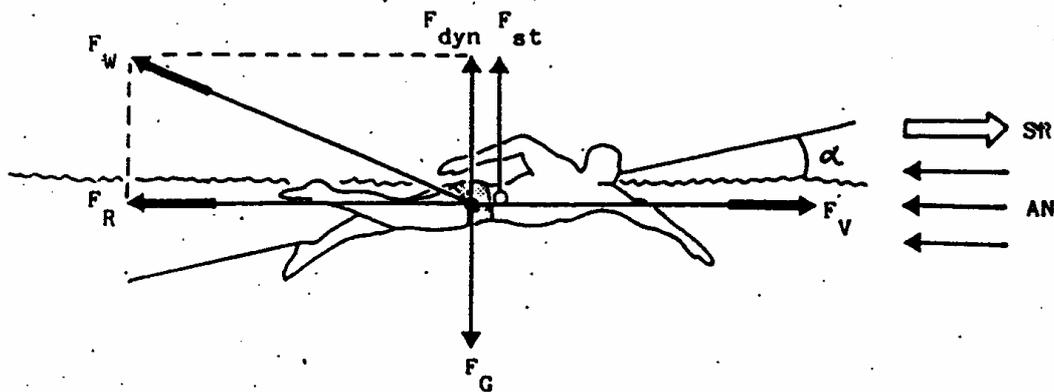


Abb. 26: Kräfte, die beim Schwimmen wirken.

Hier bedeuten:

SR = Schwimmrichtung

AN = Anströmung

F_R = Strömungswiderstand [N]

F_{dyn} = dynamischer Auftrieb [N]

F_W = resultierende Wasserkraft [N]

F_G = Gewichtskraft (Resultierende greift am Körperschwerpunkt an) [N]

F_{st} = statischer Auftrieb (Resultierende greift am Massenmittelpunkt der verdrängten Wassermasse an)

α = Anstellwinkel [°]

Abbildung: Kräfte, die beim Schwimmen wirken (aus REISCHLE, 1988)

1.2.1. Strömungswiderstand

Synonyme für den Begriff Strömungswiderstand: Gesamtwiderstand, Wasserwiderstand.

Der Strömungswiderstand wirkt immer entgegen der Schwimmrichtung und setzt sich aus den Teilkomponenten Form- oder Druck-, Reibungs- und Wellenwiderstand zusammen.

$$F_w = c_w \cdot A \cdot \rho \cdot v^2 / 2$$

ρDichte des Mediums

c_w ... Widerstandsbeiwert (Konstante)

Aangeströmte Fläche (= abhängig vom Anstellwinkel)

vGeschwindigkeit

Die Bremswirkung des Wassers ist um so stärker, je größer die relative Geschwindigkeit zwischen Körper und Wasser ausfällt. Der Widerstand hängt damit zusammen, wie viel Wassermassen vom Körper und wie viel Wassermassen im Nachlauf in Bewegungsrichtung des Körpers bewegt werden. Je weniger Spuren im Wasser hinterlassen werden, desto geringer ist der Gesamtwiderstand.

⇒ **Formwiderstand (abhängig von der Körperform)**

entspricht dem Wert c_w (Widerstandsbeiwert) und ist beim Schwimmer in völlig gestreckter Körperlage (Kopf zwischen den Armen) bestenfalls 0,5, bei Tropfenform 0,04 (Körperform mit dem geringsten Formwiderstand).

Den größten Formwiderstand erzeugt eine offene Halbkugel bei Bewegung

im Wasser.

Durch die Körperform werden Wasserpartikel gegen die Bewegungsrichtung des Körpers (also auch gegen die Schwimmrichtung) bewegt. Dieses Verdrängen der Wasserpartikel wirkt auf den Körper bremsend. Dabei ist das Verhältnis zwischen Stirnfläche und Körperlänge entscheidend für den entstehenden Widerstand.

⇒ **Reibungswiderstand**

Der Reibungswiderstand entsteht zwischen der Kontaktfläche Wasser und Haut bzw. Schwimmkleidung

er ist abhängig:

- von der Oberfläche des Schwimmers
- von der Schwimmgeschwindigkeit
- von der Rauigkeit der Oberfläche (Schwimmtrikot - fast skin bzw. power skin und Rasur), US Studie - Zuglänge ohne Rasur (2,07 m), mit Rasur (2,31 m)

⇒ **Wirbel- und Wellenwiderstand**

Schwimmen an der Wasserlinie (Wasseroberfläche) verursacht einen sog. Wellenwiderstand. Dabei muss der Schwimmer Energie für die Erzeugung der Wellen einsetzen. Der Schwimmer erzeugt bei der Bewegung durch das Wasser eine Bug- und eine Heckwelle, die in Zusammenhang mit der Schwimmtechnik und der Körperlänge stehen. Je stabiler die erzeugte Welle, desto geringer ist der Widerstand. Die Wellen sind Wassermassen die der Schwimmer in Schwimmrichtung mitbewegt (erkennbar beim Anschlag am Beckenrand durch die starke nachlaufende Welle, die sich am Beckenrand bricht).

Beim Gleiten in größerer Wassertiefe erreichen Körper höhere Geschwindigkeiten als an der Wasseroberfläche (ideale Tauchtiefe von ca. 0,8 – 0,9 m) was in den erlaubten Gleitphase der Schwimmer genutzt wird.

Schwimmer können die erzeugte Welle (den Sog) eines Schwimmers nützen, indem Sie im Strömungsschatten hinter dem Schwimmer oder leicht versetzt neben dem Schwimmer her schwimmen und damit ähnlich agieren wie im Windschatten beim Radfahren. Die Schwimmer bewegen Wasserteilchen in Schwimmrichtung mit, diese Strömung kann genutzt werden.

Übungsbeispiel: im flachen Wasser kann ein ruhender Schwimmer in Hockstellung von einem Aquajogger aufgrund des Sogs der Nachlaufströmung mitgezogen werden. (siehe Beilage: Lerne von den Wettkampfschwimmern der Natur: Wellen bedeuten Energieverschwendung, aus: www.svl.ch)

Die Umströmungsbedingungen bei den verschiedenen Schwimmmarten sind nie konstant. Die Masse und das Verhalten der mitgeschleppten Wassermassen ist dabei zu berücksichtigen.

Hauptkriterien für die Größe des Widerstands für Schwimmer sind also:

- das Profil des Schwimmers (Körperform)
- die Größe (Körperlänge) des Schwimmers
- der Anstellwinkel des Körpers im Wasser (horizontale Komponente - Seitwärtsbewegung / vertikale Komponente - Auf- und Abbewegung)
- die Bewegungsgeschwindigkeit

Der Strömungswiderstand verändert sich bei folgendem Körperverhalten (ONOPRIENKO 1979, aus SCHRAMM 1987, S. 60):

- Anheben des Kopfes:	leicht	+ 5 - 8 %
	stark	+ etwa 25 %
- nicht gestreckte Füße		+ 6 - 13 %
- Anstellwinkel des Körpers von 18°		+ etwa 50 %
- Anziehen der Oberschenkel von 100°:		
	mit geöffneten Knien	+ etwa 88 %
	mit geschlossenen Knien	+ etwa 106 %

Daher gilt es für den Schwimmer in bestimmten Situationen eine möglichst optimale (widerstandsarme) Gleitlage einzunehmen:

- nach dem Abstoß von der Beckenwand
- nach dem Eintauchen ins Wasser
- während den Schwimmbewegungen

Die Wasserlage soll im Schwimmen daher entweder möglichst flach oder wellenförmig sein:

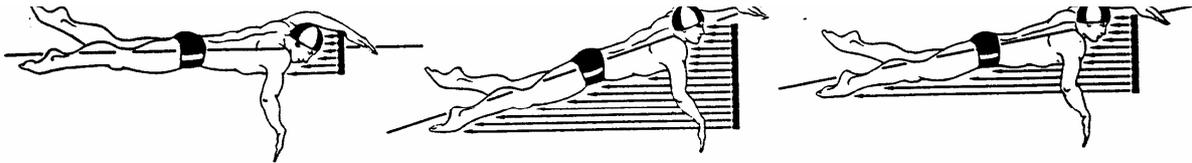
Nach QUECK/SCHMIDT (1971) weist ein stromlinienförmiger Körper, der von einer gewellten Strömung abwechselnd von vorn-oben und vorn-unten angeströmt wird, einen kleineren Widerstandsbeiwert als bei einer geraden Anströmung auf. Von der Relativbewegung ausgehend, bedeutet diese Tatsache, dass auch ein sich schlängelnd bewegender Körper der gewellten Strömung (Wellströmung) unterliegt, der er zusätzlich Vortrieb entnimmt (Knoller-Betz-Effekt). (SCHRAMM 1987, S. 60). Die schnellste Fortbewegungsart im Wasser ist die Delphinbeinbewegung unter Wasser (vgl. Rückenraul - Startphase).

Technische Konsequenzen zur Reduzierung bewegungshemmender Widerstände:

- Der Frontalwiderstand kann durch technische Verbesserungen stark verringert werden. Die Stirnfläche in Schwimmrichtung sollte möglichst klein gehalten werden (z. B. beim Abstoß, beim Gleiten nach Start und Wende) – **optimale Gleitposition** „Torpedo“, „Hecht“, „Pfeil“ – Hände übereinandergelegt, Körperstreckung.
- Die **Amplitude der Beinbewegung** sollte nicht zu groß sein (Kraulbeinbewegung, Rückenraulbeinbewegung), die Beine sollten sich im Strömungsschatten des Schwimmers bewegen.
- Die **Wasserlage** sollte sich während der Schwimmbewegung nicht zu stark verändern. Große laterale (seitliche) Bewegungen der Arme während der Rückholphase der Arme im Kraulschwimmen ergeben größere Widerstände. Durch weit ausholende Bewegungen der Arme kommt es nach dem 3. Newton'schen Gesetz zu Gegenbewegungen des Unterkörpers.

3. Newton'sche Gesetz: Actio = Reactio - die Kräfte, die zwei Körper aufeinander ausüben, sind gleich, aber entgegengesetzt gerichtet.

Praktische Beispiele: Vergleich großer – geringer Frontalwiderstand



1.2.2. Antriebskonzepte im Schwimmen:

Antriebskonzept I = WIDERSTANDSPRINZIP

Raddampfer oder Ruderblatt-Theorie – Widerstand als Antriebsmöglichkeit

Antriebswirksamer Stütz durch Anströmung einer senkrecht angestellten Fläche z.B. Hand, Fuß, d.h. **Strömungswiderstand bewirkt Antrieb** (vgl. Frontalwiderstand).

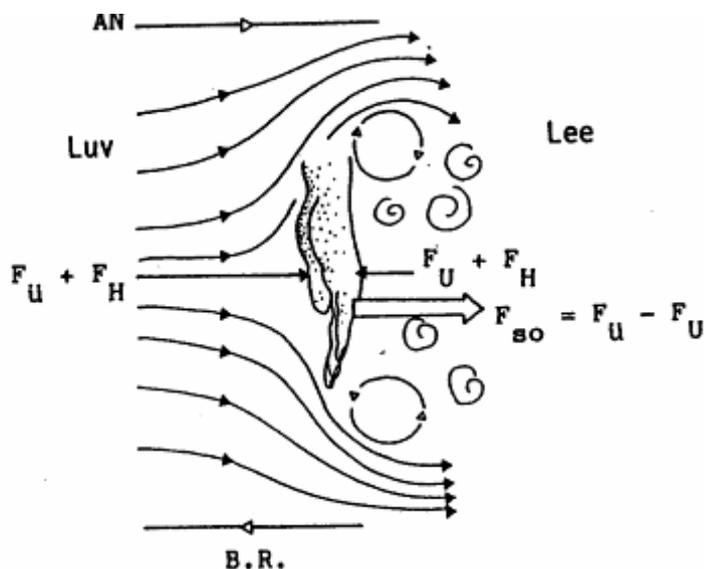


Abb. 30: Die Druckverhältnisse bei der An- und Umströmung eines Handmodells (Segelsprache, Anstellwinkel: $= 90^\circ$) (aus: REISCHLE 1988, S 103)

Das im Wasser bewegte Handmodell wird angeströmt und umströmt – Anstellwinkel $\alpha = 90^\circ$. Der Druckwiderstand F_{SO} ist dabei der Druckdifferenz proportional (Druck an der Handfläche minus Druck am Handrücken).

Hier bedeuten:

AN = Anströmungsrichtung

B.R. = Bewegungsrichtung

$F_{\ddot{u}}$ = resultierende Staukraft (Luvseite) = Staudruck x wirksame Fläche (N)
(\ddot{u} steht für Überdruck)

F_u = resultierende Restkraft (Leeseite) = Restdruck x wirksame Fläche (N)
(u steht für Unterdruck)

F_H = hydrostatische Kraft (N)

F_{SO} = Druckwiderstand [N] = $(F_{\ddot{u}} - F_H) - (F_u - F_H) = F_{\ddot{u}} - F_u$

3. Newton'sches Axiom: Actio = Reactio

Wenn der Schwimmer Wasser nach rückwärts drückt, wird der Körper nach vorne beschleunigt.

Der Druckwiderstand ist bei einem Anstellwinkel von 90° am größten. Diese Form des Antriebs ist daher immer dann wirksam, wenn gerade entgegen die Schwimmrichtung Druck erzeugt wird.

Beispiele von Strukturelementen, in denen der Widerstand die Hauptrolle für den Antrieb des Schwimmers spielt:

- In der zweiten Hälfte der Zugphase und der Druckphase der Kraularmbewegung.
- Durch die hohe Ellbogenhaltung bereits im vorderen Teil der Zugphase der Kraularmbewegung.
- Druck der Arme und Hände mit hoher Ellbogenhaltung beim Brustschwimmen.
- Druckphase der Armbewegung beim Delphinschwimmen (Abdruck Hand + Unterarm).
- Abdruck der Hände unter dem Körper beim Unterwasser-Tauchzug der Brustschwimmer.
- Druck der Arme und Hände auf Höhe der Schultern beim Rückenkraulschwimmen.

Antriebskonzept II „FLUGDRACHENPRINZIP“ – antriebswirksamer Stütz durch luvseitige Ablenkung der angeströmten Flüssigkeit (z.B. an der Hand- und Fußfläche)

Mit Hilfe des „Impulserhaltungssatzes“ kann man sich den dynamischen Auftrieb als Reaktionskraft einer vom Tragflügel erfassten und entgegen der Auftriebsrichtung abgelenkten Strömungsmasse erklären. Der Kraftimpuls wirkt daher in einem bestimmten Winkel zur Anströmungsrichtung (in Abhängigkeit von der Stärke der Ablenkung, d.h. Anstellwinkel der Hand).

Impulserhaltungssatz:

Die Summe aller Einzelimpulse ist konstant, wenn nur innere Kräfte wirken.

Bei diesem Antriebskonzept ist der ANSTELLWINKEL der HANDFLÄCHEN die wesentliche Größe.

Wie beim Konzept I gilt folgender Grundsatz:

Schwimmer müssen Wasser nach rückwärts drücken, um vorwärts zu kommen.

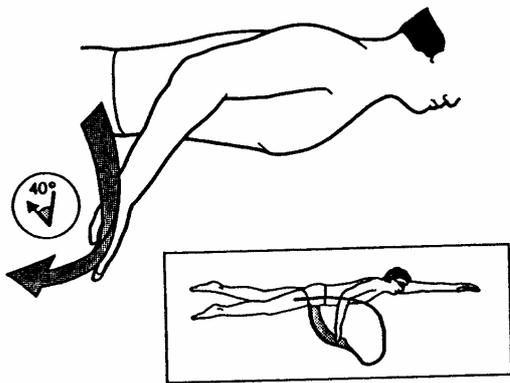


Fig. 6.12 Side view of a freestyle swimmer showing how the angle of attack of the hand is measured during the final sweep of the hand up to the surface.

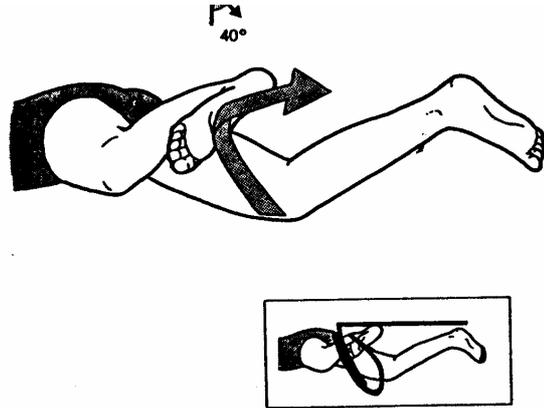
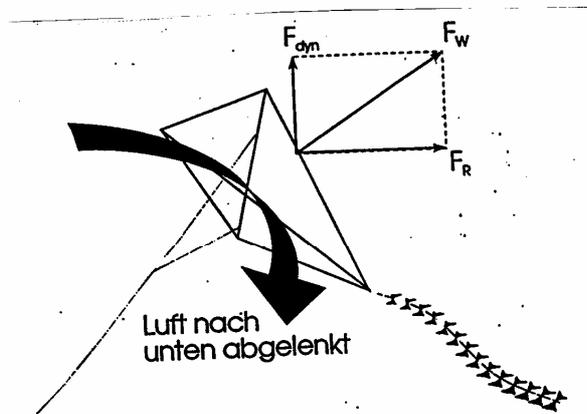
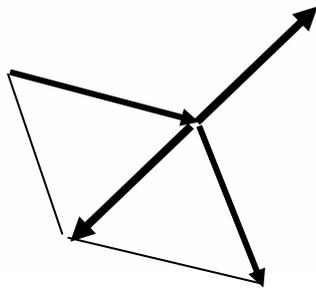


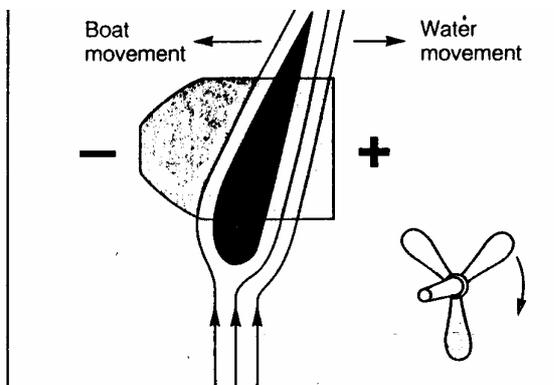
Fig. 10.3 Propulsion is produced during the downward portion of the insweep of the breaststroke kick. The illustration shows how water can be displaced backward by the combination of direction and angle of attack during the first downward portion.

(COSTILL/MAGLISCHO/RICHARDSON 1992, S. 53 und 102)



(REISCHLE 1995, ohne Seitenangabe)

Die Schwimmer können auch mit diagonalen Zugbewegungen Wasser nach rückwärts bewegen, und zwar indem sie die Hand- und Armstellung so orientieren, dass sie die relative Strömung des Wassers nach rückwärts ablenken: Beispiel - rotierender Propeller

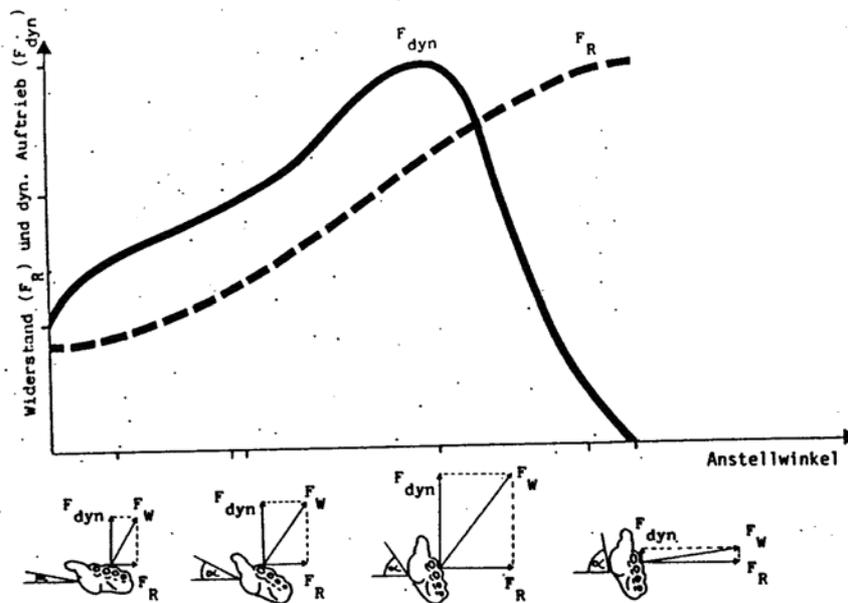


(E. MAGLISCHO, Swimming even faster, 1993, S 324)

Dabei ist die Effektivität des Antriebs abhängig von:

- Richtung der Hand- und Armbewegung (Zugmuster)
- Anstellwinkel der Hand in Bezug zur Zugrichtung
- Geschwindigkeit

Entscheidend ist vor allem der Anstellwinkel der Hand. 90° Anstellwinkel findet man nur bei Bewegungen der Hand entgegen der Schwimmrichtung (geradlinig nach rückwärts gerichtet). Ansonsten sind die Anstellwinkel kleiner als 90°.



α = Anstellwinkel
 F_W = Wasserkraft [N]
 F_R = Widerstand [N]
 F_{dyn} = dynamischer Auftrieb [N]

Abb.: Die Betragsänderung der Strömungskraftkomponenten bei verschiedenen Anstellwinkeln, die Anströmungsgeschwindigkeit ist dabei gegeben (geändert nach REMMONDS / BARTLETT, 1981).

An dieser Abbildung ist die strichlierte Linie interessant, da diese Linie die Zunahme des Druckwiderstandes mit Zunahme des Anstellwinkels verdeutlicht.

Antriebskonzept III – „TRAGFLÜGELPRINZIP“

Prinzip nach BERNOULLI:

Bei Anströmung eines Tragflügelprofils (Handprofils) wird der Strömungsquerschnitt durch Oberkante und Außenströmung eingeeengt. Die Strömungsgeschwindigkeit nimmt an der Oberseite zu und der Wanddruck nimmt nach BERNOULLI ab d.h. es entsteht eine Druckdifferenz zwischen Handober- und Handunterseite und damit Bewegung.

Der hydrodynamische Auftrieb (LIFT oder QUERKRAFT lt. SCHRAMM 1987, S. 71) wird grundsätzlich senkrecht zur Anströmungsrichtung, d.h. senkrecht (im rechten Winkel) zum Wasserwiderstand.

VORTEXTHEORIEN IV:

Neuere Überlegungen bezüglich Antrieb berücksichtigen Prinzipien der Aerodynamik. Dabei werden vor allem An- und Umströmung verschiedener Körperteile berücksichtigt.

Vortex, „Strudel“ bezeichnet Wasser, das um eine Achse rotiert (geordnete Rotationen). Gemessen an der zu ihrer Entstehung aufgewendeten Energie tragen sie einen hohen Impuls, der Körper in Bewegung setzen kann.

Allgemein kann aber gesagt werden, dass diese Antriebsmöglichkeiten nur einen geringen Beitrag zum Gesamtantrieb leisten können, da die Geschwindigkeiten der Körper- und Teilkörperbewegungen im Wasser wesentlich geringer als in der Luft sind.

Bedeutung der Beinbewegung für den Antrieb:

Entscheidend für den Antrieb durch die Beinbewegung ist die Bewegungsamplitude in Abhängigkeit von der Hebellänge (Beinlänge).

Je tiefer die Beinbewegung (gestreckte Knie) umso größer wird der Anteil des *Hubs* - Hüfte wird nach oben gedrückt. Bei sehr tiefer Beinbewegung wird Wasser nach vorne gedrückt, wodurch sich der Widerstand erhöht.

Auch durch wellenförmige Bewegungen des Rumpfes (Delphin und Brust) ist es möglich, Wassermassen nach rückwärts zu verdrängen und dadurch Antrieb zu erzeugen.

Zusammenfassung der Antriebsgrundsätze (nach Maglischo) bezogen auf die Armbewegungen der Schwimmer:

- Warte immer bis die Ellbogen über den Händen sind, bevor du Kraft für den Antrieb aufwendest. 1/3 der Armbewegung sollte immer eine sanfte Suche nach dem Wasserfassen sein. (Prävention - Schwimmerschulter)
- Stelle die Handflächen immer etwas in Zugrichtung an!
- Die Handgeschwindigkeit soll vom Wasserfassen bis zum Ende des Zuges gleichmäßig erhöht werden.
- Hand und Unterarm sollen während der Antriebsphasen geradlinig gehalten werden (eine Überstreckung oder eine zu starke Beugung im Handgelenk sollte vermieden werden) Ausnahme: Endphase der Kraul-, Delphin- und Rückenarmbewegung – leichte Überstreckung des Handgelenkes.
- e) Durch die Rollbewegung kommt es zu einer Verlängerung des Zyklusweges, daher ist auf eine optimale Koordination von Rollbewegung/Armbewegung und Beinbewegung von besonderer Bedeutung.

Lerne von den Wettkampfschwimmern der Natur: Wellen bedeuten Energieverschwendung.

Von / By Dr. M. Edwin DeMont, [Comparative Biomechanics Laboratory](#), Biology Department, St. Francis Xavier University, Antigonish, Nova Scotia, Canada

Mit Ergänzungen in Bild und Text von Felix Gmünder (©) / with additional ideas and material by Felix Gmünder (©)



Mutters Wirbelzone hilft jungen Delfinen der Herde zu folgen. Junge Delfine folgen ihren Müttern im offenen Meer an der Seite bis ins Alter von 3 Jahren. Die Kälber halten dabei eine Distanz von 10 bis 30 cm vom Körper ihrer Mütter und werden dabei "mitgesaugt". Wenn grössere Delfine durchs Wasser schwimmen, verdrängen sie das Wasser vor ihrem Körper und erzeugen auf diese Weise eine Wirbelströmung, die auch das Kalb umfasst. Der Wasserwiderstand sinkt für den kleinen Delfin auf diese Weise um 65%. Diese Wirbelströmung kann man übrigens auch als Schwimmer spüren, wenn man nahe genug bei einem anderen schwimmt.

Das folgende Beispiel zeigt, wie Schwimmer von der Forschung an Wassertieren profitieren können.

Lytle (1998) stellte die Frage, ob die Tiefe von gleitenden Schwimmern einen Einfluss auf die Gleitgeschwindigkeit habe. 1983 nahm ich an einem Projekt teil, das diese Frage beantwortet. Wir untersuchten den Energieaufwand von springenden Wassertieren (Blake, 1983).

Der Energieaufwand fürs Schwimmen ist für Wassertiere ein wesentlicher Teil des Energiebudgets. Es wurde sehr viel Aufwand getrieben, um alle Aspekte dieses Energieaufwandes zu verstehen. Die Gründe für diese Forschung waren bessere Daten für die Fischerei und eine nachhaltige Fischindustrie.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich bestimmte, den Energieaufwand erniedrigende Körperformen und/oder Verhaltensweisen entwickelten. Beispielsweise entwickelten Cetaceen (z.B. Delfine), die zum Atmen auftauchen müssen, Verhaltensweisen, die den Energieaufwand während langer Wanderungen verkleinern können.

Diese Tiere müssen mit dem erhöhten Widerstand nahe der Wasseroberfläche im Vergleich zum Tauchen fertig werden. Typischerweise springen diese Tiere während ihrer Wanderschaft aus dem Wasser (Abbildung 1). Dieses Verhalten verkleinert die Aufenthaltszeit in der Luft-Wasser-Grenzschicht, und das kann unter bestimmten Bedingungen den Gesamtenergieaufwand des Wanderns verringern (Au & Weihs, 1980; Blake, 1983).



Abbildung 1: Delfine springen während langer Wanderungen aus dem Wasser, um den durch den Wellenwiderstand verursachten Energieaufwand zu reduzieren.

Die Luft-Wasser-Grenzschicht erzeugt so grosse Probleme für atmende Wassertiere, dass sie sich meistens

nicht in dieser Grenzschicht aufhalten. (Vogel, 1994).

Das Schwimmen an der Luft-Wasser-Grenzschicht erzeugt Oberflächenwellen, normalerweise eine vor und eine hinter dem Tier.

Die Erzeugung der Welle kostet Energie, weil das Wasser in der Welle über die durchschnittliche Wasseroberfläche gehoben werden muss (Vogel, 1994). Die Wellen bedeuten eine Energieverschwendung. Die verschwendete Energie bedeutet einen zusätzlichen Widerstand, der Wellenwiderstand genannt wird (Abbildung 2).

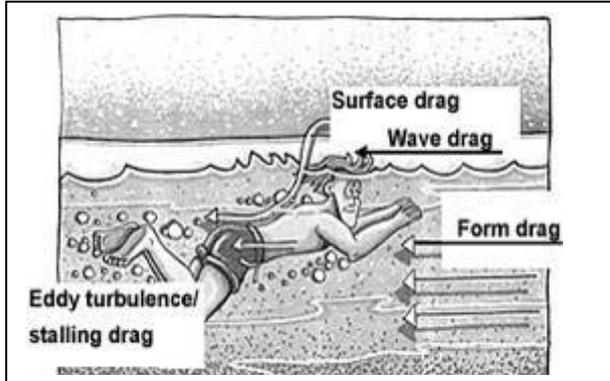


Abbildung 2: Arten des Wasserwiderstands

Der Anteil des Wellenwiderstandes am Gesamtwiderstand von sich durchs Wasser bewegenden Körpern hängt von verschiedenen Faktoren ab, beispielsweise von der Schwimm- und der Wellengeschwindigkeit (für Erklärungen und Einzelheiten s. Denny, 1993).

Das von Blake (1983) entwickelte Modell zur Analyse des widerstandsreduzierenden Potenzials von n Wassertieren verwendete einen so genannten widerstandserhöhenden Faktor. Dieser Faktor wurde aus Studien abgeleitet, in denen der Widerstand von auf verschiedener Tiefe durchs Wasser gezogenen Körpern gemessen wurde. Die Grösse des widerstandserhöhenden Faktors hängt von der relativen Tauchtiefe (h/d) ab. h/d ist das Verhältnis der Tauchtiefe h (gemessen von der Wasseroberfläche bis zur Körpermitte) zum maximalen Körperdurchmesser.

auch von der Körpergrösse ab. Er hat einen maximalen Wert von 5 für ein h/d -Verhältnis von 0,5 (an der Oberfläche). Das bedeutet, dass ein Körper, der sich anstatt in der Tiefe nahe an der Wasseroberfläche vorwärts bewegt, einen 5-mal grösseren Widerstand hat. Wenn h/d 3,0 oder grösser wird (d.h. in vollständig untergetauchtem Zustand), beträgt der Faktor 1, also gleich viel, wie in grosser Tauchtiefe. In diesem Fall werden an der Oberfläche keine Wellen mehr sichtbar, die einen Wellenwiderstand erzeugen könnten.

Fazit: Bei Wettkampfschwimmern wird die Gleitgeschwindigkeit beeinträchtigt, sobald Wellen erzeugt werden. Nach dem Abstossen müssen die Schwimmer deshalb so tief bleiben, dass keine Wellen sichtbar werden. Die geeignete Tauchtiefe hängt vom "Durchmesser" eines Schwimmers ab. Darüber hinaus kostet es den Schwimmermehr Energie, wenn er mit seiner Schwimmtechnik oder seinem -stil Wellen verursacht. Je weniger Wellen ein Schwimmer erzeugt, desto weniger Energie verschwendet er.

In Figur 3 wird als Beispiel ein Schwimmer beim Abstossen nach der Wende betrachtet. Sein Körpermittelpunkt befindet sich etwa 50 cm unter der Oberfläche. Bei einem Maximalen Körperdurchmesser von 40 cm beträgt $h/d = 1.25$. Die optimale Tiefe für minimalen Wellenwiderstand beträgt > 120 cm. Das heisst nicht, dass man nach dem Abstossen so tief abtauchen muss. Für die schnellste Schwimmzeit zum anderen Beckenende sind auch die "Weglänge" und der "Preis" für das Abtauchen zu berücksichtigen.

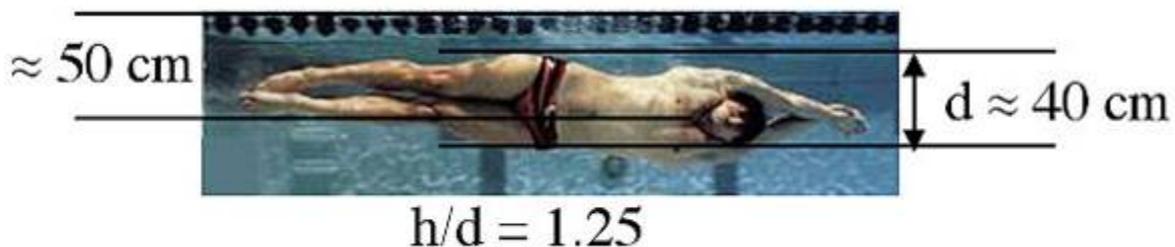


Abbildung 3: Wellenwiderstand h/d nach dem Abstossen

2. GRUNDLAGEN DER SCHWIMMTECHNIKEN

Aus den biomechanischen Grundlagen ergeben sich für die Erstellung eines TECHNIKLEITBILDES folgende Konsequenzen:

Schwimmlage (Wasserlage, Körperposition)

- möglichst geringer Wasserwiderstand bzw. Formwiderstand (gestreckte oder wellenförmige Lage;
- keine Seitwärtsbewegungen des Körpers, keine zu tiefe Wasserlage
- günstige Lage für die Antriebsbewegungen (Arme und Beine)
- während der Einatmung möglichst geringe Widerstandserhöhung
- Gleitstrecken unter Wasser optimal ausnützen

Armbewegung – Eintauchphase

- Hand möglichst weit nach vorne bringen
- geringer Widerstand beim Eintauchen
- keine Luft unter der Hand
- rascher Druckaufbau

Armbewegung – Zugphase

- Vorspannung der Antriebsmuskulatur (hoher Ellbogen)
- möglichst großer Antrieb in Schwimmrichtung
- günstige Hebelverhältnisse für die Antriebsmuskulatur

Armbewegung – Druckphase

- kein Druckabfall zwischen Zug- und Druckphase
- möglichst großer Antrieb in Schwimmrichtung
- günstige Hebelverhältnisse für die Antriebsmuskulatur

Armbewegung - Rückholphase

- möglichst widerstandsarme Rückholphase
- Entspannung der Antriebsmuskulatur
- möglichst rasches Rückführen der Arme in die Ausgangsposition

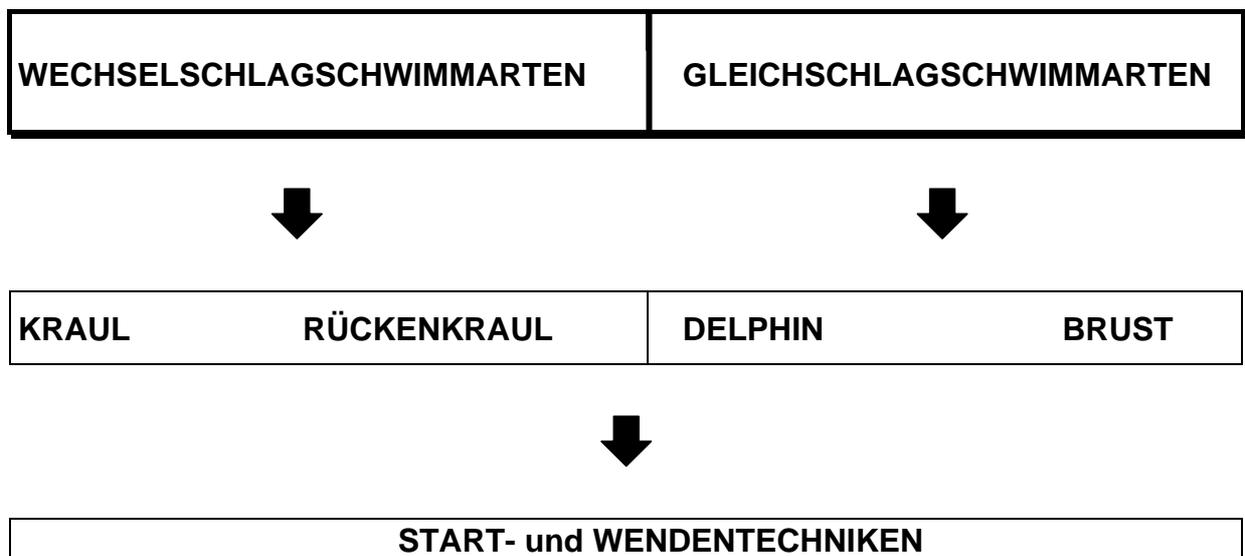
Beinbewegung

- optimaler Abdruck durch Füße und Unterschenkel (Beweglichkeit)
- geringer Widerstand in der Rückholphase (Brust)
- Beschleunigung der Beinbewegung zum Ende der Streckung hin
- Beinschlagrhythmus an die Armbewegung anpassen; Rhythmus beibehalten
- Beinschlagamplitude optimal (nicht zu groß; „tief“)

Kopplung der Arm- und Beinbewegung

- Optimale Koordination der Teilimpulse Arme und Beine (Aufrechterhaltung der Geschwindigkeit)
- Stabilisation des Rumpfes zur optimalen Kraftübertragung von den Armen auf die Beine und umgekehrt

2.1. Systematisierung der Schwimmtechniken nach dominanten Technikelementen



2.2. PHASENSTRUKTUR DER SCHWIMMBEWEGUNGEN

Armbewegung

Grobgliederung in Zug-/Druck- und Rückholphase

- Zugphase - Beginn der Armbewegung bis auf Schulterhöhe (am Beginn der Zugphase kann man noch eine sog. Eintauchphase definieren – Eintauchen der Hand ins Wasser, verbunden mit Armstreckung und Rotation) der Beginn der antriebswirksamen Armbewegung wird oft auch als sog. „*Wasserrassen – Catch*“ bezeichnet und fällt mit dem Beginn des Antriebs (nach ca. 1/3 der Armbewegung) - hoher Ellbogen - zusammen
- Druckphase – Handbewegung ab Schulterhöhe bis zum Ausheben des Armes
- Rückholphase - Beendigung der antriebswirksamen Phase bis zum Beginn der neuen Armbewegung

Beinbewegung

Kraul; Rückenkrault und Delphin: Aufwärtsbewegung
Abwärtsbewegung

KOPPELUNG DER ARM- UND BEINBEWEGUNGEN

KOPPELUNG DER ARMBEWEGUNG UND DER ATMUNG

2.3. Beschreibung der Schwimmtechniken

Kraultechnik

Wasserlage:

- *Leichte „Schalen- oder Wannenlage“ mit geringem Anstellwinkel des Körpers zur Wasserlinie, (Hüfte liegt tiefer als die Schulter) die Wasserlinie trifft die Stirn (den Haaransatz).*

Ermöglicht den Beinen einen optimalen Krafteinsatz. Der Schwimmer gleitet auf der Bugwelle auf und die Beinbewegung wird in der Heckwelle durchgeführt.

Die Wasserlage der Langstreckenschwimmer ist etwas horizontaler als jene der Sprinter (d.h. Position des Kopfes und der Schulter etwas tiefer).

Armbewegung:

Eintauch- und Streckphase:

- *Die Hand gleitet in Verlängerung der Schultern (zwischen Kopf und Schulter) mit den Fingerspitzen bzw. mit der Daumenkante (Handfläche leicht nach außen gedreht - ins Wasser (hohe Ellbogenposition). Vom Eintauchpunkt aus wird die Hand weiter nach vorne gestreckt.*

Das Eintauchen soll möglichst widerstandsarm erfolgen und optimale Bedingungen für die antriebswirksame Phase der Armbewegung schaffen. Die Streckung muss mit der Rollbewegung koordiniert werden, damit die Zuglänge vergrößert werden kann.

Zugphase:

- *die Hand wird während dem ersten Drittel normal zur Zugrichtung angestellt; die Hand bewegt sich nach unten (dabei auf Ellbogen-vorne-Haltung achten) auf Schulterhöhe sollte der Ellbogenwinkel ca. 90 bis 110° betragen, nur geringe Seitbewegung der Hand (die Hand orientiert sich am Übergang von der Zug- zur Druckphase an der Körpermittelachse)*

optimale Wirksamkeit der Kraftresultierenden gegen die Schwimmrichtung (Antriebswirkung in Schwimmrichtung), Vergrößerung der antriebswirksamen Fläche durch die hohe Ellbogenposition, Erhöhung des Kraftimpulses durch Beugung im Ellbogengelenk.

Druckphase:

- *nahe der Körpermittelachse werden die Hände fast geradlinig nach hinten geführt, die Hände sind weiterhin normal zur Antriebsrichtung. Die Handgeschwindigkeit sollte zum Schluss der Druckphase am höchsten sein. Der Ellbogen verlässt als erstes das Wasser und die Hand folgt nach (Handflächen nach innen gedreht).*

Erhöhung des Wasserwiderstands durch Erhöhung der Bewegungsgeschwindigkeit und Vergrößerung der antriebswirksamen Fläche (Hand/Unterarm), ausheben der Hand aus dem Wasser möglichst widerstandsarm

Rückholphase:

- *Der Arm wird mit hoher Ellbogenhaltung entspannt wieder in die Ausgangsposition zurück geschwungen. Die Rückholphase wird durch eine Drehung um die Längsachse – „Rollbewegung“ - unterstützt. Die Arme werden rasch über Wasser in die Ausgangsposition gebracht.*

Rasches Rückschwingen des Arme möglichst nahe der Körpermittelachse um Ausgleichsbewegungen der Hüfte und der Beine zu verhindern. Impulsübertragung von den Armen auf den restlichen Körper (Schwungübertragung).

Beinbewegung:

- *Der Bewegungsimpuls für die Beinbewegung erfolgt aus der Hüfte (Hüftbeugung).*

Dabei erfolgt eine Bewegungsübertragung (Impulsübertragung) über Oberschenkel, Unterschenkel auf den Fuß. Entscheidend für den Antrieb und Auftrieb ist eine große Beweglichkeit im oberen Sprunggelenk.

- *Die Beine schlagen alternierend nach unten (aktiv) und werden wieder zurück in die Ausgangsposition geschwungen. Der Beinschlagrhythmus sollte möglichst gleichmäßig sein. Die Beine bewegen sich dabei im Strömungsschatten des Schwimmers.*

Gleichmäßige Wirkung der Beinbewegung (Hub und Schub), bei möglichst geringer Erzeugung von Wasserwiderstand während der Auf- und Abbewegung.

Koordination von Arm- und Beinbewegung:

- *Auf jeden Armzyklus werden 6 Beinschläge ausgeführt
Variante bei Langstreckenschwimmern: 2er Beinschlag, 2 Beinschläge pro Armzyklus. Wenn die linke Hand eintaucht, schlägt das rechte Bein nach unten und umgekehrt.*

Schwimmgeschwindigkeit möglichst konstant halten (intrazyklische Geschwindigkeitsschwankungen möglichst gering). Ausgleich von Drehmomenten durch die einseitige Arm- und Beinbewegung durch die diagonale Arm-Bein-Koordination (spiralige Bewegungsausführung).

Koordination von Armbewegung und Atmung:

- *Die Einatmung erfolgt am Ende der Druckphase bzw. beim Übergang zur Schwungphase, wenn die Hand am Oberschenkel das Wasser verlässt.*

Die Änderung der Körperposition darf die Antriebsbewegung der Arme nicht beeinträchtigen. Die Einatmung wird durch die Rollbewegung um die Längsachse unterstützt. Die Einatmung erfolgt ausschließlich durch den Mund.

- *Die Ausatmung erfolgt während der Zug- und Druckphase ins Wasser. Ausgeatmet wird durch Mund und Nase.*
- *Die Atemrhythmen der Schwimmer sind unterschiedlich. Beim 2er-Rhythmus wird auf jeden Zyklus einmal eingeatmet. Beim 3er-Rhythmus variiert die Atemseite. Es werden auch noch 4er- und 5er-Rhythmen angewandt.*

Durch die Atmung soll die konstante Wasserlage möglichst nicht verändert und damit der Wasserwiderstand nicht erhöht werden. Der Atemrhythmus hängt von der Schwimmdistanz und den energetischen Anforderungen an den Schwimmer ab.

Koordination der beiden Armbewegungen:

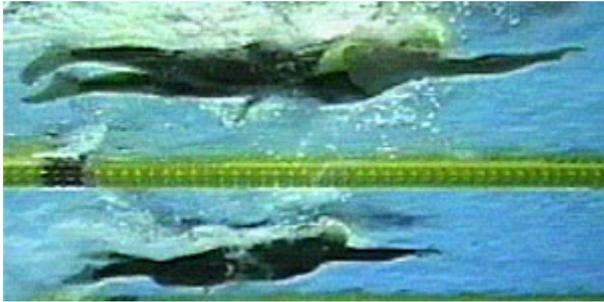
- *Beim Eintauchen der linken Hand befindet sich die rechte Hand noch in der Zugphase. Die Streckung der linken Hand unter Wasser ist mit der Druckphase des rechten Armes gekoppelt. Der Abstand der Arme zueinander ist nicht wie beim Rückenkraultschwimmen 180°, sondern variiert, je nachdem in welcher Phase sich der Arm befindet.*

KNOTENPUNKTE DER KRAULTECHNIK

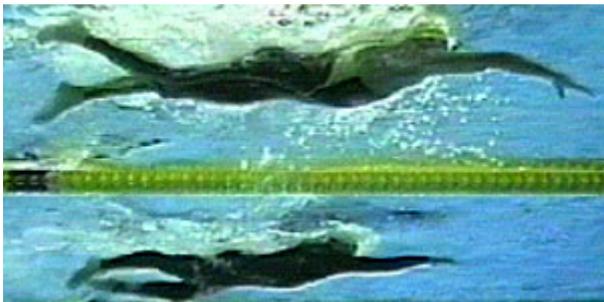
- a) **STRECKUNG DES LINKEN ARMES NACH VORNE – DRUCKPHASE DES ANDEREN ARMES MIT DREHUNG UM DIE LÄNGSACHSE ZUR ABDRUCKHAND HIN (am Ende der Druckphase) – EINATMUNG WENN DIE ZUGHAND DAS WASSER VERLÄSST.**
- b) **EINTAUCHEN DES RECHTEN ARMES – LINKER ARM BEENDET DIE ZUGPHASE.**
- c) **WASSERFASSEN DES RECHTEN ARMES – LINKES BEIN SCHLÄGT NACH UNTEN**
- d) **gleichmäßige Wechselbeinbewegung in der Vertikalen auch in der Rollbewegung**
- e) **Ende Zugphase, Ellbogenbeugung etwa $>90^\circ$**
- f) **Hohe Wasserlage – Wasserlinie trifft die Stirn (ca. am Haaransatz)**

Reihenbilder der Schwimmtechnik von Grant HACKETT (800 m Kraul Wettkampf)

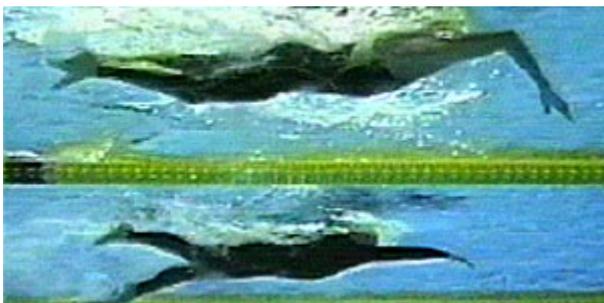
(Grant Hackett im Vordergrund, Ian Thorpe im Hintergrund)



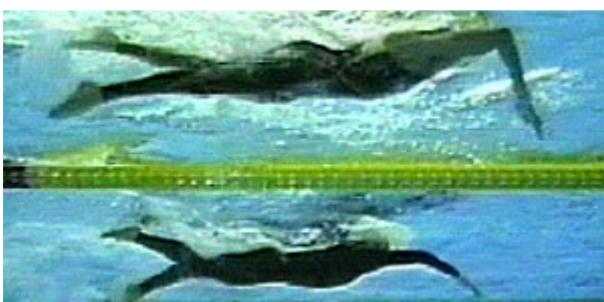
Aus der Hüft- und Körperrotation und dem Schwung des nach vorne, aus der Schulter in die volle Streckung, gebrachten rechten Armes resultiert a) ein Vorwärtsimpuls und b) eine gestreckte, widerstandsarme Körperhaltung. Das linke Bein bewegt sich nach unten, das rechte nach oben. Der linke Arm befindet sich bereits in der Luft. Der rechte Arm ist gerade nach vorne gestreckt, wobei zu erkennen ist, dass der Ellbogen aus der Schulter nach vorne und oben gegen die Wasseroberfläche geschoben wird.



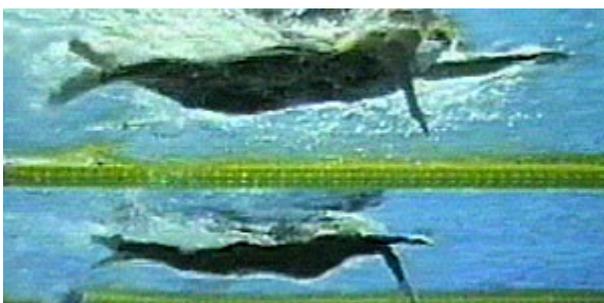
Seitliche Gleitlage. Das linke Bein ist fast am unteren Umkehrpunkt. Das rechte Bein ist praktisch am oberen Umkehrpunkt angekommen. Der rechte Ellbogen wird aus der Schulter nach vorne und oben geschoben, der Unterarm wird mit gestrecktem Handgelenk in die Position zum Wasserfassen gebracht. Die Körperrotation wird ausgelöst durch a) den jetzt einsetzenden rechten Beinschlag nach unten, b) die Hüftrotation, die unterstützt wird durch c) den Impuls der Bewegung der linken Schulter und des linken Armes nach vorne.



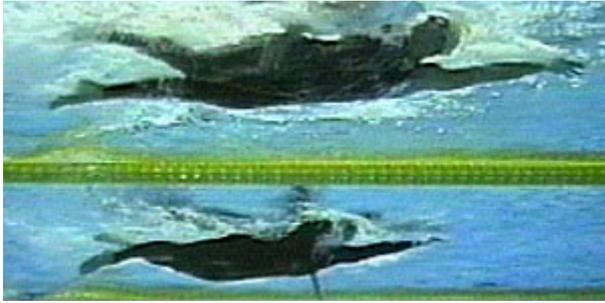
Das Wasserfassen mit dem rechten Unterarm mit der Hand als Verlängerung beginnt erst nach Einleiten der Rotation. Hackett und Thorpe liegen während 2/3 eines Zyklus in Seitengleitlage mit gestrecktem Körper und mit gerade nach vorne gestrecktem Arm. 1/3 des Zyklus (während 2 Beinschlägen beim 6er Beinschlag) kippen sie. Der Grund ist, dass die Seitenlage mit einem nach vorne gestreckten Arm die widerstandsärmste Körperhaltung im Crawlschwimmen ist.



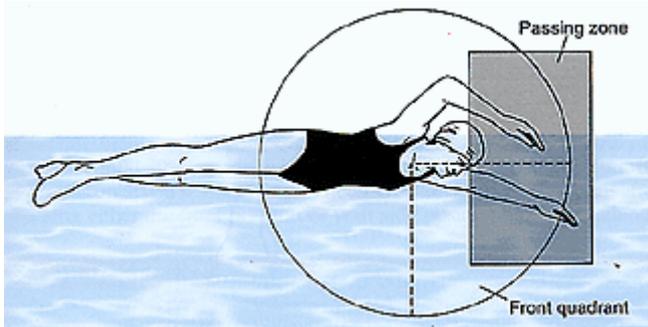
Bemerkenswert ist die hohe Ellbogenhaltung von Hackett und Thorpe. Man sieht, dass beide nicht nur mit der Hand sondern dem ganzen Unterarm "ziehen".



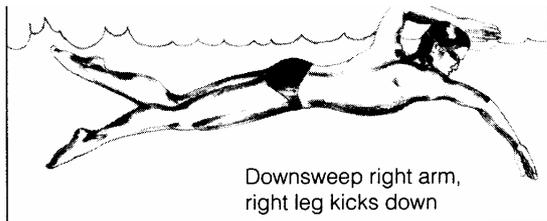
Die Drehung auf die linke Seite ist fast abgeschlossen. Das rechte Bein erreicht den unteren Endpunkt der peitschenförmigen Bewegung, sichtbar an der nachlassenden Plantarflexion. Der linke Arm taucht ein, als Resultat der Körperdrehung schon fast nach vorne gestreckt. Wie bei Thorpe spritzt das Eintauchen nicht und es entstehen keine Luftblasen. Hackett und noch ausgeprägter Thorpe sind wie fast alle guten "modernen" Crawlschwimmer [Front-Quadrant-Schwimmer](#).



Der Zugarm beschleunigt nun äusserst schnell bis auf Hüfthöhe, wo die Stossphase mit gebogenem Ellbogen und nach innen gedrehter Handfläche (Supination) abgerundet wird. Gleichzeitig streckt Hackett seine linke Schulter und seinen linken Arm nochmals nach vorne. Diese Schulterarbeit in Kombination mit dem hohen Ellbogen in der Phase des Wasserfassens setzt eine extreme Beweglichkeit und Kraft im Schultergürtel voraus.

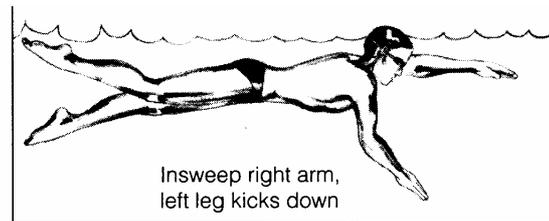


Front quadrant swimming bedeutet, dass der Zugarm immer noch nach vorne gestreckt ist, während der andere Arm gerade dabei ist ins Wasser zu tauchen. Die leichte Seitenlage mit einem Arm möglichst lange nach vorne gestreckt bedeutet die stromlinienförmigste Wasserlage.



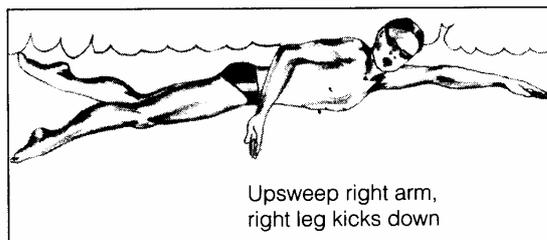
Downsweep right arm,
right leg kicks down

a



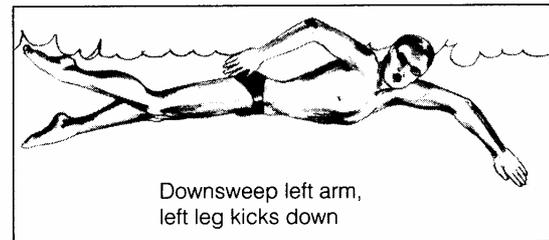
In sweep right arm,
left leg kicks down

b



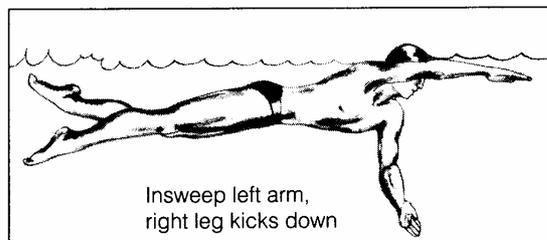
Upsweep right arm,
right leg kicks down

c



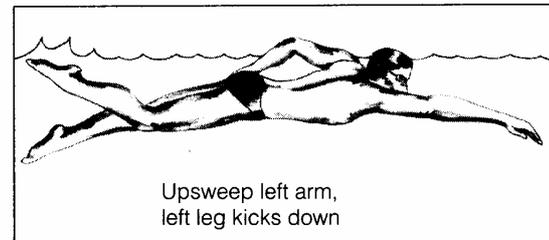
Downsweep left arm,
left leg kicks down

d



In sweep left arm,
right leg kicks down

e



Upsweep left arm,
left leg kicks down

f

(Maglischo, 1993, S. 382)

TECHNIKDIAGNOSE: KRAUL – TECHNIKLEITBILD (Sollwert)

Zahl	Phasenstruktur	Technikbeschreibung	Beurteilung	
			+	-
1	Antriebs- bewegung der Arme	<ul style="list-style-type: none"> ○ Eintauchen der Arme in Verlängerung der Schultern – geradlinig ○ Handflächen schauen beim Eintauchen nach unten ○ Eintauchen erfolgt deutlich vor dem Kopf – Ellbogen bleibt hoch ○ Abwärtsphase der Hand – Handfläche gegen die Schwimmrichtung anstellen – Ellbogen hoch ○ Einwärtsphase der Hand – deutliche Ellbogenbeugung ○ Die Hand bewegt sich nicht über die Körpermittelachse ○ Druck der Hand und des Unterarms nach rw. zum Oberschenkel – betont d.h. mit beschleunigter Handbewegung 		
2	Rückholphase der Arme	<ul style="list-style-type: none"> ○ Lockeres, entspanntes Rückführen der Arme mit hoher Ellbogenhaltung ○ Körpernahes Rückführen der Arme 		
3	Beinbewegung	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ansatz der Beinbewegung aus der Hüfte ○ Lockeres Sprunggelenk 		
4	Kopplung der Arm- und Bein- bewegung	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pro Armzyklus – 6 Beinbewegung ○ Eintauchen der linken Hand – rechtes Bein schlägt nach unten ○ Ein Arm ist in gestreckter Position, der andere Arm befindet sich in der Rückholphase auf Kopfhöhe 		
5	Rotation um die Längsachse	<ul style="list-style-type: none"> ○ Eintauchen des linken Armes – Rotation um die Längsachse und Streckung des Körpers nach links ○ Abdruck des linken Armes zum Oberschenkel – Rotation nach rechts 		
6	Atmung - Kopfbewegung	<ul style="list-style-type: none"> ○ Einatmung am Ende der Druckphase gekoppelt mit Rotation ○ Ausatmung durch Mund und Nase während der Zug-/Druckphase ○ Leichte Kopfdrehung zur Seite zur Einatmung – kein Anheben des Kopfes 		
7	Körperlage - Wasserlage	<ul style="list-style-type: none"> ○ Stabilisierte, ruhige Körperlage ○ Kopfposition – Wasserlinie trifft die Stirn 		

+ = Technikmerkmal entspricht dem Sollwert - = Technikmerkmal entspricht nicht dem Sollwert

GESAMTBEURTEILUNG DER KRAULTECHNIK: 1 2 3 4 5

Rückenkraul

Rückenkraul empfiehlt sich für Triathleten als alternative bzw. ausgleichende Schwimmart. Eine Berücksichtigung der Rückenkraultechnik im Training hat einige Vorteile:

- Verbesserung der Wasserlage (Körperstabilisation, Hüftstreckung)
- Verbesserung der Ganzkörperkoordination (Beine/Arme/Rotation)
- Verbesserung der Effektivität der Beinbewegung (6er-Beinschlag)
- Kräftigung der Außenrotatoren des Schultergürtels
- Verbesserung der Beweglichkeit des Schultergürtels, sowie Mobilisation der Brustwirbelsäule

Wasserlage:

Leichte „Schalenlage“ - Hüfte ist tiefer als die Schultern. Der Kopf liegt bis zu den Ohren im Wasser. Die Wasserlage soll möglichst wenig verändert werden. Drehbewegungen sollen nur um die Längsachse („Rollbewegung“) erfolgen. Der Körper bewegt sich wie ein Torsionsstab durchs Wasser.

Armbewegung:

Eintauch- und Streckphase: Die Hand taucht mit der Kleinfingerkante zuerst ins Wasser ein, dabei ist der Arm gestreckt. Das Eintauchen erfolgt zwischen Schulter und Körpermittelachse.

Zugphase: die Hand wird während dem ersten Drittel normal zur Zugrichtung angestellt; die Hand bewegt sich nach unten (dabei auf Ellbogen-vorne-Haltung achten), auf Schulterhöhe sollte der Ellbogenwinkel ca. 90 bis 110° betragen, nur geringe Seitbewegung der Hand

Druckphase: die Hand wird seitwärts der Hüfte fast geradlinig nach hinten geführt und befindet sich mind. 15 cm unter der Wasseroberfläche. Die Handgeschwindigkeit sollte zum Schluss der Druckphase am höchsten sein

Überleitende Phase: Die Handflächen werden nun nach innen gedreht und die Hand wird mit der Daumenkante nach oben aus dem Wasser genommen.

Rückholphase: Der Arm wird gestreckt über Wasser in die Ausgangsposition geschwungen. Dabei wird die Handfläche von innen (Innenrotation des Oberarmes) nach außen gedreht. Die Rückführung des Armes sollte möglichst geradlinig erfolgen. Die Rückführung wird durch die Rollbewegung unterstützt. Beim Herausheben des Armes aus dem Wasser wird die Schulterachse mitbewegt und mit dem Eintauchen geht die Schulter wieder mit nach unten, so dass gleichzeitig für den Zugarm optimale Abdruckbedingungen geschaffen werden.

Beinbewegung:

Die Beinbewegung beginnt im Hüftgelenk. Von der Hüfte erfolgt die Impulsübertragung über die Beine zu den Füßen. Die Füße sind während der Beinbewegung leicht nach innen gedreht (Supination). Der Aufwärtsschlag ist der aktivere Schlag.

Koordination von Arm- und Beinbewegung:

Beim Eintauchen der linken Hand ins Wasser schlägt das rechte Bein nach oben und umgekehrt. Wie bei der Kraultechnik erfolgen auf jeden Armzyklus 6 Beinschläge (6er-Beinschlag).

Koordination von Armbewegung und Atmung:

Auf jeden Armzyklus wird einmal ein- und ausgeatmet z. B. eintauchen mit der linken Hand – Einatmung, eintauchen mit der rechten Hand – Ausatmung usw.

Koordination linker und rechter Arm:

Der Abstand der beiden Arme zueinander beträgt beim Rückenschwimmen fast immer 90°.

KNOTENPUNKTE DER RÜCKENKRAULTECHNIK
--

- a) HOHE, FAST GESTRECKTE WASSERLAGE („SCHALENLAGE“).
- b) LINKE HAND TAUCHT MIT DER KLEINFINGERKANTE VORAN INS WASSER EIN – WIRD LEICHT NACH UNTEN GEFÜHRT, WOBEI DER KÖRPER UM DIE LÄNGSACHSE DREHT („ROLLBEWEGUNG“) – RECHTE HAND TAUCHT MIT DEM DAUMEN ZUERST AUS DEM WASSER.
- c) DIE HAND KOMMT WÄHREND DER ZUGPHASE NEBEN DIE HÜFTE – ELLBOGENBEUGUNG CA. 90 °.
- d) Gleichmäßige Wechselbeinbewegung
- e) Oberarme berühren beim Eintauchen die Ohren
- f) Druckphase nach hinten

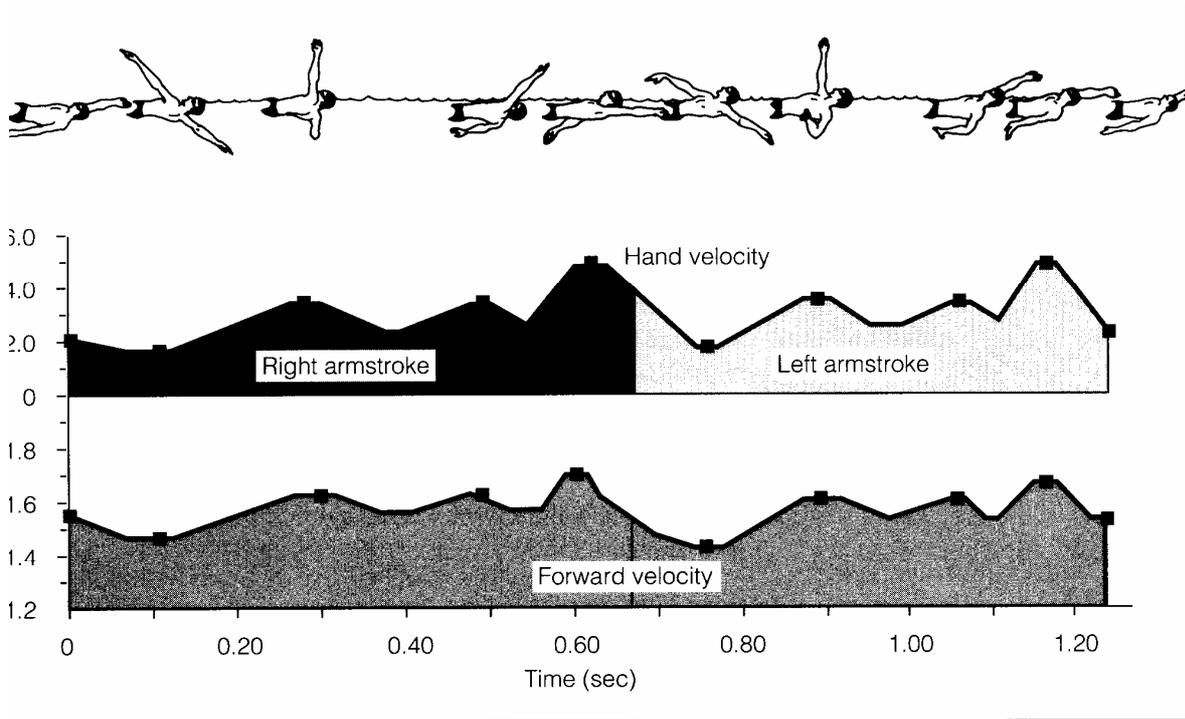
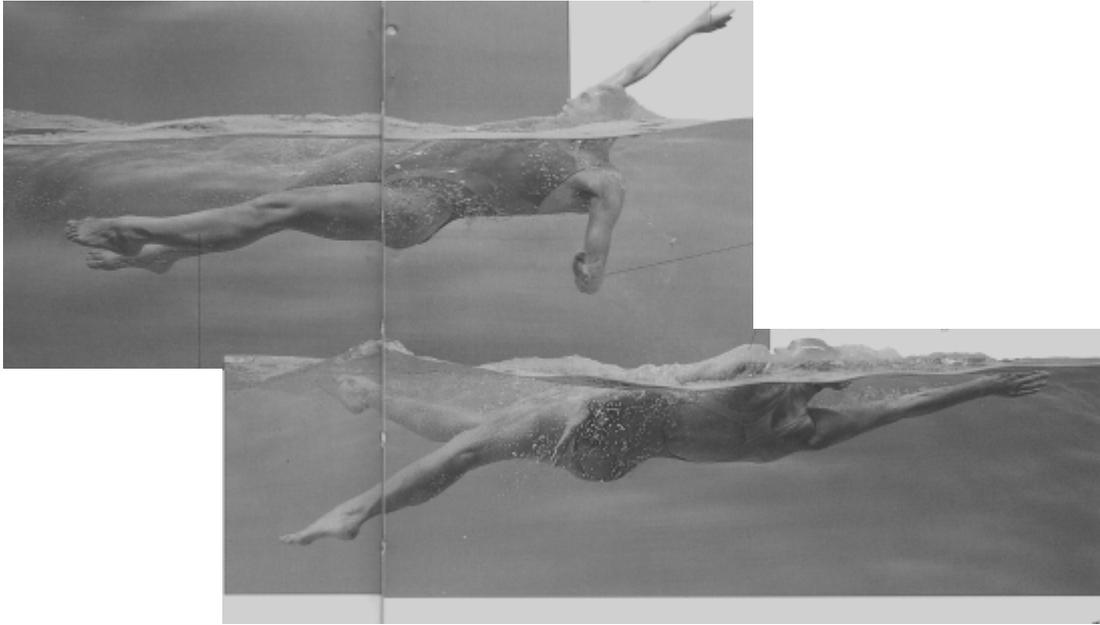


Figure 20-18. Ideal body and hand velocity patterns for a backstroke swimmer.

(Maglischo, 1993, S. 472)





(Davies, 1992, S. 50)

Technikdiagnose mit Hilfe wesentlicher Technikmerkmale des Ruckenschwimmens (Feinform)



Wasserfassen links

- 0 Zu Beginn Arm gestreckt / Rotation um die Längsachse nach links
- 0 Zugbeginn optimal langsam (nicht überhastet)
- 0 Abwärtsanteil ausgeprägt



Zug links

- 0 Beugung im Ellenbogengelenk und Innenrotation der Oberarme
- 0 Rückwärts- Einwärts-Anteil betont stark



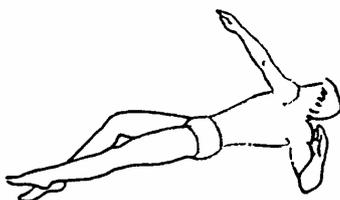
Abdruck links

- 0 Streckung im Ellenbogengelenk / Abdruck körpernah und stark betont / linke Schulter taucht auf / Rotation um die Längsachse nach rechts



Rückholphase rechts

- 0 körpernah und locker
- 0 Schulter außerhalb des Wassers



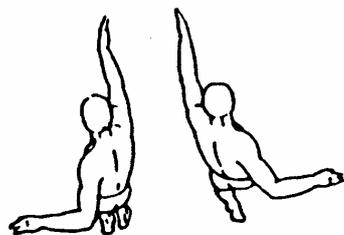
Beinschlag

- 0 Abwärtsanteil: Kniegelenk gestreckt bei lockerem Fußgelenk
- 0 Aufwärtsanteil: zur Vorbereitung Oberschenkel aufwärts bei lockerem Kniegelenk / aktiver 'Kick' (Kick: peitschenartige Streckung des Kniegelenks bei lockerem Fußgelenk)



Eintauchen und Ausheben / zeitliche Kopplung

- 0 Schulterbreites Eintauchen
- 0 keine Stopp-Start-Aktionen, d.h. keine Pause, beim Eintauchen und Ausheben
- 0 linker Arm taucht ein, rechter Arm beendet die Zug-Druck-Phase
- 0 Abdruck rechts leitet die Rollbewegung nach links ein



Einatmung / Ausatmung

- 0 Einatmung: Zug-Druck-Phase rechts
- 0 Ausatmung: Zug-Druck-Phase links (oder umgekehrt)

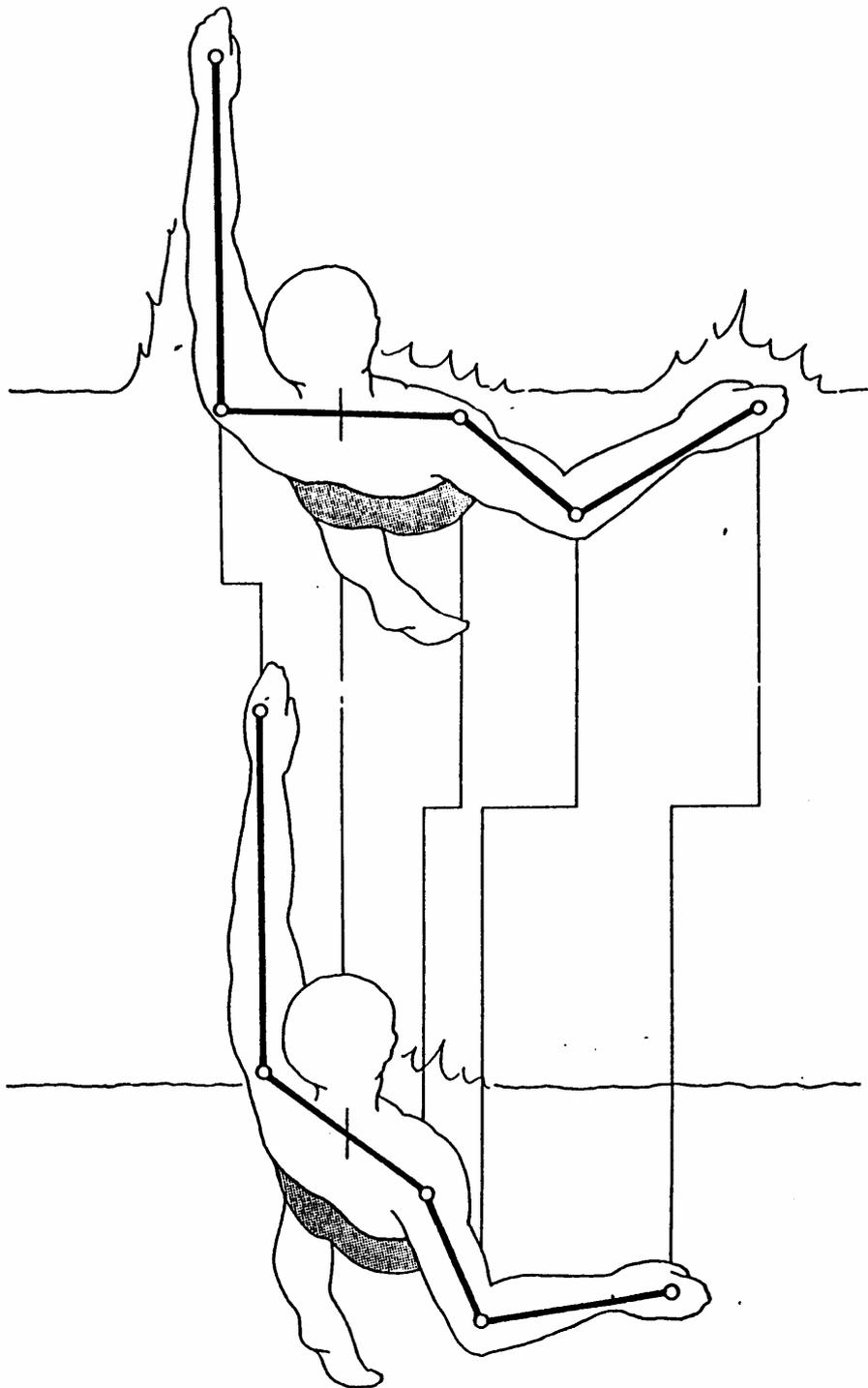


Abb. 47:

Drehung um die Längsachse beim Rückenschwimmen bringt folgende Vorteile:

- *die Raumbahnen der Rückhol- und Zug-Druck-Phase und damit die Teilschwerpunkte der Arme sind zur Körpermitte hin verlagert. Als Folge davon wird das wirkende Drehmoment (um die Tiefenachse) und damit der Drehimpuls um die Tiefenachse kleiner;*
- *die Schulter der Rückholseite ist außerhalb des Wassers (weniger Widerstand);*
- *der antreibende AUFWÄRTS-EINWÄRTS-Rückwärts-Anteil der Zug-Druck-Phase wird verlängert, weil das einleitende »Wasserfassen« (ABWÄRTS-Anteil) durch die Rollbewegung ausgeprägter ist.*

Delphin

Wasserlage:

Beim Delphinschwimmen verändert sich die Wasserlage ständig, wobei darauf zu achten ist, dass der Anstellwinkel des Oberkörpers weder nach oben noch nach unten zu groß ist (bremsender Effekt). Die Kopfbewegung sollte beim Delphinschwimmen nicht überbetont werden.

Armbewegung:

Eintauch- und Streckphase: Die Hände tauchen etwas innerhalb der Schulterachse ins Wasser ein, die Handflächen sind leicht nach außen oder nach unten gedreht. Nach dem Eintauchen werden die Arme unter Wasser noch ganz ausgestreckt.

Zugphase: Die Hände werden mit den Handflächen nach außen–unten angestellt und nach auswärts gezogen – besonders wichtig ist dabei die „Ellbogen-hoch oder Ellbogen-vorne-Haltung“. Etwas außerhalb der Schulterachse wechselt die Zugrichtung von auswärts nach einwärts-abwärts.

Druckphase: Die Hände kommen Richtung Körpermittellinie. Die Ellbogenbeugung erfolgt wie beim Kraulschwimmen (Winkel ca. 90 – 110°). Die Bewegungsrichtung der Hände wechselt nun von einwärts-abwärts nach rückwärts-aufwärts. Die Hände werden nach rw. angestellt und drücken Richtung Oberschenkel.

Rückholphase: die Ellbogen verlassen zuerst das Wasser, Unterarme und Hände folgen nach, wobei die Kleinfingerkante der Hände nach oben schaut. Die Arme werden entspannt wieder in die Ausgangsposition gebracht, wobei die Handflächen während der Rückholphase nach unten gedreht werden.

Beinbewegung:

Der Ansatz der Beinbewegung („Delphinwelle“) kommt aus der Hüfte; Oberschenkel, Unterschenkel und Fuß folgen der Bewegung der Hüfte nach. Die Hauptantriebswirkung wird durch die Überstreckung der Sprunggelenke und dem Abdruck der Unterschenkel erzielt. Der Abwärtsschlag ist der aktive Schlag, der Aufwärtsschlag ist eher passiv.

Koordination von Arm- und Beinbewegung:

Der 1. Beinschlag erfolgt beim Eintauchen der Hände ins Wasser. Der erste Beinschlag führt zu einem Anheben der Hüfte (des Beckens), das Gesäß kommt über die Wasseroberfläche. Der 2. Beinschlag fällt mit dem letzten Teil der Druckphase der Arme zusammen und führt bei fixiertem Hüftgelenk zu einem Anheben der Schultern und des Kopfes zur Einatmung.

Koordination von Armbewegung und Atmung:

Die Einatmung erfolgt beim Anheben des Kopfes am Ende der Druckphase der Arme. Die Ausatmung ins Wasser erfolgt während der Zugphase. Der Kopf wird nach vorne angehoben – Variante: Drehung des Kopfes zur Seite (dabei ist aber zu beachten, dass die Symmetrie der Schulterachse gewährleistet ist). Bezüglich

Atemrhythmus kann ein 2er-Rhythmus und ein 1er-Rhythmus unterschieden werden, je nachdem auf wie viele Armzyklen ein- und ausgeatmet wird.

KNOTENPUNKTE DER DELPHINTECHNIK

- a) **WELLENBEWEGUNG** aus der HÜFTE – BEIM EINTAUCHEN TAUCHT DER KOPF VOR DEN HÄNDEN INS WASSER EIN.
- b) **DRUCKPHASE** DER ARMBEWEGUNG VON DER HÜFTE ZU DEN OBERSCHENKELN – ANHEBEN DES KOPFES ZUR EINATMUNG – BEINE SCHLAGEN NACH UNTEN(=2. Beinschlag).
- c) **ARME TAUCHEN INS WASSER UND WERDEN NACH VORNE GESTRECKT** – BEINE SCHLAGEN NACH UNTEN (= 1. Beinschlag) – BECKEN KOMMT ÜBER WASSER:
- d) **Schlüsselloch** – Armzugmuster
- e) Die Beine schlagen gleichzeitig nach unten, die Füße sind nach innen rotiert

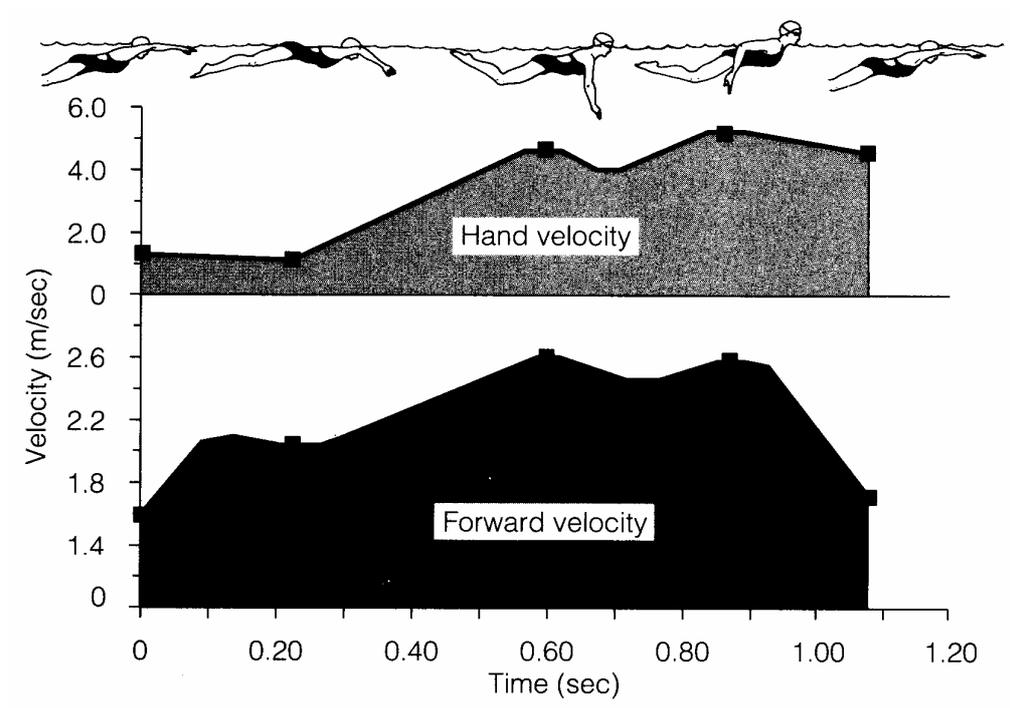
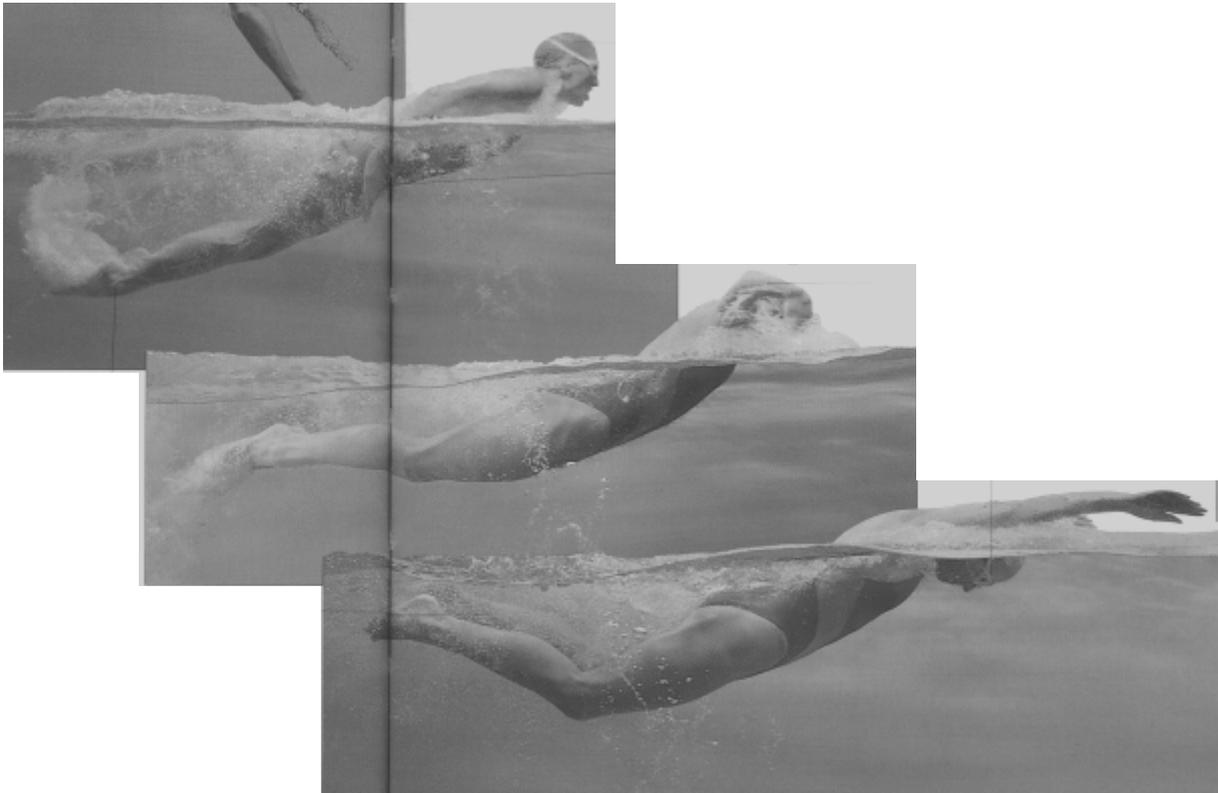


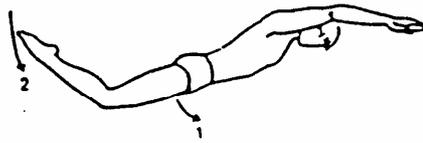
Figure 19-13. Hand and body velocity graphs for butterfly swimmer Mary Meagher measured at the 1984 U.S. Olympic Training Camp.

(Maglischo, 1993, S. 433)



(Davies, 1992, S. 66)

Technikdiagnose mit Hilfe wesentlicher Technikmerkmale des Delphinschwimmens (Feinform)



Wasserfassen

- 0 Zu Beginn Arme gestreckt / Auswärts-Abwärts-Anteil ausgeprägt
- 0 Zugbeginn optimal langsam (nicht überhastet)



Zug

- 0 Beugung im Ellenbogengelenk und Innenrotation der Oberarme
- 0 Rückwärts-Einwärts-Anteil stark betont



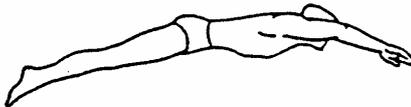
Abdruck

- 0 Streckung im Ellenbogengelenk / Rückwärts-Auswärts-Anteil stark betont



Beginn der Rückholphase

- 0 körpernah und Locker / schuiterbreites Eintauchen keine Stopp-Start-Aktionen beim Eintauchen und Ausheben
- 0 Schultern außerhalb des Wassers



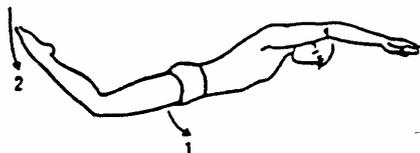
Beinschlag (Aufwärts-Anteil)

- 0 Kniegelenk gestreckt / Fußgelenk locker



Beinschlag (Abwärts-Anteil)

- 0 Zur Vorbereitung Becken (Bogenspannung) und Oberschenkel (1) bei lockerem Kniegelenk nach unten drücken
- 0 Zur Vorbereitung Vorneigung des Kopfes (erleichtert den 'Kick')



Kopplung I Arme/Beine

- 0 erster 'Kick' beim Eintauchen
- 0 Gesicht ist vor den Händen im Wasser



Beginn der Einatmung

- 0 gegen Ende der Druck-Phase (Kinn bleibt an der Wasseroberfläche)



Kopplung II Arme/Beine

- 0 zweiter 'Kick' gegen Ende der Zug-Druck-Phase

Brusttechnik

Wasserlage:

Die Wasserlage im modernen Brustschwimmen ähnelt der beim Delphinschwimmen d.h. es handelt sich um eine wellenförmige Wasserlage die sich je nach Antriebsphase ständig verändert.

Armbewegung:

Auswärtsphase - „Wasserfassen“: Die Arme beginnen aus der gestreckten Position, Handflächen sind nach außen angestellt. Dabei werden die Hände leicht nach oben und außen bewegt. Etwa ab einer schulterbreiten Position der Arme beginnt das eigentliche „Wasserfassen“. Dabei ist auf eine hohe Ellbogenhaltung zu achten.

Zugphase: Die Arme (Handflächen nach außen) ziehen weiter auswärts und leicht abwärts. Dann werden die Handflächen nach einwärts/hinten angestellt und die Hände werden mit hohem Tempo nach innen zusammengeführt bis sich die Fingerspitzen der Hände berühren. Anschließend werden die Ellbogen ebenfalls nach innen bewegt (werden aber nicht komplett zusammengeführt).

Rückholphase: Die Hände werden vor der Brust im Wasser, an der Wasseroberfläche oder über Wasser wieder rasch nach vorne gebracht. Dabei werden die Handflächen wieder nach unten gedreht und die Arme vollständig nach vorne ausgestreckt.

Beinbewegung:

Anziehphase: Die Beine werden mit den Fersen so weit wie möglich Richtung Gesäß angezogen, dabei sollte der Hüftwinkel nicht zu klein werden (ca. 120 - 130°), d.h. die Hüfte wird dabei nach unten gedrückt. Beim Anziehen der Beine sind die Füße locker (Plantarflexion). Die Knie sind beim Anziehen der Beine nur leicht geöffnet.

Schlagphase: Wenn die Fersen am weitesten Richtung Gesäß angezogen sind, erfolgt die Außenrotation der Unterschenkel (die Zehen werden nach außen gedreht) und eine Dorsalextension im Sprunggelenk. Dabei werden die Knie noch etwas weiter nach vorne gezogen. Mit der Großzehenkante als führende Kante des Fußes werden nun die Füße zuerst auswärts, dann abwärts und schließlich wieder einwärts bewegt, so dass die Fersen einen Halbkreis nach hinten-unten beschreiben. Die letzte Streckung der Beine erfolgt nach hinten-unten, wobei die Füße mit den Fußsohlen nach innen zusammenkommen. Anschließend werden die Beine (Fersen) wieder nach oben bewegt.

Koordination von Arm- und Beinbewegung:

Anziehphase der Beine beginnt, wenn die Arme die Rückholphase zu 2/3 beendet haben.

Schlagphase der Beine beginnt, wenn die Arme sich wieder in gestreckter Position am Ende der Rückholphase befinden.

Schwimmen mit Gleitphase: nach der Streckung der Beine erfolgt bei gestreckter Armposition eine kurze Gleitphase.

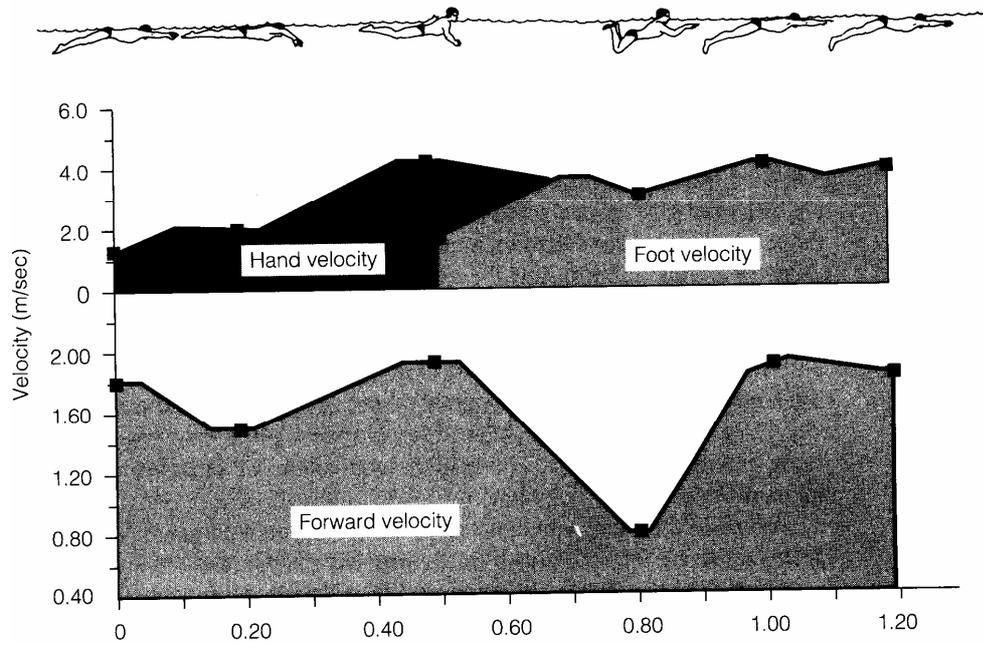
Überlappende Koordination: die Beine haben die Schlagphase beendet, wenn die Arme sich in der Auswärtsphase („Wasserrücken“) befinden.

Koordination von Armbewegung und Atmung:

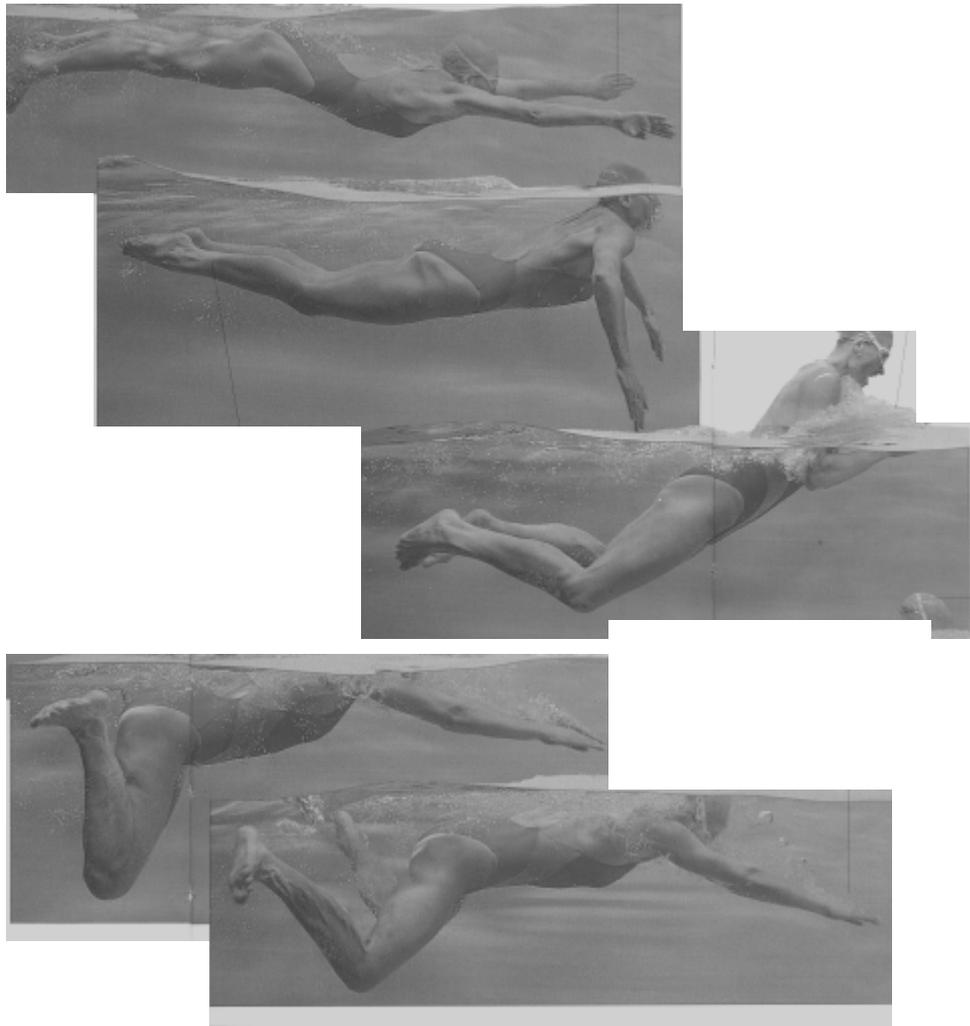
Während der Einwärtsphase der Arme wird der Kopf angehoben. Dabei kommen auch die Schultern aus dem Wasser, was zu einer Verringerung des Frontalwiderstandes führt. Eingeatmet wird am Ende der Einwärtsphase, wenn sich die Hände und Ellbogen vor der Brust befinden. Der Kopf wird mit der Rückholphase der Arme wieder nach vorne ins Wasser genommen. Ausgeatmet wird während der Zugphase der Arme.

KNOTENPUNKTE DER BRUSTTECHNIK

- a) **DORSALEXTENSION DER SPRUNGGELENKE („Charly-Chaplin-Position“)**
- b) **KOPF WIRD ZUR EINATMUNG ANGEHOBEN – DIE HÜFTE WIRD NACH UNTEN GEDRÜCKT – DIE FERSEN WERDEN ZUM GESÄSS ANGESCHWUNGEN.**
- c) **STRECKPHASE DER BEINE – ARME BEFINDEN SICH VOR DEM KOPF UND SIND FAST GESTRECKT – DER KOPF WIRD ZWISCHEN DIE ARME GENOMMEN.**
- d) **Innenrotation der Oberschenkel – Außenrotation der Unterschenkel – die Fersen sind etwas außerhalb der Kniegelenke – Knieöffnungswinkel etwas mehr als hüftbreit.**
- e) **Schnelle Einwärtsphase der Armbewegung – dabei den Kopf nach vorne anheben.**
- f) **Arme werden ganz nach vorne gestreckt (der Schwimmer macht sich „spitz“)**



(Maglischo;1993, S. 523)



(Davies, 1992, S. 42) ;

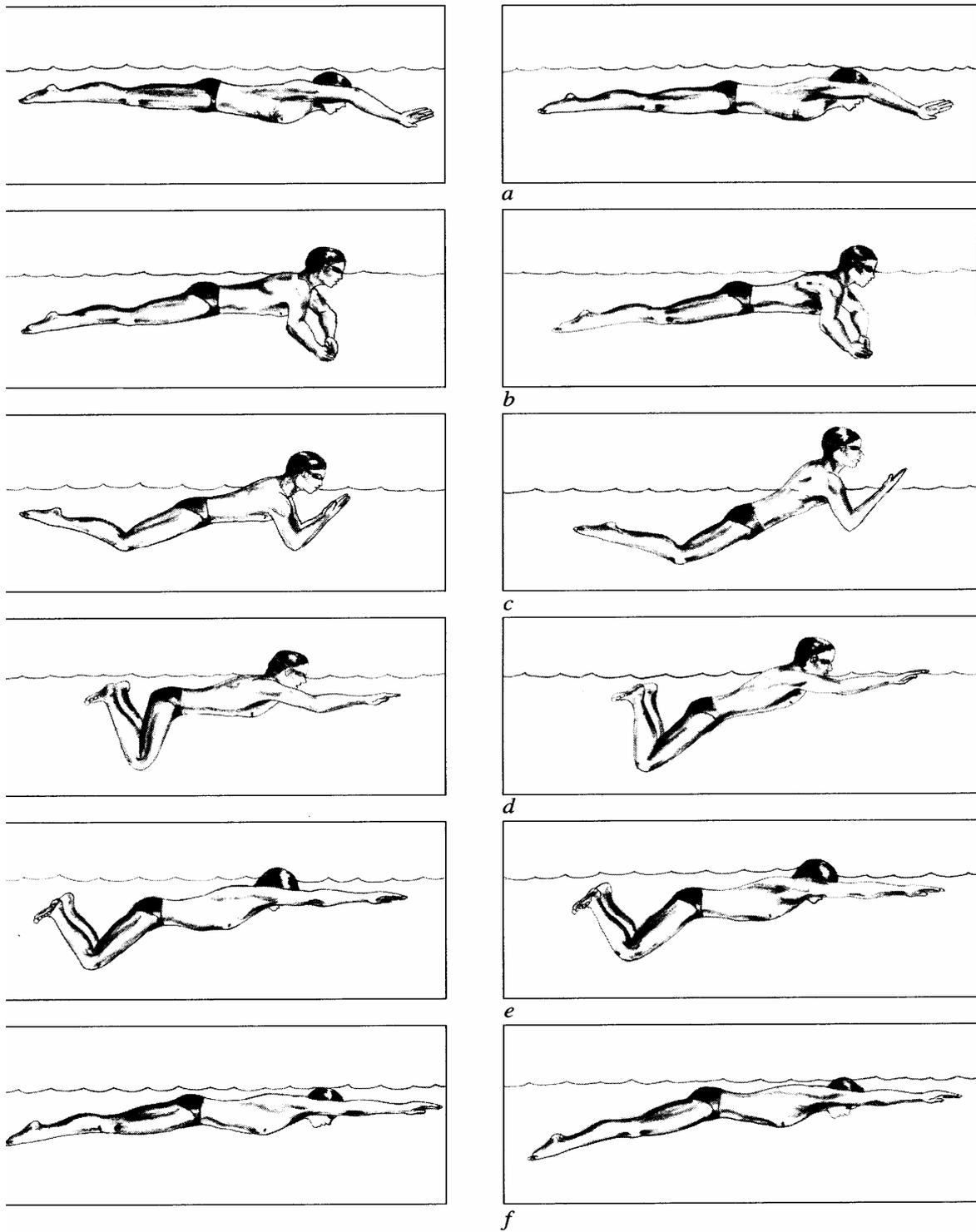


Figure 21-1. A comparison of the flat style and the wave style of breaststroke.

(Maglischo, 1993, S. 493)

Technikdiagnose mit Hilfe wesentlicher Technikmerkmale des Brustschwimmens (Feinform)



Wasserfassen

- 0 Zu Beginn sind die Arme vollständig gestreckt / Auswärts-Abwärts-Anteil ausgeprägt (etwa doppelte Schulterbreite)
- 0 Zugbeginn optimal langsam (nicht überhastet)



Zug

- 0 Beugung im Ellenbogengelenk und Innenrotation der Oberarme
- 0 Einwärtsanteil stark betont



Rückholphase

- 0 Schultern zu Beginn außerhalb des Wassers
- 0 keine Stopp-Start-Aktionen, Vollständige Armstreckung am Ende



Beinschlag

- 0 Zunächst nur Beugung im Kniegelenk
- 0 V-Stellung der Unterschenkel vor Auswärts-Abwärts-Aktion und etwa hüftbreite Kniestellung
- 0 Fußgelenk bei Schlagbeginn 'beugen' (Dorsalflexion) und nach außen drehen



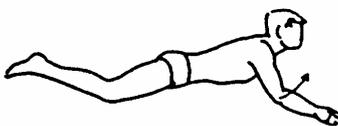
Beinschlag

- 0 Einwärts-Anteil stark betont
- 0 späte Beinstreckung und "Maulschellenbewegung" im Fußgelenk



Kopplung

- 0 Schlagphase beginnt, wenn Rückholphase der Arme etwa zu 2/3 beendet ist



Einatmung

- 0 gegen Ende der Zugphase



Ausatmung

- 0 Gesicht bzw. Kopf im Wasser

2.3.1. Die Start- und Wendetechniken beim Schwimmen

Bei den Starts und Wenden kann man unterschiedliche Techniken unterscheiden, je nachdem um welche Schwimmart es sich handelt bzw. ob es sich um Einzel- oder Staffelbewerbe handelt. Die Start- und Wendetechniken müssen dem Wettkampfglement entsprechend durchgeführt werden.

Starttechniken vom Startblock (Varianten)

- Griffstart (Einzelbewerbe) oder Armschwungstart (Staffelbewerbe)
- symmetrische Fußstellung oder Schrittstart (Track-Start)
- Knick(Bück-) oder Froschsprung(Hock-) Start

Starttechnik aus dem Wasser

- Rückenstart

Wendetechniken

- Kippwende oder hohe Wende (Brust- und Delphinwende und Lagenwechsel von Brust auf Kraul)
- Rollwende (Kraulwende)
- Drehrollwende (Rückenkraulwende)
- Rückfallwende (Lagenwechsel von Delphin auf Rückenkraul)
- Saltowende (Lagenwechsel von Rückenkraul auf Brust)
- Tellerwende (Lagenwechsel von Rückenkraul auf Brust)

Die wichtigste Zielsetzung der Starttechniken ist es, dem Schwimmer eine hohe Beschleunigung beim Eintauchen ins Wasser mitzugeben, um damit eine effektive Gleitphase mit möglichst hoher Geschwindigkeit zu erzielen und einen optimalen Übergang in die Schwimmbewegung zu ermöglichen.

Die wichtigsten Zielsetzungen der WENDETECHNIKEN sind,

- den Körper möglichst rasch in die neue Schwimmrichtung zu bringen und
- mit dem Abstoß eine hohe Beschleunigung in Schwimmrichtung zu erzielen.

Bei beiden Techniken wird der Abstoß von einem festen Stütz (Startblock oder Beckenwand) durchgeführt und es werden Rotationsbewegungen ausgeführt. Daher gilt es einige biomechanische Grundprinzipien zu berücksichtigen:

- ⇒ **Stütz:** Muskelkräfte führen nur zu Ortsveränderungen, wenn ein äußeres Widerlager vorhanden ist. Dieses äußere Widerlager wird als Stütz bezeichnet. Die Muskelkräfte bewirken dann Ortsveränderungen vom Stütz weg (actio = reactio), -Translationen und/oder Rotationen.
- ⇒ **Impuls:** Das Produkt aus der Masse (m) eines Körpers und seiner Geschwindigkeit (v) bezeichnet man als IMPULS (p).

Impulserhaltungssatz: Der Gesamtimpuls eines abgeschlossenen Systems (auf das keine äußeren Kräfte einwirken) ist konstant.

Impulsübertragung: Ein Impuls kann z.B. auf ein Gerät von außen oder von einem Körperteil auf den Restkörper übertragen werden - der Körperteil wird zunächst beschleunigt und dann abgebremst, z.B. Armschwung beim Start vom Block -

Impulsübertragung auf den restlichen Körper – Hüftknick (durch Stoppen der Armbewegung).

- ⇒ **Drehimpuls:** Unter dem Drehimpuls (L) versteht man das Produkt aus Trägheitsmoment (I) und Winkelgeschwindigkeit (w). Bei einer Verkleinerung des Trägheitsmomentes vergrößert man die Drehgeschwindigkeit, z.B. beim Anhocken der Beine bei der Rollwende.
- ⇒ **Drehmoment:** Produkt aus dem Kraftbetrag (F) und dem Hebelarm (r).
- ⇒ **Trägheitsmoment:** Das Trägheitsmoment ist die Summe der Produkte aus den Massenelementen eines Körpers und ihren Abständen von der Drehachse. Das Trägheitsmoment hängt demnach von der Form des Körpers und der Lage der Drehachse ab, um die der Körper rotiert.

BEWEGUNGSSTRUKTUR DER STARTTECHNIKEN:

Startsprung:

Der Bewegungsablauf eines Knickstarts vom Startsockel ist auf nachfolgender Bildreihe dargestellt. Die einzelnen Phasen der Starttechnik bis zum Eintauchen des ganzen Körpers lassen sich dabei gut erkennen.

a) Vorbereitungsphase:

Vor dem Startkommando steht der Schwimmer ruhig auf der hinteren Hälfte des Startsockels. Beim Kommando „auf die Plätze“ geht er so weit vor, dass die Zehen den vorderen Rand des Sockels „umklammern“ können. Die Füße sind etwa hüftbreit nebeneinander oder versetzt (Schrittstart). Der Oberkörper beugt sich nach vorne unten, das Gesicht schaut zu den Füßen. Dabei werden die Knie leicht abgewinkelt (ca. $120 - 130^\circ$ Kniewinkel). Die Arme hängen ruhig bis zur Vorderkante des Startsockels oder darunter. Beim Griffstart halten sich die Hände zwischen oder neben den Füßen am Sockel fest. Dies ermöglicht durch Zug eine höhere Vorspannung in der Beinmuskulatur. Die Vorspannung soll nicht maximal, sondern optimal sein, egal ob mit oder ohne Griffstart. Der Schwimmer muss ruhig stehen, bis das Startkommando (Pfeif oder Hupe) ertönt.

b) Hauptphase:

- **Stützphase:** vom Startkommando bis zum Lösen der Füße vom Startsockel. Beim Ertönen des Startsignals wird der Körper mit den Händen kräftig nach vorne gezogen und die Beine werden etwas mehr gebeugt. Die Arme drücken nun kräftig vom Startblock ab und werden mit Schwung nach vorne oben bewegt. Der Kopf wird ebenfalls nach vorne oben bewegt, um die Bewegung nach vorne zu steuern. Nun erfolgt die Streckung der Beine. Wenn die Beine ihre volle Streckung erreicht haben, wird die Aufwärtsbewegung der Arme gestoppt. In diesem Moment sollten die Arme nach vorne unten zeigen. Die Bewegungsrichtung des Körpers zeigt in dieser Phase nach vorne oben.
- **Flugphase:** bis zum Eintauchen des Körpers ins Wasser.

Wenn die Füße den Startsockel verlassen haben, beginnt die Flugphase. Zunächst ist der Körper gestreckt. Im Verlauf der Flugphase wird das Kinn wieder in Brustnähe gebracht, womit die Bewegungssteuerung nach unten beginnt. Während der Oberkörper sich nach unten neigt, erreicht die Hüfte ihren höchsten Punkt. In diesem Teil der Flugphase nimmt der Körper eine gebückte Stellung ein. Die Abwärtsbewegung beginnt. Die Flugbahn sollte das optimale Produkt aus Sprunghöhe und Sprungweite sein, sodass ein optimales Eintauchen möglich ist.

- **Eintauchphase:** der Körper des Schwimmers taucht ins Wasser ein. Beim Eintauchen beginnt sich der Körper wieder zu strecken. Um ein flaches Tauchen zu ermöglichen, wird der Körper beim Eintauchen überstreckt (starke Lordosierung). Der Eintauchwinkel sollte so steil sein, dass die Geschwindigkeit aus der Flugphase möglichst gut in die Gleitphase mitgenommen werden kann. Ist der Eintauchwinkel zu flach, bleibt der Körper zu nahe an der Oberfläche, wo der Widerstand größer und die Bremswirkung stärker ist. Ist der Eintauchwinkel zu steil, ist der Übergang in die Schwimmlage durch die zu tiefe Tauchlage des Körpers erschwert. Eine Ausnahme stellt der Start beim Brustschwimmen dar, da für den Tauchzug eine tiefe Tauchlage günstiger ist.

Ausführungsvariante: (bei Brustschwimmern) anstelle der gebückten Position der Hüfte werden manchmal die Beine angehockt, um die Winkelgeschwindigkeit zu erhöhen und dadurch ein steileres Eintauchen zu ermöglichen.

- **Gleitphase:** der Körper des Schwimmers befindet sich in stromliniengünstiger Form unter Wasser und gleitet in Schwimmrichtung. Wenn der Körper ins Wasser eintaucht, beginnt die Gleitphase. Dabei ist es wichtig, dem bremsenden Wasserwiderstand möglichst wenig Stirnfläche zu bieten. Die Körperlage ist horizontal, der Körper ist völlig gestreckt, die Arme in Hochhalte, eine Handfläche liegt auf dem Handrücken der anderen Hand. Die Ellbogen sind gestreckt und der Kopf befindet sich zwischen den Oberarmen. Die Steuerung der Gleitphase sollte ausschließlich durch die aufeinanderliegenden Hände erfolgen, die wie ein Höhenruder eingesetzt werden können. Wenn die Gleitgeschwindigkeit abnimmt, erfolgt der Übergang in die Schwimmlage.

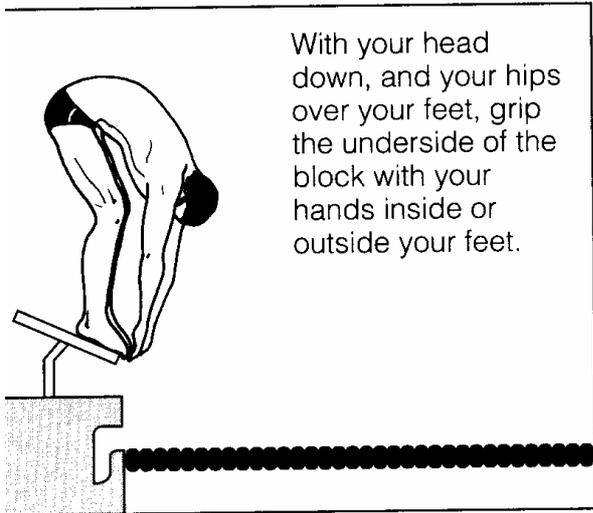
c) Überleitende Phase:

Übergang vom Gleiten (Gleiten mit Beinbewegung) in die spezielle Schwimmtechnik.

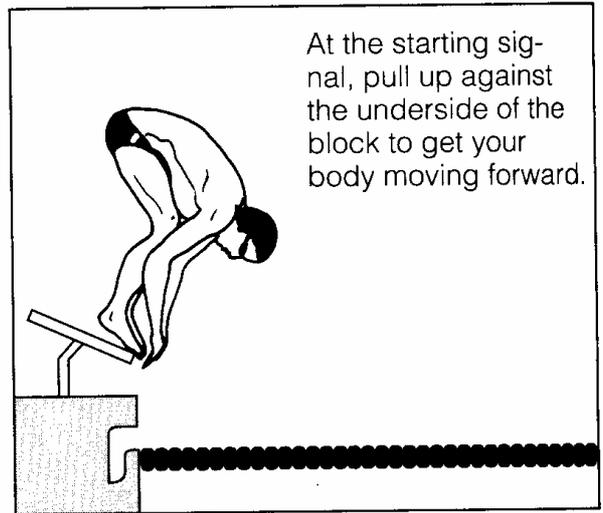
Wenn der Körper in der ruhigen Gleitphase an Geschwindigkeit verliert, wird zuerst die Beinbewegung der zu schwimmenden Lage (Kraul, Delphin, Rücken) als Antrieb eingesetzt. Dabei ist der Einsatz von Delphinbeinbewegungen bei technisch korrekter Ausführung am schnellsten. Danach erfolgt das Auftauchen und der Einsatz der Arme. Die ersten 2 bis 3 Zyklen sollten besonders schnell und dynamisch sein (nicht atmen beim 1. Armzug bei Kraul).

Beim Brustschwimmen erfolgt die überleitende Phase durch einen Tauchzug. Dabei wird aus der gestreckten, ruhigen Gleitlage ein beidarmiger

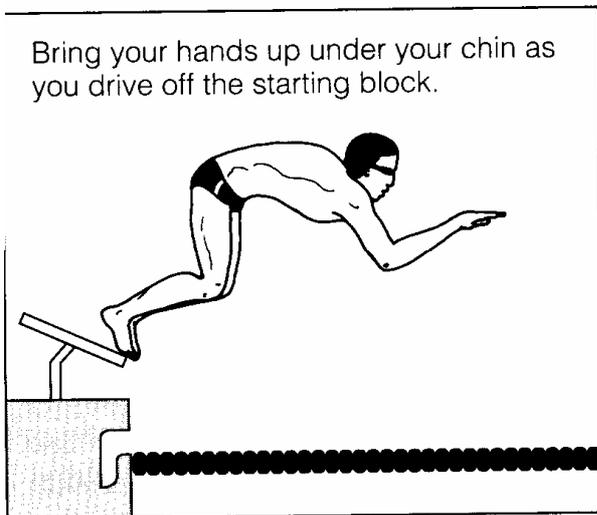
Unterwasserzug bis in die Tiefhalte (Hände erreichen die Oberschenkel)durchgeführt. In dieser Position erfolgt wieder eine kurze, ruhige Gleitphase. Bei erneuter Abnahme der Gleitgeschwindigkeit werden die Hände nahe am Körper langsam in Hochhalte gebracht, wobei ein kräftiger Beinschlag den Körper nochmals beschleunigt. Die Streckung der Arme fällt mit der Schließung der Beine zeitlich zusammen. Mit dem ersten Brustarmzug taucht der Kopf zum ersten Mal über die Wasseroberfläche auf. Auch hier erfolgen die ersten Zyklen schnell und dynamisch (während der Armeinwärtsphase muss der Mund auftauchen).



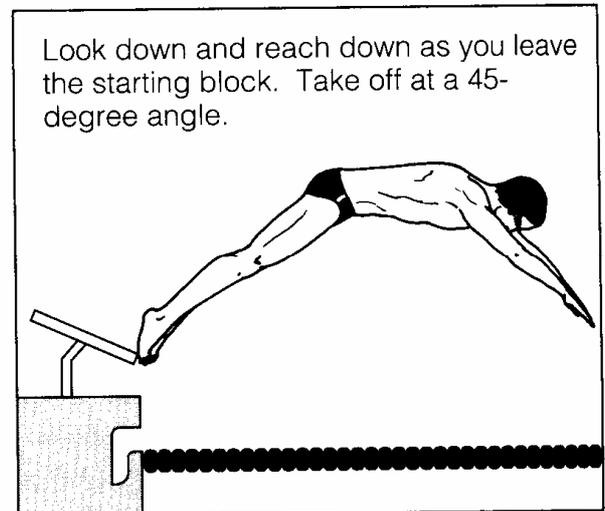
a



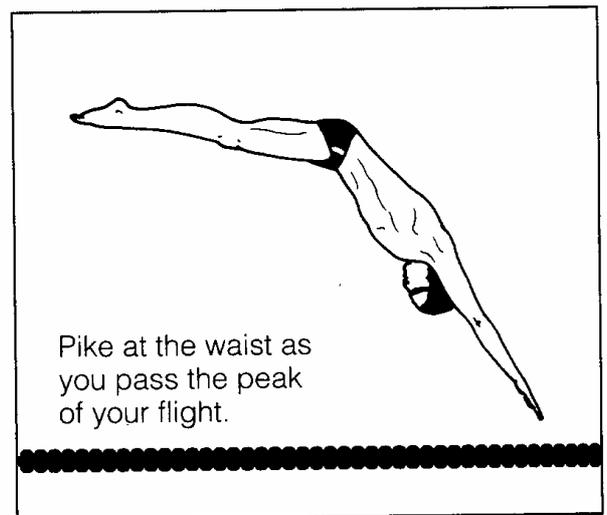
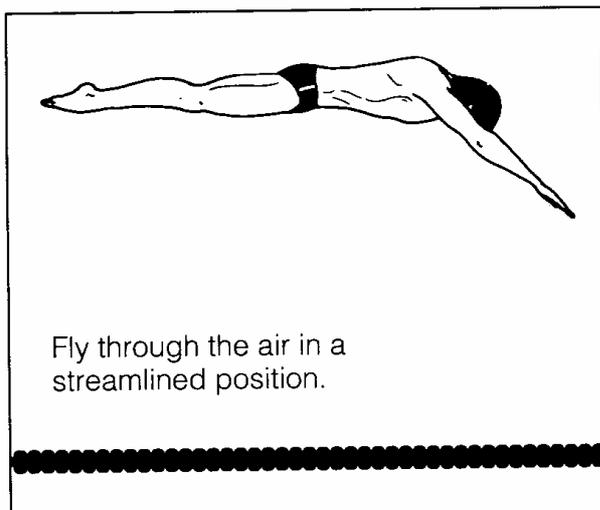
b

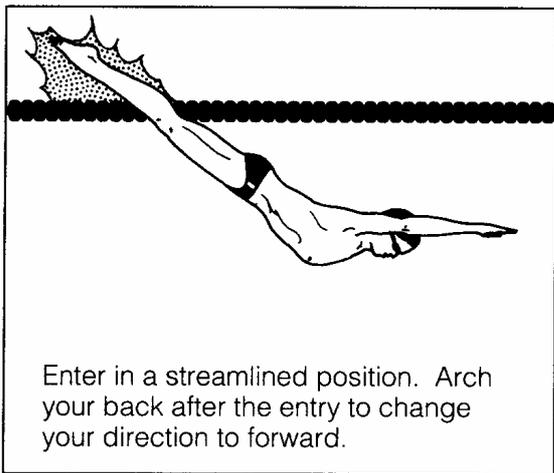


c

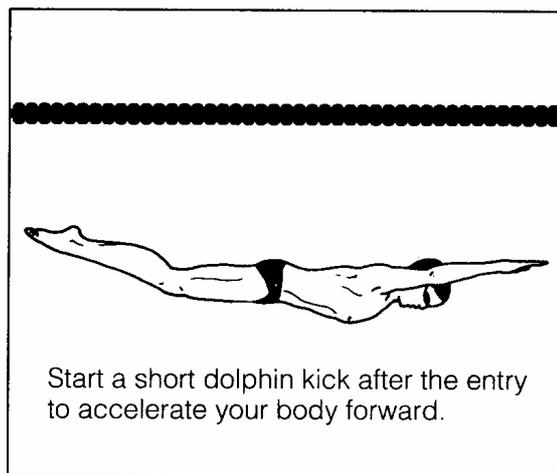


d

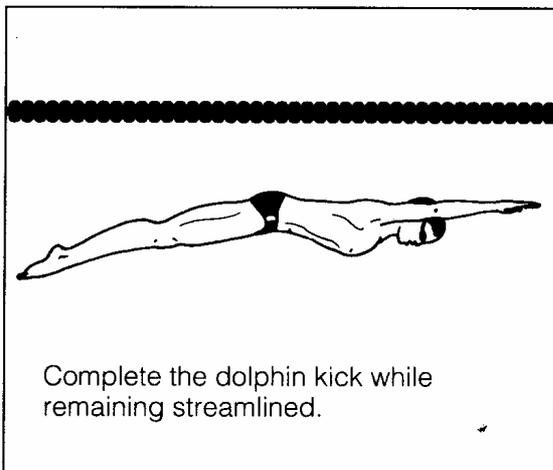




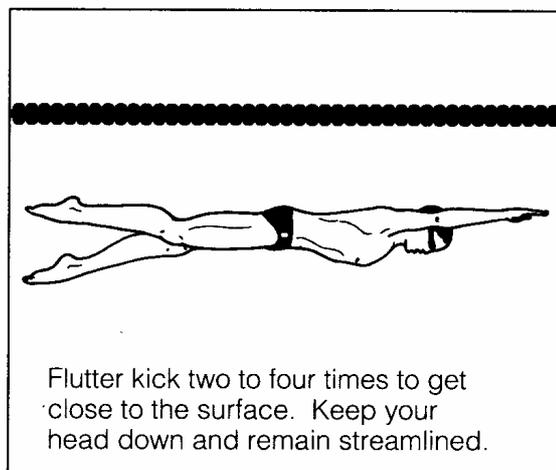
g



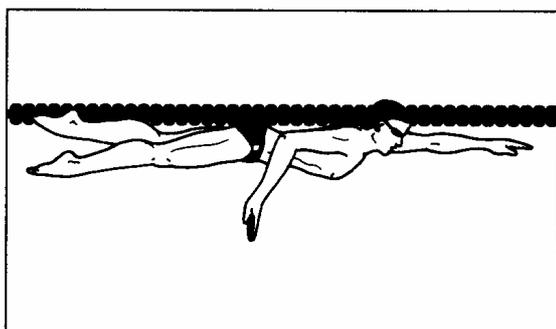
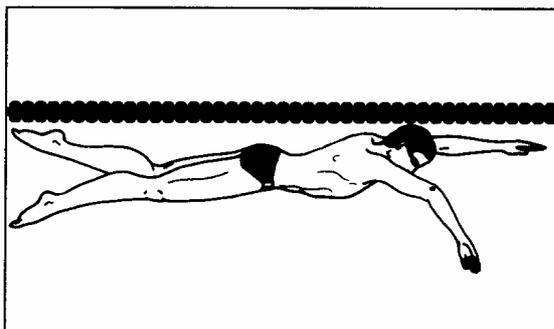
h



i



j



Knickstart als Griffstart, (MAGLISCHO, 1993)

Rückenstart:

Der Start beim Rückenschwimmen stellt insofern eine Ausnahme dar, als er aus dem Wasser erfolgt.

a) Vorbereitungsphase:

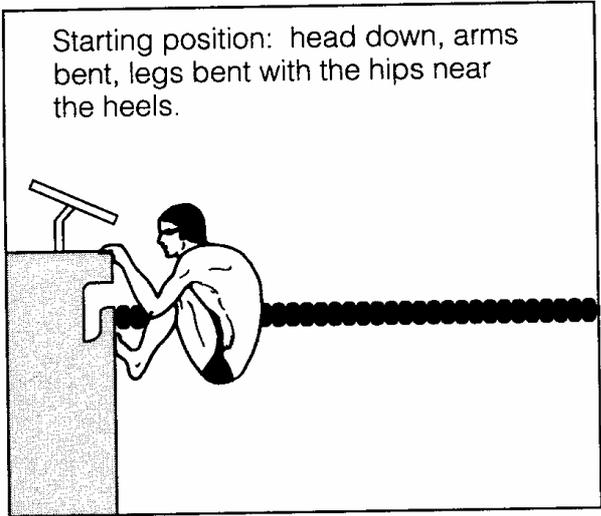
Die Hände befinden sich an den Griffen unterhalb des Startsockels. Die Füße sind knapp versetzt (Schrittstellung) an der Wand. Beim Kommando „auf die Plätze“ werden die Arme gebeugt, so dass sich der Oberkörper dem Haltegriff nähert. Das Kinn wird zur Brust genommen.

b) Hauptphase:

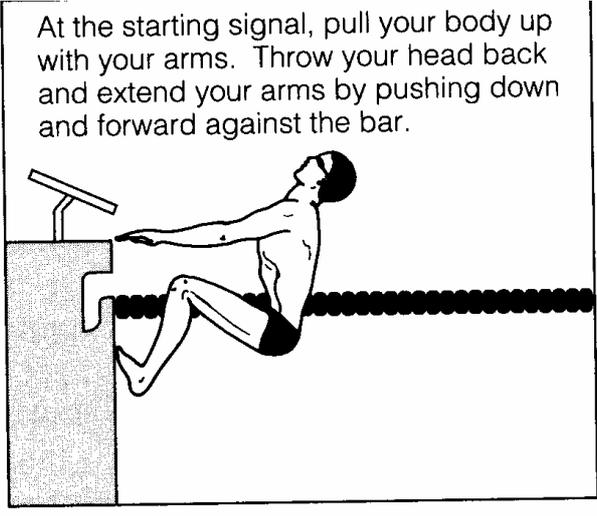
- **Stützphase:** Nach dem Startsignal lösen sich die Hände vom Griff und werden seitlich in die Hochhalte geschwungen. Der Körper wird durch die explosive Streckung der Beine nach hinten oben (aus der Sicht des Schwimmers) beschleunigt. Der Kopf wird dann in den Nacken genommen und der Körper überstreckt, die Hüfte kommt über die Wasseroberfläche.
- **Flugphase:** Die Flugphase ist im Vergleich zum Start vom Startsockel kürzer. Der Körper wird durch die schnellkräftige Streckung flach über die Wasseroberfläche beschleunigt. Dabei sollte möglichst der ganze Körper aus dem Wasser kommen.
- **Eintauchphase:** Der Körper taucht überstreckt, mit gestreckten Armen und mit den Händen zuerst ins Wasser ein. Der ganze Körper des Schwimmers folgt am Eintauchpunkt der Hände nach.
- **Gleitphase:** Ist der gesamte Körper im Wasser, wird nach einer kurzen Gleitphase mit der Beschleunigung durch Delphinbeinbewegungen begonnen. Diese müssen explosiv ausgeführt werden, die Arme sind vollständig gestreckt und die Handflächen liegen übereinander.

c) Überleitende Phase:

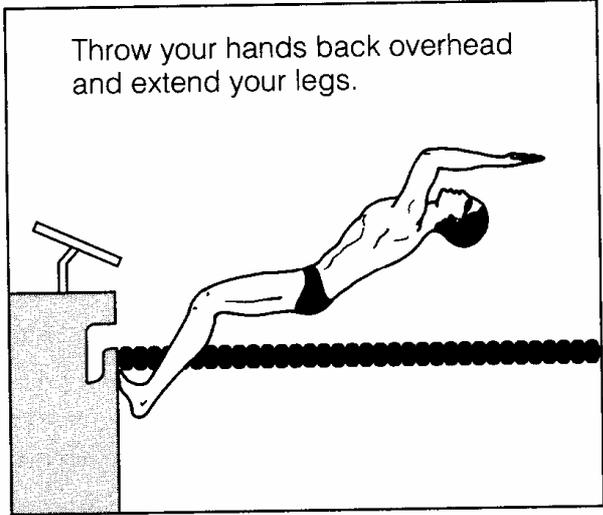
Die überleitende Phase verläuft wie bei anderen Schwimmmarten. Nach den Delphinbeinschlägen wird mit Rücken-Wechselbeinschlag beschleunigt, dann erst werden die Arme schnell und dynamisch eingesetzt.



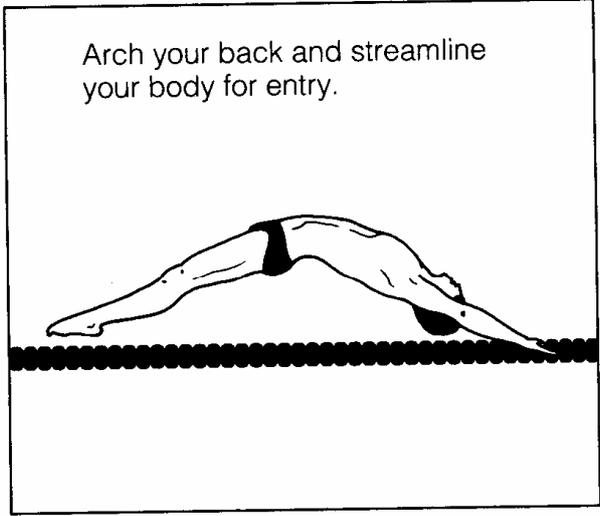
a



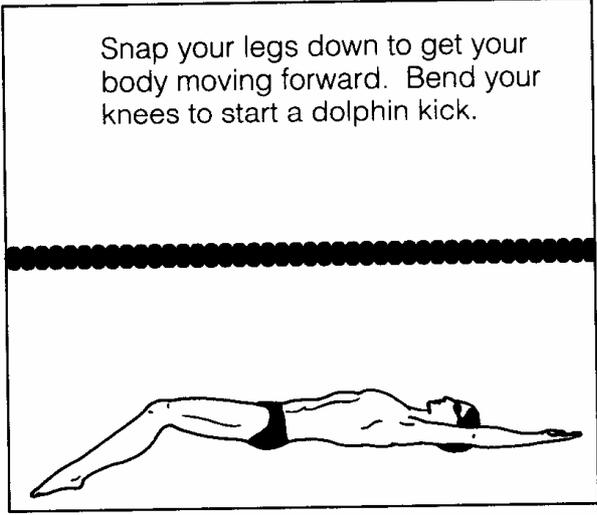
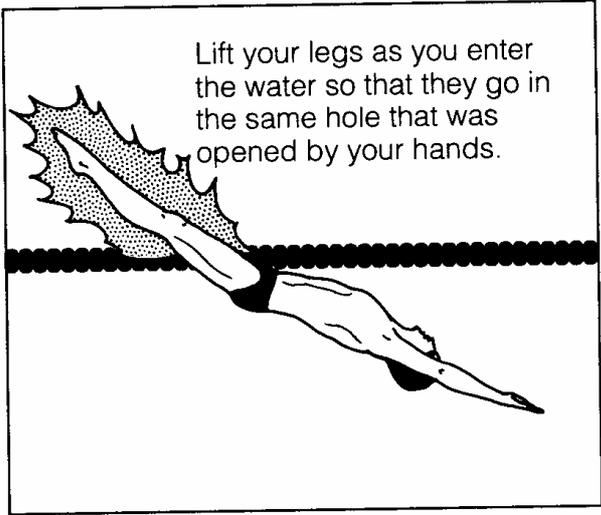
b



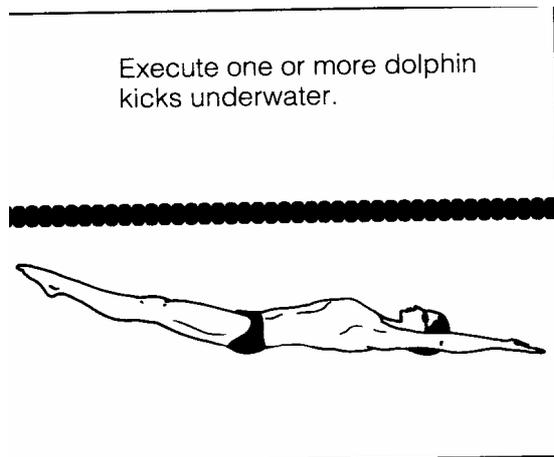
c



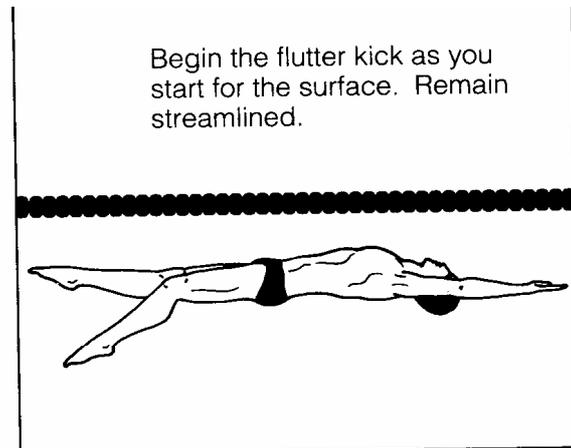
d



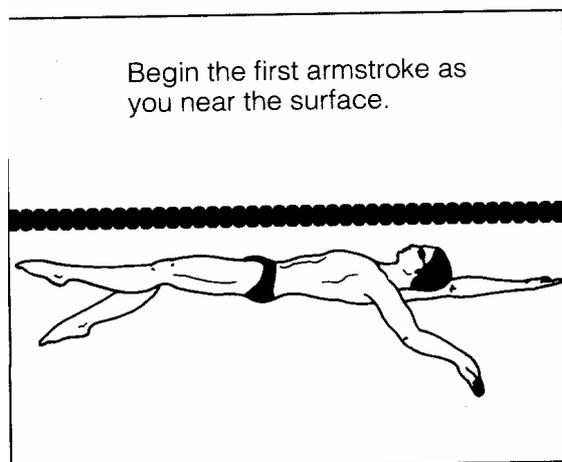
e



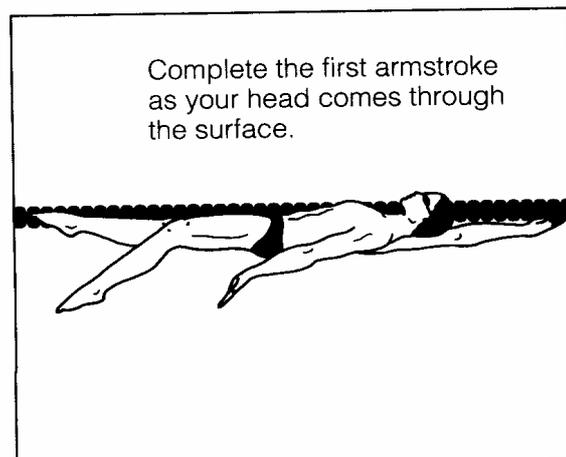
g



h



i



i

Bildreihen: Rückenstarttechniken (Maglischo, 1993)

Bewegungsstruktur der Wendetechniken

a) Vorbereitungsphase:

- schnelles Anschwimmen der Wende ohne Abfall der Geschwindigkeit,
- Orientierung (Distanz zur Wand)

b) Hauptphase:

- Anschlag
- Drehung
- Abstoß
- Gleitphase

c) Überleitende Phase:

- Übergang in die spezielle Schwimmtechnik

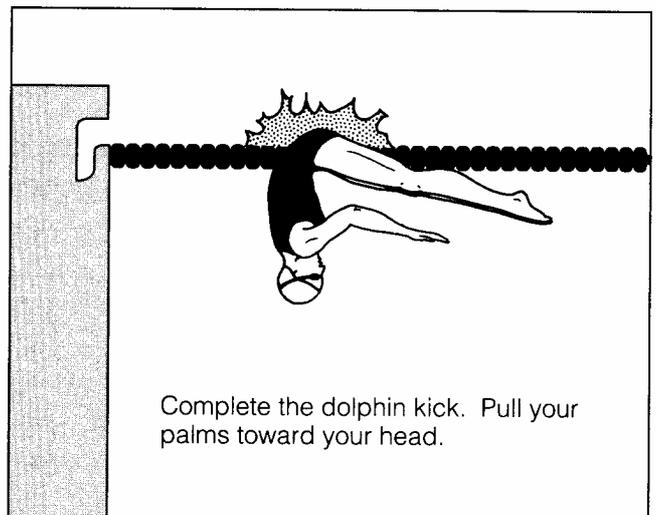
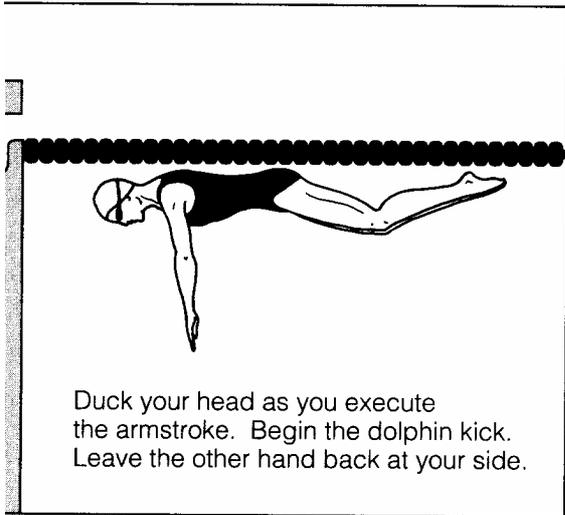
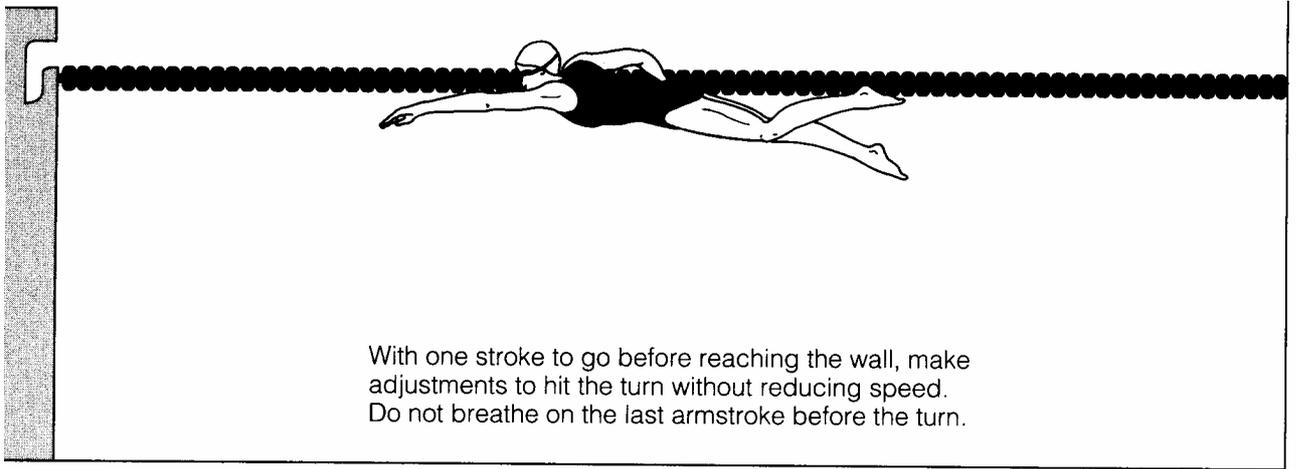
Bedeutung einer guten Wendetechnik:

Die Schwimmer sind ca. 2 - 3 sec. pro Länge entweder bei einer Wende oder am Gleiten nach der Wende d.h. ca. 10 - 20 % der Zeit für 100 m auf der Kurzbahn werden für die Wenden verwendet. In einer USA-Studie wird der Anteil der

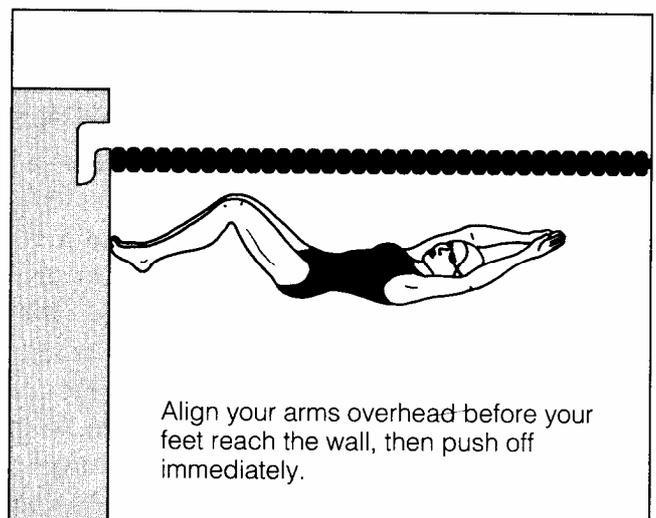
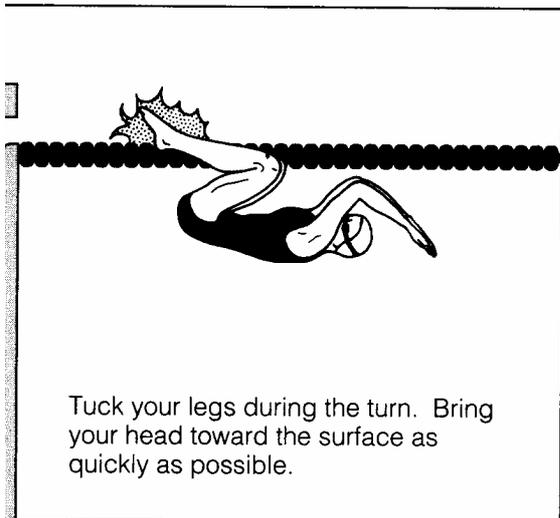
Wendenzeit an der gesamten Schwimmzeit in Abhängigkeit von der Streckenlänge angegeben. Der Anteil der Wendenzeit liegt bei der 50 m Kraul Strecke (Kurzbahn) bei ca. 20 % der Gesamtschwimmzeit, bei der 100 m Kraul Strecke (Kurzbahn) bei ca. 25 % und von 200 m Kraul Strecke aufwärts bei etwa 30 - 35 % der Gesamtzeit.

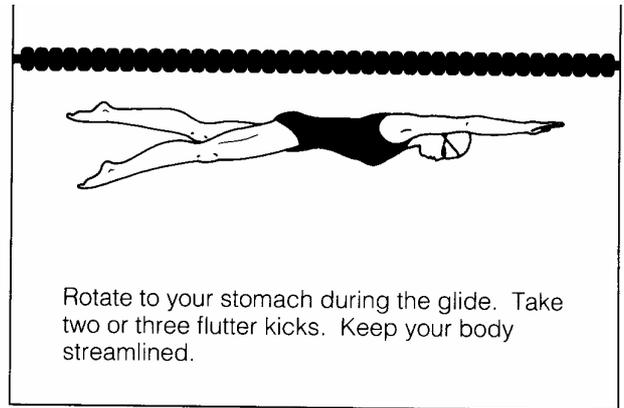
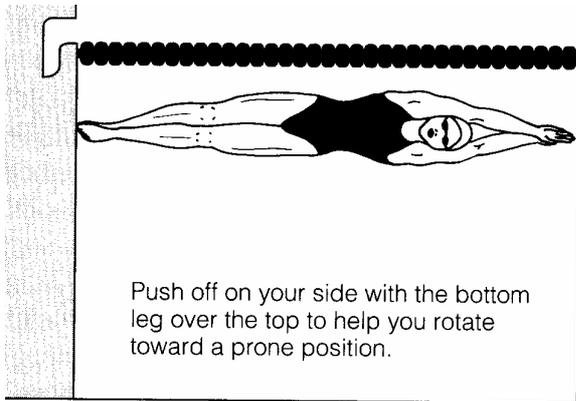
Phasenstruktur der Rollwende Kraul (nach REISCHLE, 1988)

- **Anschwimmen:** Während der letzten 1 - 2 Armzügen vor der Wende sollte nicht mehr geatmet werden, die Geschwindigkeit sollte aufrecht erhalten bleiben. Langstreckenschwimmer stellen vor der Wende oft von 2er- auf 6er-Beinschlag um.
- **Drehung:** Ziel ist den Schwimmer möglichst rasch in die neue Schwimmrichtung zu bringen. Die Drehung um die Breitenachse wird durch den Zug eines Armes nach unten (oder mit beiden Armen) eingeleitet. Die Drehung wird durch das Vorneigen des Kopfes (der Kopf bewegt sich Richtung Knie) und einen „Delphinkick“ unterstützt. Durch den Druck der Hand nach unten kommt die Hüfte über Wasser, die Beine kommen aus dem Wasser und schwingen gebeugt zur Wand. Die Füße kommen an die Beckenwand, gleichzeitig wird die Drehung um die Längsachse eingeleitet, so dass die Füße seitwärts an die Wand gesetzt werden.
- **Abstoß:** Sofort nach dem Berühren der Wand wird der Abstoß eingeleitet. Die Arme werden in die neue Schwimmrichtung gestreckt, der Kopf kommt zwischen die Oberarme hinein und mit dem Abstoß wird die Drehung um die Längsachse weitergeführt.
- **Gleitphase:** Während der Gleitphase dreht sich der Schwimmer vollends in die Bauchlage. Je kürzer die Wettkampfstrecke ist, um so kürzer ist auch die Gleitphase. Der Schwimmer beginnt mit kräftigen Beinbewegungen und steuert damit seinen Körper an die Wasseroberfläche.
- **Überleitende Phase:** Zuerst beginnt ein Arm nach hinten zu ziehen. Wenn der Zugarm den Oberschenkel erreicht hat, soll der Kopf des Schwimmers auftauchen. Eingeatmet wird erst mit dem 2. oder 3. Armzug. Nach der Wende soll sofort mit schnellen explosiven Zügen begonnen werden. Langstreckenschwimmer beginnen wiederum mit 6er-Beinschlag.

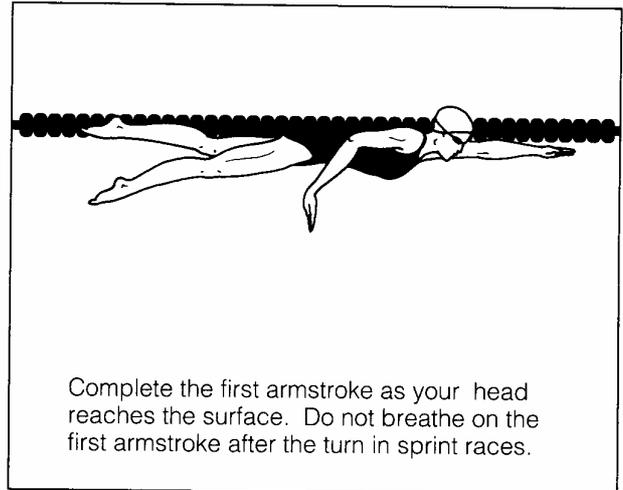
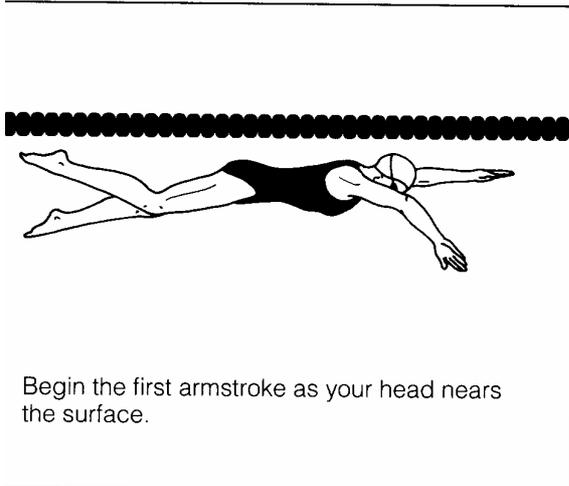


c



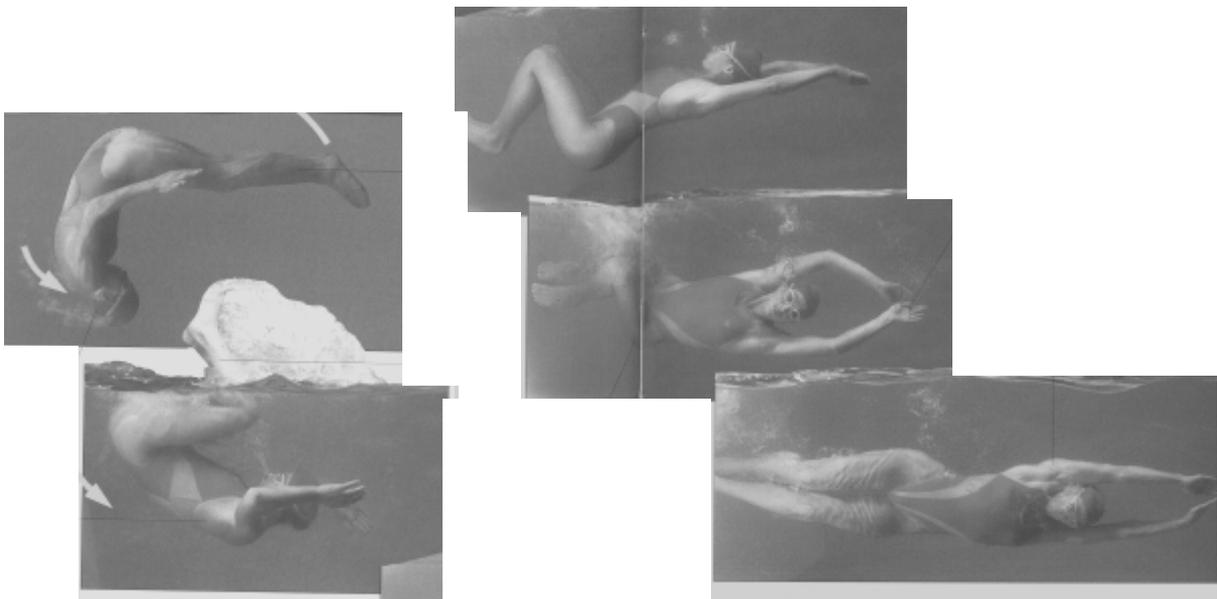


g



i

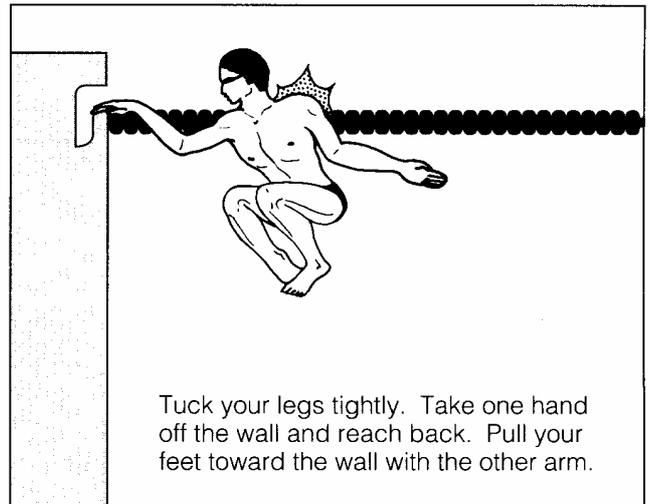
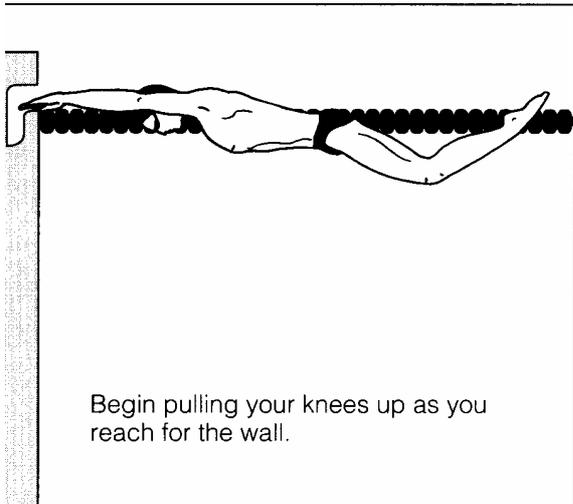
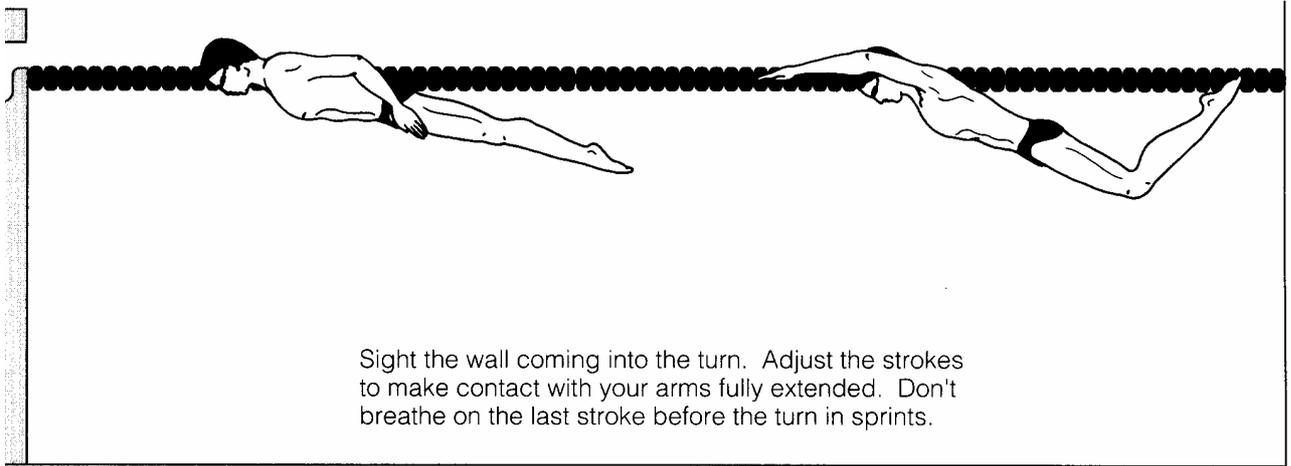
(Maglischo, 1993)



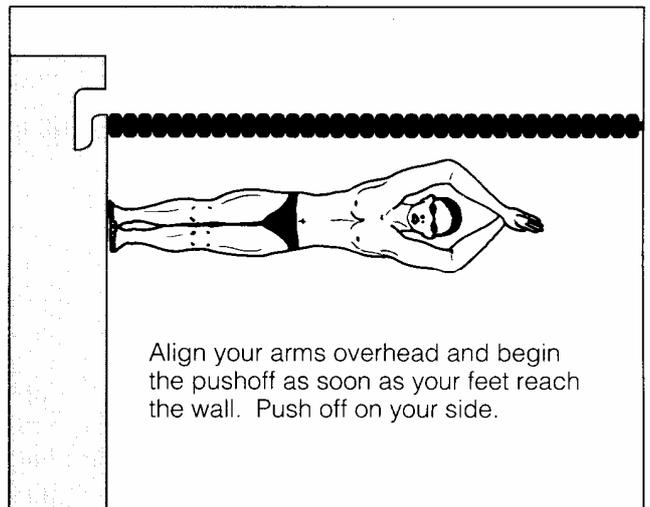
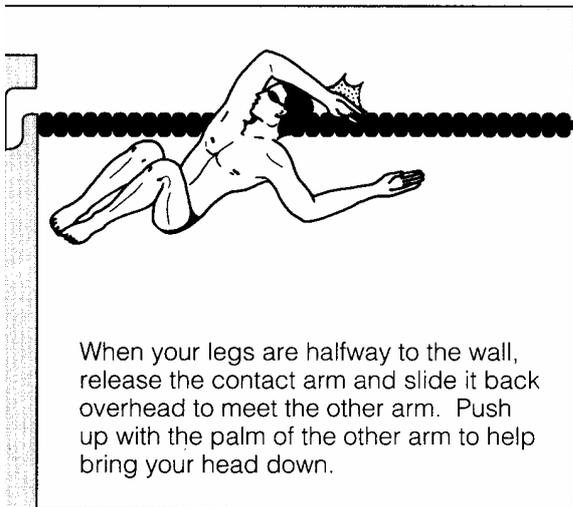
Reihenbild der Rollwende und Kippwende (Davies, 1992, S. 42)

Phasenstruktur der Kippwende – Brust/Delphin:

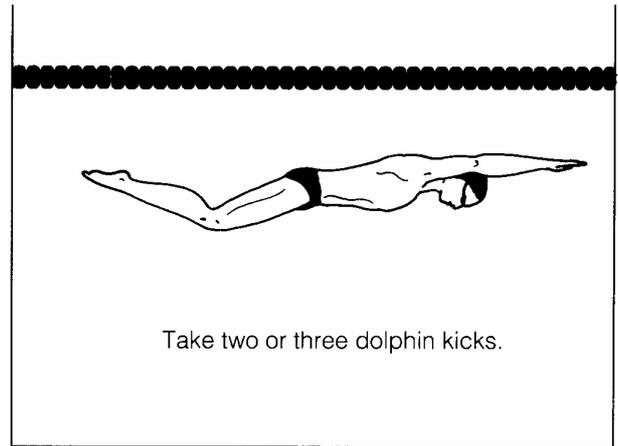
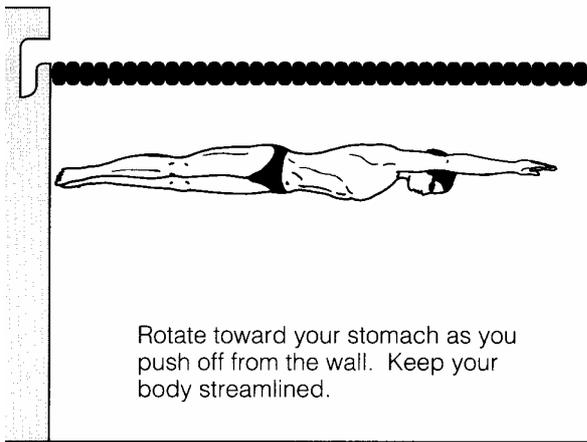
- **Anschwimmen:** Beim Anschwimmen soll die Schwimmgeschwindigkeit nach Möglichkeit nicht reduziert werden. (wichtig – Beinschlagrhythmus!)
- **Anschlag:** Der Anschlag erfolgt mit gestreckten Armen. Beide Arme schlagen gleichzeitig an - Schulterachse horizontal.
- **Drehung:** Nach dem Anschlag der Hände werden die Beine angehockt und der Oberkörper aufgerichtet. Eine Hand löst sich von der Wand und bewegt sich bereits wieder in die neue Schwimmrichtung, während die Füße zur Beckenwand kommen. Der Schwimmer führt eine $\frac{1}{4}$ Drehung um die Längs- und Tiefenachse bei gleichzeitiger Einatmung aus. Anschließend wird der andere Arm über Wasser nach vorne gebracht und der Kopf taucht ins Wasser ein und wird zwischen die Oberarme genommen.
- **Abstoß:** Der Abstoß erfolgt erst dann, wenn der Schwimmer wieder vollständig in die neue Schwimmrichtung orientiert ist. Arme und Beine werden gleichzeitig gestreckt. Der Abstoß erfolgt parallel zur Wasseroberfläche, wobei sich der Körper des Schwimmers aus der Seitenlage wieder in die Bauchlage dreht.
- **Gleitphase:** Beim Brustschwimmen gleitet der Schwimmer eine kurze Strecke, bevor der sog. Unterwasserzug (Tauchzug) ausgeführt wird. Dabei soll der Körper möglichst gestreckt sein. Der Unterwasserzug entspricht einer Delphinarmbewegung unter Wasser (Schlüssellochform), der Abdruck geht bis neben die Oberschenkel. Anschließend erfolgt eine 2. kurze Gleitphase, bevor die Arme wieder möglichst nahe am Körper in die Ausgangsposition (Hochhalte) gebracht werden. Wenn die Arme vom Kopf weiter nach vorne gebracht werden, erfolgt gleichzeitig ein kräftiger Beinschlag.
- **Überleitende Phase:** Mit der Streckung der Arme nach vorne gleitet der Schwimmer an die Wasseroberfläche und beginnt den ersten Armzug, bei dem der Kopf auch aus dem Wasser gehoben werden muss.



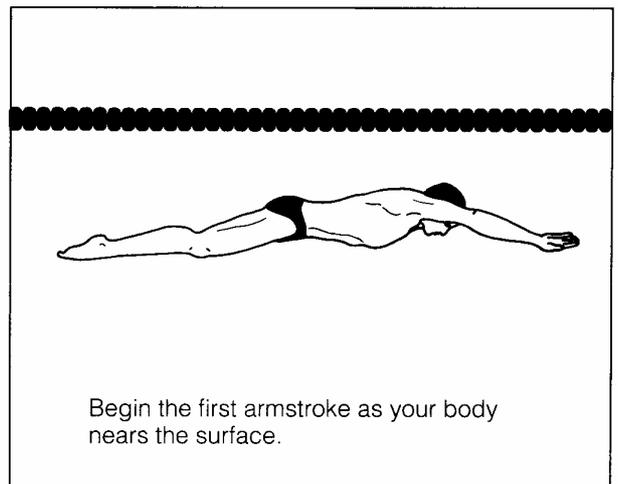
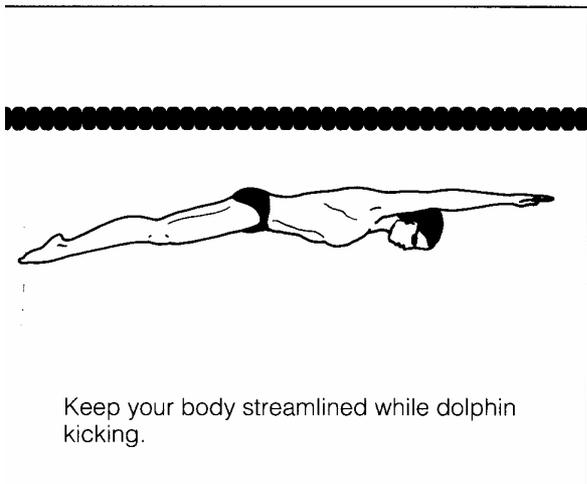
c



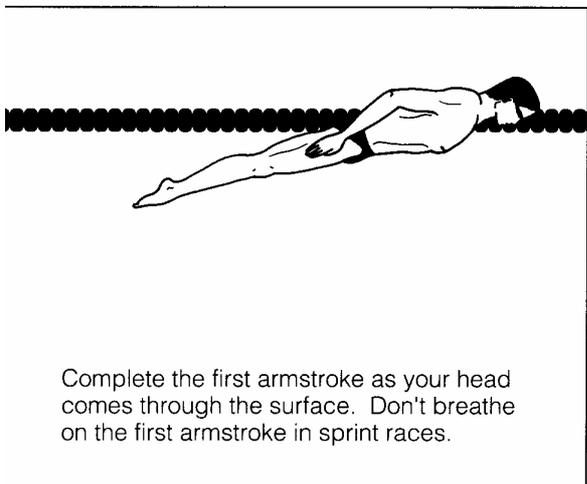
d



g



i



(Maglischo, 1993)

Schwimmtechnik: Wie macht man eine Rollwende beim Kraulschwimmen?

© Übersetzung [Felix Gmünder](#), Schwimmverein Limmat Zürich

Angepasst von/ Adapted from [SWIM Magazine](#) 9/10 1999

Tips zum Lernen und Üben

- Mit dem Lernen nicht an der Wand sondern im freien Wasser beginnen, bis man die Drehung beherrscht -> [Lerne die Rollwende](#)
- Zuerst die Drehung um die Querachse vom Bauch auf den Rücken üben.
- Lerne ein wenig Luft aus der Nase zu blasen, um das Eindringen von Wasser zu vermeiden.
- Zum Einleiten der Drehung und zum Drehen selber keine Ruderbewegungen mit den Armen (= häufigster Fehler). Die Drehung wird allein durch den Schwimmpuls, das Senken des Kopfes (Kinn zur Brust) und einen leichten Delfinbeinschlag eingeleitet.
- Drehe auf möglichst kleinem Raum: In der Drehung gehen die Nase zu den Knien und die Fersen zum Hintern; Die Beine werden nicht durchgestreckt in der Drehung.
- Nicht auf dem Bauch Abstossen sondern auf dem Rücken.
- Vor dem letzten Zug vor dem Einleiten der Wende nicht mehr Atmen - kein Blick nach vorne, sonst verliert man die Gleitlage.
- Nach dem Abstossen mindestens einen Armzug nicht Atmen, zum Behalten der Gleitlage.

Übung macht den Meister, darum die Wende immer probieren, auch unter schwierigen Bedingungen im Training.



- Distanz zur Wand einschätzen über den "T-Balken" am Boden. Nie nach vorne schauen oder schielen (Wasserwiderstand!).
- Beim letzten Armzug vor Einleiten der Drehbewegung beide Arme an der Körperseite liegen lassen - die Arme schauen bereits in die neue Schwimmrichtung nach dem Wenden. (Mindestens eine der) Handflächen gegen den Boden drehen (Daumen auswärts): Die Arme und Handflächen dienen als "Haltepunkt" und um die Drehung zu steuern.
- Die Drehbewegung wird eingeleitet durch Einrollen, beginnend mit Senken des Kopfes. Gleichzeitig mit leichter Delfinbeinschlagbewegung Beine anziehen. Die Arme bewegen sich von nun an praktisch nicht mehr während der Drehung.



- Die Drehung erfolgt in gehockter Körperstellung.
- Beine und Füße gehen gerade über den Kopf zur Wand.
- Arme und Hände dienen als Hebel und zum Balancieren.



- Beine zusammen halten - die Füße treffen gleichzeitig auf die Wand.
- Wichtig ist es, die richtige Stelle zu treffen, nicht zu hoch oder zu tief, nicht zu weit rechts oder links.



- Das Abstoßen erfolgt in Rückenlage.
- **Bevor** abgestossen wird, muss der Oberkörper und die Arme in perfekter stromlinienförmiger Haltung sein. Der Wasserwiderstand macht sich ja vor allem bei hohen Geschwindigkeiten bemerkbar!

!



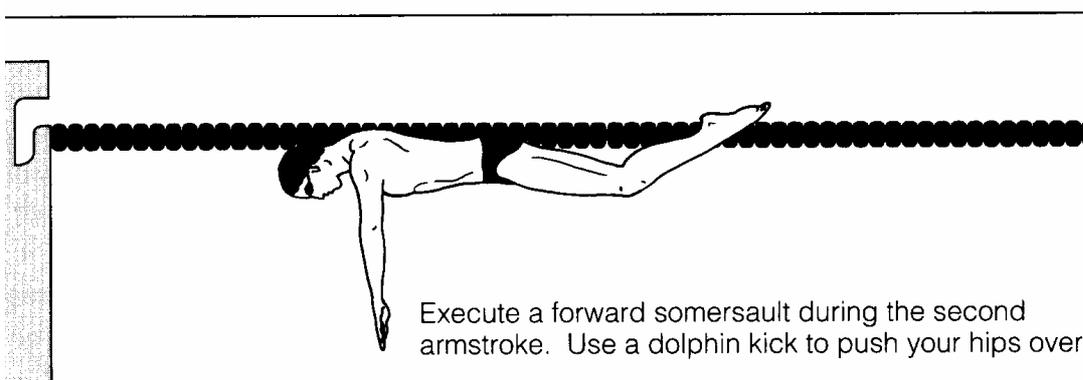
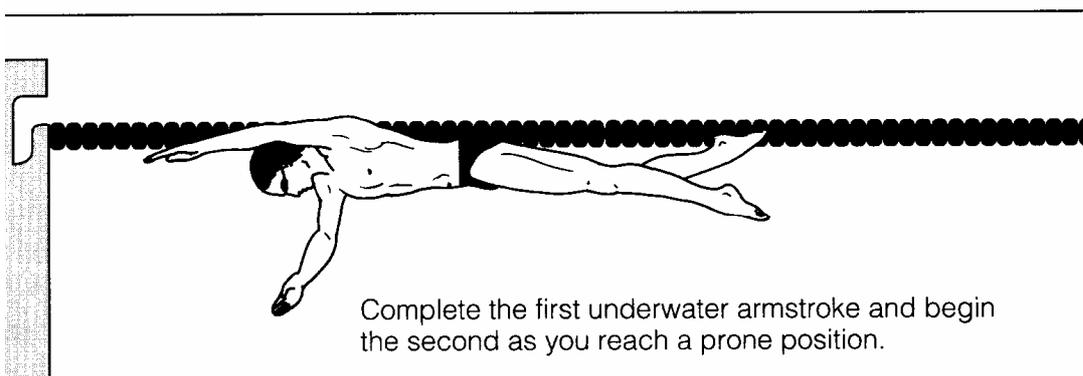
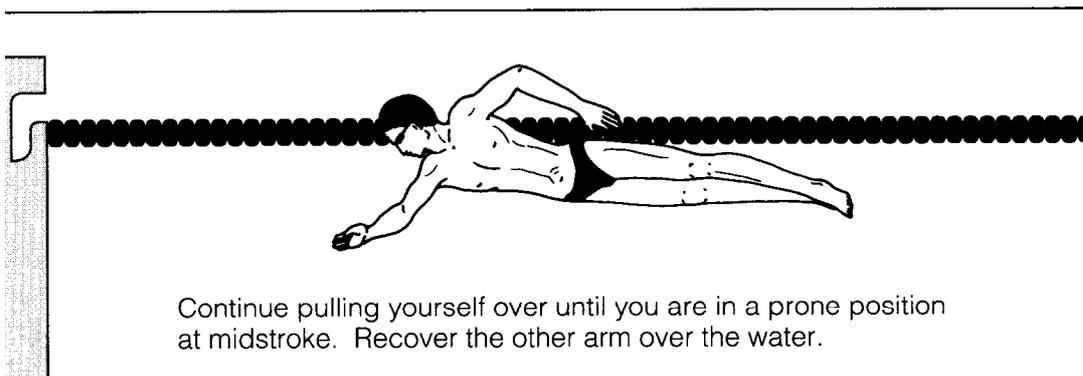
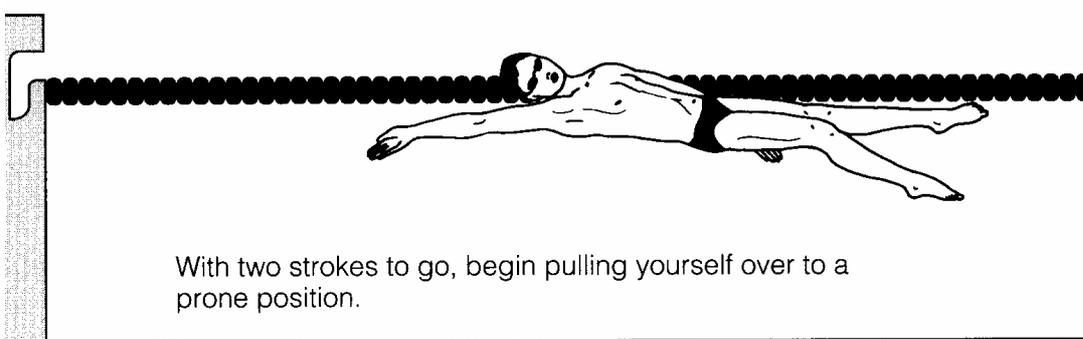
- Nach dem Abstoßen in die Bauchlage drehen. Stromlinienförmig bleiben.
- Mit Beinschlag erst beginnen, wenn Schwimgeschwindigkeit erreicht ist (so lange Gleiten als man schneller ist als Schwimmen). Das richtige Timing braucht viel Übung.

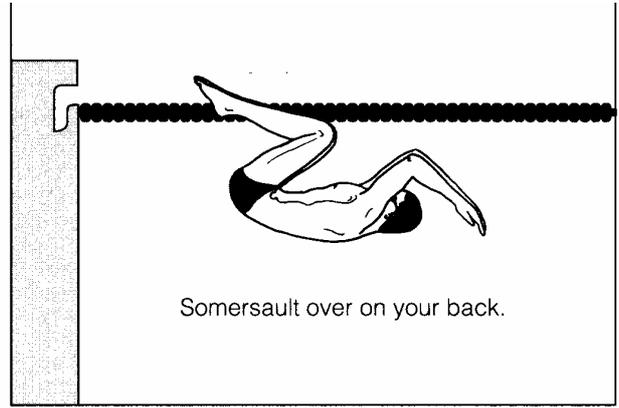
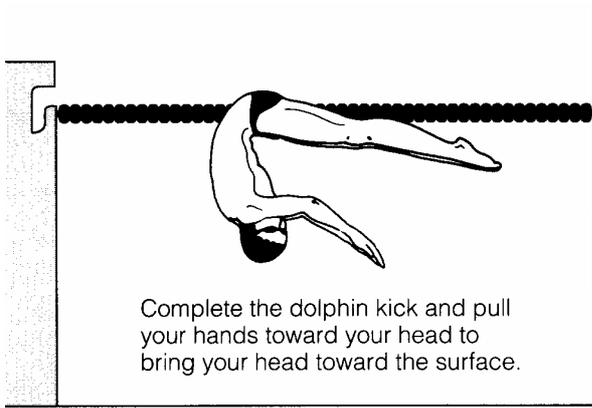


- Kurz bevor die Oberfläche erreicht wird, mit dem Armzug einsetzen.
- Das Timing des Auftauchens ist sehr wichtig, weil zu frühes Auftauchen stark bremst (und zu spätes ebenfalls).
- Stromlinienförmig bleiben, darum beim ersten Zug nicht atmen - Balance halten!

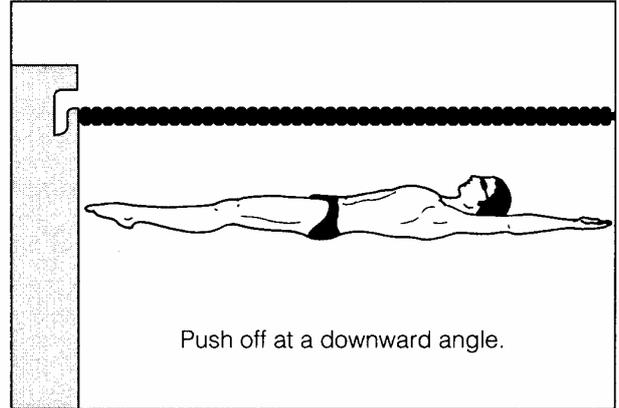
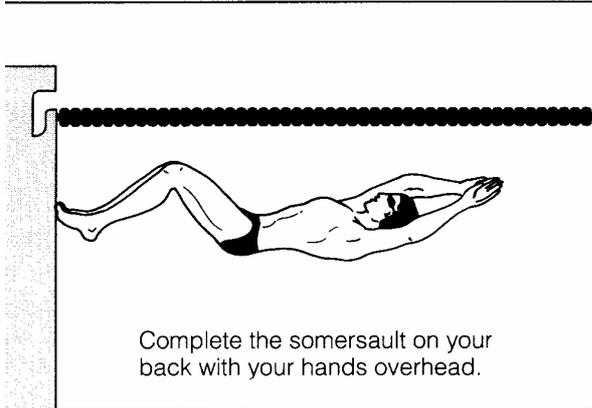
Phasenstruktur der Drehrollwende - Rückenraul

- **Anschwimmen:** Der Bewegungsrhythmus ist nach Möglichkeit nicht zu verändern - Orientierung mit Hilfe der Rückenleine (ca. 2 - 4 Züge ab der Rückenleine in Rückenlage, je nach Körpergröße und Schwimgeschwindigkeit). Ein Armzug und die Rückholphase des anderen Armes drehen den Körper des Schwimmers in die Bauchlage.
- **Drehung:** In der Bauchlage darf lt. Wettkampfbestimmungen nur mehr $\frac{1}{2}$ Armzyklus (d.h. Armzug mit einem Arm bis zur Hüfte oder Doppelarmzug) und kein Beinschlag mehr durchgeführt werden. Mit dem Armzug in Bauchlage wird die Drehbewegung um die Breitenachse eingeleitet. Der Kopf drückt nach unten, die Beine kommen aus dem Wasser wie bei der Rollwende Kraul.
- **Anschlag:** Der Anschlag erfolgt mit beiden Füßen zur Beckenwand. Die Füße sollen direkt hinter dem Becken des Schwimmers an die Wand gesetzt werden, damit die Wirkungsrichtung des Kraftimpulses beim Abstoß genau in Schwimmrichtung zeigt. (Kniewinkel beim Abstoß ca. 90°). Beide Arme werden in Hochhalte zusammengeführt, die Handflächen werden übereinandergelegt und Beine und Arme gleichzeitig gestreckt.
- **Abstoß:** Beim Abstoß erfolgt die Streckung des gesamten Körpers. Der Kopf liegt zwischen den Oberarmen, die Handflächen liegen übereinander.
- **Gleitphase:** Nach einer kurzen Gleitphase wird mit kräftigen Delphinbeinbewegungen begonnen (max. 6-7 Beinbewegungen), so dass der Schwimmer spätestens an der 15 m-Markierung an die Wasseroberfläche kommt.
- **überleitende Phase:** der Übergang in die Schwimmtechnik erfolgt mit möglichst hoher Frequenz und der Schwimmer wechselt von Delphin- zu Rückenbeinbewegung.

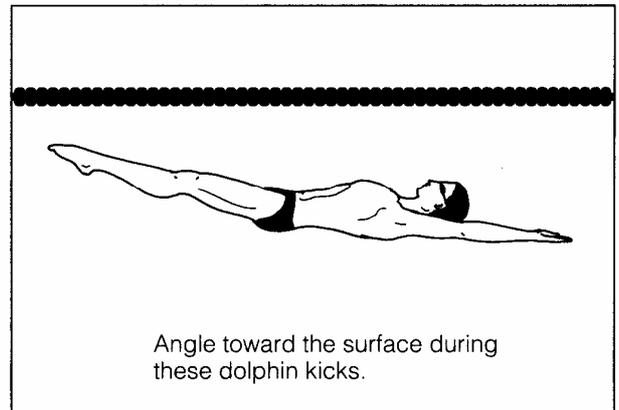
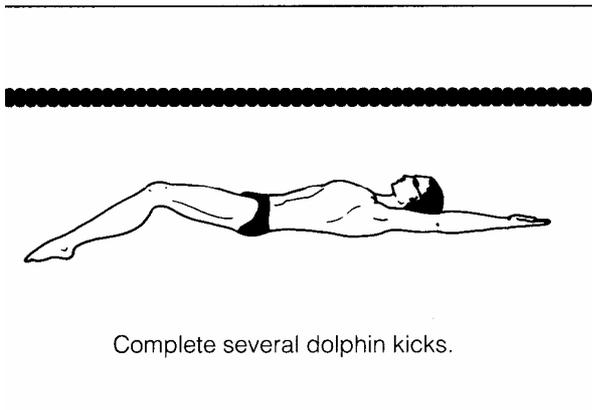




f



h



j

Drehrollwende (MAGLISCHO, 1993)

BEWEGUNGSLEHRE UND BIOMECHANIK – QUELENNACHWEIS/LITERATUR:

Internetseiten:

www.svl.ch – Schwimmverein Limmat Zürich (Techniktraining etc.)
www.fina.com – Internationaler Schwimmverband (Rekorde, Neuigkeiten usw.)
www.dsv.de – Deutscher Schwimmverband (Wettkämpfe, Ergebnisse usw.)
www.schwimmwelt.de – sehr viele Links zu nationalen und internationalen Verbänden
www.schwimmverband-tirol.at – Tiroler Landesschwimmverband (aktuelle Ergebnisse, Termine, Links)
www.voes.or.at – Verband Österreichischer Schwimmvereine (Mitteilungen, Ergebnisse etc.)
www.swiminfo.at – Ergebnisse, Bestenlisten usw.
www.ooelsv.at – Oberösterreichischer Landesschwimmverband (Verbandsinformationen etc.)

Literatur:

COLWIN Cecill, Breakthrog swimming, Champaign 2002

DANIEL Klaus, Kurt WILKE (Hrsg.), Bewegen im Wasser mehr als nur Schwimmen, Köln 2000

HANNULA Dick (Hrsg.), The swimming coaching bible, Champaign 2001

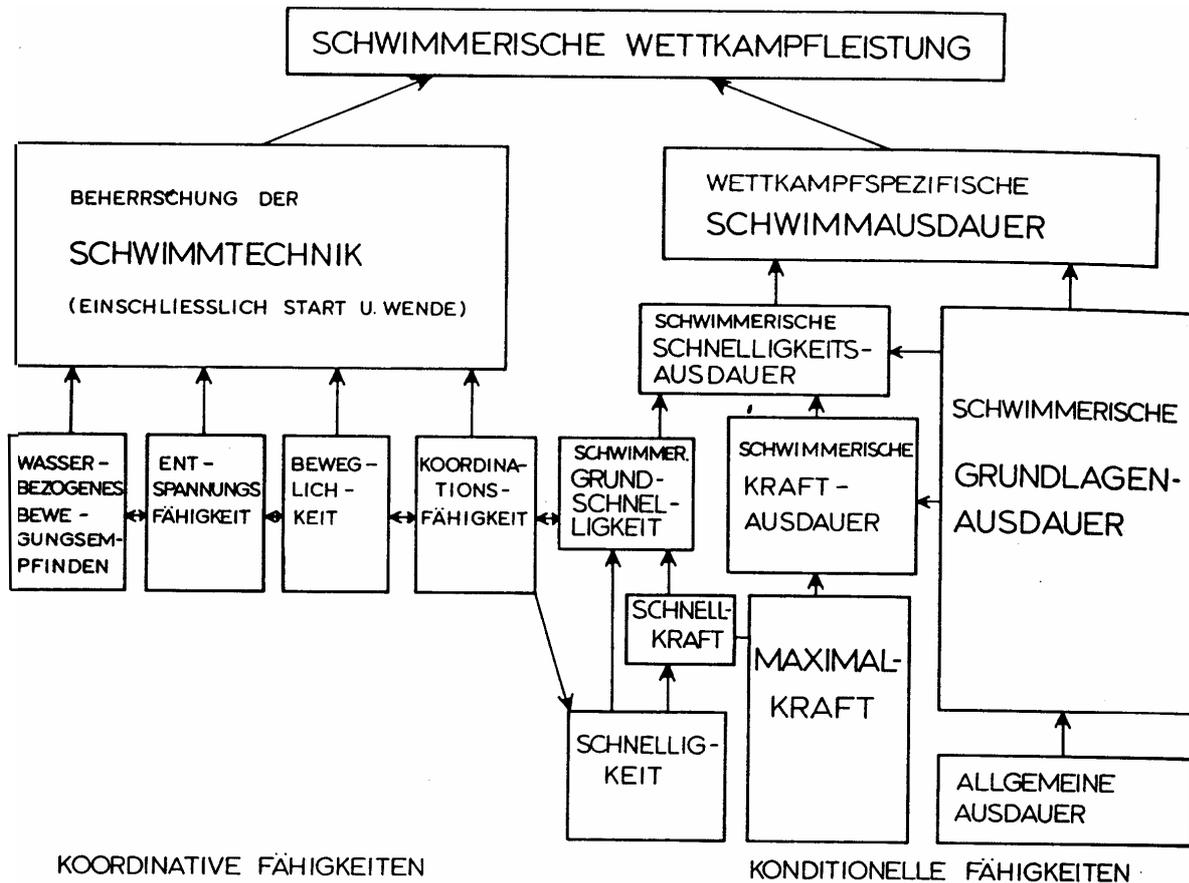
MAGLISCHO Ernest, Swimming even faster, Mayfield 1993

REISCHLE Klaus, Biomechanik des Schwimmens, Bockenem 1988

UNGERECHTS Bodo, Gunther VOLCK, Werner FREITAG, Lehrplan Schwimmsport Band 1: Technik, Schorndorf 2002

3. Grundlagen der Trainingslehre

Die im speziellen, sportartspezifischen Training zu realisierenden Ziele sind vom Leistungsprofil der jeweiligen Sportart bzw. Disziplin abhängig. Die schwimmerische Wettkampfleistung setzt sich aus einer Vielzahl von Fähigkeiten zusammen.



(WILKE/MADSEN, 1988, S. 46)

Neben der **Schwimmtechnik** spielt die **schwimmerische Grundlagenausdauer** eine dominierende Rolle für die schwimmerische Wettkampfleistung.

Dabei müssen vor allem die **Mechanismen der Energiebereitstellung** für die Muskelarbeit berücksichtigt werden:

Folgende Mechanismen der Energiebereitstellung können differenziert werden: (nach PANSOLD, 1994):

I. ALAKTAZIDE ENERGIEBEREITSTELLUNG (ATP und KREANTINPHOSPHAT)

II. LAKTAZIDE ENERGIEBEREITSTELLUNG (anaerobe GLYKOLYSE)

III. AEROBE ENERGIEBEREITSTELLUNG (Zitratzyklus und Atmungskette)

Im Schwimmsport lassen sich in Abhängigkeit von der Schwimmstrecke vier Zonen des Energiedurchsatzes unterscheiden:

1. ZONE	unter 30 sec. Dauer	alaktazider Stoffwechsel (ATP/KP) 50 m Strecken und laktazider Stoffwechsel (Leistung des anaeroben Systems)
2. ZONE	30 - 90 sec. Dauer	alaktazider Stoffwechsel und laktazider Stoffwechsel (Kapazität und Leistung des Systems) aerober Stoffwechsel 100 m Strecken
3. ZONE	90 sec. - 3 min. D.	laktazider Stoffwechsel (anaerob) und aerober Stoffwechsel 200 m Strecken
4. ZONE	über 3 min. Dauer	aerober Stoffwechsel und teilweise anaerob laktazider Stoffwechsel 400 m/ 800 m und 1.500 m-Strecken

Dementsprechend ist der Anteil der aeroben bzw. anaeroben Energiebereitstellung bei den unterschiedlichen Schwimmstrecken auch unterschiedlich bedeutend (PANSOLD, 1994):

Strecke [m]	Zeit [min]	alaktazid [%]	laktazid [%]	Summe alaktazid. laktazid [%]	Aerob [%]
50	0:23	78	20	98	2
100	0:50	25	65	90	10
200	1:50	10	65	75 (60 H.)	25 (40 H.)
400	3:50	7	40	47 (40 H.)	53 (63 H.)
800	7:50	5	30	35 (17 H.)	65 (83 H.)
1500	15:00	3	20	23 (10 H.)	77 (90 H.)

alle Werte nach MAGLISCHO, vergleichend dazu die Werte von HOUSTON (H.)

3.1. Trainingsbereiche im Schwimmspezifischen Ausdauertraining

KO = kompensatorischer Bereich (regenerativer Bereich)
La. < 2 mmol P < 120

GA1 = Grundlagenausdauer 1 (Stabilisierungsbereich)
Training unter aeroben Bedingungen
La. 2-3(4) mmol P 120-150

GA2 = Grundlagenausdauer 2 (Entwicklungsbereich 1)
aerob/anaerober Übergangsbereich
La 3-5(6) mmol P 150-170 (180)

AN = Training unter anaeroben Bedingungen
(Entwicklungsbereich 2)
La 5(6) - 8(10) mmol P 170-180 (190)

WT = wettkampfspezifisches Training (in Abhängigkeit von der zu bewältigenden Wettkampfstrecke)
La > 4 mmol P > 160

3.1.1. Trainingsmethoden (kompensatorischer Bereich u. Grundlagenausdauer 1)

Training unter aeroben Bedingungen

a) Dauermethode

- **kontinuierliche Dauermethode** (Gleichmaß der Geschwindigkeit)
- **Wechselmethode** (Intensitätswechsel in regelmäßigen Abständen)

Intensität: ca. 60 - 80 % der Bestleistung auf der gewählten Teilstrecke

Beispiele: 400 - 2000 m ohne Pause / Pulswerte zwischen 120-130 (KO) und 130 - 150 (GA1)
oder 600 m (50 locker/50 zügig im Wechsel) ohne Pause
oder 900 m (50 Gesamtbewegung locker/25 m Beine/25 m Arme/50 m Gesamtbewegung zügig im Wechsel)
oder 1000 m (100 m Kraul locker/50 m Brust/Rücken oder Delphin zügig im Wechsel)

b) Extensive Intervallmethode

Intensität: ca. 80 - 90 % der aktuellen Bestleistung der gewählten Teilstrecke

Beispiele: 200 - 1000 m Teilstrecken mit unvollständigen, „lohnenden“ Pausen
5 x 800 m / 1 ½ min. Pause, 8 x 400 m / 1 min. Pause, 8 x 200 m / 45 sec. Pause
200 m / 400 m / 800 m / 400 m / 200 m mit 1 min. Pause

Die Intervalle können entweder mit

- gleichbleibenden Abgangszeiten, z.B. 4 x 400 m - Start 6:00
- progressiven Abgangszeiten z.B. 6 x 200 m Start von 3:20 - 2:40
- gleichbleibender Pausenlänge z.B. 5 x 300 m mit 1 min. Pause
- Pausenlänge nach Pulsverhalten z.B. 6 x 400 m Start bei Puls 120 geschwommen werden.

Die Trainingseffekte dieser Trainingsform richten sich vor allem auf die Grundlagenausdauer (Sauerstofftransportsystem - Kapillarisation, Muskelfasertypenverteilung, Mitochondrien, Substratspeicher - Kohlenhydratspeicher, Fettstoffwechsel)

Eine grobe Einschätzung der Belastungsintensitäten ist durch Messung der Pulsfrequenzen möglich. Die nachfolgende Tabelle soll Richtwerte bezüglich Belastungsintensitäten im Schwimmen geben (MATZELBERGER 1995) - abgestimmt auf Gesundheitssportler:

Gemessene Herzschläge in 10 sec	Minutenfrequenz (Puls)	Belastung in % d. Max.
20	120	ca. 50 %
21	126	ca. 55 %
22	132	ca. 60 %
23	138	ca. 65 %
24	144	ca. 70 %
25	150	ca. 75 %
26	156	ca. 80 %
27	162	ca. 85 %
28	170	ca. 90 %
29	176	ca. 95 %
30	182	ca. 100 %

Eine weitere Möglichkeit zur Festlegung von Trainingsintensitäten für fortgeschrittene Schwimmer ist der sog. **30-Minuten-Test**. Dabei soll 30 min. lang so schnell und so gleichmäßig wie möglich geschwommen werden. Mit Hilfe der zurückgelegten Strecke wird die Schwimmgeschwindigkeit ermittelt, die relativ genau mit der individuellen anaeroben Schwelle übereinstimmt und damit als Ausgangsgeschwindigkeit (100 %) für die Intensitätsfestlegung im GA 1 - Bereich dient.

Eine sehr gute **Zusammenstellung der Trainingsmethoden und Belastungsnormative** des schwimmerischen Grundagentrainings gibt auch WILKE (in WILKE/MADSEN 1988):

Dabei bedeuten die verschiedenen Belastungsnormative folgendes:

Z = Ziel des Trainings / konditionelle Fähigkeit

A = Anzahl der Wiederholungen der Strecken / Teilstrecke

S = Streckenlänge einer Wiederholung / Teilstrecke

F = Form der Bewegungsausführung / Bewegungsablauf / Schwimmtechnik

I = Intensität / Schwimmgeschwindigkeit

P = Pausendauer / Art der Pause

Die schwimmerische Grundlagenausdauer kann nur durch Schwimmen verbessert werden. Nur so werden jene Muskeln angesprochen, die für die Antriebsleistung im Schwimmen entscheidend sind. Grundlagenausdauer kann man also auch unter dem Begriff **Quantität** des Trainings zusammenfassen.

Methoden	Dauerschwimmen	„Hrtpiel	Extensivé .ntervaltraining	Intensives Intervalltraining
Z	Verbesserung der lokalen und zentralen Wirkungsgrößen; zu 90% Beanspruchung des aeroben Energiesystems	Verbesserung der lokalen und zentralen Wirkungsgrößen; abwechselnde Beanspruchung des aeroben und des anaerob glykolytischen Systems	Verbesserung der zentralen und lokalen Wirkungsgrößen; zu 80—90% Beanspruchung des aeroben Energiesystems	Verbesserung der zentralen und lokalen Wirkungsgrößen; Beanspruchung: 70—80% aerob; 20—30% anaerob glykolytisch im Übergang zum Training der Schnelligkeitsausdauer
A	1 x	1 x	In Abhängigkeit von der Streckenlänge: 10—100 x	In Abhängigkeit von der Streckenlänge: 5—30 x (evtl. in Serien)
S	In Abhängigkeit vom Trainingsalter und -zustand: 400—5000 m	In Abhängigkeit vom Trainingsalter und -zustand: 400—2000 m	25—400 m	25—200 m
F	In gleichmäßiger Geschwindigkeit: — alle Techniken; — auch getrennte Arm- und Beinbewegung; — überlange Strecken — Kraul	Bei wechselnder Geschwindigkeit in allen Techniken, ausgenommen Schmetterlingsschwimmen	Alle Techniken (Schmetterling nur so lange, wie einwandfreie Technik erhalten bleibt), auch getrennte Arm- und Beinbewegung, als Serien mit gleichmäßigen oder sich verändernden Geschwindigkeiten	Alle Techniken (Schmetterling nur so lange, wie einwandfreie Technik erhalten bleibt) in gleichmäßiger oder zunehmender Geschwindigkeit
I	Von der augenblicklich möglichen Wettkampfzeit über 400 m 87% 800 m 89—92% 1500 m 92—94% mehr als 1500 m 95% und mehr (das entspricht der individuellen anaeroben Schwelle, d. h. 2,5—5 mmol/l Laktat); TPF entsprechend Formel: TPF = (MPF - RPF) 4/5 + RPF	Ruhiges und schnelles Schwimmen im Verhältnis 4 : 1 bis 2 : 1 (das entspricht ca. 2—6 mmol/l Laktat)	Von der augenblicklich möglichen Wettkampfzeit über 25 m 77% 50 m 80% 100 m 83% 200 m 85% 400 m 87% 800 m 89—92% als untere Grenze (das entspricht der individuellen anaeroben Schwelle, d. h. 2,5—5 mmol/l Laktat); TPF entsprechend Formel wie unter Dauerschwimmen	Von der augenblicklich möglichen Wettkampfzeit über 25 m 85% 50 m 88% 75 m 89% 100 m 90% 150 m 90% 200 m 90% (das entspricht ca. 6—8 mmol/l Laktat)
P	Keine	Keine	5—45 sec, lediglich bei 800 m bis zu 60 sec	1—2-faches der Belastungszeit, höchstens 90 sec

Tab. 4 Methoden und Belastungsnormative des schwimmerischen Grundlagenausdauertrainings.

Abbildung 1, (WILKE/MADSEN 1988, S 141)

3.1.2. Trainingsmethoden aerob-anaerober Übergangsbereich oder Grundlagenausdauer 2

Ziel: Erhöhung der aeroben Leistungsfähigkeit und Vorbereitung des anaeroben Stoffwechsels auf hohe wettkampfspezifische Anforderungen

Gesamtdauer der Belastung während einer Trainingseinheit: 20 - 45 min.

Intensität: ca. 80 - 95 % der Bestleistung der gewählten Teilstrecke

a) Dauermethode mit Gleichmass der Geschwindigkeit

Beispiel: 800 - 2.000 m ohne Pause / Pulswerte zwischen 160 und 170
3 x 1.500 m / 90 sec. Pause / BZ + 2 min., z.B. Bestzeit 1.500 m
= 17:30, 3 x 1.500 m in 19:30

b) Dauermethode mit intensiven Einlagen

Beispiel: 4 x 800 m (100 m zügig / 50 m Spitze = hohes Tempo) 1 ½ min. Pause
3 x 1000 m (200 m zügig / 100 m Spitze in verschiedenen Lagen) 1 min. Pause
4 x 600 m (jede 2. Wende = Wendensprint über 10 + 10 m)

c) Extensive Intervallmethode

Beispiel: 3 x 800 m / 90 sec. Pause progressiv (BZ + 1 min. bis BZ + 30 sec.)
6 x 400 m / 90 sec. Pause negativ splitting (d.h. 2. Teilstrecke gleich schnell oder schneller als die 1. Teilstrecke)
20 x 200 m / 60 sec. Pause
4 x (4 x 200 m Lagen, 60 sec. Pause) 4 min. Serienpause

d) Intensive Intervallmethode

Beispiel: 4 x (3 x 200 m, 90 sec. Pause), 5 min. aktive Serienpause (Laktatabbau!)
3 x (5 x 100 m, 2 min. Pause), 8 min. Serienpause (Komp.schwimmen)
4 x 400 m / 3 min. Pause, BZ + 15 sec.

Die Intervallmethoden erlauben eine sehr große Variabilität im Training. Die konkrete Zielsetzung sollte dabei aber nicht aus dem Auge verloren werden.

Variationsmöglichkeiten bieten sich an durch Veränderung von:

- Strecken bzw. Teilstreckenlängen (fallende Mengen/progressive Mengen)
- Wiederholungszahl / Serienzahl
- Pausenlänge / Abgangszeiten (progressiv, regressiv oder gleichbleibend)
- Intensitäten (z.B. 85 %, 90 %, 85 %, 95 % bei 4 x 400 m)
- Techniken bzw. Teilbewegungen (Gesamtbewegung / Arme / Beine i.W.)

3.2. Training der schwimmerischen Schnelligkeitsausdauer

Training unter vorrangig anaeroben Bedingungen

Der Trainingseffekt richtet sich vor allem auf die Fähigkeit, Muskelglykogen ohne Sauerstoff abzubauen. Diese Form der sog. anaeroben laktaziden Energiebereitstellung ist abhängig von der Abbaugeschwindigkeit des Muskelglykogens und dem Muskelglykogengehalt.

Dabei muss unterschieden werden zwischen einem

Kapazitätstraining:

<i>Belastungsdauer:</i>	zwischen 20 und 60 sec.
<i>Intensität:</i>	maximal (Wettkampfgeschwindigkeit oder darüber)
<i>Wiederholungszahl:</i>	2 - 6
<i>Pausendauer:</i>	10 - 40 Minuten
<i>Trainingsmethode:</i>	Wiederholungsmethode

Beispiel: 2 x 100 m Delphin in 59 sec. / 40 min. aktive Pause
oder 6 x 50 m Kraul in 24,5 sec. / 10 min. Pause

und einem

Laktattoleranztraining:

<i>Belastungsdauer:</i>	30 sec. - 4 min.
<i>Intensität:</i>	90 - 100 % der maximalen Geschwindigkeit der Teilstrecke
<i>Wiederholungszahl:</i>	4 - 20 (1 - 5 Serien)
<i>Pausendauer:</i>	2 - 5 min.
<i>Trainingsmethode:</i>	Intensive Intervallmethode

Beispiel: 4 x 400 m Lagen (90 %) - 5 min. Pause
oder 3 x (3 x 100 m Kraul (90 % d.h. BZ + 5 sec.) - 4 min. Pause
8 min. Serienpause

In diesen Trainingsbereich fällt auch das Training der wettkampfspezifischen Leistungsfähigkeit mit dem Ziel der Erarbeitung einer hohen Leistungsfähigkeit in Richtung Prognosegeschwindigkeit:

Dabei können entweder „gebrochene Strecken“ oder „Simulatoren“ geschwommen werden.

Beispiel: gebrochene Strecke - 1.500 m Wettkampfstrecke = 3 x 500 m mit 60 sec. Pause
Simulator - 1.500 m Wettkampfstrecke = 800 m / 400 m / 200 m / 100 m mit je weils 30 sec. Pause
400 m Wettkampfstrecke - 4 x 100 m / 8 x 50 m oder 200/100/50/50 m / 10 – 30 sec. Pause

200 m Wettkampfstrecke - 2 x 100 m / 4 x 50 m oder 100/50/50 m / 10 - 20 sec. Pause

100 m Wettkampfstrecke - 2 x 50 oder 4 x 25 m oder 75/50 oder 50/25/25 m – 10 – 15 sec. Pause

3.3. Training der schwimmerischen Schnelligkeit (Frequenzschnelligkeit)

Training der anaeroben alaktaziden Energiebereitstellung (energiereiche Phosphate)

Die schwimmerische Schnelligkeit ist abhängig von der:

- Spaltungsgeschwindigkeit von ATP und KP
- Speicherkapazität von KP
- der neuromuskulären Ansteuerung

Standardtrainingsmethode = **Wiederholungsmethode:**

<i>Belastungsdauer:</i>	5 - 8 sec. (max. 10 - 15 sec.)
<i>Intensität:</i>	maximal oder supramaximal (mit Hilfen)
<i>Wiederholungszahl:</i>	4 - 15 (dabei maximal 6 in einer Serie)
<i>Serienzahl:</i>	3 - 4
<i>Pausendauer:</i>	3 - 8 min.

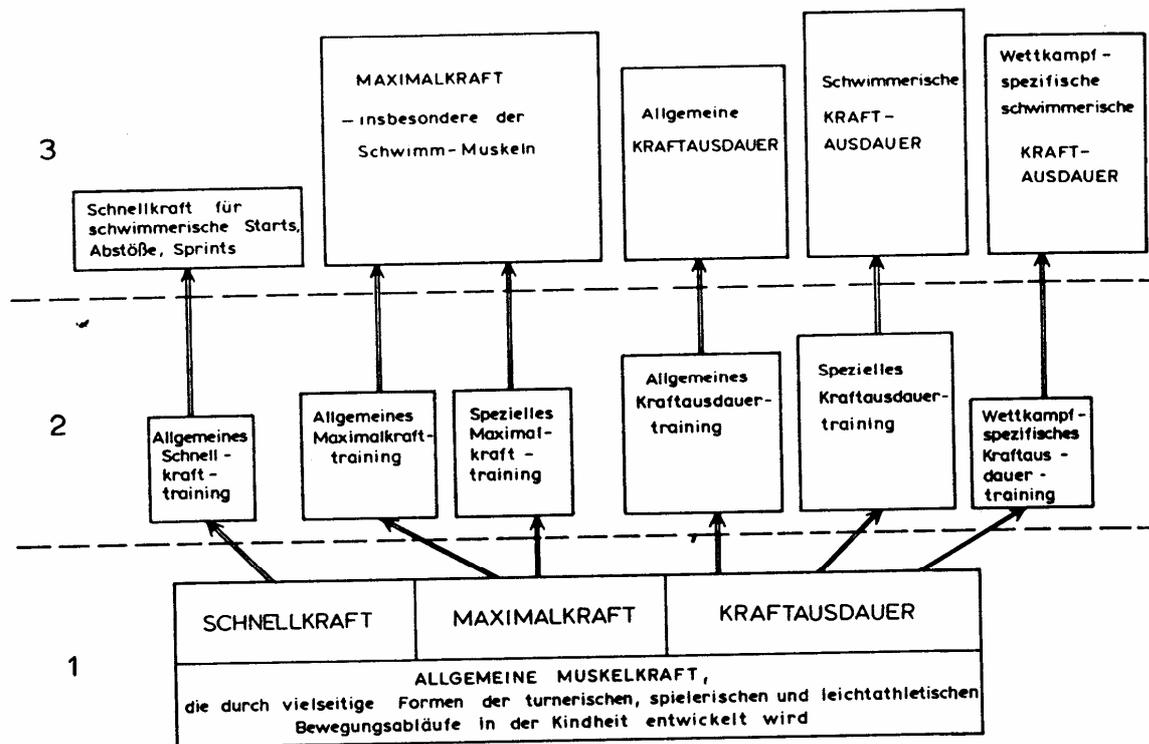
Beispiel: 5 x 15 m Kraul-Sprint / 5 min. Pause
oder 3 x (4 x 20 m Rücken-Wendensprint) 3 min. Pause / 8 min. Serienpause

Trainingsbeispiele für ein Schnelligkeitstraining bzw. frequenzorientiertes Training:

- Sprints in der Beckenmitte (über 8 - 12 m max. Geschwindigkeit)
- Wendensprint (5 - 10 m in die Wende schnell und 5 - 10 m aus der Wende schnell)
- Teilstreckensprints (z.B. 25 m Becken - die ersten 12,5 m Sprint – dann locker schwimmen)
- Sprints mit unterschiedlichen Frequenzen (normale Bewegungsfrequenz, leicht erhöhte Bewegungsfrequenz, stark erhöhte Bewegungsfrequenz)
- Sprints mit eingeschränkter Atmung (Atemsprints - Hypoxie-Training) z.B. Sprint mit 5er-Atmung, 10 m zum Anschlag ohne Atmung usw.
- Sprints mit Unterstützung (Flossen, Gummizug, Seil etc.)

3.4. Krafttraining im Schwimmsport

Die Differenzierung der im Schwimmsport leistungsbestimmenden Kraftkomponenten ist aus nachfolgender Übersicht abzuleiten. Dabei spielen als Basis die allgemeinen Kraftfähigkeiten eine große Rolle, auf die die speziellen Kraftfähigkeiten aufbauen. Dominant ist dabei die spezielle Kraftausdauer, angepasst an die jeweilige Belastung über die entsprechende Schwimmdistanz (50 - 1.500 m).



(WILKE/MADSEN 1988, S. 166)

Dem Krafttraining sollte eine funktionell-anatomische Analyse vorausgehen, damit das Krafttraining an den für die Fortbewegung im Wasser entscheidenden Muskeln ansetzen kann.

Daneben sollte die stabilisierende Muskulatur im Rücken-/Bauch- und Gesäßbereich nicht außer Acht gelassen werden. Die Kräftigung dieser Muskelgruppen spielt eine große Rolle zur Beibehaltung einer widerstandsarmen Wasserlage und zur optimalen Übertragung der an den Antriebsflächen wirkenden Kräfte auf den Rumpf. Funktionsgymnastik und Kräftigungsübungen für die angesprochenen Muskeln sind daher besonders wichtig und sollten bereits im Trainingsprogramm des Nachwuchstrainings nicht fehlen. Es gilt vor allem auch durch ausreichende Kräftigung und Dehnung muskuläre Dysbalancen im Bereich Hüfte und Schultergürtel zu vermeiden.

Die Anpassungen der Muskulatur an Krafttraining bewirken eine Erhöhung des Impulses pro Zyklus bzw. die Erhöhung der Impulssumme pro Zeiteinheit bei gleichem metabolischem Aufwand. Dabei kann durch die methodische Gestaltung des Krafttrainings eine unterschiedliche Anpassungsreaktion der Muskulatur hervorgerufen werden:

a. Vergrößerung des Muskelquerschnitts (Hypertrophietraining)

Standardmethode des Hypertrophietrainings:

<i>Intensität:</i>	60 - 80 % des maximalen Widerstandes
<i>Wiederholungen:</i>	6 - 15
<i>Sätze:</i>	3 - 6
<i>Pause:</i>	1 ½ - 2 min.
<i>Ausführungsart:</i>	langsam bis zügig

b. Verbesserung des Nerv-Muskel-Zusammenspiels:

Intermuskuläre Koordination

Intramuskuläre Koordination

Krafttraining für das intermuskuläre Zusammenspiel soll im Wasser durchgeführt werden, da nur dort spezifische Belastungen möglich sind.

Methode zur Verbesserung der **intramuskulären Koordination:**

<i>Intensität:</i>	80 - 100 %
<i>Wiederholungen:</i>	5 - 1
<i>Sätze:</i>	5 - 6
<i>Pause:</i>	3 - 4 min.
<i>Ausführungsart:</i>	zügig

c. Verbesserung der energiebereitstellenden Vorgänge:

Durch gezieltes Krafttraining werden auch die Energiespeicher ATP, KP und Glykogen erhöht, was besonders für Sprinter von Interesse ist. WERCHOSHANSKI behauptet, das Krafttraining erhöhe in stärkerem Maße als das Ausdauertraining den Gehalt an Hämoglobin und Myoglobin, so dass Krafttraining auch für Mittel- und Langstreckenschwimmer interessant ist. Dabei spielt für diese Trainingsanpassung vor allem das spezifische Kraftausdauertraining und das Schnellkrafttraining eine entscheidende Rolle.

d. Umwandlung von Muskelfasern:

Differenzierung des Trainings von Sprintern und Langstreckenschwimmern

Dauer der Anpassungen:

- Training der intramuskulären Koordination: Anpassungen nach ca. 6 Wochen
- Training der intermuskulären Koordination: Anpassungen nach bereits 2 Wochen
- Training des Muskelquerschnitts: Anpassungen nach 3 - 4 Wochen

SPEZIELLES KRAFTTRAINING IM WASSER:

Trainingsmittel: Paddles, Flossen, Widerstandshosen, T-Shirts, Gummiseile, Bremsen etc.

Beim Einsatz von speziellen Trainingsmitteln ist darauf zu achten, dass die Technik korrekt ausgeführt werden kann. Geringfügige Veränderungen verursacht jedes Trainingsmittel. Es sollte daher immer nach einem Kraftausdauertraining mit speziellen Trainingsmitteln noch ein spezielles intermuskuläres Koordinationstraining (Techniktraining) folgen.

Trainingsmethoden: Die Anwendung der jeweiligen Trainingsmethode hängt von der Zielsetzung des Kraftausdauertrainings, sowie von Umfang und Intensität des Trainings ab.

Für ein wettkampfspezifisches Ausdauertraining geben WILKE/MADSEN folgende Empfehlungen:

Schwimm- geschwindigkeit [m/s]	Belastungsintensität pro Arm
2	21 - 24
1,9	18 - 21
1,8	15 - 18
1,7	13 - 15
1,6	11,5 - 13
1,5	10 - 11,5
1,4	8,5 - 10
1,3	7,5 - 8,5
1,2	6,5 - 7,5
1,1	5,5 - 6,5
1	5 - 5,5

(WILKE/MADSEN 1988, S 181)

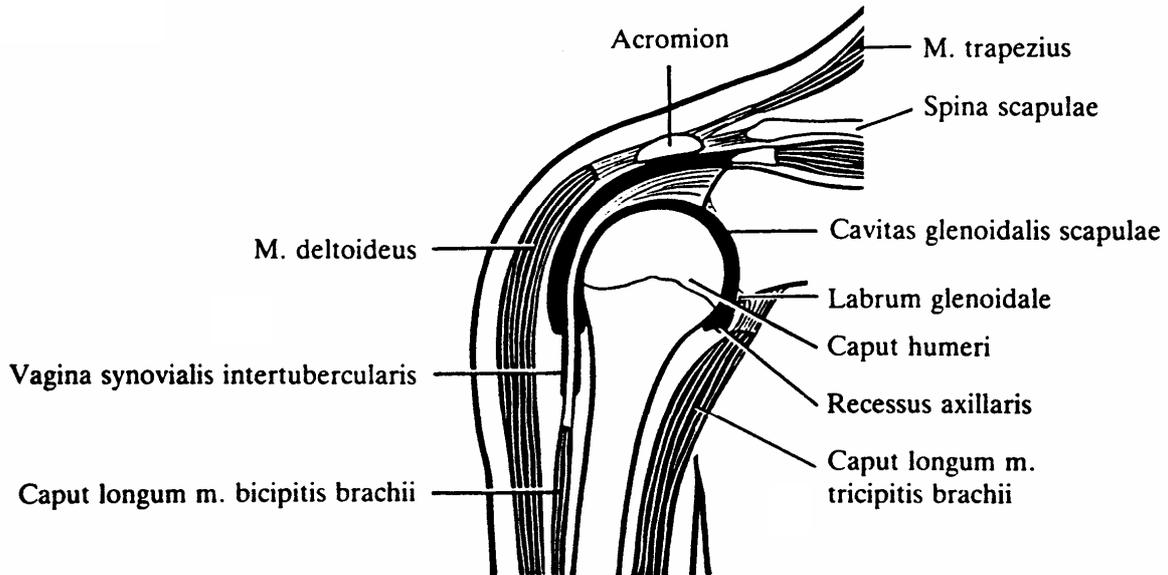
Anhand dieser Belastungsgrößen kann ein spezielles Kraftausdauertraining auch an Land mit Hilfe von Krafttrainingsgeräten mit veränderbarem Widerstand (Zugbank etc.) durchgeführt werden.

3.5. Überlastungsprobleme im Schwimmen

Hohe Trainingsumfänge bei dementsprechenden Intensitäten können am Bewegungsapparat der Schwimmer Überlastungsprobleme hervorrufen. Diese Probleme können auch in technischen Mängeln ihre Ursache haben. Die Hauptproblematiken treten in drei verschiedenen Gelenkbereichen auf:

Schultergelenk
Kniegelenk
Wirbelsäule

a) **Schwimmerschulter:** Schmerzsymptome im Bereich der Schulterhöhe



Frontalschnitt durch das Schultergelenk. Gelenkhöhe schwarz. Die Bizepssehne ist in ihrem ganzen Verlauf durch das Schultergelenk angeschnitten - modif. nach TÖNDURY

⇒ **Ursachen:**

Bei der Abduktion des Oberarmes über die 90°-Position hinaus, wird die Bizepssehne zwischen Oberarm und Acromium komprimiert und damit schmerzhafte Entzündungen bzw. Abnützungserscheinungen provoziert. Dasselbe betrifft auch die Sehne des M. supraspinatus. Wenn bei gestrecktem Arm in Hochhalte auf diesen langen Hebel ein großer Widerstand wirkt, wird der Oberarmkopf ebenfalls Richtung Acromium gedrückt, was wiederum zur oben genannten Belastungsproblematik führt.

⇒ **Vermeidung:**

Techniktraining: Koordination der Armrückführung mit der Rollbewegung um die Längsachse, so dass die Abduktion des Armes nicht über die 90°-Position erfolgen muss.

Dehnungs- und Kräftigungsübungen für die Muskulatur des Schultergürtels. Nicht nur spezielle Kräftigungsübungen entsprechend dem Bewegungsablauf der Schwimmtechniken, sondern auch allgemeine stabilisierende Übungsformen.

Die eigentliche Antriebswirkung der Armbewegungen beginnt nicht am Ende der Streckphase, bei ausgestreckten Armen in Hochhalte, sondern nach einer kurzen Zeit des Auswärts- bzw. Abwärtsführens des Armes (Verkürzung des Hebelarmes).

Umfangreiche Serien mit Paddles sollten vermieden werden. Technisch richtige Ausführung der Schwimmtechnik mit Paddles steht im Vordergrund.

b) Schwimmerknie: Schmerzsymptome im Bereich der Innenbänder der Kniegelenke

⇒ **Ursachen:**

Brustbeinbewegung mit starker Innenrotation der Oberschenkel bei gleichzeitig starker Außenrotation der Unterschenkel (geringe Knieöffnung). Keine ausreichende Stabilisierung im Sprunggelenk durch die umgebende Muskulatur

⇒ **Vermeidung:**

Technisch richtige Ausführung der Brustbeinbewegung. Knieöffnungswinkel hüftbreit oder darüber; zu starke Außenrotation im Unterschenkel vermeiden.

Keine umfangreichen, harten Brustbeine-Serien schwimmen. Beine-Serien immer wieder durch Entlastung des Kniegelenks unterbrechen z. B. 100 Brustbeine / 50 m Brustarme / 50 m Brust-Gesamtbewegung / 200 m Kraul locker usw.

Kräftigungs- und Dehnungsübungen für die stabilisierenden Muskelgruppen im Kniegelenk, besonders für die rückwärtige Oberschenkelmuskulatur (Harmstrings).

c) Lendenwirbelsäule: Schmerzen im Bereich der Lendenwirbelsäule

⇒ **Ursachen:**

Zu starke Lordosierung beim Brust- und Delphinschwimmen, um die Atmung zu unterstützen. Zu starke Lordosierung der Lendenwirbelsäule beim Start für das Rückenkraulschwimmen.

⇒ **Vermeidung:**

Technisch richtige Ausführung der Brust-Gesamtbewegung. Bei hohem Anheben der Schulterachse, gleichzeitig nach unten drücken der Hüfte und großen Hüftwinkel 120° beim Anziehen der Fersen zum Gesäß. Dieses Problem kann teilweise auch durch die Koordination zwischen Arm- und Beinbewegung umgangen werden. Beinbewegung erfolgt sehr spät, erst wenn die Arme nach vorne gestreckt sind und dadurch der Oberkörper wieder flach im Wasser liegt.

Technisch richtige Ausführung der Delphintechnik; Koordination zweiter Delphinbeinschlag, Anheben des Oberkörpers zur Einatmung. Keine zu großen Auf- und Abbewegungen (Beweglichkeit der Brustwirbelsäule).

Kräftigung der Rückenmuskulatur (besonders des langen Rückenstreckers im Lendenwirbelsäulenbereich), Vermeidung von Hyperlordosierung im Krafttraining. Gleichzeitig Kräftigung der geraden Bauchmuskulatur in ihrer gesamten Länge.

3.6. ***Bewegungsanalyse und Bewegungskorrektur im Schwimmen***

Methoden der Bewegungsanalyse:

- **Eigenbeobachtung** durch den Schwimmer selbst (beschränkt sich auf die sichtbaren Teile der Bewegungsabläufe, umfasst aber auch das Bewegungsgefühl – kinästhetische Wahrnehmung)
- **Verbalisierung** – Beschreibung der Bewegungsabläufe als mentale Trainingsform, Wiedergabe von Bewegungs- und Druckwahrnehmungen im Schwimmen
- **Videoanalyse** - Vorteile: Zeitlupe / Standbild
Besonders wirkungsvoll sind Videoaufnahmen unter Wasser, da die

Hauptantriebsbewegungen erst dort erkennbar sind.

Nachteile: Aufnahme in einer Ebene, Luftblasen verschlechtern die Qualität der Analyse

- **Fremdbeobachtung und Analyse durch Trainer, Schwimmerkollegen:** Die Qualität der Wahrnehmung hängt dabei entscheidend von der Qualität der Bewegungsvorstellung des Beobachters zusammen. Außerdem spielt die Informationsdichte eine große Rolle. Komplexe Bewegungsabläufe haben immer eine hohe Informationsdichte, daher sollte man die Bewegungsbeobachtung auf ganz spezielle Teilstrukturen der Bewegung richten z. B. Beinbewegung. Außerdem spielt der Standort des Beobachters eine große Rolle; Schwimmbewegungen sollten aus verschiedenen Ebenen betrachtet werden.

Maßnahmen der Bewegungskorrektur: (in Anlehnung an REISCHLE, 1988)

- **Freie Anweisung** – z. B. Rückenarmbewegung: „gestreckter Beginn – Beugung – Abdruck“
- **Operative Anweisung** – z. B. Kraulbeinbewegung: „mit einem Fuß gegen einen Ball kicken“, Kraularmbewegung: „mit dem Arm über ein Fass greifen“
- **Umweltgebundene Anweisung** – z. B. Delphin-Atmung: Kinn an der Wasseroberfläche“
- **Körpergebundene Anweisung** – z. B. Rückenraul-Rückholphase: „Oberarm berührt beim Eintauchen des Armes das Ohr“
- **Bewegungshilfen:** Unterstützung bestimmter Bewegungsabläufe, Technikübungen durch Hilfsmittel z. B. Flossen, Paddles. Pull-boys, Schwimmbretter, Leinen etc.
Beispiele: Rückenbeinbewegung mit Flossen – Verbesserung der Wasserlage
Kraularme mit Unterarmpaddles – Verbesserung der Handposition

Paddelübungen mit Pull-boys zwischen den Oberschenkeln – Erleichterung der Ausführung durch Vergrößerung des hydrostatischen Auftriebs
Rückenbeine mit Schwimmbrett an den Oberschenkeln – Vermeidung einer zu starken Beugung im Kniegelenk
Rückenarmzug an der Leine – gebeugter Armzug

- **Kontrastlernen – Überkorrektur:** Erleben des Unterschiedes in der Bewegungsausführung bei starken Veränderungen z. B. Rückenbeinbewegung mit hoher Kopfposition – Kinn zur Brust gezogen im Vergleich zu tiefer Kopfposition – Kopf in den Nacken bzw. normaler Haltung (Mittelposition).
- **Rhythmushilfe:** Rhythmisierung des Bewegungsablaufs z. B. „Zuuuug und Druck“ bei der Armbewegung zur Geschwindigkeitssteigerung der Armbewegung in der Druckphase.

4. LEISTUNGSDIAGNOSTIK IM SCHWIMMEN

Die Leistungsdiagnostik im Schwimmen hat verschiedene Zielsetzungen, die sowohl diagnostische als auch perspektivische Gesichtspunkte hat.

Gründe für die Durchführung leistungsdiagnostischer Verfahren:

- a. Vergleich von Normwerten (sportartspezifisches Leistungsprofil)
- b. Grundlagen für eine exakte Trainingssteuerung (Intensitäten etc.)
- c. Prognose der Leistungsentwicklung
- d. Trainingskontrolle (Wirksamkeit von Trainingsmaßnahmen)

Allgemeine LEISTUNGSDIAGNOSTIK:

a. Sporttauglichkeitsuntersuchung:

(allgemeine sportmedizinische Überprüfung, internistische und orthopädische Abklärung)

b. Spiroergometrie:

(Überprüfung der allgemeinen Grundlagenausdauer – unspezifisch)

c. Muskelfunktionstests:

(Einschätzung der Kraft der Rumpfmuskulatur und der Beweglichkeit in ausgewählten Gelenkbereichen)

Spezielle LEISTUNGSDIAGNOSTIK:

Überprüfung ausgewählter Komponenten der Leistungsfähigkeit.

a. AUSDAUER:

LACTAT-TEST

(Stufentest nach PANSOLD) – Ermittlung der Lactat-Leistungskurve

Zielsetzung:

Ermittlung von Intensitätsvorgaben (v, t, HF) für bestimmte Trainingsbereich im Ausdauertraining (aerobes Training, aerob-anaerober Übergangsbereich, anaerobe Schwelle bzw. Kompensationsbereich, GA1-Bereich, GA2-Bereich, wettkampfspezifischer Bereich).

Testprotokoll des streckenspezifischen Stufentests über 100 m für vier Schwimmmarten, männlich und weiblich:

Stufe	Zahl der Strecken	Laktat (mmol/l)	aktuelle Bestzeit %	Pause (min)	Serien-Pause min.	Abnahme (min.)
1	3	2-3	80	1	3	innerhalb der Serienpause
2	2	3-4	85	1	3	innerhalb der Serienpause
3	1	4-5	90		5	2:30-3:30
4	1	5-7	95		20-40	2:30-3:30
5	1	max.	100			3., 5., 7., 10. (12. und 15.)

Beispiel für eine Laktat-Leistungskurve (Abb. aus PANSOLD 1994)

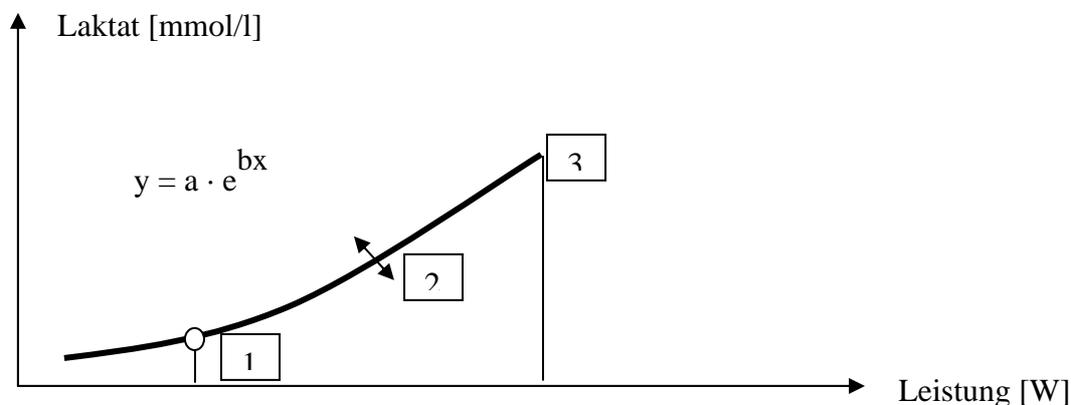


Abb. 1: Laktat-Leistungskurve (Erläuterungen s. Text)

Der **PANSOLD**-Test stützt sich in seiner Aussage vor allem auf drei Kenngrößen:

Kenngröße 1	Leistung bei Laktat-Grenzwert 4 mmol/l	Niveau der aeroben Leistungsfähigkeit	P4
Kenngröße 2	Koeffizient b der Funktion $y = a \cdot e^{bx}$ (Anstieg)	Niveau der Kraftfähigkeiten und/oder der sportlichen Technik	b
Kenngröße 3	Maximale Laktatkonzentration im Blut (mmol/l)	Niveau der anerob-laktaziden Energiebereitstellung	Lmax

Beispiel für ein Auswertungsprotokoll:

5 x 200 m Freistil:

Stufen	Stufendauer	Herzfrequenz	Laktat	Frequenz
1. Stufe	2:17,8	138	1,3	38
2. Stufe	2:11,8	156	1,6	39
3. Stufe	2:08,1	162	4,2	41
4. Stufe	1:59,3	174	6,7	44
5. Stufe	1:53,8	180	10,6	46

$$\text{Laktat} = a \cdot e^{b \text{ Leistung}} \quad a = 0,00004713 \quad b = 7,061535$$

Bestimmtheitsmaß (r^2) = 0,930

Vertrauensintervall bei Laktat 4 0:

Laktat 2,3 - 6,9

Leistung 2:10,8 - 1:58,7

Prognosewerte

Laktatwerte	Zeit	Herzfrequenz	Bewegungsungsfrequenz
2	2:12,5	137	39
3	2:07,7		
4	2:04,4	162	41
6	2:00,2		
10	1:55,1		
12	1:53,5		
15	1:51,5		
20	1:49,0		

Sportartspezifische Strecken- bzw. Serientests:

- 30 min. oder 40 min. KRAUL; A-LAGE oder LAGEN (Bestimmung der Geschwindigkeit und der Herzfrequenz)
- 1.500 m Kraul (Zeit und Herzfrequenz)
- 4 x 400 m Kraul, 1 min. Pause (Zeiten und Herzfrequenzen)
- 10 x 100 m A-Lage, 1 min. Pause (Zeiten und Herzfrequenzen)

b. KRAFTAUSDAUER:

Semispezifischer Zugkrafttest an der Biokinetik-Bank-(nach RUDOLPH):

Die Sportler/-innen absolvieren 10 maximale Züge und nach einer Pause von 2 Minuten den Dauertest über 1,2 bzw. 4 Minuten.

Messgrößen: verrichtete Arbeit, mittlere Kraft, Auszugslänge, Zugdauer.

Berechnung der Mittelwerte über jeweils 10 Züge (1, 2 Minuten-Tests) oder 20 Züge (4 Minuten-Tests). Gesamtarbeit und Gesamtzugzahl werden ebenfalls erfasst.

Aus den dem Test vorgelegten Maximalzügen wird der Maximalwert und der Mittelwert der Züge 2 bis 9 bestimmt. *Es werden Aussagen über* Veränderungen der Testparameter im Verlaufe des Tests und über das Verhältnis der Parameter im Dauertest und im Maximaltest getroffen.

Biomechanischer Kraftausdauerterst (nach SCHINDELWIG):

Am Beckenrand wird ein "Superswim-Trainingsgerät" (Schwimmerangel) befestigt. Die Angelschnur wird mit einem Gurt an der Hüfte der Testperson befestigt. Die Testperson schwimmt gegen den Widerstand der Angel, die Messung beginnt nach einer Gewöhnungszeit von ca. 2 sec. und wird über die folgenden 10 sec. durchgeführt. Die Testperson hat die Aufgabe während dieser Zeit mit maximaler Antriebskraft zu schwimmen. Zwischen Angel und Schnur befindet sich eine Kraftmessdose mit Dehnungsmessstreifen. Die Signale der Kraftmessdose werden verstärkt, in ein digitales Signal umgewandelt und auf einem Computer aufgezeichnet.

Messwerte: dargestellt wird der Kraft-Zeit-Verlauf, die Maximalkraft, die durchschnittlich Kraft und die Standardabweichung. Damit kann einerseits die durchschnittliche Kraftproduktion im Wasser bestimmt werden, andererseits dient die Standardabweichung als Maß für die Konstanz der geschwommenen Leistung.

Schwimmspezifische Tests von Teilbewegungen:

- 4 x 100 m Beine Kraul oder A-Lage, 1 min. Pause
- 4 x 50 m Beine-Kraul oder A-Lage, 10 sec. Pause

c. SCHWIMMSPEZIFISCHE SCHNELLIGKEIT:

- 6 x 25 m A-Lage, 3 min. Pause
- **Wendzeit:** 7,5 m + 7,5 m (Zeitmessung - Kopfdurchgang) videogestützt

Normwerte		w	M
Anschwimmgeschwindigkeit	(m/sec.)	1,75	1,95
Frequenz	(1/min.)	53	53
Adaptationszeit	(s)	0,85	0,75
Drehzeit	(s)	0,65-0,75	0,65-0,75
Abstoßdauer	(s)	0,22-0,27	0,20-0,25
Abstoßgeschwindigkeit	(m/sec.)	2,00-2,20	2,20-2,40
Abschwimmgeschwindigkeit	(m/sec.)	1,80	2,00
Wendenzeit (10 m)	(s)	4,90	4,50
Wendenzeit (15 m)	(s)	7,80	7,00

- **Startzeit:** 7,5 m bzw. 15 m (Kopfdurchgang) videogestützt

Normwerte:

Kennziffern: FREISTIL (Kraul)	Dim.	Frauen	Männer
Blockzeit	(s)	0,75	0,70
Absprunggeschwindigkeit horizontal	(m/sec.)	>3,90	>4,20
Absprungwinkel	(Grad)	25	25
Flugzeit	(s)	0,50	0,50
Eintauchweite des KSP	(m)	>3,20	>3,50
Eintauchweite der Hand	(m)	wie KSP	wie KSP
Hüftwinkel/Eintauchen der Hände	(Grad)	140	140
Geschwindigkeit im Übergang	(m/sec.)	>2,80	>3,10
Startzeit (7,5 m)	(s)	2,80	2,30
Auftauchpunkt	(m)	7-8	8-9
Anfangsschwimmgeschwindigkeit	(m/sec.)	1,90	2,20
15 m-Zeit	(s)	6,50	5,60

Frequenz- und Zugweganalyse (Frequenztreppe) 25er oder 50er-Strecken.

Dabei wird 6 – 8 x die Strecke (25 oder 50 m) geschwommen, wobei die Bewegungsfrequenz von Wiederholung zu Wiederholung gleichmäßig erhöht werden soll bis zur maximal möglichen Frequenz.

Gemessen werden folgende Werte:

10 m Zeit bzw. 2 x 10 m Zeit etwa in der Mitte der 25 m Strecke (Kopfdurchgang), Frequenz mittels Frequenzuhr (Minutenfrequenz). Daraus kann die Geschwindigkeit und der Zyklusweg errechnet werden. Aus der Auswertung der gemessenen Werte läßt sich die optimale Relation von Frequenz und Zyklusweg erkennen.

4.1. Exkurs - Kinematik (Weg-Zeit-Merkmale)

Mit Stoppuhr und Frequenzuhr können einfache Kennlinien der Schwimmbewegung analysiert werden.

t = Zeit

v = Geschwindigkeit, $s/t = (s_2 - s_1)/(t_2 - t_1)$

Lx(m) = Zugweg, Zyklusweg

f = Zugfrequenz (Bewegungszyklen/min.),

MF = Minutenfrequenz

Die Schwimmgeschwindigkeit verändert sich direkt proportional zu den Veränderungen sowohl des Zyklusweges als auch der Zyklusfrequenz.

Die Größe von Zyklusweg und -frequenz sind abhängig von:

- ⇒ Körpergröße
- ⇒ Technikniveau (Antriebsweg)
- ⇒ Reduktion von bewegungshemmenden Widerständen
- ⇒ Kraftimpuls (Maximalkraftniveau des Schwimmers)
- ⇒ neuromuskuläre Steuerung (Innervationsgeschwindigkeit)

Gleiche Geschwindigkeit bei unterschiedlichem Zyklusweg und Zyklusfrequenz:

	v (m/sec)	f (Z/min)	Lx(m)
A	1,50	48	1,88
B	1,50	52	1,73
C	1,50	56	1,61

Bei gleichem Zyklusweg und veränderter Zyklusfrequenz ändert sich die Geschwindigkeit

$$v_s = L_x \cdot f / 60$$

Für das Beispiel oben gilt bei gleichem Zyklusweg v (m/sec) für A 1,50, für B 1,63 und für C 1,75.

Optimale Frequenzbereiche in Zyklen/min auf der 100 m-Distanz (SCHRAMM S. 83)

	De.	Rü.	Br.	Kr.
weiblich	52-60	42-50	54-62	52-60
männlich	50-58	40-48	52-60	50-58

Fadenmethode:

Am Rücken der Testperson wird mittels eines Gurtes ein Faden befestigt, der zu einer Spule am Beckenrand führt. Die Testperson hat die Aufgabe einen 20 m Sprint aus dem Abstoß von der Wand auszuführen.

Dabei wird über die Auszugsgeschwindigkeit des Fadens die Schwimmggeschwindigkeit ermittelt.

Gemessen werden können folgende Kennwerte:

Durchschnittliche und maximale Schwimmggeschwindigkeit

Intrazyklische Geschwindigkeitsschwankungen

Dauer eines Schwimmzyklus und daraus abgeleitet die Frequenz

Zuglänge

Verlauf der Schwimmfrequenz und Zuglänge

d. SCHWIMMSPEZIFISCHE SCHNELLIGKEITSAUSDAUER:

⇒ 4 x 50 m A-Lage mit 3 min. Pause

⇒ 4 x 100 m A-Lage mit 5 min. Pause

e. VIDEOGESTÜTZTE BIOMECHANISCHE ANALYSEN IM STRÖMUNGSKANAL

(OSP Hamburg, Dr. Rudolf, Dr. Klische)

f. MESSPLATZTRAINING (Hamburg/Leipzig)

5. LITERATUR (exemplarisch):

- BECKMANN Ralf, Trainingspraxis Schwimmen, Eine Anleitung für Schwimmer und Trainer, Bockenem 1987 (Fahnenmann-Verlag)
- BUCHER Walter (Hrsg.), 1001 Spiel- und Übungsformen im Schwimmen, 10. Auflage, Schorndorf bei Stuttgart 2006
- BUCHER Walter, Lehrmittel Schwimmen, Hrsg. v. d. Eidgenössischen Sportkommission, 3. Auflage, Bern 1995
- CSERÉPY Stephan (Hrsg.) Schwimmwelt, Schwimmen lernen – Schwimmtechnik optimieren, Bern 2004
- COLWIN Cecil M., Swimming, into the 21st century, Champaign 1991 (Human Kinetics Publishers, Inc.)
- COLWIN Cecill, Breakthrogth swimming, Champaign 2002
- COSTILL D.L., E.W. MAGLISCHO & A.B. RICHARDSON, Swimming, Handbook of Sports Medicine and Science, Oxford 1992 (Blackwell Scientific Publications)
- DANIEL Klaus, Kurt WILKE (Hrsg.), Bewegen im Wasser mehr als nur Schwimmen, Köln 2000
- DSTV (Deutsche Schwimmtrainer-Vereinigung e.V.), Red. Werner FREITAG, Schwimmen lernen und optimieren, Bd. 1 - 26, 1988 - 2006
- DURLACH Frank-Joachim, Erlebniswelt Wasser, Spielen, Gestalten, Schwimmen, Schorndorf bei Stuttgart 1998
- EICHNER Manfred, Sportschwimmen-Grundlagentraining, Stuttgart 1993
- FRANK Gunther, Koordinative Fähigkeiten im Schwimmen, Schorndorf 1996
- GIEHRL Josef, HAHN Michael, Richtig Schwimmen, München 2007
- GRAUMANN Dieter, Zielgerichtete Wassergewöhnung, Celle 1994
- HANNULA Dick (Hrsg.), The swimming coaching bible, Champaign 2001
- HÖLTKE Volker, Zur Effektivität von dynamischem Maximalkraft- und dynamischem Kraftausdauertraining bei Leistungsschwimmern der nationalen Spitzenklasse, Erlensee 1993
- KOMAR Iris, Schwimmtechnik im Kindertraining, Aachen 1996/1997
Band 4: Rückenschwimmen
Band 5: Kraulschwimmen
Band 6: Brustschwimmen
Band 7: Schmetterlingschwimmen

KOMAR Iris, Schwimmtraining für Kinder, Grundlagentraining – Trainingsprogramme
1./2./3. Jahr, Aachen 1995

LEWIN Gerhard, Schwimmen kinderleicht. Ein Ratgeber für Eltern, Schule und
Verein, Frankfurt 1994

MAGLISCHO Ernest, Swimming fastest, Mayfield 2003

REISCHLE Klaus, Biomechanik des Schwimmens, Bockenem 1988
(Fahnemann-Verlag)

REISCHLE Klaus, Biomechanik des Schwimmens, unveröffentlichtes Skriptum der
Staatlichen Trainerausbildung für Schwimmen 1995

RHEKER Uwe, Alle ins Wasser Band 1 (Spiel und Spaß für Anfänger), 2
(Spiel und Spaß für Fortgeschrittene) und 3 (Kreativ und spielerisch
trainieren). Spielend schwimmen - schwimmend spielen, Aachen 2002/03

SCHRAMM Eberhard, Sportschwimmen, Berlin 1987 (Sportverlag Berlin)

SCHWIMMEN 2000, Fachtagung, Staatliche Sportakademie Ludwigsburg 25. - 27.
November 1992, Hrsg. Klaus Reischle, Heidelberg, o.J.

UNGERECHTS Bodo, Gunther VOLCK, Werner FREITAG, Lehrplan Schwimmsport
Band 1: Technik, Schorndorf 2002

WILKE Kurt, Orjan MADSEN, Das Training des jugendlichen Schwimmers, Band 171
der Schriftenreihe zur Praxis der Leibeserziehung und des Sports,
Schorndorf bei Stuttgart 1983, (Verlag Karl Hofmann)

WILKE Kurt, Schwimmen. Lernen-Üben-Trainieren, Wiesbaden 1996

WILKE Kurt, Schwimmsport-Praxis, Schwimmen, Wasserspringen, Wasserball,
Kunstschwimmen, Reinbek bei Hamburg 1988
(Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH)

WILKE Kurt, DANIEL Klaus, Schwimmen. Lernen, Üben, Trainieren,
Limpert Verlag 2004

6. Zusatzblätter

6.1. Trainingsprogramm für die 400 m-Strecke (Kraul)

Trainingsbeispiele - aufbauend:

1. Einheit:

300 m einschwimmen, davon 100 m locker in beliebiger Schwimmart
2 x 50 m Kraul / 30 sec. Pause, nach dem Abstoß und nach der Wende
jeweils 10 m nur Beinbewegung, dann Gesamtbewegung weiterschwimmen
50 m Gesamtbewegung (lange Gleitphase)
50 m Rückenraul (locker)

**3 x (75 m / 50 m / 25 m Kraul / 30 sec. Pause) - 1 min. Serienpause
100 m Kraul unter 2 min.**

150 m beliebige Schwimmart ausschwimmen

Gesamtumfang: 1.000 m

2. Einheit:

300 m einschwimmen
6 x 25 m verschiedene Lagen locker / 20 sec. Pause
100 m abwechselnd 25 m locker / 25 m zügig
50 m Gesamtbewegung locker

**2 x (5 x 50 m mit 30 sec. Pause) 2 min. Serienpause
150 m unter 3 min.**

100 m Beinbewegung beliebige Schwimmart ausschwimmen

Gesamtumfang: 1.050 m

3. Einheit:

300 m einschwimmen
4 x 50 m (25 m Armbewegung / 25 m Beinbewegung im Wechsel) / 45 sec.
Pause
2 x 50 m Gesamtbewegung - langes Gleiten / 1 min. Pause

**5 x (2 x 50 m / 10 sec. Pause) / 1 min. Serienpause
150 m unter 3 min.**

100 m beliebige Schwimmart ausschwimmen

Gesamtumfang: 1.050 m

4. Einheit:

200 m (50 m Gesamtbewegung/25 m Beine/50 m Gesamtbewegung/25 m Beine/50 m Gesamtbewegung) ohne Pause

4 x 25 m lockeres Tempo / 20 sec. Pause

4 x 25 m zügiges Tempo / 30 sec. Pause

50 m locker

4 x 100 m / 30 sec. Pause (100 m unter 2 min.)

150 m unter 3 min.

200 m abwechselnd Rückenraul/Brust ausschwimmen

Gesamtumfang: 1.200 m

5. Einheit:

300 m einschwimmen (25 m Gesamtbewegung / 25 m Technikübungen / 25 m Gesamtbewegung im Wechsel)

600 m ohne Pause (Zeit spielt keine Rolle) - Puls max. 150/min.

150 m unter 3 min. / 100 m unter 2 min. / 50 m unter 1 min. / dazwischen 2 min. Pause

100 m ausschwimmen beliebig

Gesamtumfang: 1.300 m

6. Einheit:

100 m Gesamtbewegung locker (Streckphase betonen)

4 x 50 m (50 m locker - 60 %, 50 m zügig - 75 %, 50 m zügig - 75 %, 50 m schnell - 90 % -dazwischen 45 sec. Pause)

100 m locker in Rückenlage

200 m unter 4 min. / 100 m unter 2 min. / 50 m unter 1 min. / 50 m - dazwischen 20 sec. Pause

400 m Wechseltempo (50 m locker / 25 m zügig / 50 m locker im Wechsel) ohne Pause

200 m Technikübungen (Einarm- und Abschlag-Kraul) ausschwimmen

Gesamtumfang: 1.400 m

7. Einheit:

12 x 25 m abwechselnd Gesamtbewegung locker / Beinbewegung /
Gesamtbewegung schnell 20 sec. Pause
100 m Technikübungen Gesamtbewegung
100 m locker

300 m / 200 m / 100 m / 45 sec. Pause
8 x 25 m Start 30 sec.

100 m ausschwimmen

Gesamtumfang: 1.300 m

8. Einheit:

200 m Gesamtbewegung locker
4 x 25 m Beinbewegung / 30 sec. Pause
4 x 25 m Armbewegung / 30 sec. Pause
50 m locker

4 x 50 m Start 1:10 (1:05 / 1:00) / 5 min. Pause
4 x 50 m Start 1:10 (1:05 / 1:00)
200 m unter 4 min.

150 m locker ausschwimmen

Gesamtumfang: 1.200 m

6.2. Technikkontrolle

Schwimmer/in 1)..... 2).....

3)..... 4)..... 5).....

Beurteiler/in.....

Datum:.....

Kraultechnik:

	<i>Schwimmer/in</i>	1	2	3	4	5
• Ruhige Körperlage, gestreckte Körperhaltung (Gleitbootlage)		O	O	O	O	O
• Ununterbrochene und wirkungsvolle Schlagbewegung der Beine aus der Hüfte (6er Schlag)		O	O	O	O	O
• Ununterbrochene Aufeinanderfolge der Armbewegung. Bei Unterwasserführung Ellbogenvornhalte.		O	O	O	O	O
• Wasserfassen und Anstellen der Hände weit vor den Schultern		O	O	O	O	O
• Langer Abdruck der deutlich angestellten Abdruckflächen (Hand/ Unterarm) nach hinten.		O	O	O	O	O

Brusttechnik:

• Anfersen bis Gesäßnähe, Oberschenkel nicht unter dem Körper Knie nicht über Hüftbreite		O	O	O	O	O
• Schnellkräftiger Abdruck der Beine-Unterschenkel halbkreisförmig bis zur vollständigen Streckung		O	O	O	O	O
• Völlige Streckung der Arme mit Vorschieben der Schulter vor dem Wasserfassen der Hände.		O	O	O	O	O
• Anstellen der Hände und Unterarme bei der Abdruckbewegung mit Ellbogenvornhalte		O	O	O	O	O
• Einatmung am Ende der Abdruckbewegung der Arme		O	O	O	O	O

(Komar 1998 Skriptum Trainerausbildung)

Schwimmer/in 1)..... 2).....

3)..... 4)..... 5).....

Beurteiler/in.....

Datum:.....

Rückenkraultechnik:

	<i>Schwimmer/in</i>	1	2	3	4	5
• Ruhige Körperlage, gestreckte Körperhaltung (keine Sitzen-Gleitbootlage)						
• Ununterbrochene und wirkungsvolle Schlagbewegung der Beine aus der Hüfte (6er Schlag, Knie nicht über Wasser)						
• Ununterbrochene Aufeinanderfolge der Abdruckbewegung der Arme bei Beachtung einer regelmäßigen Atemtechnik (kein Pressen)						
• Wasserfassen und Anstellen der Hände mit gestreckten Armen in Schulterbreite						
• Langer Abdruck der deutlich angestellten Abdruckflächen bis zum Oberschenkel						

Delphintechnik:

• Bewegungsübertragung vom Rumpf bis zu den Füßen, bei Beachtung des Bewegungsflusses in der Gesamtbewegung.						
• Ununterbrochene Aufeinanderfolge der Delphinbewegung in der Gesamtbewegung mit Betonung des zweiten Abwärtsschlages.						
• Wasserfassen und Anstellen der Hände weit vor den Schultern. Bei Überwasserführung der Arme sind die Schultern frei vom Wasser.						
• Einatmung am Ende der Abdruckbewegung der Arme.						
• Armdurchzug bis zum Oberschenkel mit Ellbogenvornhalte.						

(Komar 1998 Skriptum Trainerausbildung)