

## **Wenke Warninck**

(2. Preisträgerin Referate Studierende)

# Ergebnisse aus Untersuchungen zur Lernwirksamkeit durch eine Voraktivierung im Wasserspringen<sup>1</sup>

## **Summary**

Diving in recent years has been characterised by a continuous enhancement of performance. In this respect motor learning can be described as a defining factor in performance. For that reason technique training is becoming increasing attention in sport science and practise of training. Contemporary analysis and research (Hollmann & Strüder, 2009) disproves the general position of training methodology that technique training makes only sense when the athletes are rested. Based on a laboratory study, a transfer study in diving with the aid neuro modulatory systems sub maximum effort preactivation was conducted, to reach a higher degree of technique execution in backward rotat-ed dives. The results of the study confirm the positive influence of the preactivation.

## **Zusammenfassung**

Die Sportart Wasserspringen ist seit Jahren durch eine permanente Weiterentwicklung der Leistung geprägt. Insofern ist motorisches Lernen ein leistungsbestimmender Faktor, folglich erlangt das Techniktraining auch in Sportwissenschaft und Trainingspraxis zunehmende Aufmerksamkeit. Die allgemeine Ansicht aus der Trainingslehre, ein Techniktraining sei nur im ausgeruhten

---

<sup>1</sup> Betreuer der Arbeit ist Herr Prof. Dr. Jürgen Krug, Institut für Allgemeine Bewegungs- und Trainingswissenschaft, Sportwissenschaftliche Fakultät, Universität Leipzig.

Zustand sinnvoll, kann in heutigen Untersuchungen widerlegt werden (u. a. Hollmann & Strüder, 2009). Auf Grundlage einer Laborstudie wurde eine Transferstudie im Wasserspringen mit Hilfe einer neuromodulatorischen submaximalen Voraktivierung durchgeführt, um höhere Lernzuwachsrate bei der Technikausführung rückwärtsdrehender Sprünge zu erlangen. Die Ergebnisse der Studie bestätigen den positiven Einfluss der Voraktivierung.

**Schlagworte:** Techniktraining, Voraktivierungsstrategien, motorisches Lernen

## 1. Einleitung

Bei der im Rahmen eines BISp-Projekt durchgeführten Untersuchung zur „Lernwirksamkeit durch eine Voraktivierung im Wasserspringen“ (Krug & Taubert, 2011) wird das Ziel verfolgt, am Beispiel des Streckens aus rückwärtsdrehenden Sprüngen im Wasserspringen mithilfe einer neuromodulatorischen wirkenden submaximalen Voraktivierung höhere Lernzuwachsrate zu erreichen. Studien zeigen, dass submaximale Ausdauerbelastungen vor Lernprozessen zu schnelleren Anpassungen und funktionellen Veränderungen im menschlichen Gehirn führen. Offenbar kommt es zur Freisetzung von Wachstumsfaktoren im Gehirn, von denen bekannt ist, dass sie lernbedingte Anpassungen des Gehirns weiter steigern können. Der positive neuromodulatorische Effekt der vorgeschalteten Ausdauerbelastung ist abhängig von einer entsprechenden Sekretion des brain-derived neurotrophic factor (BDNF) (Cotman & Berchold, 2002). Aus weiteren Studien ist zudem ein genereller Konsens zu den positiven Effekten von Ausdauerbelastungen auf die individuelle Leistungs- und Lernfähigkeit festzustellen (Hillman, Erickson & Kramer, 2008; Kempermann et al., 2010; Roig, Skriver, Lundbye-Jensen, Kiens & Nielsen, 2012; van Praag, 2009). Die Voraktivierung wurde zunächst in einer Laborstudie (Stabilometertraining) optimiert. In der darauffolgenden Feldstudie im Wasserspringen sollten dann ähnliche Effekte eines submaximalen Aktivierungsprogrammes (SAP) bei komplizierteren Bewegungsabläufen geprüft werden.

## 2. Untersuchungsmethodik

### 2.1 Untersuchungsziele und -design

Mit Hilfe einer neuromodulatorischen Voraktivierung wird die Lernzuwachs- und Behaltensrate bei Nachwuchssportlern im Wasserspringen untersucht. Die generelle Forschungshypothese bestand in der Annahme, dass ein definiertes submaximales Belastungsprotokoll zu besseren Lernergebnissen führt, als mit einer herkömmlichen Erwärmung. Als motorische Lernaufgabe wurde die

Strecktechnik rückwärts aus der gehockten Körperposition gewählt. Die Sportler führten die Sprünge im Saltodrehgerät durch, wobei die Ausführung der Aufstreckbewegung im Mittelpunkt steht und als primärer Endpunkt festgelegt wird (Bender, Lange & Ziegler, 2007).

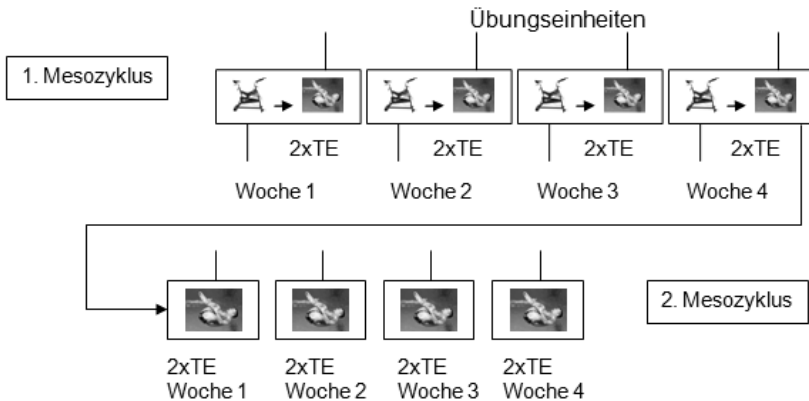


Abb. 1. Untersuchungsdesign für die Feldstudie im Wasserspringen (vgl. Warninck, Roßberg, Taubert & Krug, 2014)

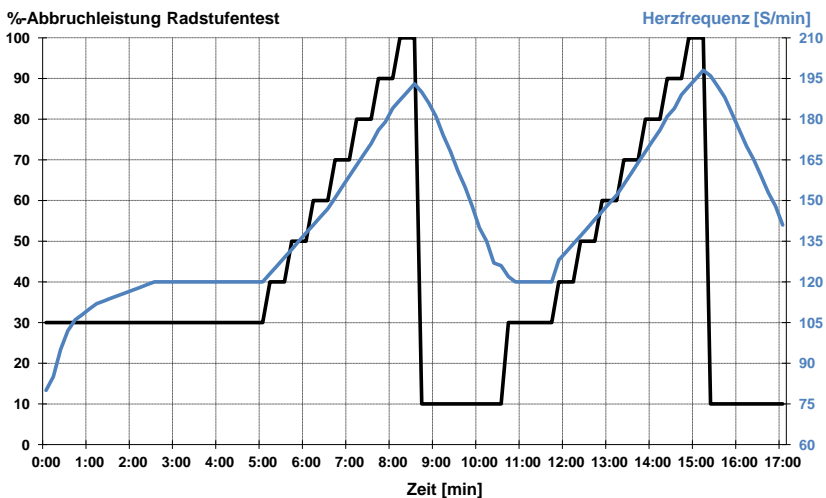


Abb. 2. Belastungsverlauf des submaximalen Aktivierungsprogramms (Krug & Taubert, 2011, S.10, modifiziert und ergänzt)

Mit einem Cross-over-Design wurden jeweils 2 Mesozyklen miteinander verglichen (Abb. 1). Während im 1. Mesozyklus ein definiertes submaximales Belastungsprotokoll als neuromodulatorische Voraktivierung zum Einsatz kam, wurde im 2. Mesozyklus eine übliche Erwärmung verwendet. Für die spezifische

Erwärmung auf dem Fahrradergometer wurde wie bei den Laboruntersuchungen das Belastungsprotokoll mit zwei definierten Belastungsspitzen verwendet (Abb. 2.). Die Kontrolle der Pulsfrequenz erfolgte mit Pulsuhren von Polar (RS800CX GPS).

## **2.2 Ablauf und Trainingsgruppe**

Die Studie wurde mit einer Nachwuchstrainingsgruppe des SC DHfK Leipzig durchgeführt. Insgesamt nahmen acht Nachwuchswasserspringer (fünf männliche und drei weibliche) im Alter von 11 bis 13 Jahren teil. Angestrebt wurden zwei Trainingseinheiten in der Woche über einen Untersuchungszeitraum von vier Wochen – sowohl für den ersten als auch zweiten Mesozyklus. Bei den Untersuchungen im ersten Mesozyklus absolvierte jeder Sportler sechs bis sieben Einheiten mit insgesamt 84–98 Sprüngen im Saltodrehgerät. Im zweiten Mesozyklus führte jeder Sportler sieben bis acht Einheiten mit durchschnittlich 98–112 Sprüngen aus. Daraus ergibt sich insgesamt nach Abschluss der Untersuchungen ein Datenmaterial von 1520 Sprüngen, welches mit der Software utilius vimes ausgewertet wurde.

Im 1. Mesozyklus wurde die neuromodulatorische Voraktivierung eingesetzt (Abb. 2). Diese zweigipflige submaximale Belastung wurde auf dem Fahrradergometer realisiert. Das Erwärmungsprogramm umfasst dabei 15 Minuten. Die Sportler sollten während der submaximalen Spitzen Pulswerte von etwa 180-190 Schlägen pro Minute erreichen. Im zweiten Mesozyklus erwärmten sich die Sportler mit einer gewöhnlichen allgemeinen Lauferwärmung. Anschließend führten sie dann die Sprünge im Saltodrehgerät aus. Die Sportler mussten hier jeweils sieben 1½ Salto und sieben 2½ Salto rückwärts gehockt absolvieren. Dabei stand vor allem die Ausführung der Aufstreckbewegung im Mittelpunkt (primärer Endpunkt).

## **2.3 Parameter der Untersuchung**

Der Bewegungsablauf wurde mit einer starren Kamera aufgenommen. Damit war es möglich, Gelenkwinkel bei der Saltodrehung im Vergleich zu Vorgaben als Strichfiguren (Posen) zu erfassen. Die Posen wurden im Vorfeld der Untersuchung in Zusammenarbeit mit Experten aus dem Wasserspringen festgelegt. Es wurden vier relevante Posen (engste Hockhaltung, Strecken, Öffnen, Eintauchen) (Abb. 3) als Schlüsselstrukturen des Bewegungsablaufes definiert. An diesen Posen werden jeweils vier verschiedene Winkel gemessen. Der Knie-, Hüft- und Schulterwinkel sowie der Rotationswinkel, der die Lage der Sportler beschreibt und ein zu frühes oder spätes Strecken signalisiert. Im Anschluss der ausgewerteten Sprünge standen über 30000 Einzeldaten zur Verfügung, welche in eine Excel-Tabelle überführt und gespeichert wurden.

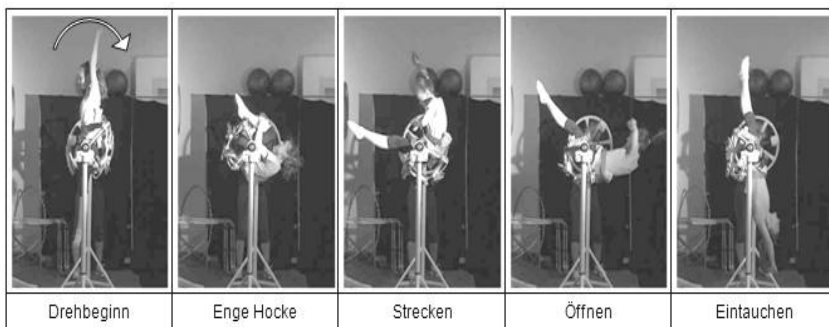


Abb. 3. Bewegungsablauf eines 1 ½ Salto rückwärts gehockt im Saltodrehgerät mit relevanten Posen

## 2.4 Statistische Auswertung

Bei der Auswertung werden die Posen bei jedem Sprung zu den jeweiligen Phasen der Sportler zugeordnet. Dabei werden die Winkelabweichungen als Messwert erfasst und zusätzlich werden die Differenzen zwischen den Ist- und Sollwinkeln farblich mit dem vimes-Programm markiert.

Die Auswertung der mit utilius vimes erfassten Daten wurden mit SPSS 21 ausgewertet. Die Unterschiede zwischen dem Qualitätsniveau in den Mesozyklen wurden mit dem gepaarten t-Test (zweiseitige Fragestellung) und einem 5%-Signifikanzniveau geprüft. Da mehrere t-Tests mit der gleichen Gruppe durchgeführt wurden, war eine Bonferoni-Korrektur erforderlich. Weiterhin wurde eine einfache deskriptive Datenanalyse mit Mittelwerten, Standardabweichungen, Maximum- und Minimumwerten durchgeführt. Zudem wurden Verlaufsanalysen der bedeutenden Winkel der jeweiligen Posen für die einzelnen Sportler und für die komplette Trainingsgruppe erstellt sowie eine Varianzanalyse (ANOVA) durchgeführt.

## 3. Ergebnisse und Diskussion

Auf den ersten Blick lässt sich keine eindeutige Aussage über die Wirkung der submaximalen Aktivierungsstrategie treffen. Es konnten sowohl gute als auch schlechtere Ergebnisse im Vergleich zu einer herkömmlichen Erwärmung erzielt werden.

Beim Mittelwertvergleich (Tab. 1.) konnte bei 6 von 11 Winkeln mit der spezifischen Erwärmung ein besserer Mittelwert erreicht werden. Bei 4 Winkeln kam es zu einer Verschlechterung und bei einem Winkel war kein Unterschied zwischen den Mesozyklen auszumachen.

Tab. 1. Ergebnisse für den Mittelwert

	Hocken	Strecken	Öffnen	Eintauchen
Kniewinkel	+			
Hüftwinkel	-	+		+
Schulterwinkel	+	-	+	+
Rotationswinkel		0	-	-

+ = besserer Wert; - = schlechterer Wert; 0 = kein Unterschied

Bei den Ergebnissen der Verlaufsanalysen (Tab. 2.), also der Lernzuwachsrate zwischen den einzelnen Trainingseinheiten, lassen sich fünf gute und drei schlechtere Verläufe diagnostizieren. Bei drei Verläufen sind kaum Veränderungen zwischen den Mesozyklen festzustellen.

Tab. 2. Ergebnisse für die Verlaufsanalyse

	Hocken	Strecken	Öffnen	Eintauchen
Kniewinkel	-			
Hüftwinkel	-	+		0
Schulterwinkel	+	+	-	0
Rotationswinkel		0	+	+

+ = positiver Lernzuwachsrate; - = sehr schwankende oder negative Lernzuwachsrate; 0 = kein Unterschied

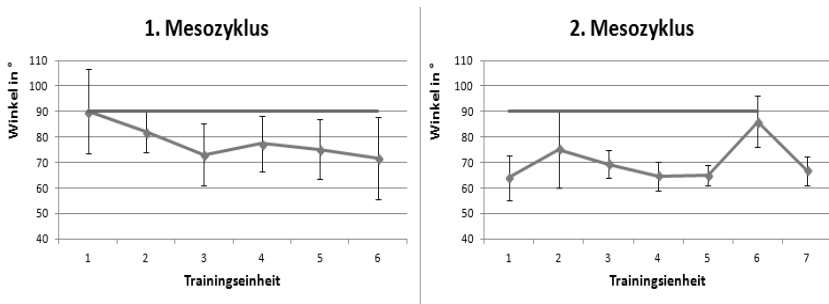


Abb. 4. Verlaufsanalyse einer Sportlerin für den Hüftwinkel bei der Pose Strecken

Bei der genaueren Betrachtung des primären Endpunktes (der Hüftwinkel bei der Pose Strecken), können sowohl positive Ergebnisse bei dem Mittelwertvergleich als auch bei der Verlaufsanalyse erkannt werden. Zwischen den Mesozyklen besteht ein signifikanter Unterschied, was die submaximale Voraktivierung positiv unterstützt. Auch kann eine deutlichere Steigerung der Lernzuwachsrate mit der spezifischen Erwärmung erkannt werden (Abb. 4.).

#### 4. Diskussion

Im Wasserspringen konnte mit der submaximalen Aktivierungsstrategie nicht so ein deutlicher Lernfortschritt wie in der Laborstudie auf dem Stabilometer erzielt werden. Der Untersuchungszeitraum mit nur vier Wochen könnte ein Grund dafür sein. Aber auch das Untersuchungsdesign konnte nicht optimal gewählt werden. Da aufgrund einer zu geringen Sportlerdichte mit keiner Versuchs- und Kontrollgruppe gearbeitet werden konnte, musste man auf ein Cross-over-Design zurückgreifen. Man muss davon ausgehen, dass während der beiden Mesozyklen ein ganz normaler Lernprozess stattgefunden hat, da die Strecktechnik rückwärts auch im Trainingsprozess trainiert wurde. Weiterhin war die Lernaufgabe für die Wasserspringer keine neue. Manche Sportler beherrschten diese Technik schon gut, weshalb geringere Lernzuwachsrate zu erwarten waren.

Aufgrund der verschiedenen Einflussfaktoren kann das Ergebnis der vorliegenden Untersuchung durchaus mit den positiven Ergebnissen der Laboruntersuchung verglichen werden. Dennoch sollte die Wirkung eines submaximalen Aktivierungsprogramms in weiteren Untersuchungen vertieft werden. Dazu sollten längere Untersuchungszeiträume und noch strengere Vorgaben an das Untersuchungsdesign angestrebt werden.

Durch eine weitere Optimierung des Ablaufes, kann die submaximale Aktivierungsstrategie gut in den Trainingsalltag involviert werden und somit zur Verbesserung der Technik beitragen und eine zusätzliche Form zur Steigerung motorischer Lernzuwachsrate darstellen.

#### Literatur

Bender, R., Lange, S. & Ziegler, A. (2007). Multiples Testen. *Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 132, e26–e29.

Cotman, C. W. & Berchthold, N. C. (2002). Exercise: a behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *Trends in Neurosciences*, 25 (6), 295–301.

Hillman, C. H., Erickson, K. I. & Kramer, A. F. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 9 (1), 58–65.

Hollmann, W. & Strüder, H. K. (2009). Sportmedizin. Grundlagen für körperliche Aktivität, Training und Präventivmedizin. Stuttgart – New York: Schattauer.

Kempermann, G., Fabel, K., Ehninger, D., Babu, H., Leal-Galicia, P., Garthe, A. & Wolf, S. A. (2010). Why and how physical activity promotes experience-induced brain plasticity. *Frontiers Neuroscience*, 4, 189.

Krug, J. & Taubert, M. (2011). Intensivierung motorischer Lernprozesse in den technisch-kompositorischen Sportarten durch neuromodulatorische Voraktivierungen. Labor- und Feldstudie. BISp Projekt IIA1-070613/12–13.

Roig, M., Skriver, K., Lundbye-Jensen, J., Kiens, B. & Nielsen, J. B. (2012). A single bout of exercise improves motor memory. *PLoS One*, 7 (9), 1–8.

van Praag, H. (2009). Exercise an the brain: something to chew on. *Trends Neuroscience*, 32 (5), 283–290.

Warninck, W., Roßberg, Ch., Taubert, M. & Krug, J. (2014). Trainingsdatenanalyse mit *utilius vimes* in technisch-kompositorischen Sportarten. *Zeitschrift für angewandte Trainingswissenschaft*, 16, 21–33.

## **Verfasserin**

**Warninck, Wenke**, Institut für Allgemeine Bewegungs- und Trainingswissenschaft, Sportwissenschaftliche Fakultät, Universität Leipzig