

## Trainingswirkungen von Drehbewegungen im Saltodrehgerät

J. Krug (Projektleiter), St. Reiß, R. Frester,  
F. Naundorf, H. Rothe

Universität Leipzig  
Sportwissenschaftliche Fakultät

### 1 Problem

Verschiedene Untersuchungen belegen, dass ständig höhere Winkelgeschwindigkeiten bei Saltobewegungen erreicht wurden (vgl. KNOLL, KNOLL & KÖTHER 2000). Da die Saltobewegung auch Grundlage für komplizierte Schraubensprünge ist, haben Trainer und Wissenschaftler Bemühungen unternommen, Trainingsmethoden und Trainingsgeräte für diese fundamentale Bewegung zu entwickeln. Es wurde dabei die Idee eines Saltodrehgerätes verfolgt, welches insbesondere die vestibuläre Habituation verbessern sollte.



Abb. 1: Sportler im Saltodrehgerät

Hinweise über die Entwicklung und den Einsatz eines Saltodrehgerätes finden sich insbesondere im Wasserspringen und Kunstturnen. JENTSCH (1995) führte eine Nutzwertanalyse bereits eingesetzter Saltodrehgeräte durch und entwickelte daraus eine Empfehlung für eine Optimallösung, die aber erhebliche Mängel aufwies. Erst das von KNOLL (1999) am IAT konstruierte und als Prototyp gebaute Saltodrehgerät (Abbildung 1)

konnte für gezielte Untersuchungen in diesem Projekt eingesetzt werden. Über Untersuchungsergebnisse zu Trainingswirkungen durch Drehbewegungen berichtete KRÜGER (1985). Dabei gab es signifikante Effekte bei Längsachsendrehungen mit einem Schraubendrehgerät, aber keine signifikanten Habituationen bei Breitenachsendrehungen. Vom BISp wurde eine Studie zur Fixationssuppression des postrotatorischen Nystagmus und ihr Zusammenhang mit Trainingserfahrungen gefördert (STANGL, FETTER & GOLLHOFER, 2000). Die dreidimensionale Vestibularstimulation wurde allerdings nur mit der relativ geringen Winkelgeschwindigkeit von 100 °/s um die drei Hauptachsen ausgeführt, welche deutlich unter den Werten in verschiedenen Sportarten liegen. Bisherige Ergebnisse zum vestibulo-okulären Reflex (VOR) und zum optokinetischen Reflex (OKR) unterstützen die Positionen von spezifischen Trainingswirkungen. Es besteht aber nach

wie vor ein Defizit von trainingswissenschaftlichen Untersuchungen über Trainingswirkungen von Drehbewegungen.

Ein Schwerpunkt der Untersuchungen in diesem Projekt war die Herausarbeitung von strukturellen Unterschieden bzw. Gemeinsamkeiten der Originalbewegung mit den Bewegungen im Saltodrehgerät. Dies soll aber hier nicht weiter thematisiert werden (Ergebnisse hierzu: REIß, FRESTER, NAUNDORF & KRUG, 1999; KRUG & REIß, 2000). Im Mittelpunkt dieses Beitrages steht die Orientierung bei schnellen Drehungen und der Nachweis der Wirkung von Drehbelastungen bei speziellen Trainingsübungen.

## 2 Methode

Im folgenden sollen ausgewählte Untersuchungen des Forschungsprojekts dargestellt werden. Das Saltodrehgerät wurde zu einem computergestützten Messplatz (Abbildung 2) ausgebaut, der in den Untersuchungen genutzt wurde. Mit einem Tachogenerator wurde die momentane Winkelgeschwindigkeit des Systems Sportler-Drehgerät erfasst. Die Diodenlampe wurde

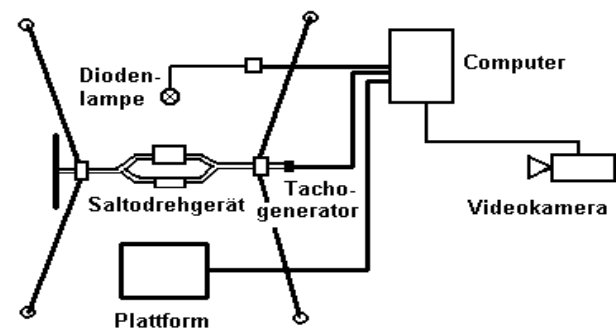


Abb. 2: Messplatz Saltodrehgerät

für Aufgaben der visuellen Orientierung genutzt und mittels Plattform wurden posturographische Messungen durchgeführt. Alle Daten wurden in einer speziellen Software (programmiert mit HP VEE 5.0) erfasst, verarbeitet und gespeichert.

### Untersuchung 1:

**Probanden:** Die erste darzustellende Untersuchung wurde mit sechs Wasserspringern (drei Jungen und drei Mädchen) des Stützpunktes Leipzig durchgeführt. Sie waren Schüler (14-15 Jahre) des Sportgymnasiums und zählen zu den besten deutschen Nachwuchswasserspringern.

**Durchführung:** Die Trainingshäufigkeit im Drehgerät lag bei zwei Trainingseinheiten (TE) von jeweils einer Stunde pro Woche. Das Programm wurde über einen Zeitraum von sechs Wochen trainiert. In den TE wurde folgender Ablauf realisiert:

- Psychisches „warming up“ als Einstimmung auf die Drehbelastung mit Atemregulationsübungen
- Partielle Muskelspannungs- und Muskelentspannungsübungen (psychomuskuläres Training)

- Imitationsübungen von Absprung und Einnehmen der engen Hockposition
- Simulierung/Imitation von Drehbewegungen (ideomotorisches Training)
- Kurzzeit-Konzentrations-Test und Erfassung der aktuellen Befindlichkeit
- Messung Gleichgewichtsregulation im ruhigen Stand (dynamometrischen Plattform – 10 s)
- Realisierung von einer Serie 1 ½, 2 ½, 3 ½, 3 ½, 2 ½, 1 ½ Saltodrehungen rückwärts
- Drehbelastung von 15 Umdrehungen rückwärts
- Losschnallen und Posttest zur Gleichgewichtsregulation auf der Plattform
- Kurzzeitkonzentrationstest und psychologische Befragung.

Die Sportler wurden nicht nur passiv gedreht, sondern aus einer senkrechten Position (ähnlich der Absprungposition) rückwärts angedreht. Sobald das Andrehen erfolgt war (in realen Sprüngen nach dem Absprung), nahmen die Sportler aktiv eine enge Hockposition ein und führten die Saltodrehungen entsprechend der Serienvorgabe aus. Am Ende jeder Übung wurde ein Aufstrecken analog der Streckbewegung bei Originalsprüngen gefordert. Hier wurde

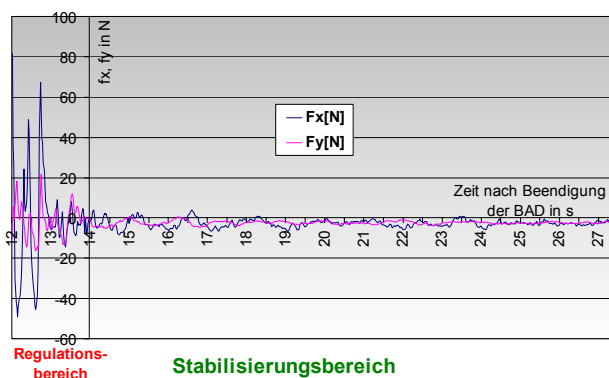


Abb. 3 Regulations- und Stabilitätsbereich am Beispiel eines Probanden

auch an der Verbesserung der Aufstrecktechnik gearbeitet. Nach jedem Saltoversuch wurden die Sportler gefragt, ob und wann (in welcher Drehung bei Mehrfachsalto) das Aufleuchten der Lampe erkannt wurde. Ziel dieser Methode sollte die Objektivierung der optischen Orientierung während der schnellen Drehungen sein.

## Untersuchung 2:

**Probanden:** Für die zweite darzustellende Untersuchung wurden sieben Wasserspringer im Alter von zehn und elf Jahren gewonnen. Die Sportler, Schüler der 5. Klasse des Leipziger Sportgymnasiums, trainierten einmal täglich.

**Durchführung:** Die Trainingshäufigkeit im Saltodrehgerät lag bei zwei TE á einer Stunde pro Woche. Analog zu den bisherigen Untersuchungen wurde wieder mit dem Prä-Test auf der Plattform (30 s) begonnen. Die Erfassungszeit wurde gegenüber der zuerst dargestellten Untersuchung verlängert, weil sich bei den bisherigen Untersuchungen zeigte, dass die Wirkung der Drehbelastung nicht innerhalb der zuvor gemessenen 10 s zurückgeht. Danach wurde im Drehgerät folgendes Programm durchgeführt: 2x 1 ½ Salto rw; 2x 2 ½ Salto rw; 2x 3 ½ Salto rw; 2x 3 ½ Salto rw; 2x 2 ½ Salto rw; 2x 1 ½ Salto rw; 10 Umdre-

hungen rw als abschließende Drehbelastung. Nach jedem Drehversuch wurde abgefragt, wann die Lampe geleuchtet hat. Direkt nach der hohen Drehbelastung wurde der Post-Test auf der Plattform durchgeführt. Die bei den posturographischen Messungen gewonnenen Daten wurden mit einem neuen Verfahren ausgewertet. Es wurde eine Software geschaffen, die es ermöglicht, die erfassten Daten individuell in einen Lande-, einen Regulations- und einen Stabilitätsbereich zu unterteilen (Abbildung 3, vgl. NAUNDORF & KRUG 2000).

### 3 Ergebnisse

#### Untersuchung 1:

**Optische Orientierung:** Beim Erkennen der Lampe bei jedem Versuch konnten bei sechs Sprüngen maximal sechs Punkte erreicht werden. Auf Grund von Fehleinheiten (Trainingslager, Krankheit) ist bei der geringen Zahl von Sportlern ein statistischer Nachweis der Leistungsentwicklung nicht sinnvoll. Interessant ist jedoch, dass einige Wasserspringer von Beginn an mit guten Orientierungsleistungen, andere dagegen mit stark schwankenden Leistungen auffielen.

**Sportpsychologische Untersuchung:** Vor Beginn der ersten Untersuchungseinheit wurden alle teilnehmenden Sportler nach den von ihnen genutzten Ausführungsorientierungen befragt. Alle Sportler regulierten die Aufstreckphase vorrangig über das „Lagegefühl“, das inhaltlich aber noch nicht ausreichend beschrieben werden konnte. Dieses Bewegungsgefühl beruht offensichtlich auf Informationen, die Sportler über den inneren Regelkreis aufnehmen bzw. wahrnehmen. Die Saltobewegungen werden in diesem Untersuchungsstadium vorrangig über Informationen des inneren Regelkreises gesteuert. Orientierungen für den Zeitpunkt des Aufstreckens über den Blickkontakt gehen im Einzelfall mit ein, bedeutender scheint aber die Impulssetzung des Öffnens über die Rhythmisierung (Kopfbewegung). Mit zunehmender Übungszeit beurteilen die Sportler optische Signale differenzierter, genauer und vollständiger. Nach Aussagen der Sportler gelingt die optische Signalanalyse besser, wenn weniger Konzentration auf das Einhalten der technisch richtigen Drehbewegung (Einhaltung der Hocke/Hechte) verwendet werden muss. Mit zunehmender Automatisierung der Drehbewegungen wird konzentrierte Kapazität frei, die für eine Regulation des Bewegungsablaufes über eine optische Kontrolle genutzt werden kann, d.h., die Einbeziehung des optischen Analysators zur Informationsaufnahme wird zunehmend besser. Im Ergebnis der Kurzzeitkonzentrationstests zeichneten sich individuelle Besonderheiten ab, die ein Hinweis auf das Tempo und die Genauigkeit der konzentrierten Umstellungsfähigkeit, auf die Wirkung von Drehbelastungen und auf individuelle Kon-

zentrationenverläufe sein könnten. Die Konzentrationsgüte wurde durch die Drehbelastung anfangs stärker beeinträchtigt ( $p = 0,05$ ). Etwa ab der siebten Untersuchungseinheit lässt sich eine zunehmende Angleichung der Prä- und Posttestleistungen beobachten. Die Drehbelastungen werden offensichtlich immer besser verarbeitet.

**Wirkung der Drehbelastung:** Es wurden bei der Auswertung der Plattformdaten der Wasserspringer keine Differenzierungen innerhalb der 10 s dauernden Datenerfassung vorgenommen. Die Auswertung dieser Plattformdaten erfolgte mit Hilfe von Standardsoftware (EXCEL). Es wurden die maximalen und minimalen Kraftwerte ermittelt, die durchschnittlichen Kraftwerte (absolut und relativ) berechnet und die Prä- und Posttestwerte miteinander verglichen. Folgende Ergebnisse konnten wir erhalten:

- kein signifikanter Unterschied zwischen den Kraftkomponenten in sagittaler und frontaler Ebene im Prätest ( $T(1,47) = -1,599$ ;  $p > 0,05$ )
- signifikanter Anstieg der Kraftwerte  $F_x$  vom Prä- zum Posttest ( $T(1,33) = -2,769$ ;  $p < 0,05$ ) und signifikanter Unterschied zwischen den Kraftkomponenten ( $F_x$  und  $F_y$ ) im Posttest ( $T(1,37) = 2,138$ ;  $p < 0,05$ ).

## Untersuchung 2:

**Optische Orientierung:** Bei dem vorgestellten Trainingsprogramm mussten in zwölf Salti das Leuchten der Lampe erkannt werden. Die mittleren Fehler beim Erkennen der Lampe sind im Untersuchungszeitraum zurückgegangen. Der Bestwert lag bei null Fehlern in der gesamten Trainingsgruppe nach sieben Wochen Training im Drehgerät. Wirkung der Drehbelastung: In diesem Experiment wurden die Daten in einen individuellen Regulations- und Stabilitätsbereich geteilt. Es wurden in der Auswertung die beiden Regulationsbereiche (Prä- und Posttest) verglichen. Es lässt sich ein signifikanter Unterschied in der Veränderung der Lage des Kraftangriffspunktes in der Sagittalebene ( $\alpha_x$ ) feststellen ( $T(1,76) = -4,479$ ;  $p < 0,05$ ).

## 4 Diskussion

Das in diesen Untersuchungen genutzte Saltodrehgerät hat sich nach einigen Veränderungen und der Weiterentwicklung zu einem computergestützten Messplatz für Untersuchungen zu Trainingswirkungen von Drehbewegungen bewährt.

Die Ergebnisse zur optischen Orientierung bei schnellen Drehbewegungen lassen tendenziell eine Leistungsverbesserung erkennen. Es zeigte sich, dass der Einsatz sportpsychologischer Übungsformen die Arbeit mit dem Saltodrehgerät unterstützt. Mit sportpsychologi-

schen Untersuchungsverfahren war auch eine Anpassung an die Drehbelastung nachweisbar.

Die Drehbelastung konnte mit dem eingesetzten Messplatz über die Regulation des Gleichgewichts nach der Saltodrehung auf der dynamometrischen Plattform quantifiziert werden. Das verstärkte Vor-Rückregulieren ( $F_x$ ,  $a_x$ ) lässt sich mit der induzierten Breitachsendrehung erklären. Die Befunde zur Drehbelastung in der zweiten Untersuchung sind insgesamt gesehen aber uneinheitlich. Nicht auszuschließen sind Einflüsse durch die Untersuchungssituation (andere Trainingshalle, veränderte Situation zum sonst üblichen Training). Effekte sind möglicherweise durch Störvariable verdeckt.

Anzumerken bleibt auch, dass der Gleichgewichtstest erst nach dem Abschnallen aus dem Drehgerät erfolgt und dafür 3-6 Sekunden benötigt werden. Der Rückgang der Belastungswirkung innerhalb dieses Zeitraums ist somit nicht erfassbar. Aus Sicherheitsgründen ist aber eine Verringerung der Zeit des Losschnallens im Drehgerät nicht möglich. Deshalb wurde zunächst lediglich die Dauer dieses Zeitraums erfasst.

## 5 Literatur

- JENTSCH, M.: Konstruktion eines Saltodrehgerätes mit aktivem Unwuchtausgleich. Diplomarbeit an der Fachhochschule Frankfurt/Main. Frankfurt/M. 1995
- KNOLL, K.: Entwicklung und Fertigung eines Saltodrehgerätes. *Zeitschrift für Angewandte Trainingswissenschaft* 6 (1999) 2, 100-105
- KNOLL, K.; KNOLL, K.; KÖTHER, T.: Grenzen der Leistungsfähigkeit des Menschen in den technisch-kompositorischen Sportarten. *Leistungssport* 32 (2000) 1, 33-38
- KRÜGER, S.: Untersuchungen zur Frage der vestibulären Habituation – eine Studie an Wasserspringern. Dissertation an der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock. Rostock 1985.
- KRUG, J.; REIß, S., Knoll, K.: Training effects of rapid rotations in a „Somersault Simulator“. In: HONG, Y.; JOHNS, D.P. (Ed.): Proceedings of ISBS-Congress. Hong Kong 2000, 667-671
- NAUNDORF, F.; KRUG, J.: The training load on the vestibular apparatus after rapid rotational movements. In: HONG, Y.; JOHNS, D. P. (Ed.): Proceedings of ISBS-Congress. Hong Kong 2000, 464-467
- REIß, S.; FRESTER, R.; NAUNDORF, F.; KRUG, J.: Trainingswirkungen von Drehbewegungen im Saltodrehgerät. *Zeitschrift für Angewandte Trainingswissenschaft* 6 (1999) 2, 106-125
- STANGL, W.; FETTER, M.; GOLLHOFER, A.: Räumlich-dynamische Präzision von Augenbewegungen bei Drehungen um die Körperachsen in unterschiedlichen Sportarten. *Leistungssport* 32 (2000) 1, 58-62