

# **Auswirkungen von mentalem Training auf Interferenzen im Erlernen von ballistischen Bewegungen**

Masterarbeit

Mathematisch – Naturwissenschaftliche Fakultät  
der Universität Fribourg, Schweiz

2013

von

Rafael Ratti

Schweiz

Betreuer: Dr. Christian Leukel

Für meine Eltern Ginia und Gian-Duri

# INHALTSVERZEICHNIS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. THEORETISCHER HINTERGRUND.....</b>         | <b>4</b>  |
| <b>1.1. MENTALES TRAINING.....</b>               | <b>4</b>  |
| <b>1.2. INTERFERENZEN.....</b>                   | <b>5</b>  |
| <b>1.3. HYPOTHESE.....</b>                       | <b>6</b>  |
| <br>   |           |
| <b>2. EXPERIMENT.....</b>                        | <b>8</b>  |
| <b>2.1. METHODE.....</b>                         | <b>8</b>  |
| <i>2.1.1. Versuchspersonen.....</i>              | <i>8</i>  |
| <i>2.1.2. Apparatur.....</i>                     | <i>8</i>  |
| <i>2.1.3. Aufgabe.....</i>                       | <i>9</i>  |
| <i>2.1.4. Versuchsablauf.....</i>                | <i>9</i>  |
| <i>2.1.5. Datenerfassung und Auswertung.....</i> | <i>11</i> |
| <br>   |           |
| <b>2.2. RESULTATE.....</b>                       | <b>11</b> |
| <i>2.2.1. PRE – POST (ROF TRAINING).....</i>     | <i>11</i> |
| <i>2.2.2. POST – AFTER INTERFERENCE.....</i>     | <i>12</i> |
| <i>2.2.3. TRACKING TASK.....</i>                 | <i>12</i> |
| <br>   |           |
| <b>3. DISKUSSION.....</b>                        | <b>14</b> |
| <br>   |           |
| <b>4. QUELLEN.....</b>                           | <b>16</b> |

# 1 THEORETISCHER HINTERGRUND

Effizienz und Trainingsqualität. Zwei Schlagwörter, denen heutzutage vor allem dem Spitzensport, aber auch im Breitensport ein grosses Augenmerk gilt. Da Athleten und Trainer den Zeitfaktor kaum noch steigern können, wird der Trainingsqualität immer mehr Beachtung geschenkt. Keine Trainingseinheit vergeht, welche nicht minutiös geplant und hinterfragt wird. In jeder Sportart ist die Dichte an Spitzenathleten mittlerweile so gross, dass der Unterschied zwischen Sieg oder Niederlage oft in der besseren Nutzung jeder einzelnen Trainingseinheit, sprich in der Qualität des Trainings liegt. Die Frage nach dem Ziel und dem Sinn jeder Trainingseinheit ist bei der Planung dementsprechend unabdingbar geworden.

Die folgende Studie beschäftigt sich dabei mit zwei Themen, welche im Kontext der Trainingseffektivität immer wichtiger werden, vor allem auf Stufe Spitzensport: Mentales Training sowie Interferenzen im Bewegungslernen.

## 1.1. MENTALES TRAINING

Zu Beginn betrachten wir die Eigenschaften von MENTALEM TRAINING. In einer zusammenfassenden Metaanalyse definieren DRYSKELL et al. (1994) mentales Training als „eine symbolische, verborgene, mentale Vorstellung einer Bewegungsaufgabe in Abwesenheit einer eigentlichen, sichtbaren, physischen Ausführung der Bewegungsaufgabe.“ RICHARDSON'S (1967) Beschreibung als „die symbolische Vorstellung einer physischen Aktivität in Abwesenheit jeglicher grossen Muskelbewegungen“ geht in die gleiche Richtung. DRYSKELL et al. (1994) verweisen dabei auf die Wichtigkeit, Mentales Training von einer mentalen Wettkampfvorbereitung zu unterscheiden. Letztere hat zum Ziel, verschiedene Strategien anzuwenden, um vor einem Wettkampf die Aufmerksamkeit zu steigern oder, sich zu entspannen. Der Ausdruck des Mentalen Trainings beschreibt in diesem Zusammenhang spezifisch eine Trainingstechnik, in welcher eine Bewegungsaufgabe mental vorgestellt wird, in Abwesenheit einer eigentlichen physischen Bewegung.

Was die Effektivität von MT betrifft, erwähnt DRYSKELL weiter, dass MT einen signifikanten Einfluss auf die Leistung habe, wobei der Effekt von mentalem Training geringer sei, als der Effekt von physischem Training. Dabei ist vor allem interessant,

dass „MT allgemein die Qualität einer Bewegung steigern könne, jedoch stärker, wenn die Bewegung erhöhte kognitive Ressourcen verlangt.“

Mentales Training hat sich folglich in der Praxis als eine eigene Trainingsform zur Optimierung der einzelnen Trainingseinheiten durchgesetzt.

## **1.2. INTERFERENZEN**

Als zweites Forschungsfeld betrachten wir die im Bewegungslernen auftretenden Interferenzen. Bereits 1972 fand BATTIG heraus, dass es beim Erlernen von zwei verschiedenen Bewegungsaufgaben kurzfristig zu einer Interferenz zwischen den Aufgaben kommt. Das heisst, dass die erstgelernte Aufgabe nicht ganz so gut erlernt wird wie die zweite. Langfristig bestätigt sich diese Theorie jedoch nicht, da sich „Übungen, welche sich kurzfristig als nachteilig erwiesen, langfristig Lernerfolg versprechen und effektiv sind (vgl. MAGILL & HALL 1990).“

In einer Studie von LUNDBYE-JENSEN fanden die Autoren heraus, dass „Interferenzen im Bewegungslernen spezifisch zur Bewegungsrichtung sind.“ Mit anderen Worten, Interferenzen treten stärker auf, wenn in den beiden Übungen die gleichen Agonisten der Muskelgruppe benötigt werden, um die Bewegungsrichtung auszuführen.

FELDKAMP & PETER (2007) beschreiben in ihrer Analyse Interferenzen im Bewegungslernen folgendermassen: „Die Effekte hoher Interferenz treten dann auf, wenn differenzierte motorische Aufgaben innerhalb einer Übungseinheit z.B. in einer randomisierten Reihenfolge trainiert werden. Im Gegensatz dazu werden bei Übungen unter der Bedingung geringer Kontext-Interferenz, als Beispiel sei hier das geblockte Üben aufgeführt, jeweils alle Versuche zu einer Übungsaufgabe abgeschlossen, bevor die Aufgabe gewechselt wird.“

Interferenzen sind also das „Vergessen“ einer erlernten Bewegungsaufgabe, während dem Erlernen einer neuen Bewegung. Wird dabei die gleiche Bewegungsrichtung mit den gleichen Muskelpartien angewendet, treten die Interferenzen stärker auf. Aus den Forschungsständen dieser beiden Felder kann für die vorliegende Studie nachfolgende Hypothese abgeleitet werden.

## 1.4 HYPOTHESE

LUNDBYE-JENSEN et al. (2011) beweisen, dass bezüglich der Interferenzen das Problem auftritt, dass die Ausführung einer gelernten Aufgabe A, nach dem Erlernen einer Aufgabe B, ein weniger gutes Resultat aufweist. Dieses Phänomen - auch als retroaktive Interferenz bekannt -, ist v.a. dann zu beobachten, wenn Task A und Task B eine völlig neu zu lernende Aufgabe darstellen. Mit diesem Befund zeigen LUNDBYE-JENSEN et al. also, dass dem Erlernen von neuen und verschiedenen Bewegungen höchste Aufmerksamkeit zu schenken ist.

Gleichzeitig belegen Hinweise in der Literatur (DEBARNOT 2010), dass es bei mentalem Training, also bei der mentalen Reproduktion einer Bewegung, zu weniger retroaktiver Interferenz kommt, als bei physischem Training. DEBARNOT et al. (2010) fanden heraus, dass ein Interferenz-Task (also ein Task B), welcher zwei Stunden nach dem mentalen Training des Task A erlernt wird, zu keiner Verringerung der Leistung in Task A führte. Dabei weisen sie auf den Nutzen des mentalen Trainings hin und festigen die Idee, „dass nun genügend Anzeichen bestehen, dass motorische Leistungen und mentales Training gleiche neurale Substrate teilen, auch wenn die aktivierten Netzwerke (im Gehirn) dabei nicht unbedingt die gleichen sind.“ Weiter beschreiben sie, dass „mentales Training punktuell eine gute Technik darstellen kann, um retroaktive Interferenz zu vermindern und um grösseren Transfer (als bei der praktischen Ausführung) zur Bewegung herzustellen.“

Die vorliegende Studie hat nun für das Paradigma von LUNDBYE-JENSEN (2011), in Kombination mit den Resultaten von DEBARNOT (2010) zum Ziel zu überprüfen, ob mentales Training der Aufgabe A zum Zeitpunkt des Trainings der Aufgabe B zu einer geringeren Interferenz der Aufgabe A führt. Deshalb lautet die Hypothese:

**„Mentales Training während dem Erlernen der zweiten Bewegungsaufgabe (visuomotor tracking) vermindert die Interferenz der erstgelernten Bewegungsaufgabe (ballistic mouvement)“**

Mentales Training könnte in der Praxis dementsprechend dazu genutzt werden, dass zwei kompetitive Bewegungsaufgaben ohne Interferenz (d.h. ohne Leistungsverluste in den Aufgaben) erlernt werden können.

## 2 EXPERIMENT

### 2.1 METHODE

#### 2.1.1 Versuchspersonen

An dem Laborexperiment nahmen insgesamt 24 Versuchspersonen (Vp), 14 Männer und 10 Frauen (Alter:  $24,9 \pm 3,5$ ), teil. Die Vp wurden zufällig in 2 Gruppen eingeteilt mit je 7 Männern und 5 Frauen. 22 Vp waren Rechtshänder und 2 weibliche Vp Linkshänderinnen. Die weiblichen Linkshänderinnen wurden in je eine Gruppe eingeteilt. Alle Vp waren Studenten der Universität Fribourg. Keiner der Vp hatte irgendeine Vorerfahrung mit der Aufgabe. Vor dem Experiment wurden die Probanden darauf hingewiesen, dass es sich um ein motorisches Lernexperiment handelt und dass die gestellten Aufgaben so gut wie möglich gelöst werden sollten. Es wurde nicht erwähnt, dass es sich um ein Interferenzen Experiment handelt.

#### 2.1.2 Apparatur

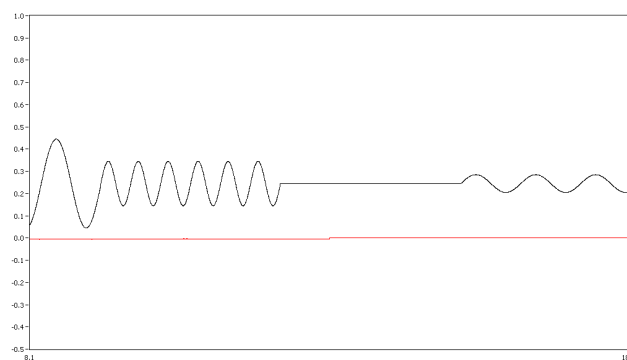
Das Experiment wurde an einem für diese Aufgabe entwickeltem Fingerroboter durchgeführt. Dieser 30cm hoher Messapparat besteht aus einem Hauptkörper sowie einem Roboterarm. In der Einbuchtung des Roboterarms platzierten die Vp ihren rechten Zeigefinger, um die gestellte Bewegungsaufgabe auszuführen. Die Vp führten das Experiment sitzend aus, wobei ihr rechter Unterarm auf der Ablage vor dem Fingerroboter gelegt wurde. Der Zeigefinger befand sich in einer horizontalen Position ca. 5-7 cm über der Ablage. Ebenfalls auf der Ablage vor den Vp befanden sich 2 Bildschirme. Diese wurden benötigt, um den Vp die Feedback-Werte während der Rate-Of-Force Trainingsaufgabe (ROF TRAINING) anzuzeigen und um die Trackingaufgabe zu Lösen. Zudem wurde an der Computeranlage ein Lautsprecher angeschlossen. Dieser Lautsprecher wurde benötigt, um ein Tonsignal zu generieren, welches den Vp den Rhythmus und den Zeitpunkt der Kontraktionen vorgibt. Das Tonsignal bestand aus zwei Signalen. Der erste tiefe Ton, um die Vp auf die anstehende Kontraktion aufmerksam zu machen. Beim zweiten, etwas höherem Ton, musste die Vp die Kontraktion ausführen. Das Tonsignal erfolgte in einem regelmässigen Intervall von 10 Sekunden.



### 2.1.3 Aufgabe

In diesem Laborexperiment mussten 2 verschiedene Aufgaben gelöst werden. Zum einen eine Rate-Of-Force Aufgabe (ROF), bei welcher auf ein in regelmässigen Abständen auftretendes Tonsignal die Vp eine ballistische Bewegung mit dem rechten Zeigefinger ausführen mussten. Es wurde den Vp mitgeteilt, dass sie die Bewegung auf das Tonsignal so schnell und so kräftig wie möglich ausführen sollten. Dabei durften der Unterarm und der Oberkörper keine Bewegung erfahren.

Die zweite Aufgabe bestand aus der Trackingaufgabe. Dabei erschien den Vp auf dem Bildschirm eine schwarze Wellenlinie. Dieser mussten die Vp mit einer roten Linie so gut wie möglich folgen. Die Steuerung der roten Linie erfolgte über einen regulativen Krafteinsatz am Fingerroboter.



**Abbildung 1:** Den Vp erschienenes Bild mit Wellenlinie zum Lösen der Trackingaufgabe

### 2.1.4 Versuchsablauf

Nachdem die Vp vor der Ablage Platz genommen hatten, wurden sie in das Experiment eingeführt. Der Versuchsleiter zeigte zuerst vor, wie der Fingerroboter zu bedienen ist und wie die ROF Aufgabe (ballistische Kontraktionen) gelöst wird. Dabei wurde explizit darauf hingewiesen, dass sich während des ganzen Experiments der Unterarm und der Oberkörper in der immer gleichen Position befinden müssen. Die Kontraktionen sollten mit dem Zeigefinger „so schnell und so kräftig wie möglich“ ausgeführt werden. Anschliessend durfte jede Vp fünf Test-Kontraktionen durchführen, bei denen sie vom Versuchsleiter auf eine eventuell unkorrekte Durchführung hingewiesen wurde. Das Testprotokoll verlief wie folgt:

1. PRE:

10 Ballistische Kontraktionen auf regelmässig auftretendes Tonsignal ohne Feedback

2. TRAINING:

40 Ballistische Kontraktionen auf regelmässig auftretendes Tonsignal mit visuellem, numerischen Feedback auf dem Bildschirm vor den Vp

3. POST:

10 Ballistische Kontraktionen auf regelmässig auftretendes Tonsignal ohne Feedback

4. TRACKING TASK:

Den Vp erscheint eine schwarze Wellenlinie auf dem Bildschirm. Gleichzeitig tritt eine rote Linie auf dem Bildschirm auf. Die rote Linie wird durch einen regulierenden Krafteinsatz am Fingerroboter gesteuert. Der Versuchsleiter zeigt den Vp die Steuerung vor. Die Wellenlinie beinhaltet in regelmässigen Abständen einen horizontal flachen Abschnitt. In diesem werden die Vp gebeten, keinen Krafteinsatz auf den Fingerroboter auszuüben. In diesem Abschnitt tritt ebenfalls das Tonsignal aus der ROF - Aufgabe auf.

GRUPPE MENTAL (M):

Die Vp versuchen in der Trackingaufgabe so gut wie möglich mit der roten Linie der schwarzen Linie zu folgen. Wenn die schwarze Linie horizontal flach verläuft üben sie keinen Krafteinsatz auf den Fingerroboter aus. Beim Ertönen des Tonsignals führen sie eine mentale Kontraktion wie in der ROF - Aufgabe durch (mentale Repräsentation der Bewegungsausführung ohne die Bewegung auszuführen).

GRUPPE NON-MENTAL (NM):

Die Vp versuchen in der Trackingaufgabe so gut wie möglich mit der roten Linie der schwarzen Linie zu folgen. Wenn die schwarze Linie horizontal flach verläuft üben sie keinen Krafteinsatz auf den Fingerroboter aus. In diesem Abschnitt ertönt das Tonsignal aus der ROF - Aufgabe. Die NM haben keine Aufgabe in diesem Abschnitt.

Die Vp beider Gruppen lösen den gestellten Tracking Task während 6min. Dann folgt eine Pause von 2min und dann lösen die Vp den Tracking Task wiederum für 6min.

5. AFTER INTERFERENCE:

10 Ballistische Kontraktionen auf regelmässig auftretendes Tonsignal ohne Feedback

#### *2.1.5 Datenerfassung und Auswertung*

Die Versuchssteuerung erfolgte computergestützt mit der Software eines elektronischen und mechanischen Stimulusgenerator STIMULI der Firma PFI-TEC Biomedical Systems ©, Endingen, Deutschland. Die Datenerfassung sowie die Feedbackwerte für die VP's erfolgten mit der Software IMAGO Record und IMAGO RecordMonitor der Firma PFI-TEC. Die Auswertung erfolgte mit dem Programm IMAGO ProcessMaster der Firma PFI-TEC. Das erstellen der Statistik sowie der Verlaufstabellen erfolgte mit dem Programm Microsoft Excel Version 2011.

## **2.2 RESULTATE**

### *2.2.1 PRE – POST (ROF TRAINING)*

Um den Lernerfolg der ROF - Aufgabe nachzuweisen, wurde zuerst der durchschnittliche Wert des Pre-Test (PRE) mit dem durchschnittlichen Wert des Posttests (POST) verglichen. Dabei konnte in beiden Gruppen ein Lernerfolg während der ROF Training (TRAINING) beobachtet werden. Die Mentalgruppe (M) verbesserte sich von 29.64 auf 50.15, die NoMentalgruppe (NM) von 24.04 auf 41.54

in Bezug auf die absoluten Werte. In Prozent von PRE ergibt dies einen Wert von 183.27% (+83.27%) für M sowie von 189.72% (+89.72%) für NM (Tab.x) ( $p < 0.05$ ).

### 2.2.2 POST – AFTER INTERFERENCE

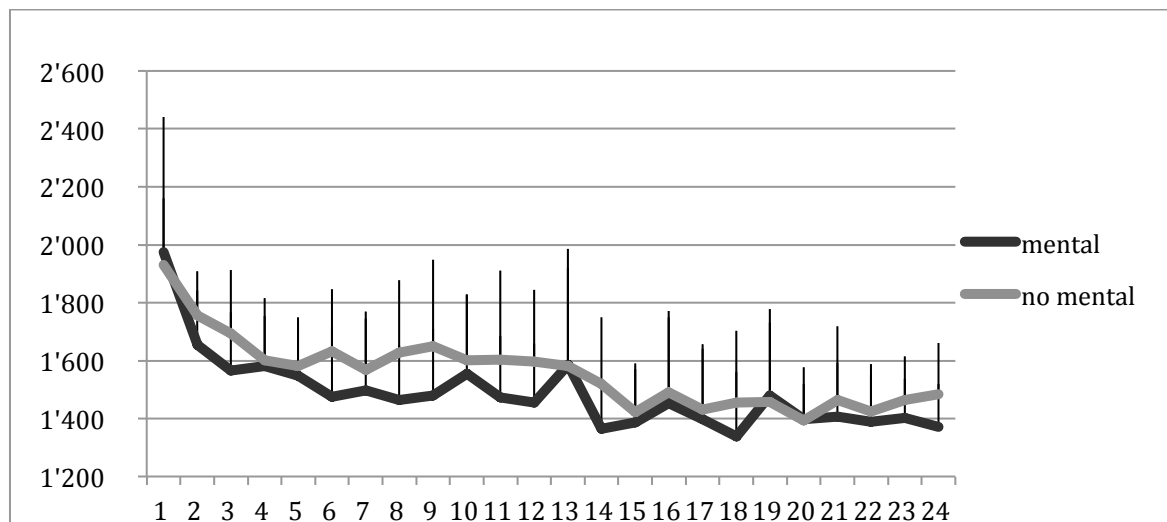
In Tabelle 1 zeigt der Vergleich von POST mit AFTER INTERFERENCE deutliche Unterschiede zwischen den zwei Gruppen. Gruppe M verzeichnet einen Rückgang im Absolutwert von 50.15 auf 48.47. In % von PRE bedeutet dies ein Rückgang von 183.27% auf 178.64%, also um -4.63% ( $t=0.57$ ). Gruppe NM verzeichnet einen Rückgang im Absolutwert von 41.54 auf 35.67. In % von PRE bedeutet dies ein Rückgang von 189.72% auf 164.76%, also um -24.96% ( $t=0.00$ ). Der Vergleich POST – AFTER INTERFERENCE ergibt somit einen signifikanten Unterschied von 20.33% in % von PRE zwischen M (-4.63%) und NM (-24.96%) ( $p < 0.05$ ).

|                    | <u>Mental (M)</u> |           |            | <u>NoMental (NM)</u> |           |            |
|--------------------|-------------------|-----------|------------|----------------------|-----------|------------|
|                    | absolut           | % von PRE | $\Delta$ % | absolut              | % von PRE | $\Delta$ % |
| PRE                | 29.64             | 100       |            | 24.04                | 100       |            |
| POST               | 50.15             | 183.27    | 83.27      | 41.54                | 189.72    | 89.72      |
| AFTER INTERFERENCE | 48.47             | 178.64    | -4.63*     | 35.67                | 164.76    | -24.96*    |

**Tabelle 1:** Mittelwerte der Rate-Of-Force Aufgabe absolut, in % von PRE und  $\Delta$  % für die Gruppen M und NM. (Notiere: die P-Wert Signifikanz  $< 0.05$  wird mit einem (\*) Stern angegeben)

### 2.2.3 TRACKING TASK

Der Verlauf der Fehlerquote ergibt folgendes Resultat: für beide Gruppen M und NM ist eine ähnliche Verlaufstendenz festzustellen (vgl. Abb.2). Dabei steht fest, dass bei beiden Gruppen ein Lernerfolg während des TRACKING TASKS beobachtet werden konnte.



**Abbildung 2:** Verlauf der Fehlerquote während der Trackingaufgabe für die Gruppen M und NM

### 3 DISKUSSION

In dieser Studie wurde untersucht, inwiefern mentales Training das Auftreten von Interferenzen während des Erlernens von zwei verschiedenen Bewegungen beeinflusst. Dabei konnte bewiesen werden, dass mentales Training einer zuvor gelernten, ballistischen Bewegung während des Trainings einer Trackingaufgabe zu einer geringeren Interferenz der ballistischen Bewegungsaufgabe führt.

Das Forschungsfeld des mentalen Trainings wirft verschiedene Fragen auf. Aus früheren Studien weiss man, dass mentales Training und die Bewegungsausführung die gleichen Hirnregionen (Primär Motor Kortex, Kortikospinalbahn) aktivieren (JEANNEROD 2000). Auf die Frage, warum es beim Erlernen einer Aufgabe B zu keiner „Kollision“ mit dem mentalen Training der Aufgabe A kommt, zitiert JEANNEROD seinen Kollegen GERARDIN et al. (2000) und liefert dabei eine mögliche Erklärung: zwar sind bei mentalem Training und bei der Bewegungsausführung die Basalganglien aktiv, doch spielen dabei unterschiedliche Teile des Striatum eine Rolle. Ähnliche Resultate liefern LOTZE et al. (1999) für das Kleinhirn. Bei mentalem Training sind eher die medialen und lateralen Teile des Kleinhirns aktiv, während es bei der Bewegungsausführung zu einer verstärkten Aktivität der ipsilateralen Kleinhirnhemisphäre kommt. Die Tatsache, dass nicht genau die gleichen Hirnregionen für eine mentale und eine physische Produktion einer Bewegung nötig ist, kann dementsprechend für den „Lernerfolg“ durch mentales Training verantwortlich gemacht werden. Zudem sind bei solch komplexen Tasks oft mehrere, verschiedene Hirnregionen aktiv. Auch das könnte eine Erklärung der nicht auftretenden Interferenz sein.

Eine Erklärung für die Frage, wieso es überhaupt zu einer Interferenz zwischen der ballistischen Bewegung und der Trackingaufgabe kommt, liefert uns LUNDBYE-JENSEN (2011). Sie unterstreichen dabei, dass es zu einer Interferenz kommt, „wenn die zwei Bewegungsaufgaben mit den gleichen Muskeln und der gleichen Bewegungsrichtung ausgeführt werden“. Zudem wird angemerkt, dass diese Interferenz „nur dann stattfindet, wenn ein kompetitiver Lernprozess zum Aufbau eines neuen motorischen Circuits stattfindet. Gewollte Bewegungen führen nicht per se zu Interferenzen, sondern setzen einen Lernprozess voraus.“ In der Praxis kann

dies bedeuten, dass sobald eine Bewegung beherrscht wird, man von der Problematik der Interferenzen zwischen gleichen Muskeln und gleichen Bewegungsrichtungen zum Teil absehen kann. Denkt man aber andersrum, so muss man sich als Athlet oder Ausbildner genau überlegen, wie man die Übungsfolge anordnet oder wann der richtige Zeitpunkt zum Erlernen einer nächstschwierigeren Aufgabe gekommen ist. Für solche Fragen sind allgemeine Antworten nicht möglich.

Ein Ziel eines jeden Trainers oder Ausbildners ist langfristiger Erfolg im Lernprozess. In dieser Studie wurde auf diese Fragestellung zwar nicht konkret eingegangen, eine mögliche Lösung liefert uns die *elaborative processing hypothesis* von SHEA (SHEA & MORGAN 1979, SHEA & ZYMNY 1983, SHEA & ZYMNY 1988, SHEA & TITZER 1993). Diese These besagt, dass „zufälliges Üben den Lernenden zu mehr elaborativen Prozessen zwingt, als Vergleich-Verbesserungs-Prozesse.“ Der Lernende muss also selber einen Lösungsweg für die Bewegungsaufgabe herstellen, was „mehr Gedächtnisspuren hinterlässt“, auf welche es zu einem späteren Zeitpunkt zurückgreifen und diese dann verknüpfen kann.

Ebenfalls eine Rolle spielt dabei der Zeitunterschied, zwischen den zwei kompetitiven Bewegungsaufgaben. Auch hier liefert uns LUNDBYE-JENSEN (2011) ein Denkanstoss: „wurde die zweite Bewegungsaufgabe einige Stunden später gestellt, konnte keine Interferenz beobachtet werden.“ Das heisst also, dass nur wenn die kompetitiven Bewegungen innerhalb eines gewissen Zeitraums aufeinanderfolgen, so kann eine grosse Interferenz erwartet werden.

Schlussfolgernd ist festzustellen, dass Interferenzen zwar ein Problem im Bewegungslernen darstellen können, langfristig aber nicht unbedingt negative Auswirkungen auf die Leistung haben. Zwar hindern sie den Lernenden am kurzfristigen Lernprozess (was aber durch mentales Training verhindert werden kann), stellt diesen aber gleichzeitig vor einer elaborativen Aufgabe. Diese bringt langfristig, in Kombination mit lohnenden Pausen und abwechslungsreicher Übungsauswahl, Lernerfolg. In der Praxis bedeutet dies, dass beim Erlernen von komplexeren Bewegungsaufgaben es nicht unbedingt schlecht sein muss verschiedene Bewegungsaufgaben hintereinander zu trainieren. Diese Erkenntnis

führt uns im Bewegungslernen auf die Theorie der Systemdynamik und differentiellem Lernen (vgl. SCHÖLLHORN 2009).

Somit kann gesagt werden, dass Mentales Training zwar beim Erlernen einfacher und grundlegenden Bewegungen gegen Interferenzen hilfreich sein kann, um dies aber auch für den langfristigen Lernerfolg und für komplexere Bewegungen behaupten zu können müssen weitere Studien gemacht werden. Eine abschliessende und für alle Sportarten allgemeingeltende Antwort ist mit dem heutigen Stand der Forschung nicht absehbar. Zu verschieden sind die Sportarten voneinander und zu komplex ist jede Sportart in sich!



## 4 QUELLEN

BATTIG, W.F. (1979), The flexibility of human memory. In L.S. Cermak and F.I.M. Craik (Eds), *Levels of processing and human memory*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, p. 23-44.

DEBARNOT, U. & MALEY L. & DE ROSSI, D. & GUILLOT, A. (2010). Motor Interference does not impair the memory consolidation of imagined movements. *Brain and Cognition* 74 (2010), 52-57.

DRISKELL, J.E. & COPPER, C. & MORAN, A. (1994). Does Mental Practice Enhance Performance? *Journal of Applied Psychologie* Vol.79. No.4, 481-492.

EBERSPÄCHER, H. München (2004). Mentales Training: Ein Handbuch für Trainer und Sportler.

FELDKAMP, D. & PETER, J. (2007). Kontext-Interferenz-Effekt beim Bewegungslernen. *Grin-Verlag für akademische Texte*.

FELTZ, D.L. & LANDERS, D.M. & BECKER, B.J. (1998). A revised Metaanalysis of the mental practice literature on motor skill learning. *National Academic Press. Washington, DC*.

GERARDIN, E. (2000). Partially overlapping neural networks for real and imagined hand movements. *Cereb.Cortex* 10: 1093-1104.

JANSEN, J. Wiesbaden (1995). Grundlagen der Sportpsychologie, S. 75-90.

JEANNEROD, M. (2000). Neural Simulation of Action: A Unifying Mechanism for Motor Cognition. *NeuroImage* No.14: 103-109.

LANZ, K. (2007). Mentales Training als Ergänzung zur Physiotherapie – Auswirkungen auf den Therapieerfolg nach Knie-TEP. *Diplomarbeit zur Erlangung der Berufsbezeichnung Physiotherapeut*.

LOTZE, M. (1999). Activation of cortical and cerebellar motor areas during executed and imagined hand movements: An fMRI study. *J.Cogn.Neurosci.* 11: 491-501.

LUNDBYE-JENSEN, J. & PETERSEN, T.H., & ROTHWELL, J.C. & NIELSEN, J.B., (2011). Interference in Ballistic Motor Learning: Specificity and Role of Sensory Error Signals. *PLoS ONE* 6(3); e17451.doi: 101371/journal.pone.0017451

MAGILL, R.A. & HALL, K.G. (1990) A review of the contextual interference effect in motor skill acquisition. *Human Movement Science*, 9, 241-289.

RICHARDSON, A. (1967). Mental practice: A review and discussion. Part 1. *Research Quarterly*, 38. 95-107.

RICHARDSON, A. (1967). Mental practice: A review and discussion. Part 2. *Research Quarterly*, 38. 264-273.

SCHÖLLHORN, W.I. (2009). Differenzielles Lehren und Lernen im Sport: Ein alternativer Ansatz für einen effektiven Schulsportunterricht. *Sportunterricht: Schorndorf*, 58 (2009), Hoffmann Verlag, Heft 2: 36-40.

SHEA, J.B. & MORGAN, R. (1979). Contextual interference effects on the acquisition, retention, and transfer of a motor skill. *J Exp Psychol: Human Learning and Memory*. 5, 179-187.

SHEA, J.B. & TITZER R.C. (1993). The influence of reminder trials on contextual interference effects. *J Mot Behav*. 25, 264-274.

SHEA, J. B. & ZIMNY, S. T. (1983). Contextual effects in memory and learning movement information. . In: Magill, R. A. (Ed.), *Memory and Control of Action* Elsevier, Amsterdam, 345-366.

SHEA, J. B. & ZIMNY, S. T., (1988). Knowledge incorporation in motor representation. . In: Meijer, O. G. and Roth, K. (Eds.), *Complex movement behavior: "The" motor-action controversy*. . Elsevier, Amsterdam, 289-314.

WULF, G. & SCHMIDT, R. A. (1998). Variability in Practice: Facilitation in retention and transfer through schema formation or context effects? *Journal of Motor Behavior*, 20, 133-149.

## **DANKSAGUNG**

Mein Dank geht in erster Linie an Prof. Dr. Christian Leukel für seine grosse Hilfe während der ganzen Arbeit und für die Möglichkeit, diese Studie überhaupt durchführen zu können. Danke auch an Jonas Hoffman, der mich durch wissenschaftliche Fragestellungen immer wieder zum Denken über dieses und andere Themen angeregt hat. Des Weiteren bedanke ich mich beim ganzen Team des Studiengangs „Sport und Bewegungswissenschaften“ der Universität Fribourg, vor allem Prof. Denis Golliard, der dies alles überhaupt möglich gemacht hat. Abschliessend geht mein grösster Dank an meine Familie nach Madulain.

## **EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG**

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich meine Masterarbeit selbständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe verfasst habe.

Fribourg, den 16.Oktober 2012

Rafael Ratti