

Aus: Kortmann, T., 2010: Neue Ansätze der Bewegungswissenschaft als Grundlage für ein modernes Techniktraining im Rudern – Bewegungsstabilität durch Wiederholung oder durch Adaptation? In Grabow, V., Hartmann, U., Kilzer, R. Berichtsband Rudersymposium 2006, 259-270.

**Neue Ansätze der Bewegungswissenschaft als Grundlage für ein
modernes Techniktraining im Rudern –
Bewegungsstabilität durch Wiederholung oder durch Adaptation?**

**Kortmann, T., Schöllhorn, W.I.
Johannes Gutenberg-Universität Mainz**

Zur Sicherung der weltweiten Spitzenposition werden in vielen Fachverbänden, insbesondere auch im Deutschen Ruderverband, umfangreiche Untersuchungen der stoffwechselphysiologischen, motivationspsychologischen und biomechanischen Einflussgrößen durchgeführt. Dabei ist die Frage der Ansteuerung bzw. Änderung des Leistungszustands hiervon getrennt zu betrachten, da sie wissenschaftstheoretisch eines anderen Zugangs bedürfen und daher eher den Bereichen lernpsychologischer und trainingswissenschaftlicher Forschung zuzuordnen ist.

Bei einer genaueren Betrachtung der ruderspezifischen Literatur fällt auf, dass bis auf wenige Ausnahmen, keine oder nur wenige Hinweise auf die Ansteuerung und Beseitigung von rudertechnischen Defiziten zu finden sind. Basis der meisten Texte ist eine ausführliche Bewegungsbeschreibung, die von einer Vorbildbewegung abgeleitet wird und so die Individualität einzelner Athleten vernachlässigt und eine Auflistung der gängigen Fehlerbilder oder eine Analyse der biomechanischen Einflussfaktoren. Die Ansteuerung bezieht sich oftmals nur auf das Vermeiden von Fehlern (vgl. u.a. Fehrle et al., 1978; Buchmann et al., 1982; Fritsch, 1990; Piesik, 1994; Redgrave, 1997; Altenburg, 2000; Haß et al., 2003). Für das Techniktraining im Anfängerbereich des Rudersports liegen seit ca 30 Jahren weitestgehend unveränderte methodische Vorgehensweisen (Schröder, 1978; Körner & Schwanitz, 1985) in schriftlicher, ergänzt durch multimediale Formen (Hebbel-Seeger, 2003) vor. Konkrete methodische Reihen zum Erlernen einzelner Bewegungsfertigkeiten sind in der Literatur selten zu finden oder ausschließlich auf ein Training für Kinder und Jugendliche ausgelegt. So dominiert bereits im Jugendalter die Forderung nach der

Vermeidung von Fehlern und deren sofortige Korrektur, da diese „falschen Bewegungserfahrungen“ sich sonst schnell verfestigen würden (u.a. Altenburg, 1998; Körner & Schwanitz, 1985).

Technische Unzulänglichkeiten sind im Wettkampf durch gute konditionelle Fähigkeiten zu kompensieren. Vor diesem Hintergrund wurde vermehrt das Techniktraining in das Konditionstraining integriert, da nach allgemeiner Auffassung die Technik auf dem Wasser immer mittrainiert wird (Neumaier, 1999). Dabei ist ein permanentes Korrigieren von Bewegungsfehlern ständig durchzuführen, damit sich keine falschen Bewegungsabläufe einschleifen (u.a. Martin, 1991; Altenburg, 1998). Zur Umsetzung geben Richardson (2005), Nolte (2005), Tonks (2005), Redgrave (1997), Haß et al. (2003) und Altenburg et al. (2008) in Ansätzen konkrete Übungen an, mit denen die Rudertechnik trainiert werden kann. Andere Autoren sehen ein solches Training „nur“ als Training der koordinativen Fähigkeiten an (Körner & Schwanitz, 1985; Schmidt, 1994a, b, 2003).

Historisch hat dieses Vorgehen seine Wurzeln unter anderem in den kybernetischen Regelkreismodellen. Als dominantes Ziel dieses klassischen Techniktrainings wird die Festigung von Strukturen einer Bewegung durch die häufige Wiederholung gesehen. Das Angleichen des Ist-Werts an den Soll-Wert wird dabei häufig durch umfangreiches Üben und fast ausschließlich unter Vermeidung von Fehlern in der Bewegungsausführung versucht anzugleichen (Buchmann et al., 1982; Körner & Schwanitz, 1985; Altenburg, 1998). Unterstützt wird dieser Ansatz des Technikoptimierens durch allgemeine trainingswissenschaftliche Literatur, die hierfür Begriffe wie „Einschleifen“ (Martin et al., 1993; Weineck 2000) verwenden. Dies bedeutet, dass durch ständig wiederholende Übungsvorgänge und Bewegungsausführungen eine ökonomischere Ausführung erreicht wird (Weineck, 2000) mit dem Ziel ein stabiles Grundmuster zu erwerben.

Um die im Regelkreismodell intendierte Anpassung zu erzielen, werden in der Regel zuerst die Grundzüge der Bewegung eingeschliffen, um sie im weiteren Verlauf des Techniktrainings erst variabel verfügbar und dann wettkampfstabil zu machen (u.a. (Neumaier, 1997; Joch & Ückert, 1998).

Grundlage ist die Fundierung aller sportartspezifischen Techniken durch entsprechende technische Grundmuster, d.h. durch automatisierte und überdauernde motorische Fertigkeiten wird im Techniktraining davon ausgegangen, dass diese motorischen Fertigkeiten auch im Rahmen von

Bewegungskombinationen, variablem Einsatz und bei sich ändernden oder instabilen Außenbedingungen erhalten bleiben (Mechling, 1988).

In der Praxis des Leistungssports wird dieser Ansatz im Wesentlichen durch zwei Vorgehensweisen unterstützt:

Schnell- bzw. Spätinformation sowie objektive Sofortinformation

Grundlage dieser Vorgehensweise ist die umfangreiche biomechanische oder qualitative Beschreibung der Ruderbewegung und deren Abgleich mit Hilfe von Videoaufnahmen. Die Rückmeldung erfolgt jedoch meist nach der Bewegung oder sogar erst nach der Trainingseinheit. Trainingseffekte sollen durch den Fokus auf Teilbewegungen erreicht werden (u.a. Körner & Schwanitz, 1985; Fritsch, 1990; Piesik, 1994; Haß et al., 2003). Problematisch ist hierbei oftmals der Schluss von evidenten Merkmalen auf innere Vorgänge und Kräfte.

Um diesen Interpretationsfehlern zu entgehen, werden mittlerweile verschiedene Systeme eingesetzt, die dem Athleten nach oder gar während der Bewegung Informationen über Ist- und Sollwerte liefern. Diese Vorgehensweise basiert auf der unmittelbaren Darbietung von ausgewählten biomechanischen Parametern der individuellen Ruderbewegung und dem Vergleich mit einem gewünschten Sollwert (u.a. Spinks & Smith, 1994; Mattes & Böhmert, 1995; Smith & Loschner, 2002; Böhmert & Mattes, 2003). Hierbei erhält der Athlet z.B. schon während der Bewegung über ein Display biomechanische Informationen über seine Bewegung und die Abweichungen zu einem ausgewählten personenunabhängigen Leitbild.

„Klassisches“ Techniktraining – Bewegungskonstanz durch Wiederholung

Dieses Vorgehen im Techniktraining allgemein und das daraus abgeleitete spezielle Techniktraining im Rudern weist grundlegende theoretische und praktische Probleme auf. Deutlich wird dies bei der Betrachtung der komplexen Wechselwirkungen innerhalb einer Mannschaft und zwischen Mannschaft und Boot sowie zusätzlichen Einflüssen durch Wind, Wellen, Steuer- und Bootsbewegungen und Mannschaftsumbesetzungen.

Die komplexen Interaktionen der Athleten untereinander und mit dem Boot und dem Wasser fordern eine hohe und schnelle Anpassungsfähigkeit seitens der Athleten im Einer wie auch im Mannschaftsboot. Selbst bei der Annahme, dass das Boot konstante Eigenschaften aufweist und der Athlet in der Lage ist, beständige

Bewegungen auszuführen, stellt immer noch die Wechselwirkung mit dem Wasser von Seiten des Bootes und der Ruder eine Quelle größter Veränderlichkeit dar und bestätigt die Schwierigkeit, diese Phänomene mathematisch-physikalisch zu erklären. Ist nicht nur ein Athlet, sondern mehrere Athleten in einem Mannschaftsboot Gegenstand der Betrachtung, wird die Wahrscheinlichkeit zweier identischer Bedingungen, unter denen ein optimaler Zug stattfinden soll, weiter reduziert. Schulte (2004), Mitglied des Deutschlanddichters beschreibt, wie labil der Schlagrhythmus in einem eingefahrenen Weltklasseachter gegen kleine Veränderungen bzw. Störungen ist. Beim Ruderachter würde mindestens die Bewegungskonstanz von sieben anderen Athleten im gesamten Zyklus voraussetzen, um identische Bedingungen für das einzelne Mannschaftsmitglied pro Zug zu erhalten. Ein leicht versetztes Eintauchen der Ruder oder ein leicht versetztes Zurückrollen eines Mannschaftsmitglieds reicht aus, um das Boot etwas verändert um die Tiefen- und Breitenachse rotieren zu lassen und dadurch veränderte relative Geschwindigkeiten und somit veränderte Bedingungen zu erzeugen, unter denen der optimale Zug durchgeführt werden soll. Der zusätzliche Einfluss auf die Bewegungstechnik aufgrund von Ermüdungsphänomenen ist hier noch nicht berücksichtigt, scheint jedoch augenfällig (vgl. Mattes, 2001). Hinweise hierfür liefern auch die Untersuchungen von Lippens et al. (1997), die bei der Erhöhung von Schlagzahlen im ungesteuerten Riemenzweier einen Wechsel der Koordinationsstrategien zeigen. Auch die Beobachtung von Körndle (1996) an Ruderern, wonach Änderungen von Bewegungsabläufen im Sinne von Optimierung gerade auch durch Trainingsphasen zu erzielen sind, in denen es zum Verlust von schon automatisierten Bewegungen kommt, ist in diesem Zusammenhang von Interesse. Gleiche Phänomene werden durch die Daten von Hill (2002) beschrieben.

Ein Problem des klassischen Techniktrainings liegt genau in der Nichtbeachtung der oben beschriebenen Faktoren. Wird jede Bewegung anders ausgeführt als alle vorangegangenen, dann stellt dies die Adäquatheit des Modells eines klassischen Regelkreises grundlegend in Frage; ist dieses Modell doch darauf ausgerichtet, einen konstanten Sollwert zu erzielen, dem man sich sukzessiv annähert. Bewegt sich jedoch das Ziel aufgrund ständig veränderter Randbedingungen scheinen andere Modelle notwendig.

Das klassische Techniktraining geht dabei von einem linearen Kausalitätsprinzip aus. Durch häufiges Wiederholen werden die Nervenbahnen zwischen dem Gehirn und der Peripherie so geschaltet, dass es bei Bedarf zu einem schnellen Abrufen der fixen motorischen Programme kommen kann, die für die Bewegungen nötig sind. Von dem im ZNS gespeicherten motorischen Programm erfolgt ein Impuls, der sich linear, d.h. ohne Berücksichtigung äußerer Einflüsse, bis zu den benötigten Körpersegmenten ausbreitet. Nach diesem Verständnis wird Technik als Beziehung zwischen zentralem Kommando und der peripheren motorischen Aktivität innerhalb einer Willkürbewegung gesehen.

Interessanterweise finden hierbei weder das intuitive Wissen um die Individualität (Schöllhorn et al., 2002) noch das Wissen um die Wiederholung ohne zu Wiederholen (Bernstein 1967; Hatze 1986) Berücksichtigung.

Neurophysiologische Untersuchungen der Nobelpreisträger in Medizin von 1981, Hubel und Wiesel, bestätigen eine weitere These Bernsteins, dass nervöse Verbindungswege zwischen dem Auge und dem Gehirn nicht kettenförmig verlaufen. Sie werden größtenteils nichtlinear durch äußere Kräfte aktiviert. Dies lässt sich auf andere nervöse Verbindungswege des Körpers übertragen. In der Folge lässt sich im menschlichen Körper kein linearer Zusammenhang zwischen dem Impuls im Gehirn und den bewegungserzeugenden Segmentabschnitten feststellen. Bewegungen werden vielmehr unter „sehr vielen Einflüssen aktiv, wobei die äußeren Kräfte überwiegen“ (Zanon, 2000).

Fasst man o.g. Punkte zusammen, so muss auch die Methodik des analytisch synthetischen Trainingsaufbaus in Frage gestellt werden. Ein permanentes oder variables Üben in naivem Sinne von Teilbewegungen (vgl. Schöllhorn 2004), die am Ende der Übungsreihe wieder zusammengesetzt werden, scheint vor diesem Hintergrund fraglich.

Bewegungskonstanz durch Adaption

Die bisher angeführten Forschungsergebnisse deuten darauf hin, dass die Rudertechnik als ein sich ständig verändernder dynamischer Prozess betrachtet werden kann.

Ein Ansatz, der dieses integriert ist der des differenziellen Lernens (Schöllhorn 1999). Ziel des differenziellen Trainings ist es, die scheinbar äußere Bewegungskonstanz durch Adaption an die inneren und äußeren Umgebungsbedingungen zu erhalten.

Dabei wird durch Variationen in kritischem Sinne im Trainingsprozess die Fähigkeit trainiert, sich möglichst schnell und adäquat an Schwankungen und Störungen anpassen zu können.

Als Folge der Nichtwiederholbarkeit von Bewegungen (Hatze 1986) tritt selbst bei langen Trainingsperioden immer wieder eine neue Anpassung auf und es scheint plausibel den Athlet genau auf diese vorzubereiten.

Dabei werden Schwankungen bzw. Rauschen bei lebenden Organismen als eine notwendige Voraussetzung für Bewegungslernen angenommen. Ein zusätzlich auferlegtes Rauschen wird als eine Art Umrandung des weiten Zielbereichs einer Bewegung angesehen, innerhalb derer die individuelle, zeitlich eng begrenzte, optimale Lösung im Sinne der Selbstorganisation für eine Bewegungsaufgabe durch Interpolation zu finden ist.

Dabei ist eine wesentliche Bedingung, dass auch Fluktuationen im Umfeld der Bewegung mittrainiert werden, da gerade sie eine unabdingbare Voraussetzung für Lernen sind (Kelso, 1995) und den Rand des möglichen hochdimensionalen Lösungsraums bilden.

Durch die Interpolation zwischen den Grenzen zweier Differenzen soll dem System Athlet die Möglichkeit gegeben werden, auf die in jedem Falle ständig verändernden Bedingungen adäquat zu reagieren bzw. sich anzupassen (Schöllhorn 1999) und dadurch Bewegungslernen effizienter zu gestalten. Unmittelbares Ziel im differenziellen Lernansatz ist also nicht, ein vorgegebenes Ideal möglichst exakt zu kopieren bzw. zu imitieren, sondern zu lernen, auf die ständig auftretenden neuen veränderten inneren und äußeren Bedingungen schneller adäquat zu reagieren.

Hinweise auf die hohe Effektivität des differenziellen Lernansatzes bis in den Bereich des Hochleistungssports liegen mittlerweile zahlreich vor. Im Rahmen einer Längsschnittstudie im Bereich der Bundesliga Handball konnten Wagner et al. (2004) die größten Lernfortschritte jeweils nach differenziellem Training zeigen. Einen Hinweis auf den besseren Transfer bei differenziellem Sprungtraining im Bereich der Bundesliga Frauen lieferten Pfeiffer und Jaitner (2003).

Unterstützung finden diese Aussagen auch in den Forschungsergebnissen der Variability of practice Hypothese (Moxley, 1979) als praktische Konsequenz der Schematheorie (Schmidt, 1975) und in der Kontext -Interferenz-Forschung (Shea & Morgan, 1979). Dabei fordert die Schematheorie, dass die relativen Impulsabstände,

die relative Impulsdauer und die relativen Impulshöhen beim Bewegungslernen nicht variiert werden dürfen, die absolute Bewegungsdauer und der absolute Krafteinsatz hingegen schon (Roth 1989). Es liegt folglich im Vergleich zum klassischen Techniktraining eine höhere Variation vor und interessanterweise ein größerer Lernerfolg (Vgl. Abb. 1)

In der Literatur zum motorischen Lernen bezieht sich der Begriff der Kontext-Interferenz im Allgemeinen auf die Häufigkeit des Wechsels zwischen verschiedenen Aufgabenversionen (Hillebrecht, 1998). Der Kontext-Interferenz-Effekt wurde von Battig (1972; 1979) im Bereich des verbalen Lernens beschrieben und erstmals durch Shea und Morgan (1979) für das Lernen motorischer Fertigkeiten nachgewiesen.

Bei Betrachtung der Größe und Häufigkeit der Anpassungen und dem Lernfortschritt pro Zeit (also den lang überdauernden Effekten, die hier bisher noch nicht diskutiert wurden) ergibt sich folgende Anordnung, bei der sich der Ansatz des differenziellen Trainings als derzeitiges Optimum herauskristallisiert (Abb.1).

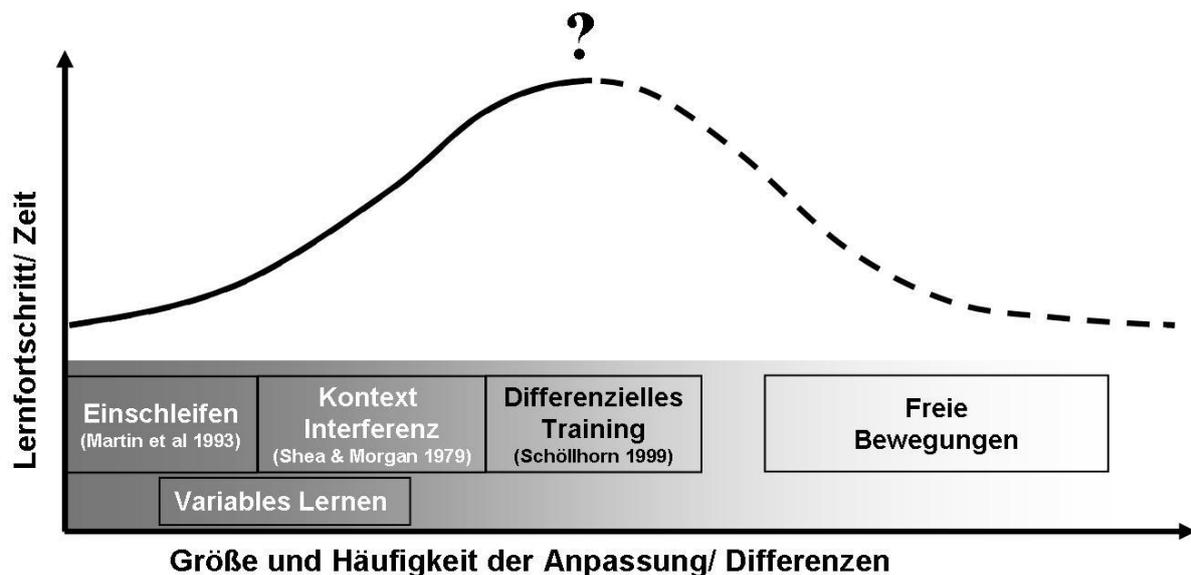


Abb. 1: Vergleich des Lernfortschritts in Abhängigkeit zu den Größe und Häufigkeit der Anpassung

Verfolgen die beiden Herangehensweisen, Bewegungskonstanz durch Wiederholung und Bewegungskonstanz durch Adaptation, dasselbe Ziel der Bewegungskonstanz, so sind ihre Lösungsansätze im Ursprung doch grundlegend unterschiedlich. Wird im ersten Ansatz von einem personenübergreifenden Leitbild ausgegangen, so wird die Aufgabe des Athleten darin gesehen, diesem durch möglichst viele Wiederholungen im Wettkampf möglichst nahe zu kommen. Erst bei Erreichen einer gewissen

Toleranzgrenze soll das zugrunde liegende, zentralnervös abrufbare Bewegungsprogramm gegenüber Störeinflüssen variabel verfügbar gemacht werden (Martin et al., 1991). Im Allgemeinen beschränken sich die zu trainierenden Störeinflüsse jedoch auf psychische Einflüsse wie Stress oder Angst (Hohmann et al. 2003) oder auf konditionelle Einflüsse wie Ermüdung (Olivier 1996; Enoka 2002).

Der Nachteil mangelnder Tradition dieses neuen Ansatzes birgt in Verbindung mit jüngsten Forschungsergebnissen jedoch die Chance einen Vorsprung zu nutzen, der erlaubt, auf bewegungstechnischer und mannschaftskoodinativer Ebene ungenutzte Leistungsreserven zu mobilisieren.

Im Rahmen des differenziellen Trainings sollen als Konsequenz dieser Überlegungen optimal große Differenzen zwischen den einzelnen Übungen geschaffen werden, die als ein Maß für das Interpolationslernen angesehen werden können (Schöllhorn, 2001).

Unter der Annahme, dass jede Bewegungswiederholung neue Elemente aufweist (Hatze 1986), scheint es daher plausibel, den Athleten schon im Training darauf vorzubereiten, sich dem neuen Element in der Bewegung möglichst rasch und adäquat anzupassen, d.h. den Vorgang der Anpassung speziell zu trainieren. Analoges Lernen ist bei Kleinkindern zu beobachten, die mit Abstand als die effektivsten Lernsysteme betrachtet werden können (Smith & Thelen, 1993). Schafft der Athlet es jedoch sich diesen ständig neuen Situationen adäquat anzupassen, dann resultiert ein von außen scheinbar relativ konstantes Bewegungsbild. Die Bewegungskonstanz wird in diesem Falle durch verstärkte Variation bzw. Differenzbildung erzielt.

Schöllhorn (2003) schlägt folgende Variationsmöglichkeiten vor, durch die der Lernprozess von außen gefördert werden kann:

- Unterschiede in der räumlichen Bewegungsausführung
- Unterschiede in der raum-zeitlichen Bewegungsausführung
- Unterschiede in der dynamischen Bewegungsausführung
- Unterschiede im Rhythmus bzw. in der zeitlichen Bewegungsausführung
- Lenkung der Aufmerksamkeit auf einzelne Aspekte der Bewegung

Die fünf Variationsmöglichkeiten schließen einander nicht aus und sind oftmals miteinander verbunden. Ihre Umsetzung erfolgt durch spezifische Anweisungen bzw.

Auswahl an Übungsformen und durch äußere, zwingende Einflüsse (Wellen, Material).

Bei der Ableitung von Übungsmöglichkeiten bietet es sich an, den Athleten als ein Mehrsegmentmodell zu betrachten. Dabei sind selbst in einem durch das Boot bzw. durch die Verbindung Boot-Athlet limitierten System mannigfaltige Variationsmöglichkeiten zu finden.

Exemplarisch werden hier die Variationsmöglichkeiten an den Beinen beim Riemenrudern in Abbildung 2 dargestellt.

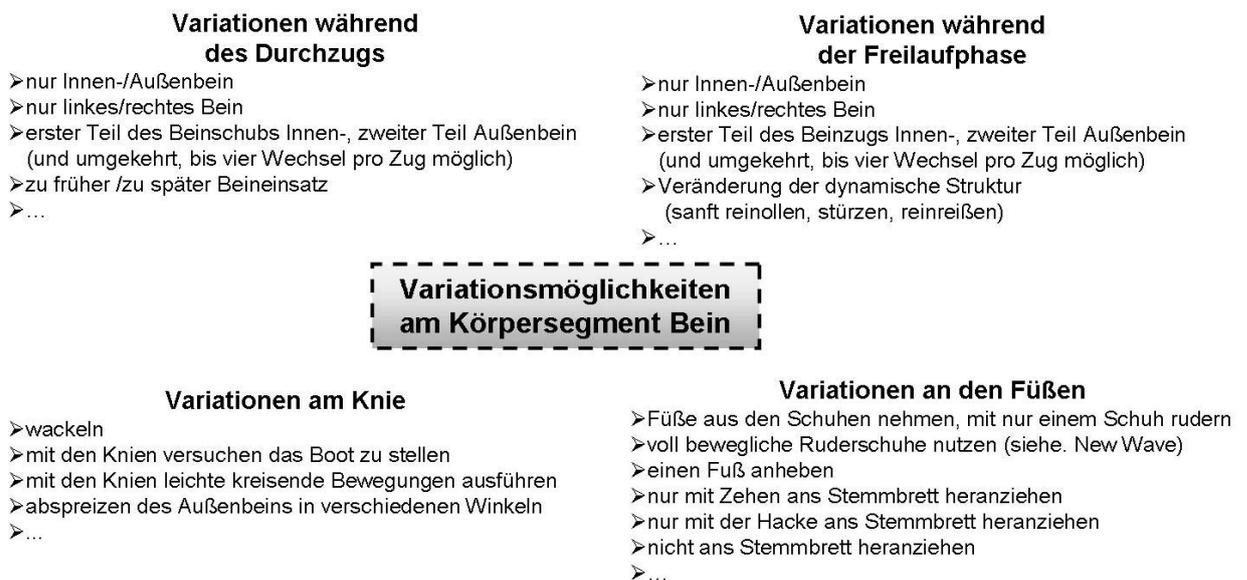


Abbildung 2: Auswahl von Variationsmöglichkeiten am Körpersegment Bein

Da bei der Umsetzung des differenziellen Trainings die Differenzen zwischen den einzelnen Bewegungsausführungen nicht zu gering sein sollte und eine Bewegungsanweisung von außen durch den Trainer nicht bei jedem Schlag möglich ist, wird folgende Strategie vorgeschlagen: den Athleten werden nacheinander in kleinen Blöcken verschiedene Variationsmöglichkeiten aufgezeigt (3-5 Wiederholungen). Diese Variationen wurden im Anschluss, in einer vom Athleten bestimmten Reihenfolge, unter der Bedingung, keine Bewegungswiederholung zu produzieren, angewendet. Durch die Mannschaftsinteraktion kommt es hierbei zu immer neuen Variationen, da nur in den seltensten Fällen die identischen Kombinationen von einer Mannschaft gefahren werden. Ferner kann durch einen am Heck befestigten Schlauch eine Wasserfontäne produziert werden, der die Athleten eine bestimmte Form oder Richtung geben müssen oder in das Ruder eingefülltes

Wasser (ca. 0,5 l) kann an bestimmten Punkten gesammelt werden oder gleichmäßig durch das Ruder verteilt werden.

Feste Grenzen, innerhalb derer eine Variation erfolgen soll, können bislang nicht festgemacht werden. Die Variationsbreite könnte von der Offenheit bzw. Geschlossenheit der jeweiligen Sportart und dem Athleten abhängig sein. Allerdings sind in diesem Zusammenhang die Befunde von Wulf und Schmidt (1997), Pew (1974) und Wiemeyer (1998) von Interesse. Sie konnten zeigen, dass ein „blindes“ Variieren in einem breiten Bereich, zumindest in der Aneignungsphase, weniger effektiv ist als monotones Üben. Der Bereich der möglichen Variationen sollte also nicht ins Unendliche ausgedehnt werden, sondern im Bereich der möglichen Lösungen liegen.

Abschließend sollten jüngste Forschungsergebnisse aus dem Bereich des Radsports nicht vernachlässigt werden. So konnte Bauer (2007) die Auswirkungen eines 6-wöchigen differenziellen Trainings auf physiologische Komponenten aufzeigen. Die von ihm untersuchten Radfahrer zeigten eine Ökonomisierung der Herzfrequenzen und der Laktatwerte gepaart mit einer signifikanten Steigerung der Trittfrequenz.

Insgesamt wurden und werden mit großer Wahrscheinlichkeit durch bisherige Trainingrealisationen gute und sehr gute Ergebnisse vollbracht, es scheint jedoch gerade im Hinblick auf die schon starke Belastung der heutigen Athleten, insbesondere der Jugendlichen, eine Grenze der Umfangssteigerungen erreicht zu sein (Emrich & Pietsch 1998). Weniger die Frage nach dem „ob“ sondern vielmehr nach dem „wann“ des Leistungshöhepunkts rückt in den Mittelpunkt des Trainings. Werden innerhalb kürzerer Zeit größere Leistungsfortschritte erzielt, so ist es lediglich eine Frage der Zeit bis insgesamt höhere Leistungen zustande kommen. Liegen positive Ergebnisse des differentiellen Lernens bislang primär im unteren bis oberen Leistungsbereich vor, so deuten einzelne Untersuchungen auf sogar größere Effekte im höchsten Leistungsbereich. Spitzenleistungen sind per Definition etwas Außergewöhnliches. Gehen wir davon aus, dass die außergewöhnlichen Trainingsumfänge eine Sättigung erzielt haben, dann sollte die Änderung der Inhalte in Form eines Methodenwechsels mindestens eine Überlegung wert sein.

Literatur

- Altenburg, D. (1998). Rahmenempfehlung für das Training von Junioren/- Juniorinnen B: Hannover, Deutscher Ruderverband.
- Altenburg, D. (2000). Rahmenempfehlung für das Training von Junioren/Juniorinnen A: Hannover, Deutscher Ruderverband.
- Altenburg, D., Mattes, K., Setinacker, J. (2008). Handbuch Rudertraining. Technik - Leistung – Planung: Wiebelsheim, Limpert Verlag.
- Battig, W. F. (1972). Intratask interference as a source of facilitation n retention and transfer (S.131-159). In R.F. Thompson & J.F. Voss (Hrsg.), Topics in learning ans performance: New York: Academic Press.
- Battig, W. F. (1979). The flexibility of human memory. In L.S. Cermak & F.I.M. Craik (Hrsg.). Levels of processing in human memory. (S. 23-44) Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Bauer, G. (2007). Veränderungen von physiologischen und biomechanischen Parametern durch den Einsatz eines differenziellen Techniktrainings im Radsport: Salzburg, Unveröffentlichte Diplomarbeit zur Erlangung des Magistergrades.
- Bernstein, N. A. (1967). The Coordination and regulation of movement. In J Janssen (Hrsg.), Synergetik und Systeme im Sport. Schorndorf: Hofmann.
- Böhmert, W. & Mattes, K. (2003). Biomechanische Objektivierung der Ruderbewegung im Rennboot In W. Fritsch (Hrsg.), Rudern, erfahren - erkunden - erforschen (S. 163-172). Gießen, Sport Media.
- Buchmann, R, .Mahlo, F. & Schwanitz, P. (1982) Das rudertechnische Leitbild als Zielgröße für die anforderungsgerechte Herausbildung von Krafftfähigkeiten: Training und Fehrle, H., Bergmann, W. & Schilling, M. (1978). Fehlerbeschreibung und verbale Fehlerkorrektur. *Rudersport, Trainer Journal, 31*, 1-4.
- Emrich, E., & Pitsch, W. (1998). Die Qualitätserhöhung als entscheidende Größe des modernen Nachwuchsleistungssports. *Leistungssport, 6*, 5-11.
- Enoka, R.M. (2002). Neuromechanics of human movement. Champaign: Human Kinetics.
- Fehrle, H., Bergmann, W. & Schilling, M. (1978). Fehlerbeschreibung und verbale Fehlerkorrektur. *Rudersport, Trainer Journal, 31*, 1-4.
- Fritsch, W. (1990). Fritsch, W. Handbuch für das Rennrudern. Aachen: Meyer & Meyer Verlag
- Haß, D., Woznik, T., Reitze, K. (2003). Ruder CD. Eigenvertrieb unter www.ruder-cd.de.
- Hatze, H. (1986). Motion Variability – its Definition, Quantification and Origin. *Journal of Motor Behavior. 18*, 5-17.
- Hebbel-Seeger, A. (2003). Bewegungslernen und Techniktraining mit neuen Medien. Theoretische Überlegungen und praktische Beispiele. In W. Fritsch (Hrsg.), *Rudern, erfahren - erunden - erforschen* (S. 119-127). Gießen, Sport Media Verlag.
- Hill, H. (2002). Dynamics of coordination within elite rowing crews: evidence from force pattern analysis. *Journal of Sports Science, 20* (2), 101-117.
- Hillebrecht, N. (1998). Wie gestaltet man Variabilitätstraining? Instruierte und resultative Vaiabilität. Hamburg: Verlag Dr. Kovac.
- Hohmann, A., Lames, M. & Letzelter, M. (2003). Einführung in die Trainingswissenschaft. Wiebelsheim: Limpert.
- Joch, W., & Ückert, S. (1998). Grundlagen des Trainierens. Münster: Sport Spektrum.
- Körndle, H. (1996). Ordnungs- und Interaktionsphänomene bei motorischen Lernen. In J.-P. Janssen, K. Carl, W. Schlicht & A. Wilhelm (Hrsg.), *Synergetik und Systeme im Sport* (S. 157-177), Schorndorf: Hofmann.
- Körner, T. & Schwanitz, P. (1985). Rudern. Berlin: Sportverlag.
- Lippens, V. & Schröder, W. (1997). Zur zeitlichen und dynamischen Bewegungs-Synchronisation in (ungesteuerten).Riemen-Booten unter Trainings- und Wettkampfbedingungen im Rudersport. In *Bundesinstitut für Sportwissenschaft (Hrsg.), BISp Jahrbuch 1996* (S. 255-261). Köln: Selbstverlag.
- Martin, D. (1991). Merkmale einer trainingswissenschaftlichen Theorie des Techniktrainings. In R. Daus, H. Mechling, K. Blischke, N. Olivier (Hrsg.), *Sportmotorisches Lernen und Techniktraining* (S. 53-77), Schorndorf: Hoffmann.
- Martin, D., Carl, Lehnertz, K. (1993). Handbuch Trainingslehre. Schorndorf: Hofmann.

- Mattes, K. & Böhmert, W. (1995). Biomechanisch gestütztes Feedbacktraining im Rennboot mit dem "Processor Coach System-3" (PCS-3). In J. Krug H.J. Minow (Hrsg.), *Sportliche Leistung und Training* (S. 283-286). Sankt Augustin: Academia.
- Mattes, K. (2001). Untersuchungen zur Variabilität und Stabilität von Ruderleistung und Rudertechnik in den Hauptphasen des Ruderrennens. Aachen: Shaker Verlag.
- Mechling, H. (1988). Zur Theorie und Praxis des Techniktrainings. Problemaufriss und Thesen. *Leistungssport*, 1, 39-42.
- Moxley, S. E. (1979). Schema: The variability of practice hypothesis.. *Journal of Motor Behavior*, 11, 65-70.
- Neumaier, A. (1997). Trainingswissenschaftlicher Ansatz zum Techniktraining. In J:R: Nitsch, A. Neumaier, H. de Marées & J. Mester (Hrsg.), *Techniktraining. Schriftreihe des Bundesinstitutes für Sportwissenschaft, Band 94* (S. 173-223). Schorndorf: Hofmann
- Neumaier, A. (1999). Ein integratives Konzept zum Techniktraining im Rudern. In W. Fritsch (Hrsg.), *Rudern, informieren-reflektieren-innovieren* (S. 24-55). Wiebelsheim Limpert.
- Nolte, V. (2005a). Recovery. In V. Nolte (Hrsg.), *Rowing Faster* (S. 177-184). Champaign: Human Kinetics.
- Olivier, N.(1996). Techniktraining unter konditioneller Belastung. Zum Einfluß konditioneller Belastungen auf das sportmotorische Lernen und Techniktraining. Schorndorf: Hofmann.
- Pew, R.W. (1974) Levels of analysis in motor control. *Brain Research*, 71, 393- 400. In Schmidt (2000). Motor learning and performance. Illinois Human Kinetics.
- Pfeiffer, M. & Jaitner, T. (2003). Sprungkraft im Nachwuchstraining Handball: Training und Diagnose. *Leipziger Sportwissenschaftliche Beiträge*. 10-19.
- Piesik, S. (1994). Theorie und Praxis des Techniktrainings. *Rudersport*, 8, 228-232.
- Redgrave, S. (1997). Steven Redgrave's Complete Book of Rowing. London: Transworld Publishers.
- Richardson, B. (2005). The Catch. In V. Nolte (Hrsg.), *Rowing Faster* (S. 155.164). Champaign: Human Kinetics.
- ROTH, K. (1989): Wie lernt man schwierige geschlossene motorische Fertigkeiten? Bielefelder Sportpädagogen: Methoden im Unterricht. Schorndorf: Hoffmann
- Schmidt, H.-U. (1994a). Das Training der koordinativen Fähigkeiten im Rudern (Teil I): *Rudersport*, 31, 818-820.
- Schmidt, H.-U. (1994b). Das Training der koordinativen Fähigkeiten im Rudern (Teil II): *Rudersport*, 32, 835-837.
- Schmidt, H.-U. (2003). Wie sind die koordinativen Fähigkeiten im Rudern zu trainieren? In W. Fritsch (Hrsg.), *Rudern - erfahren, erkunden, erforschen* (S. 109-118). Gießen: Sport Media.
- Schmidt, R.A. (1975a). A schema theorie of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82 (4), 225-260.
- Schöllhorn, W. I. (2001). Differenzielles Lehren und Lernen im Tennis, in A. Woll (Hrsg.), DVS-Tennis-Symposium 2001.
- Schöllhorn, W. I., Sechelmann, M; Trockel, M.; & Westers, R. (2004). Nie das Richtige trainieren, um richtig zu spielen: *Leistungssport*, 4, 13-17.
- Schöllhorn, W.I. (1999). Individualität- ein vernachlässigter Parameter? *Leistungssport*, 2, 7-11.
- Schöllhorn, W.I. (2003). Eine Sprint & Laufschiule für alle Sportarten. Aachen, Meyer & Meyer Verlag.
- Schöllhorn, W.I., Nigg, B.M., Stefanyshyn, D. & Liu, W. (2002). Identification of individual walking patterns using time discrete and time continuous data sets. *Gait and Posture*, 15, 180-186.
- Schröder, W. (1978). Rudern, Training, Technik, Taktik. Reinbeck, Rowohlt.
- Schulte, S. (2004). Psychologie im Ruderachter. *Leistungssport*, 4, 67-70.
- Shea, J. B. & Morgan, R.L. (1979). Contextual interference effects on the acquisition, retention, an transfer of a motor skill. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning an Memory*, 5, 179-187.
- Smith, L. B. & Thelen, E. (1993). A dynamic system approach to development. Cambridge, MIT-Press.
- Smith, R. M. & Loschner, C. (2002). Biomechanics feedback for rowing. *Journal of Sports Sciences*, 20, 783-791.
- Spinks, W.L. & Smith, R.M. (1994). The Effects of kinetic Information Feedback on maximal Rowing Performance. *Journal of Human Movement Studies*, 27, 17-35.
- Tonks, R. (2005).Leg Drive. In V. Nolte (Hrsg.), *Rowing Faster* (S. 165-176). Champaign: Human Kinetics
- Wagner, H., Müller, E. & Brunner, F. (2004). Systemdynamische oder programmorientierte Lernmethoden. *Leistungssport*, 6, p. 54-62.
- Weineck, J. (2000). Optimales Training: Balingen: Spitta.
- Wiemeyer, J. (1998). Schlecht üben um gut zu Lernen? Narrativer und meta-analytischer Überblick zu Kontext- Interferenz- Effekt. *Psychologie und Sport*, 3, 82- 105

- Wulf G. & Schmidt, R.A. (1997) Variability of practice and implicit motor learning. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory and cognition*, 23, 987
- Zanon, S., 2000, Ist die Unterscheidung von technischen und konditionellen Übungen im Training noch haltbar? *Leistungssport*, v. 2, p. 27-29.