

# **Repetitive Sprints mit Fallschirmen**

Eine 6-wöchige Trainingsintervention mit männlichen Fussballspielern aus der Amateurliga

---

**Masterarbeit zur Erlangung des Masters in Bewegungs- und Sportwissenschaften, Departement für Medizin, Universität Freiburg**

**Autor:**

Kay Schmid

**Name des Referenten:**

Dr. Urs Mäder

**Name des Ko – Referenten:**

lic. phil. Fabian Lüthy

**Universität Fribourg in der Zusammenarbeit mit der  
Eidgenössischen Hochschule für Sport Magglingen EHSM**

**20. April 2014**

## **Vorwort / Danksagung**

Interventionsstudien über einen längeren Zeitraum bergen unterschiedliche Risiken in sich. Die Probandenzahlen haben sich aus unterschiedlichen Gründen (Krankheit, Verletzungen und Abwesenheiten) im Laufe der Studie halbiert. Die grösste Herausforderung war schlussendlich, die Probanden ohne finanzielle oder anderweitige Entschädigungen über einen Zeitraum von 6 Wochen zu verpflichten. Hiermit ist zu erwähnen, dass repetitives Sprinttraining höchste physische und mentale Einsatzbereitschaft von allen Spielern fordert, jedoch mit Regenerationspausen verbunden ist. Aus diesen Gründen möchte ich mich beim Fussball-Club Steinhausen sowie bei allen involvierten Trainern und Spielern recht herzlich bedanken für ihren Einsatz.

Am Entstehungsprozess dieser Arbeit haben mich unterschiedliche Fachkräfte informativ und tatkräftig unterstützt. In erster Linie möchte ich einen grossen Dank an lic. phil. Fabian Lüthy aussprechen für seine wertvollen wissenschaftlichen Inputs sowie die tatkräftige Mithilfe. Mein Dank gilt auch Dr. Urs Mäder, dafür, dass er sich bereit erklärt hat, mich bei der Realisierung dieser Arbeit zu begleiten. Mit dieser Masterarbeit schliesst sich eine lange und spannende Studienzeit. Ich möchte mich für die kompetente sowie strukturierte Ausbildung an der EHSM Magglingen, bei der ganzen Studienleitung sowie den Dozenten und Betreuern recht herzlich bedanken. Ein ganz spezielles Dankeschön gilt meiner Familie, insbesondere Alois und Heidi Schmid, sowie meiner Freundin Christa Roos, die mich in guten und schlechten Zeiten immer unterstützt haben.

Emmenbrücke, 20. April 2014

Schmid Kay

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>HINTERGRUND &amp; AUSGANGSLAGE .....</b>	<b>9</b>
3.1	LIMITIERENDE FAKTOREN BEI REPETITIVEN SPRINTS .....	12
3.1.1	Metabolische Energiebereitstellung und neuromuskuläre Reaktionen bei RSA .....	13
3.2	EFFEKTE DURCH DEN EINBEZUG VON ZUGWIDERSTÄNDEN .....	16
<b>4</b>	<b>ZIEL UND KONKRETE FRAGESTELLUNG .....</b>	<b>18</b>
4.1	HYPOTHESEN .....	19
<b>5</b>	<b>METHODE .....</b>	<b>20</b>
5.1	PROBANDEN .....	20
5.2	UNTERSUCHUNGSDESIGN .....	20
5.3	UNTERSUCHUNGSTRUMENTE .....	24
5.4	DATENAUSWERTUNG .....	26
<b>6</b>	<b>RESULTATE .....</b>	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>DISKUSSION .....</b>	<b>32</b>
7.1	FORSCHUNGSAUSBLICK .....	37
7.2	STÄRKEN UND SCHWÄCHEN DER FORSCHUNGSARBEIT .....	38
	<b>KONKLUSION .....</b>	<b>39</b>
	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>40</b>
<b>8</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>50</b>

# Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Vergleich der Intensitäten (> 19.8 km/h) von professionellen Fussballmannschaften – 1. Halbzeit vs. 2. Halbzeit .....	8
Abb. 2: Vergleich zwischen intermittierenden (5x 4 s Sprints à 120 s Pause) und repetitiven (5x 4 s Sprints à 30 s Pause) Sprints .....	10
Abb. 3: Berechnung des Fatigue-Index .....	11
Abb. 4: Untersuchungsdesign der gesamten Studie .....	20
Abb. 5: YYIRT – Yoyo intermittent recovery test .....	22
Abb. 6: Zeitfenster der Trainings- & repetitiven Sprinteinheiten .....	23
Abb. 7: RSA-Trainingseinheiten mit Sprintfallschirmen .....	23
Abb. 8: Instrumentenübersicht der Lichtschrankenmessung beim Eingangs- und Ausgangstest .....	24
Abb. 9: Übersicht XLR8 Kombipack Sprintfallschirme mit Transportsäcken .....	25
Abb. 10: Sprintfallschirme XLR8 bei maximaler Geschwindigkeit .....	25
Abb. 11: Leistungsvergleich (Pre vs. Post) zwischen RSA- & Kontroll-Gruppe beim 9. repetitiven Sprint über 30 m .....	29
Abb. 12: Leistungsvergleich (Pre vs. Post) zwischen RSA- & Kontroll-Gruppe bei den mittleren repetitiven Sprintzeiten .....	30
Abb. 13: Leistungsvergleich (Pre vs. Post) zwischen RSA- & Kontroll-Gruppe beim fussballspezifischen Ausdauerstest (YYIRT) .....	31

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Übersicht der durchschnittlichen Laufdistanzen von professionellen Fussballspielern während 90 min .....	7
Tab. 2: Indikatoren für die Intensität bei repetitiven Sprints .....	12
Tab. 3: Metabolische Prozesse während RSA-Leistungen .....	15
Tab. 4: Mittelwert und Standardabweichung der anthropometrischen Daten, sowie Testmotivation aller Probanden (Pre vs. Post) .....	27
Tab. 5: Gesamtübersicht der Resultate .....	28

# 1 Zusammenfassung

Fussball ist eine vielseitige und komplexe Sportart, mit Anforderungen im konditionellen, technischen wie auch taktischen Bereich. Je höher das Spielniveau, desto höher sind die Anteile an physisch intensiven Aktionen. Während sich die Laufdistanzen eines Fussballspielers (9-11 km) kaum veränderten, hat sich der Anteil an intensiven Belastungen ( $> 15$  km/h) verdoppelt. Zwangsläufig entstehen, vor allem in der 2. Spielhälfte, deutliche Leistungsabfälle in Form einer Reduktion an höheren ( $> 19.8$  km/h) Intensitäten. Das Ziel dieser Arbeit war es, durch ein repetitives Sprinttraining mit Fallschirmen die maximale und mittlere Sprintleistung über 30 Meter, sowie die Laufleistung im Yoyo-Test (YYIRT) zu verbessern. Sechzehn Probanden aus zwei Amateurfussball-Mannschaften wurden der Interventionsgruppe (RSA-Gruppe;  $n=9$ ) oder der Kontroll-Gruppe ( $n=7$ ) zugeteilt. Die RSA-Gruppe absolvierte über 6 Wochen 2 Mal pro Woche 10 maximale Sprints mit einem Fallschirm bei einem Pausenintervall von 20 Sekunden, während die Kontroll-Gruppe 2 Mal pro Woche ein fussballspezifisches Training durchführte. Die Sprintleistung (s) wurde mittels Lichtschranken (Smartspeed<sup>TM</sup>, Australien), die Laufleistung im Yoyo-Test mittels Levelstufen (m) erfasst. Die RSA-Gruppe verbesserte ihre maximale Sprintzeit (Pre:  $4.20 \pm 0.14$  s vs. Post:  $4.09 \pm 0.13$  s), die mittlere Sprintzeit (Pre:  $22.33 \pm 0.68$  s vs. Post:  $21.48 \pm 0.82$  s) sowie die Laufleistung im YYIRT (Pre:  $1360 \pm 480$  m vs. Post:  $1711 \pm 562$  m) signifikant. Die Kontroll-Gruppe steigerte sich in diesem Zeitraum nicht signifikant ( $p > 0.1$ ). Erkenntnisse verdeutlichen, dass Sprintfallschirme eine Verringerung der maximalen Geschwindigkeit und somit eine Reduktion der Schrittfrequenz und Schrittlänge bewirken, welche geringere Startwiderstände verursachen. Des Weiteren zeigte sich, dass die ersten 5. repetitiven Sprints mehrheitlich durch anaerobe Prozesse gewährleistet sind. Dementsprechend wird mit steigender Anzahl repetitiver Sprints die aerobe Energiebereitstellung von grösserer Wichtigkeit, auch weil bereits ab der 3. Sprintwiederholung die maximale Geschwindigkeit ermüdet. Infolgedessen führte ein repetitives Sprinttraining (10x 30 m à 20 s Pause) zu einer verbesserten aeroben und anaeroben Energiebereitstellung. Aus diesen Gründen steigerte sich die RSA-Gruppe in den mittleren Sprintzeiten sowie im 9. repetitiven Sprint hochsignifikant. Schlussendlich sprintete die RSA-Gruppe nicht nur schneller und ausdauernder, sondern ermüdete auch signifikant weniger als vor der Trainingsphase.

## 2 Einleitung

Fussball ist eine der populärsten Sportarten der Welt. Gemäss der FIFA sind mehr als 40 Millionen lizenzierte Spieler gemeldet. Weit umfassender (ca. 200 Mio.) ist die Zahl der Menschen, die Fussball als Freizeitbeschäftigung aktiv ausüben, oder direkt am Fernseher (40 Mrd.) die Weltmeisterschaften verfolgen, Tendenz steigend. Das gesellschaftliche und wirtschaftliche Interesse, angesichts dieser Zahlen, ist enorm. Alleine auf den Datenbanken PubMed und Google Scholar existieren über 6'500 wissenschaftliche Literaturen zum Thema Fussball. Vermehrt gibt es auch Studien, die durch Videoanalysen und moderner Messmethodik Rückschlüsse auf das Anforderungsprofil des Fussballers dokumentieren.

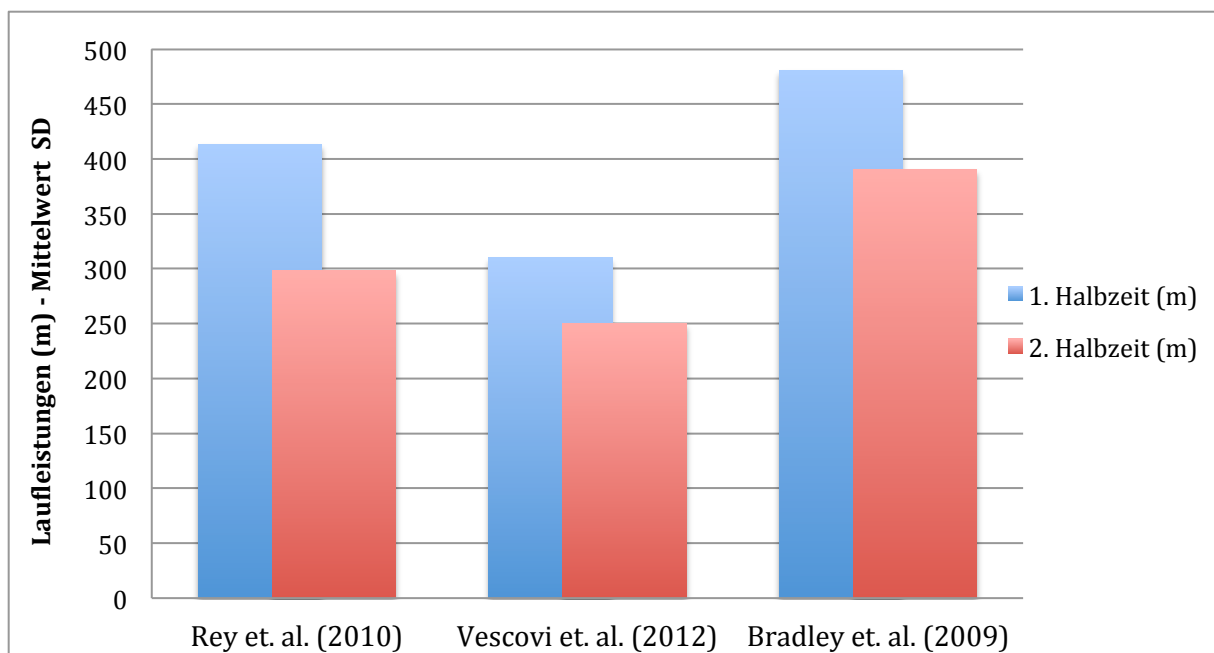
Recherchen der letzten 25 Jahre von Tschan et al. zeigen, dass sich die Laufdistanz (Tab. 1) eines Feldspielers während eines Fussballspiels kaum verändert hat. Die Ergebnisse variieren zwischen 9 – 11 km, während der Anteil an intensiven Belastungen (> 15 km/h) von 12 % auf 24 % angestiegen ist (2001). Es findet vermehrt ein Wechsel von niedrigen und hohen Belastungen (< / > 15 km/h) statt. Stohlen et al. (2005) beschreibt, dass ein Spieler bis zu 1'400 Aktivitätswechsel während des Wettkampfs absolviert.

*Tab. 1: Übersicht der durchschnittlichen Laufdistanzen von professionellen Fussballspielern während 90 min (Tschan et al., 2001).*

<b>Autoren</b>	<b>Jahr</b>	<b>Land &amp; Level</b>	<b>Laufdistanz (m)</b>
Winkler	1985	Deutsche Prof.	10 500
Ekblom	1986	Schw. / Deutsch. Prof.	10 000
Bangsbo	1994	Dänische Prof.	9 500
Rienzi et al.	2000	Englische Prof.	10 100
Helgerud et al.	2001	Norwegische Semi-Prof.	10 300
Lago-Peñas et al.	2009	Spanische Prof.	10 900
Siegel et al.	2012	Deutsche Prof.	9 900

Wettkampfanalysen haben aufgezeigt, dass ständige hochintensive Belastungen (> 19.8 km/h) mit geringen Erholungsperioden (> 60 s) stattfinden (Spencer et al., 2005). Vor allem in der 2. Spielhälfte findet eine Reduktion der Sprintleistungen (Abb. 1) statt. Gaitanos et al. (1993) erklärt, dass der Abfall an mittleren und maximalen Sprintleistungen während repetitiven Sprints mit einem Wechsel von anaerob zur aeroben Energieproduktion verantwortliche gemacht wird. Mit steigender Anzahl an Sprints wird vermehrt auf die aerobe Energiebereitstellung (oxidative Prozesse) zurückgegriffen. (Mendez-Villanueva, Hamer & Bishop, 2008; Girard, Mendez-Villanueva & Bishop, 2011). Ein verbessertes aerobes System trägt zur schnelleren Erholung während repetitiven Sprints bei. Daraus lässt sich ableiten, dass die repetitive Sprintfähigkeit unter Ermüdung ein zentraler konditioneller Faktor bei Fussballwettkämpfen ist, welcher zu folgender Leitfrage führt:

- *Wie lässt sich die Sprintfähigkeit unter wiederholten intensiven Belastungen nachhaltig verbessern?*



**Abb. 1: Vergleich der Intensitäten (> 19.8 km/h) von professionellen Fußballmannschaften – 1. Halbzeit vs. 2. Halbzeit.**



### 3 Hintergrund & Ausgangslage

Fussball ist eine intensive und vielseitige Sportart, mit Anforderungen im konditionellen, technischen wie auch taktischen Bereich. Hoff & Helgerud (2003) erklären, dass die konditionellen Faktoren rund 1/3 der Wettkampfleistung ausmachen. Je höher das Spielniveau, desto höher sind die Anteile an physisch intensiven Aktionen (Stöggl et al., 2010; Siegle, Geisel & Lames, 2012). Die Kombination von ermüdungs- und schnelligkeitsgeprägten Spielsituationen bestätigt die Wichtigkeit der konditionellen Fähigkeiten (Bangsbo, 1994b; Meyer et al., 2005; Weineck, 2007;). Gemäss Bangsbo (1994) muss ein Fussballspieler folgendes Anforderungsprofil erfüllen:

- Hochintensive Belastungen wiederholt leisten zu können (repetitive Sprints).
- Hohe Laufgeschwindigkeiten zu entwickeln (Max. Sprint).
- Intermittierende Belastungen lange durchhalten zu können (aerobe Ausdauer).

Mohr et al. zeigt auf, dass sich Fussballer auf höchstem Spielniveau signifikant länger in Bereichen mittlerer und hoher Intensität (+28 %) sowie im Sprint (+58 %) aufhalten als Spieler mit niederem Niveau (2003). Wiederholte intensive Belastungen in mittleren und hochintensiven Bereichen werden somit ständig abverlangt. Dabei spielt die Erholungsfähigkeit eine zentrale Rolle (Ekblom, 1986).

Unter hochintensiven Belastungen versteht man Bewegungsgeschwindigkeiten >19.8 km/h (Bishop et al., 2011). Werden maximale Laufgeschwindigkeiten erreicht, spricht man von Sprints. Grösstenteils beinhalten Sprints in einem Fussballspiel Distanzen bis maximal 30 m (Stohlen et al., 2005). Einleitend bereits erwähnt reduziert sich die Anzahl Sprint in der 2. Spielhälfte deutlich (Stöggl et al., 2010; Mohr et al., 2003).

Ein Sprint kann in folgende Abschnitte unterteilt werden: Beschleunigungsphase (Distanz: 1-10 m), Übergangsphase (Distanz: 10-20 m) und maximale Geschwindigkeit (20-30 m) (Lüthy et al., 2009). Werden Sprints vermehrt in kurzen Zeitabschnitten ( $< 10$  s) wiederholt, unterscheiden wir in Abhängigkeit der Pausendauer zwischen intermittierenden (Pausendauer  $> 60$  s) oder repetitiven Sprints (Pausendauer  $< 60$  s). Der Hauptunterschied besteht darin, dass bei repetitiven Sprints ein grösserer Leistungsabfall zu verzeichnen ist (Krustrup et al., 2010; Gerard et al., 2011). Bravo

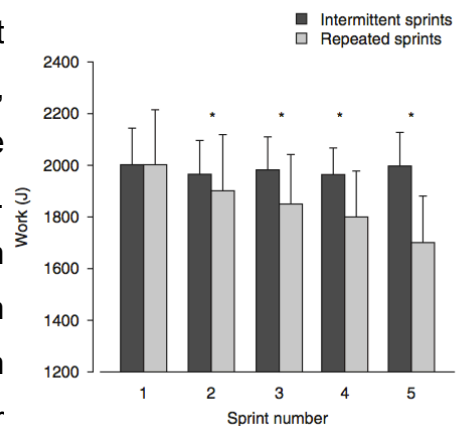


Abb. 2: Vergleich zwischen intermittierenden (5x 4 s Sprints à 120 s Pause) und repetitiven (5x 4 s Sprints à 30 s Pause) Sprints (Girard et al., 2011).

et al. (2008) verglich in einer Interventionsstudie über 7 Wochen mit professionellen männlichen Fussballspielern Intervall- vs. Sprinttraining. Während die Intervallgruppe (IVG) 4x4 min bei 90 % maximaler Herzfrequenz trainierte, absolvierte die repetitive Sprintgruppe (RS-Gruppe) 6x40 m Sprint mit 20 s Pausendauer zwischen den Sprints. Die RS-Gruppe verbesserte ihre mittleren Sprintzeiten um 2.1 % (Eingangstest: 7.53  $\pm$  0.21 vs. Ausgangstest: 7.37  $\pm$  0.17 s) sowie die sportspezifische Ausdauerfähigkeit (YYIRT) um 28.1 %. Die IV-Gruppe verbesserte die Laufleistung beim Ausdauerstest lediglich um 12.1 % und blieb in der Sprintleistung unverändert. Weitere Autoren haben ähnliche Effekte bei repetitiven Sprints festgestellt (Bishop et al., 2011; Stöggl et al., 2010).

Bei repetitiven Sprints handelt es sich um wiederholt ausgeführte maximale Sprints in Kombination von geringen Erholungsphasen ( $> 60$  s). Folglich tritt bereits nach dem 2. repetitiven Sprint eine Reduktion der Sprintleistung auf (Abb. 2). Ein solches Nachlassen wird als Fatigue-Index (FI) bezeichnet. Diverse Studien haben sich mit dem Fatigue-Index auseinandergesetzt, mit dem Ziel, ein allgemein gültiges Berechnungsinstrument für die Ermüdung während RSA-Einheiten zu entwickeln. Recherchen zeigen, dass aktuell 8 Formeln für die prozentuale Berechnung des Fatigue-Index existieren (Glaister et al., 2008; Oliver et al., 2009; Girard et al., 2011).

Glaister et al. (2008) hat die Messgültigkeit dieser Formeln untersucht und stellt Vor- und Nachteile fest. Die Berechnungsformel  $F1 = ((\text{Sprint } 12 - \text{Sprint } 1) / \text{Sprint } 1) \times 100$  fokussiert sich ausschliesslich auf die erste und letzte Sprintleistung. Vergleiche von repetitiven Sprintserien zeigen, dass „der Einbezug der ersten Sprintserie sowie des Endspurts zu einer Verfälschung des Fatigue-Index führt, insbesondere weil ein Aufschwung der Sprintgeschwindigkeit oftmals in den letzten Wiederholungen zu verzeichnen ist“ (Glaister et al., 2008, S. 1599). Weitere Formeln ( $F6 = (\text{Slowest two sprint times} / 2) - (\text{fastest two sprint times} / 2) / (\text{fastest two sprint times} / 2) \times 100$ ) versuchen, durch die mittleren Sprintzeiten eine Verbesserung der Messgenauigkeit zu erreichen, jedoch mit beschränkter Aussagekraft.

Obwohl es schwierig ist, die Müdigkeit (FI) von Sprintleistungen zu bewerten, da es nach wie vor keinen „Goldstandard“ gibt, ist die geeignetste Berechnungsformel für den Fatigue-Index F4 (Abb. 3). Durch den Einbezug der Summen aller Sprintzeiten wird auf jede einzelne Leistung eingegangen. Zusätzlich wird der schnellsten Sprintzeit Rechnung getragen, um schlussendlich ein valides und transparentes Ergebnis zu erhalten (Glaister et al., 2008).

$$F4 = \frac{100 \times \text{total sprint times}}{\text{number of sprint} \times \text{fastest sprint time}} - 100$$

Abb. 3: Berechnung des Fatigue - Index (Glaister et al., 2008).

Die Legitimation und Wichtigkeit von repetitiven Sprints im Fussball wurde bis anhin in wissenschaftliche Studien erläutert. Der Fatigue-Index soll weitere Aufschlüsse über die repetitiven Sprintleistungen ergeben. Im Anschluss wird auf Faktoren hingewiesen, die für den Fatigue-Index verantwortlich sind. Es stellt sich nun die Frage, welche Kriterien bei repetitiven Sprints massgebend sind, um ein optimales RSA-Training durchführen zu können (Tab. 2).

### 3.1 Limitierende Faktoren bei repetitiven Sprints

*Tab. 2: Indikatoren für die Intensität bei repetitiven Sprints.*

<u>Faktor:</u>	<u>Autoren:</u>	<u>Konklusion:</u>
Anzahl Wiederholungen (WH)	Little & Williams, 2007	10 Wiederh.
Verhältnis Belastung zu Pause	Little & Williams, 2007	von 1:4 bis 1:5
Erholungsmuster zwischen den Sprints	Buchheit et al., 2009	passive Erholung

Little & Williams (2007) haben die Anzahl der Sprintwiederholungen sowie die Dauer der Belastung im Verhältnis zur Pausendauer (1:4 vs. 1:6) untersucht (4 Einheiten à 10x15 m 1:4 Pause & 40 m 1:6 Pause). Sie stellten fest, dass 10 repetitive Sprints über 15 m mit einem Verhältnis von Belastungs- zur Pausendauer von 1 zu 4 (15 % > als 1 Sprint) die grösseren physiologischen Reaktionen zur Folge haben als Sprinteinheiten mit 10 x 40 m (1:6) Belastungsrhythmen. Beide weisen zwar ähnliche Herzfrequenzen auf, jedoch werden deutlich tiefere Ermüdungen (FI) mit 1:6 Rhythmen erreicht (11 %). Frühere Studien zeigen, dass längere Sprints (40 m) zwar eine erhöhte Akkumulation von Laktat und H<sup>+</sup> Ionen provoziert, jedoch ist der Geschwindigkeitsnachlass (15 m: 7.5 – 15,9 % vs. 40 m: 4.1 – 11.11 %) bei kurzen RSA-Sprintdistanzen grösser und dementsprechend induziert sich eine grössere physiologische Wirkung (FI). Des Weiteren ist die vermehrte exzentrische Muskelaktivität bei Start- und Bremsbewegungen ein Indiz für die erhöhte Ermüdung. Das Verhältnis zwischen Belastung und Erholung sollte folglich 1:4 bis 1:5 betragen, um eine optimale physiologische Reaktion (siehe metabolische & neuromuskuläre Reaktionen im Anschluss) zu bewirken.

Ein weiterer Faktor ist das Erholungsmuster während RSA-Einheiten. Buchheit et al. (2009) untersuchte bei 10 männlichen Mannschaftsportlern die Wirkung zwischen aktiver (AR) vs. passiver (PR) Erholung. Die Probanden absolvierten 2 Serien von 6 wiederholten Sprints über 4 s, mit anschliessenden 21 s AR auf einem Laufband oder PR stehend. Die Ergebnisse zeigten, dass Probanden mit PR signifikant höhere Laufgeschwindigkeiten (Mittelwerte: 3.79 +/- 0.28 vs. 4.09 +/- 0.32 ms, P< 0,001) entwickeln und zeitgleich weniger Laktatwerte erzielen als AR, welche eine doppelt so hohe Abnahme der Sprintgeschwindigkeit zeigt. Aktive Erholungspausen haben

eine höhere Desoxygenation für die Sprintmuskulatur, welche sich negativ bei RSA-Einheiten auswirkt. „Die Pausenlänge ist daher ganz entscheidend für positive oder negative Effekte einer aktiven Erholung. Während bei kurzen Pausen die PCr-Synthese der geschwindigkeitsbestimmende Schritt ist, wirkt sich bei längeren Pausen ein verbesserter Laktatabbau positiv aus“ (Buchheit et al., 2009, S. 366). Folglich sollten die Erholungsphasen bei RSA-Einheiten eher passiv erfolgen, um die Sprintfähigkeit zu erhalten (Spencer et al., 2006; Buchheit et al., 2009).

### **3.1.1 Metabolische Energiebereitstellung und neuromuskuläre Reaktionen bei repetitiven Sprints**

Die wiederholten maximalen Sprintbelastungen mit geringen Erholungsperioden führen bekanntlich zu einer erhöhten Ermüdung, sind aber zugleich Folgereaktionen auf metabolische und neuromuskuläre Veränderungen, welche vergleichbar sind mit denen eines Wettkampfes (Stöggl et al., 2010).

Eine Vielzahl von wissenschaftlichen Studien hat sich mit den physiologischen Reaktionen während repetitiven Sprints auseinandergesetzt, mit dem Ziel, die Faktoren, die zur Ermüdung beitragen, zu analysieren. Die Energieversorgung ist während RSA-Belastungen für die Muskelaktivität zentral (Gaitanos et al., 1993; Balsom et al., 1999; Bishop et al., 2004). Das Zusammenspiel zwischen dem zentralen Nervensystem (ZNS) und der Muskulatur ist signifikant an der Leistungsentwicklung bei RSA-Einheiten beteiligt (Bigland-Ritchie et al., 1986; Mendez-Villanueva, Hamer & Bishop, 2007; Smith & Billaut, 2010). Daher wird auf diese Themen näher eingegangen.

#### **Energieversorgung und Muskelaktivität**

Das Adenosintriphosphat (ATP) ist der unmittelbare Energiespeicher während kurzzeitigen Belastungen und wird durch die Phosphatkreatin-Zufuhr (PCr) unterstützt. Durch die hohen Umsetzungsraten (ATP 15-, PCr 8mmol/kg dm/s) liefern sie nur eine geringfügige Energiesicherstellung von 3-10 Sekunden (Tab. 3). Zusätzlich schaltet der Glykogenspeicher ein, der durch die anaerobe/aerobe Glykolyse nachhaltig Energie liefert. Gaitanos et al. (1993) zeigt bei repetitiven Sprintserien (10 x 6 s Belastung / 30 s Erholung) auf, dass der 1. repetitive Sprint fast vollumfänglich von der anaeroben Energiebereitstellung (97 %) gedeckt ist. Die

metabolischen Prozesse unterteilen sich mit ATP (6 %), PCr (50 %) und der anaeroben Glykolyse (44 %) auf. Weiter erklärt Gaitanos et al. (1993) dass:

„während den ersten 5 repetitiven Sprints wird die Energiebereitstellung mehrheitlich durch die anaerobe Energiebereitstellung gewährleistet. Die letzten repetitiven Sprints (8-10) werden durch oxidative Prozesse (aerobe Glykolyse 65 %, PCr 80 %) gedeckt. Der Abfall der mittleren und maximalen Leistung während repetitiven Sprints ist möglicherweise mit einem signifikanten Wechsel von anaerob zur aeroben Energieproduktion zu erklären.“ (Gaitanos, 1993, S. 718)

Trotz dieser Umschaltung von anaerober zu aerober Energiebereitstellung liegt der PCr-Gehalt vor der letzten Sprintwiederholung noch bei 50 % seines ursprünglichen Wertes (vorher: 80mmol/kg dm, nachher: 40mmol/kg). Diverse Autoren analysierten die PCr Re-Synthese bei repetitiven Sprints. Es zeigte sich, dass eine Erholungszeit zwischen den Sprintserien von 30 s zu einer 70 %igen PCr-Wiederherstellung führt, während 300 s eine komplette Wiederherstellung garantiert (Gaitanos et al., 1993; Tomlin & Wenger, 2001).

Die Umsetzung und Versorgung von metabolischen Prozessen ist für die Muskulatur essentiell. Fußballspieler mit einer niedrigeren anaeroben Energiebereitstellung weisen deutlich geringere Ermüdungserscheinungen auf als Spieler mit einer höheren. Daraus lässt sich ableiten, dass repetitive Sprints nicht als reine anaerobe Ausdauerfähigkeit bezeichnet werden können. Mit steigender Anzahl an Sprints wird vermehrt auf die aerobe Energiebereitstellung (oxidative Prozesse) zurückgegriffen (Gaitanos, et al., 1993; Mendez-Villanueva, Hamer & Bishop, 2008; Girard, Mendez-Villanueva & Bishop, 2011).

*Tab. 3: Metabolische Prozesse während RSA-Leistungen. Adenosintriphosphat (ATP), Phosphatkreatin (PCr). Der Muskel speichert 25 mmol/kg dm und hat eine Umsetzung von 15 mmol/kg dm/s (Gaitanos et al., 1993).*

Energiespeicher	Muskelspeicher (mmol/kg dm)	Peak Turnover (mmol/kg dm/s)
ATP	25	15
PCr	80	8
Anaerobe Glykolyse	300	5
Aerobe Glykolyse	300	1.3

### **Neuronale Faktoren bei repetitiven Sprints**

Maximale Sprints erfordern ein optimales Zusammenspiel zwischen dem ZNS und der Muskulatur (Ross, Leveritt & Riek, 2001). Die Impulse, die das ZNS durch die afferenten Bahnen auf den Muskel sendet, können mittels Elektromyogramm (EMG) festgestellt werden. Eine Verringerung des Signals deutet theoretisch auf eine Reduktion der Muskelaktivität und somit der Leistung im Sprint hin. Gewisse Autoren berichten von einem signifikanten Zusammenhang zwischen der Muskelleistung und dem EMG-Signal (Billaut & Basset, 2007; Perrey et al., 2010). Geringfügige Ermüdung (FI: < 10 % Reduktion der Sprintleistung bei RSA) lässt noch keine klaren Aussagen zu, jedoch bei grösserer Ermüdung (FI: > 10 % Reduktion der Sprintleistung bei RSA) ist ein gleichzeitiger Rückgang der Kraftleistung sowie der Amplitude des EMG-Signals erkennbar und hat somit eine Verminderung der repetitiven Sprintleistung zur Folge (Racinais et al., 2007; Mendez-Villanueva, Hamer, & Bishop, 2008). Mendez-Villanueva et al. (2008) bemerkten bei RSA-Einheiten (3x6 s Sprints à 30 s Erholung) mit männlichen Fussballspielern neuromuskuläre Veränderungen, welche mittels EMG Aktivität im M. vastus lateralis (< 25 %) zwischen der ersten und letzten Sprinteinheit gemessen wurden. In einer aktuellen Studie von Perrey et al. (2010) ist ersichtlich, dass sich während repetitiven Sprints (12 x 40 m mit 30 s Erholung) das Muskelaktionspotential (M-Welle) kontinuierlich verringert. Ursache sind synaptische Leitungen, die über das Sarkolemm führen und somit einen verminderten Stimulus auf den Muskel induzieren. Dementsprechend zeigen sich eine Ermüdung des ZNS (efferente

Bahnen) und eine mechanische Reduktion der Muskelaktivität während den repetitiven Sprints.

Andere Autoren berichten, dass die Ermüdung des ZNS als eine Folgeerscheinung und nicht als reine Ursache verantwortlich gemacht werden kann. Billaut & Smith (2010) zeigen bei 15 Fussballspielern auf nationalem Niveau (20 x 5 s Sprint mit 25 s Pause) eine Verminderung der arteriellen O<sub>2</sub> – Sättigung im Gehirn, die eine signifikante Reduktion der mechanischen Kraftleistung in der Muskulatur (EMG) zur Folge hat ( $p < 0.05$ ). Obwohl die Forschungsergebnisse unschlüssig sind, gehen vielzählige Studien davon aus, dass ein Zusammenhang zwischen Ermüdung des ZNS und der RSA-Leistung besteht.

Weitere Faktoren, die zur einer erhöhten Ermüdung während RSA-Einheiten führen, sind exogene u. a. gewollte Einflüsse (Wind, mechanische - elektronische Widerstände) oder Laufuntergründe, wie zum Beispiel Outdoor-Rasen, Indoor Belege (Falgairette et al., 2004; Matsuura et al., 2010). Sie haben unterschiedliche Einflüsse auf die Muskulatur und die Kinematik der Athleten. Im kommenden Abschnitt wird auf solche „fremden Einflüsse“ in Form von Zugwiderständen eingegangen.

### **3.2 Effekte durch den Einbezug von Zugwiderständen**

Repetitives Sprinttraining hat positive Effekte auf die Sprintfähigkeit von Fussballspielern (Serpiello et al., 2011; Bravo et al., 2008; Ortenblad et al., 2000).

Obwohl positive Effekte erzielt wurden, erreichten Athleten frühzeitig eine Stagnation ihrer Leistung, respektive eine sogenannte „Speed-Barrier“ (Tabachnik, 1992; Ozolin, 1971). Um neue Trainingsreize zu setzen, werden vermehrt Zugwiderstände in Form von Schlitten, Reifen oder Fallschirmen eingesetzt.

Eine Studie von Zafeiridis et al. (2005) zeigte in einem Zeitraum von 8 Wochen, dass Sprinttraining 3x wöchentlich (4x20 m, Pause 4 min & 4x50 m, Pause 8 min) mit und ohne Zugschlitten (5 kg), positive Ergebnisse in der Beschleunigungsphase 0-20 m ( $p < 0.01$ ) und bei der Kontroll-Gruppe in der Höchstgeschwindigkeit 20-50 m ( $p < 0.01$ ) aufweisen. Vergleichbare Verhältnisse wurden mit Sprintfallschirmen von Martinopoulou et al. (2011) während 4 Wochen 3x wöchentlich (4x 30 m & 4 x 50 m) trainiert und erzielten in der Beschleunigungsphase ( $p < 0.005$ ) sowie in der maximalen Geschwindigkeit ( $p < 0.05$ ) hochsignifikante Verbesserungen. Im



Vergleich (0-20 m) steigerte sich die Zugschlitten-Gruppe (Pre: 6.60 +/- 0.06 vs. Post: 6.73 +/- 0.07 m/s) um 2 %, während die Fallschirm-Gruppe (Pre: 6.58 +/- 0.41 vs. Post: 6.80 +/- 0.31 m/s) 3.3 % schneller wurde. Da die Pausendauer zwischen den einzelnen Sprintserien > 60 s betrug, können diese Interventionsstudien nicht als repetitives Sprinttraining definiert werden. Die Haupteinflüsse von Zugwiderständen machen sich folgendermaßen bemerkbar:

„Hauptmerkmal ist eine Verringerung der maximalen Geschwindigkeit und somit eine Reduktion der Schrittfrequenz und der Schrittlänge. Während beim Schlitten der Zug abwärts gerichtet ist, zieht der Fallschirm mehr nach oben.

Bei Zuginstrumenten ist die Kraft der Hauptmuskeln in enger Verbindung mit anderen Bewegungseigenschaften entwickelt. Sie rekrutieren mehr Muskelfasern und Nervenfasersysteme. Nachteilig beim Einsatz von Zugwiderständen ist die Beeinträchtigung der Lauftechnik.“ (Wild, Burger & Letzelter, 1999, S. 24)

Burger & Fehr (2000) analysierten die Vor- und Nachteile von Zugschlitten gegenüber Sprintfallschirmen. Praxiserfahrungen zeigten auf, dass Fallschirme praktikabler bei Sprintbeschleunigungen sowie Kehrwendungen sind, während sich Zugschlitten vorteilhafter bei Änderungen von Mehrbelastungen durch Gewichtsscheiben erwiesen.

Untersuchungen zu Schlitten- und Fallschirmläufen, die mit vergleichbaren Belastungsgrößen durchgeführt wurden zeigen, dass die Tempoverluste beim Zugschlitten (11 %) grösser sind als die beim Fallschirm Lauf (8.5 %) (Burger & Fehr, 2000). Zu grosse Zuglasten bei Schlitten lassen keine optimalen kinematischen Bewegungen zu. Die erwartete Aufrechthaltung im Hüftwinkel wird somit nicht begünstigt. Zugwiderstände bei Männern sollten je nach Körpermasse zwischen 4-6 kg liegen (Zafeiridis et al., 2005; Wild et al., 1999) Ein handelsüblicher Sprintfallschirm weist Widerstände von 5 +/- 1 kg auf (Burger & Fehr, 2000).

## **Ziel und konkrete Fragestellung**

Bislang existiert nur eine geringe Anzahl an wissenschaftlichen Studien, die ein regelmässiges repetitives Sprinttraining untersucht haben. Bravo et al. (2008) stellte Verbesserungen in der mittleren Sprint-, sowie im fussballspezifischen Ausdauerstest (YYIRT) fest. Fälschlicherweise verzichtete man in dieser Studie auf eine Kontroll-Gruppe, dementsprechend ist kein Vergleichswert vorhanden.

Der Einbezug von Zugwiderständen wurde einzig von Zafaridis et al. (2005) untersucht, allerdings wurde kein repetitives Sprinttraining durchgeführt, da die Pausendauer zwischen den Sprintserien grösser als 60 s betrug.

Angesichts der erwähnten Fakten kann ein regelmässiges repetitives Sprinttraining in Kombination mit Zugwiderständen einen positiven und nachhaltigen Effekt auf die repetitive Sprintleistung von Fussballspielern haben.

Daraus lässt sich schliessen, dass aktuell ein Forschungsdefizit im Bereich eines repetitiven Sprinttrainings mit Zugwiderständen besteht. Somit ist es das Ziel dieser Arbeit, den Einfluss eines 6-wöchigen RSA-Trainings mit Sprintfallschirmen auf die durchschnittliche Sprintzeit über 10 repetitive Sprints, die maximale Sprintzeit, sowie die Laufdistanz beim Yoyo-Test (YYIRT) zu überprüfen.

Daraus ergeben sich folgende Forschungsfragen:

- 1. Verbessert eine 6-wöchige RSA Trainingsintervention mit Sprintfallschirmen die maximale Sprintzeit über 30 Meter?**
- 2. Verbessert eine 6-wöchige RSA Trainingsintervention mit Sprintfallschirmen die durchschnittliche Sprintzeit von 10 maximalen Sprints über 30 Meter mit einer interseriellen Pausendauer von 20 s?**
- 3. Verbessert eine 6-wöchige RSA Trainingsintervention mit Sprintfallschirmen die Laufdistanz beim YYIRT?**

### 3.3 Hypothesen

Aus den Fragestellungen lassen sich folgende Hypothesen ableiten:

- Ho1 Die maximale Sprintzeit über 30 Meter bleibt bei beiden Testgruppen konstant und verändert sich nicht.
- Ho2 Beim Testgruppenvergleich (RSA- und Kontroll-Gruppe) der durchschnittlichen Sprintzeiten von 10 maximalen Sprints wird eine signifikante Verbesserung ( $p < 0.05$ ) der RSA-Gruppe zu verzeichnen sein.
- Ho3 Beim Testgruppenvergleich (RSA- und Kontroll-Gruppe) der Laufdistanzen beim YYIRT wird eine hochsignifikante Verbesserung ( $p < 0.01$ ) der RSA-Gruppe zu verzeichnen sein.

## 4 Methode

### 4.1 Probanden

Getestet wurden zwei Amateur Fussballmannschaften aus einem lokalen Verein im Kanton Zug. Die erste Mannschaft (n= 16 Probanden, Alter: 25.2 +/- 3.4 Jahre, Gewicht: 77.3 +/- 9.2 kg, Grösse: 177.9 +/- 6.8 m). Die zweite Mannschaft (n= 12 Probanden, Alter: 24.7 +/- 2.5 Jahre, Gewicht: 79.2 +/- 13.3 kg, Grösse: 181.7 +/- 6.2 m). Beide Mannschaften besitzen gleiche Trainingsumfänge (2x wöchentlich à 90 min + Wettkampf) und ähnliche Spielniveaus. Spezifische Aufnahmekriterien bestanden für die Testpersonen nicht. Die Athleten sowie die involvierten Trainer erklärten sich damit einverstanden, die Testserien zu absolvieren. Für die Messungen wurden die Mannschaften in eine Trainingsgruppe und eine Kontroll-Gruppe aufgeteilt. Aus organisatorischen Gründen wurde auf eine Randomisierung verzichtet. Die erste Mannschaft absolvierte die 6-wöchige Trainingsintervention als RSA-Gruppe, die zweite Mannschaft diente als Kontroll-Gruppe.

### 4.2 Untersuchungsdesign

- Pre (Eingangstest)
- Trainingsphase (6 Wochen)
- Post (Ausgangstest)

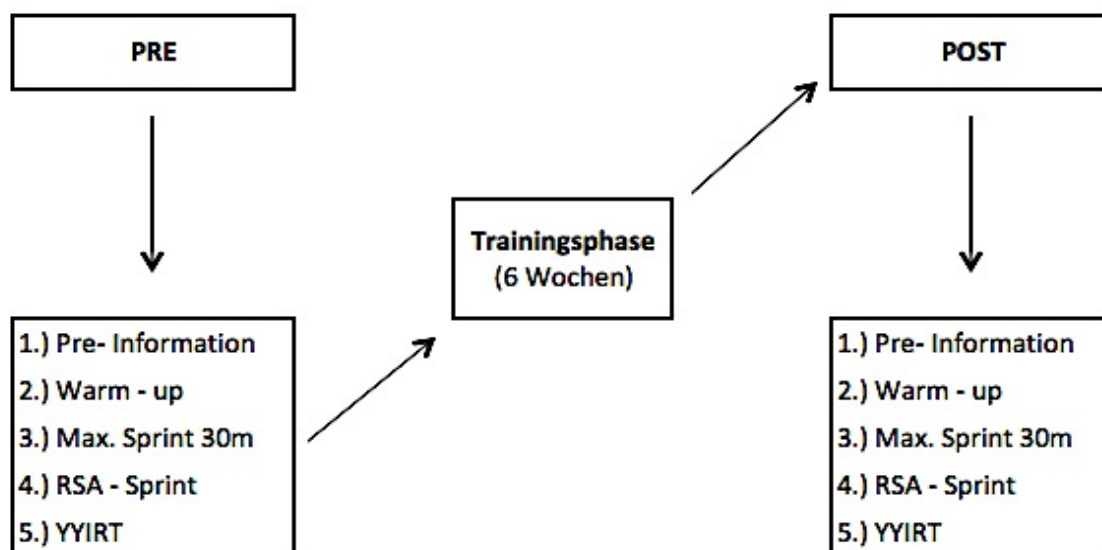


Abb. 4: Untersuchungsdesign der gesamten Studie. Pre= Eingangstest; Post= Ausgangstest

## **Eingangs- und Ausgangstest:**

Im gleichen Zeitraum +/- 12 Tage absolvierten beide Gruppen den Eingangstest, der als „Standortbestimmung“ ihrer aktuellen Leistungen dienen sollte (Eingangstest: Zeit: 19:00 Uhr, Temperatur ca. 10° C, Platzverhältnisse: leicht nass). Nach einer 6-wöchigen Trainingsphase wiederholten die RSA- und Kontroll-Gruppe den gleichen Testablauf (Ausgangstest: Zeit: 19:00 Uhr, Temperatur ca. 19° C, Platzverhältnisse: trocken).

Der Eingangs- und Ausgangstest erfolgt in 5 Phasen

### **I. Pre-Information (Interview & Fragebogen)**

Die Testpersonen wurden über den Ablauf des Tests informiert und füllten zu Beginn die Athletencheckliste aus. Diese beinhaltet Informationen über die Testperson (Alter, Gewicht, Grösse, Position), den Aktivitätsumfang ausserhalb des Trainings, sowie den aktuellen Gesundheits- und Motivationszustand (siehe Checkliste, Anhang).

### **II. Warm-up (Vorbereitung)**

Alle Probanden führten ein 15 minütiges fussballspezifisches Aufwärmen durch. Dieses wurde durch den Spielführer oder den Trainer geleitet. Das Warm-up beinhaltete die Aktivierung des Herzkreislaufsystems, ein aktives Dehnen und verschiedene Mobilisierungsübungen.

### **III. Maximaler 30 m Sprint (max. Sprint)**

Die Probanden wurden nach alphabetischer Reihenfolge rekrutiert. Beim maximalen Sprint wurde die schnellst mögliche Sprintzeit über 30 m gemessen. Jeder Proband absolvierte zwei maximale Sprints über 30 m à 3 min Erholungspausen zwischen den Sprints (Cissik, 2005). Der Standort des Starts wurde gezielt 2 m vor der ersten Lichtschranke aufgestellt. Somit wurde ein frühzeitiges Beschleunigen vor der Startlinie verhindert. Die beste Zeit zählt.

#### **IV. 10x maximale 30 Meter Sprints (RSA)**

In 3er Gruppen durchliefen die Testpersonen 10 repetitive Sprints über 30 m mit je 20 s Erholungspause zwischen den Belastungen. Insgesamt wurden 4 Lichtschranken für die Zeitmessungen eingesetzt (Start, 10 m, 20 m, 30 m). Sie erfassen die Zwischenzeiten in der Beschleunigungs- (0-10 m), Übergangsphase (10-20 m) und der maximalen Geschwindigkeit (20-30 m). Der Standort des Starts wurde gezielt 2 m vor der ersten Lichtschranke aufgestellt. Damit wurde ein frühzeitiges Beschleunigen von aussen verhindert. Durch die repetitiven Sprints in Abhängigkeit der geringen Erholungsperioden werden die Probanden auf ihre einzelnen und mittleren Sprintleistungen, sowie die Ermüdung (Fatigue-Index) getestet (Girard, Mendez-Villanueva & Bishop, 2011). Auflage ist, dass der 1. von 10 Sprints 95 % des maximalen Einzelsprints über 30 m entsprechen muss. Ansonsten wird der Test neu gestartet. Die Probanden wurden beim Test durch die Mitspieler und Betreuer motiviert. Vor dem Yoyo-Test folgte eine 10 min Pause für alle Probanden.

#### **V. YoYo-Test (YYIRT)**

Zuletzt mussten die Probanden ein fussballspezifischer Ausdauer test in Form eines Pendellaufes (YYIRT) absolvieren. Dieser Test liefert Aufschlüsse über die aerobe Ausdauer ( $VO_2 \max.$ ) und ist nach Krstrup et al. gezielt für Fussballspieler entwickelt worden (2003). Beim standardisierten Yoyo-Test absolvierten die Athleten einen Intervalllauf über 2x20 m. Die Laufperioden wurden durch ein Signal (Audio CD) kontinuierlich gesteigert bis zum Abbruch. Der Ausschluss erfolgte nach zweimaliger Ermahnung, wenn die Testperson die Markierungen vor dem Signalton nicht erreicht hatte. Da es sich um einen All-out-Test handelte, wurde unmittelbar nach dem Testabbruch die subjektive Belastungsempfindung mittels der Borg-Skala (1-10) bestimmt.

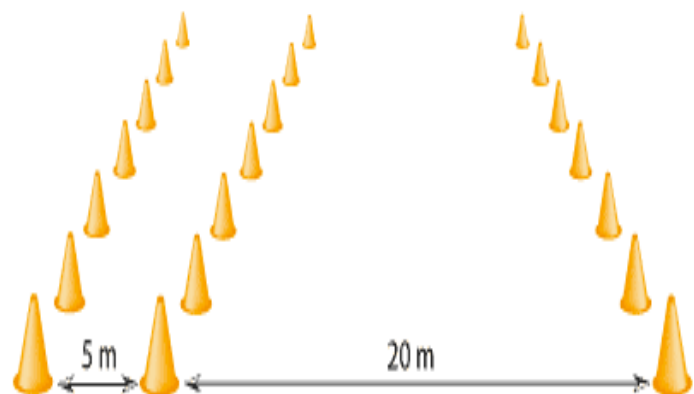
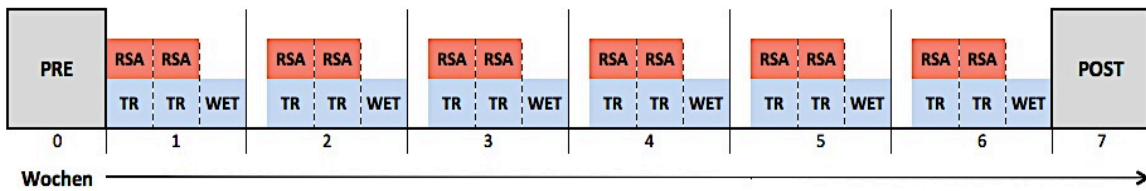


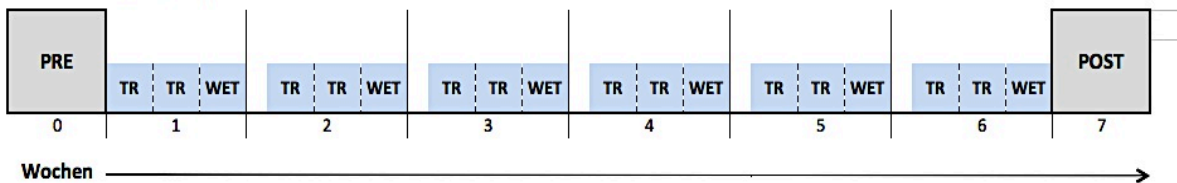
Abb. 5: YYIRT - Yoyo intermittent recovery test (Topandsports, 2013).

## Trainingsphase (6 Wochen)

**RSA-Gruppe (n=16)**



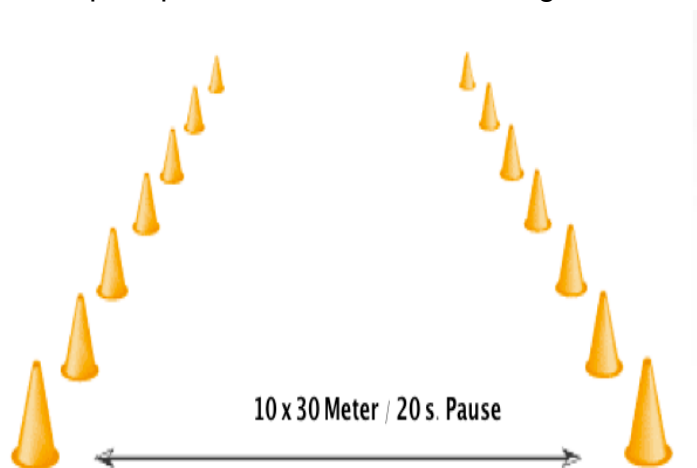
**Kontroll-Gruppe (n=12)**



**Abb. 6: Zeitfenster der Trainings- & repetitiven Sprinteinheiten. Pre= Eingangstest, Post= Ausgangstest; RSA =repetitives Sprinttraining mit Fallschirmen (10x30 m à 20 s Pause); TR= Fussballtraining; WET= Wettkampf +/- 90 min (Schmid, Mäder & Lüthy, 2013).**

### RSA-Gruppe:

Es folgte eine 6-wöchige Trainingsphase (Abb. 5). Die erste Mannschaft absolvierte zweimal wöchentlich ein repetitives Sprinttraining (10x30 m à 20 s Pause) mit Fallschirmen. Im Anschluss folgten ein sportspezifisches Fussballtraining sowie die Wettkampfbedingungen (+/- 90 min) am Wochenende. In diesem Zeitraum wurden die Anwesenheit in den Trainings sowie exogene Einflüsse (Platzverhältnisse, Wetter, Besonderheiten) vom Testleiter festgehalten. Bei Verletzungen, Krank- oder Abwesenheiten von mehr als drei Trainingseinheiten wurden die Spieler in der Datenanalyse nicht berücksichtigt.



**Abb. 7: RSA - Trainingseinheiten mit Sprintfallschirmen (Topandsports, 2013).**

### **Kontroll-Gruppe:**

Die zweite Mannschaft wurde als Kontroll-Gruppe definiert und setzte sich beim Eingangstest aus 12 Probanden zusammen. Sie absolvierten zweimal wöchentlich ein sportspezifisches Fussballtraining sowie die Wettkampfbedingungen (+/- 90 min) am Wochenende. In diesem Zeitraum wurde die Anwesenheit in den Trainings vom verantwortlichen Trainer protokolliert. Bei Verletzungen, Krank- oder Abwesenheiten wurden Spieler in der Datenanalyse nicht berücksichtigt.

## **4.3 Untersuchungsinstrumente**

### **Lichtschranken:**

Für die RSA-Messungen beim Eingangs- und Ausgangstests wurden Lichtschranken von Smartspeed™ Lite, Fusion Sport Grabba International Pty Ltd, Australien, eingesetzt. Die 20 Einzelteile des Sets bestehen aus folgenden Instrumenten:

- 4x Lichtschranken Sender (kabellos)
- 4x Lichtschranken Empfänger (kabellos)
- 1x Akku Ladegerät für Lichtschranken
- 8x Halterungsstative
- 1x Datencomputer (kabellos)
- 1x Akku für Datenempfänger
- 1x Akku Ladegerät



**Abb. 8: Instrumentenübersicht der Lichtschrankenmessung beim Eingangs- und Ausgangstest (Smartspeed™, 2013).**

Die Lichtschranken Sender werden parallel, in einem Abstand von 2 bis 3 Metern zu den Empfängern, aufgestellt. Ein Signalton und ein grünes Licht weisen auf die richtige Symmetrie hin, damit die Datenübertragung störungsfrei funktionieren kann. Mit Hilfe des Datencomputers lässt sich eine kabellose Verbindung erstellen. Sobald die Lichtschranke durch einen Probanden unterbrochen wird, erhält der Testleiter die Daten auf dem mobilen Datencomputer. Diese lassen sich nach dem Testdurchgang wieder aufrufen. Die Ergebnisse werden in tausendstel Sekunden (0,000 s) angegeben.



### Fallschirme:

Für die Trainingsintervention wurden Zugwiderstände eingesetzt, um einen zusätzlichen Trainingsreiz bei den RSA-Einheiten zu erzielen. Insgesamt wurden 8 Sprintfallschirme (XLR 8) von der Firma ITS-Sports verwendet. Der Fallschirm öffnet sich beim Antritt und erzeugt einen Widerstand, welcher mit zunehmender Geschwindigkeit grösser wird. Der Einsatz der Fallschirme eignet sich für kurze Distanzen von 20 bis 100 Metern und kann für lineare oder kleinere Richtungswechsel eingesetzt werden. Die Sprintfallschirme lassen sich einfach mit Klettverschlüssen am Körper befestigen und sind leicht zu transportieren. Die Praktikabilität und die Einsatztechnik wurden vom Testleiter vorgängig geprüft. Gezielt wurden vor allem die Kehrwendungen bei den RSA-Einheiten getestet damit keine zusätzlichen Mehraufwände für die Probanden entstehen.



Abb. 9: Übersicht XLR8 Kombipack Sprintfallschirmen mit Transportsäcken (ITS-Sports, 2013).



Abb. 10: Sprintfallschirme XLR8 bei maximaler Geschwindigkeit (ITS-Sports, 2013).

Folgende zusätzlichen Testinstrumente wurden im Zusammenhang mit dieser Studie benutzt:

- Audio Musikanlage für Yoyo-Test
- Audio CD Yoyo-Test (Leistungsdiagnostik, 2013)
- Borgskala (1-10)

#### **4.4 Datenauswertung**

Die gemessenen Parameter werden in eine Datenbank auf Excel eingelesen. Mittels SPSS werden Mittelwert und Standardabweichung berechnet und graphisch dargestellt. Anschliessend folgen eine Überprüfung der Normalverteilung und ein gepaarter T-Test für abhängige Stichproben (Mittelwertvergleich für Kontroll-Gruppe und Interventionsgruppe) sowie für unabhängige Stichproben (Vergleich zwischen Kontroll- und RSA-Gruppe) bei einem Signifikanzniveau von  $p < 0.05$  = signifikant und  $p < 0.01$  = hochsignifikant. Folgende Messparameter sind für die Statistik aufgenommen worden:

##### **Maximaler Sprint über 30 m**

- Sprintzeit (s): 10 m, 20 m und 30 m

##### **Mittlere Sprintleistung über 10 Sprints**

- Mittlere Sprintzeit (s) über 30 m
- Sprintzeit (s) über 30 m: Sprint 1, 3, 5, 7, 9
- Fatigue Index (Abfall der Laufzeit in Prozent (%):  $100 \times \text{total sprint times} / \text{number of sprints} \times \text{fastest sprint time} - 100$
- Fatigue Steigerung (s): Die Differenz in Sekunden zwischen dem aktuellem und dem vorherigen Sprint (1 vs. 2 / 2 vs. 3 usw.)

##### **YYIRT (Pendellauf 20 m)**

- Maximale Laufdistanz (m)
- Subjektives Belastungsempfinden: Borgskala (1-10)

## 5 Resultate

Die Probanden wurden jeweils vor dem Eingangs- (Pre) und Ausgangstest (Post) mittels einer Athletencheckliste befragt. Insgesamt wurden bei der RSA-Gruppe (44 %) und bei der Kontroll-Gruppe (42 %) als Dropouts gewertet (Tab. 4). Beim Pretest verletzte sich jeweils ein Proband während den Sprinteinheiten, die restlichen Ausscheidungen wurden in der Interventionsphase durch Abwesenheiten (RSA: 12.5 %; Kontroll: 8.4 %) oder Verletzungen (RSA: 31.5 %; Kontroll: 33.6 %) verursacht.

Zusätzliche Sporteinheiten zum regelmässigen Fussballtraining und Wettkampf absolvierten bei der RSA-Gruppe (1x90 min Fitnesstraining: 33.3 %; 2x Rumpfftraining: 22.2 %) und Kontroll-Gruppe (1x90 min Fitnesstraining: 14.3 %; Rumpfftraining: 28.6 %). Die Testmotivation betrug bei der RSA-Gruppe (Pre: 7.5 +/- 1.2; Post: 7.4 +/- 1.3; Diff. 0.1) und Kontroll-Gruppe (Pre: 7.5 +/- 1.0; Post: 7.6 +/- 1.2; Diff. 0.1).

Die Tabelle 4 zeigt den Gruppenmittelwertvergleich der anthropometrischen Daten sowie der Testmotivation. Die Resultate der maximalen und repetitiven Sprintleistung sowie der Laufleistung beim YYIRT sind in Tabelle 5 dargestellt.

*Tab. 4: Mittelwert und Standardabweichung der anthropometrischen Daten, sowie Testmotivation aller Probanden (Pre vs. Post). Testmotivationsstufen - 1= keine Motivation; 10= sehr grosse Motivation.*

	<u>RSA - Gruppe</u>		<u>Kontroll - Gruppe</u>	
	PRE	(s.d.) POST (s.d.)	PRE (s.d.)	POST (s.d.)
<b>Anzahl (n)</b>	16	9	12	7
<b>Alter (Jahre)</b>	25.2 +/- 3.4	25.8 +/- 3.5	24.7 +/- 2.5	24.3 +/- 2.2
<b>Grösse (cm)</b>	177.9 +/- 6.8	179.9 +/- 6.3	181.7 +/- 6.2	182.3 +/- 6.3
<b>Gewicht (kg)</b>	77.3 +/- 9.2	80.9 +/- 7.4	79.2 +/- 13.3	81.9 +/- 15.1
<b>Testmotivation (1-10)</b>	7.5 +/- 1.2	7.4 +/- 1.3	7.5 +/- 1.0	7.6 +/- 1.2

*Tab. 5: Gesamtübersicht der Resultate. RSA-Gruppe: 2x wöchentlich 10 repetitive 30 m Sprints à 20 s Pause mit Sprintfallschirmen; Kontroll-Gruppe: 2x wöchentlich fußballspezifisches Training; Eingangstest (Pre); Ausgangstest (Post); Standardabweichung +/-; Time Effect (p) Pre vs. Post Vergleich; signifikant < 0.05; hochsignifikant 0.01; Interaction Effect (p) Gruppenvergleich signifikant < 0.05; hochsignifikant < 0.01*

	<b><u>RSA - Gruppe</u></b>			<b><u>Kontroll - Gruppe</u></b>			
	<b>PRE (n=16)</b>	<b>POST (n=9)</b>	<b>Time Effect (p)</b>	<b>PRE (n=12)</b>	<b>POST (n=7)</b>	<b>Time Effect (p)</b>	<b>Interaction Effect (p)</b>
<b><u>Max. Sprint</u> (30 m)</b>							
10 m (s)	1.66 +/- 0.08	1.64 +/- 0.06	0.380	1.61 +/- 0.07	1.60 +/- 0.09	0.640	0.372
20 m (s)	2.95 +/- 0.09	2.90 +/- 0.09	0.053	2.89 +/- 0.13	2.88 +/- 0.16	0.620	0.180
30 m (s)	4.20 +/- 0.14	4.09 +/- 0.13	0.020	4.11 +/- 0.18	4.09 +/- 0.22	0.610	0.061
<b><u>RSA</u> (10x30 m; 20 s)</b>							
1 RSA 30 m (s)	4.25 +/- 0.08	4.15 +/- 0.16	0.060	4.24 +/- 0.20	4.17 +/- 0.26	0.460	0.472
3 RSA 30 m (s)	4.39 +/- 0.12	4.29 +/- 0.15	0.004	4.36 +/- 0.25	4.32 +/- 0.16	0.580	0.255
5 RSA 30 m (s)	4.49 +/- 0.15	4.39 +/- 0.20	0.098	4.47 +/- 0.25	4.46 +/- 0.22	0.830	0.079
7 RSA 30 m (s)	4.57 +/- 0.20	4.41 +/- 0.19	0.002	4.65 +/- 0.23	4.65 +/- 0.27	0.970	0.129
9 RSA 30 m (s)	4.63 +/- 0.20	4.31 +/- 0.17	0.0001	4.63 +/- 0.23	4.61 +/- 0.25	0.840	0.007
Total RSA 30m (s)	22.33 +/- 0.68	21.48 +/- 0.82	0.00002	22.35 +/- 1.03	22.21 +/- 1.07	0.710	0.053
Fatigue Index (%)	6.81 +/- 3.03	5.00 +/- 1.70	0.041	9.38 +/- 4.76	8.78 +/- 2.29	0.660	0.060
Fatigue Steigerung (s)	0.05 +/- 0.02	0.02 +/- 0.01	0.030	0.05 +/- 0.03	0.05 +/- 0.02	0.600	0.046
<b><u>YYIRT</u> (20m)</b>							
Yoyo-Test (m)	1360 +/- 480	1711 +/- 562	0.002	1091 +/- 330	994 +/- 354	0.150	0.001
Borg (1-10)	7.9 +/- 0.9	8.2 +/- 0.7	0.350	7.4 +/- 0.8	7.0 +/- 0.8	0.290	0.153

### 5.1. Maximaler Sprint (30m)

Die RSA-Gruppe verbesserte ihre Sprintleistung über 30 m von 4.20 +/- 0.14 auf 4.09 +/- 0.13 s (Pre vs. Post) signifikant ( $p < 0.05$ ). Die Sprintleistung der Kontroll-Gruppe blieben zwischen Pretest 4.11 +/- 0.18 s und Posttest 4.09 +/- 0.22 s unverändert ( $p > 0.1$ ). Es konnte zwischen RSA- und Kontroll-Gruppe kein signifikanter Gruppenmittelwertunterschied ( $p > 0.05$ ) festgestellt werden.

### 5.2. Repeated Sprint Ability (RSA)

Die Messungen der repetitiven Sprints über 30 m zeigten bei der RSA-Gruppe hochsignifikante Verbesserungen (RSA 3: 4.39 +/- 0.12 vs. 4.29 +/- 0.15,  $p < 0.01$ ; RSA 7: 4.57 +/- 0.20 vs. 4.41 +/- 0.19,  $p < 0.01$ ; RSA 9: 4.63 +/- 0.20 vs. 4.31 +/- 0.17 s,  $p < 0.01$ ). Die Kontroll-Gruppe zeigte keine signifikante Steigerung der repetitiven Sprintleistung. Wie aus Abbildung 10 zu erkennen ist, war beim 9. Sprint die RSA-Gruppe hochsignifikant schneller als die Kontroll-Gruppe ( $p = 0.0001$ ). Die mittleren Sprintleistungen über 10 Sprints waren bei der RSA-Gruppe hochsignifikant ( $p < 0.0001$ ; Pre vs. Post + 3.9 %). Der Gruppenmittelwertvergleich war knapp nicht signifikant ( $p = 0.053$ ). Der Fatigue-Index (%) nach der Berechnungsformel von Glaister et al. (2008) (- 26 %) und die Fatigue-Steigerung (s) verringerten sich nur bei der RSA-Gruppe signifikant ( $p < 0.05$ ). Im Gruppenmittelwertvergleich reduzierte die RSA-Gruppe die Fatigue-Steigerung (s) signifikant ( $p < 0.05$ ).

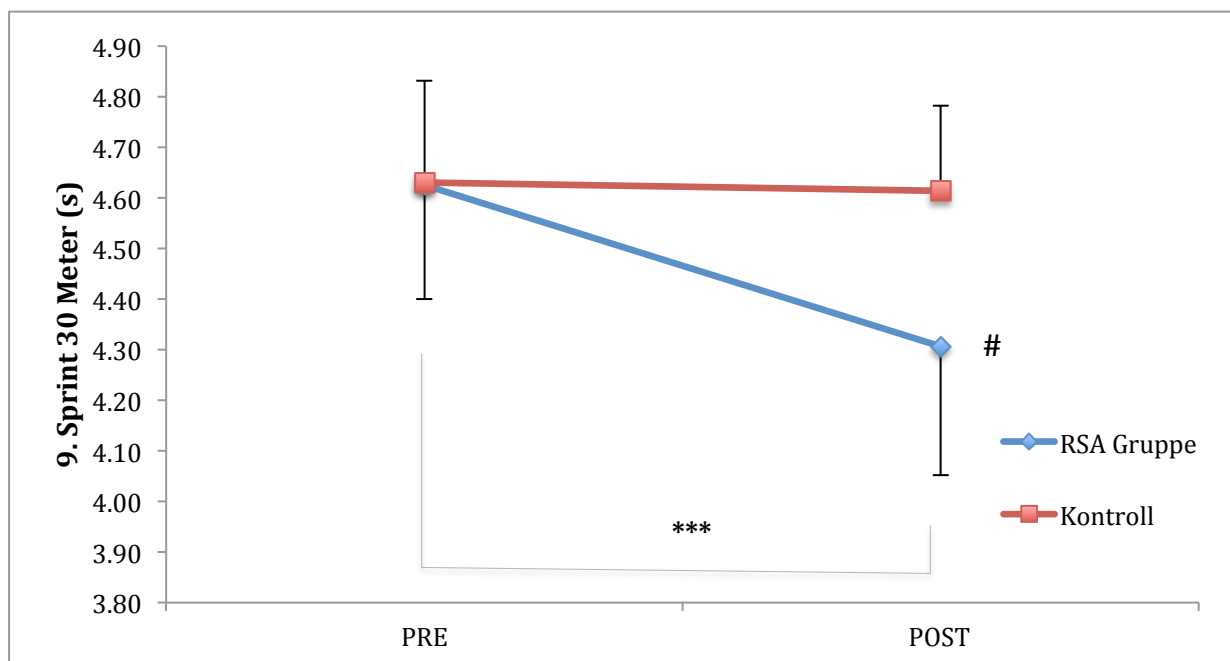


Abb. 11: Leistungsvergleich (Pre vs. Post) zwischen RSA- & Kontroll-Gruppe beim 9. repetitiven Sprint über 30 Meter; Hochsignifikant \*\*\*  $p = 0.0001$ ; Interactions Effect hochsignifikant #  $p = 0.007$ .

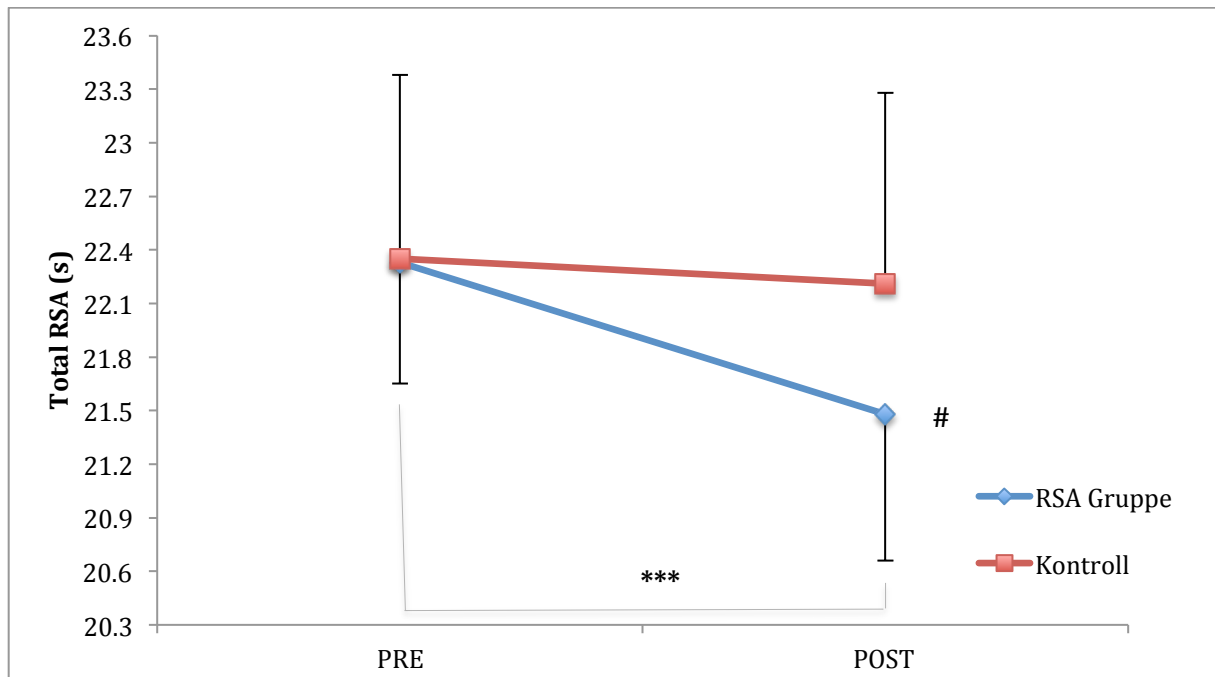


Abb. 12: Leistungsvergleich (Pre vs. Post) zwischen RSA- & Kontroll-Gruppe bei den mittleren repetitiven Sprintzeiten über 10x 30 m à 20 s Pause; Hochsignifikant \*\*\*  $p = 0.00002$ ; Interactions Effect #  $p = 0.053$ .

### 5.3. Yoyo-Test (YYIRT)

Die RSA-Gruppe verbesserte ihre Laufleistung beim Yoyo-Test hochsignifikant ( $p < 0.01$ ) von 1360 m (+/- 480 m) auf 1711 m (+/- 562 m) und lief im Ausgangstest bei gleichbleibendem subjektivem Belastungsempfinden hochsignifikant ( $p < 0.01$ ) 717 m weiter als die Kontroll-Gruppe.

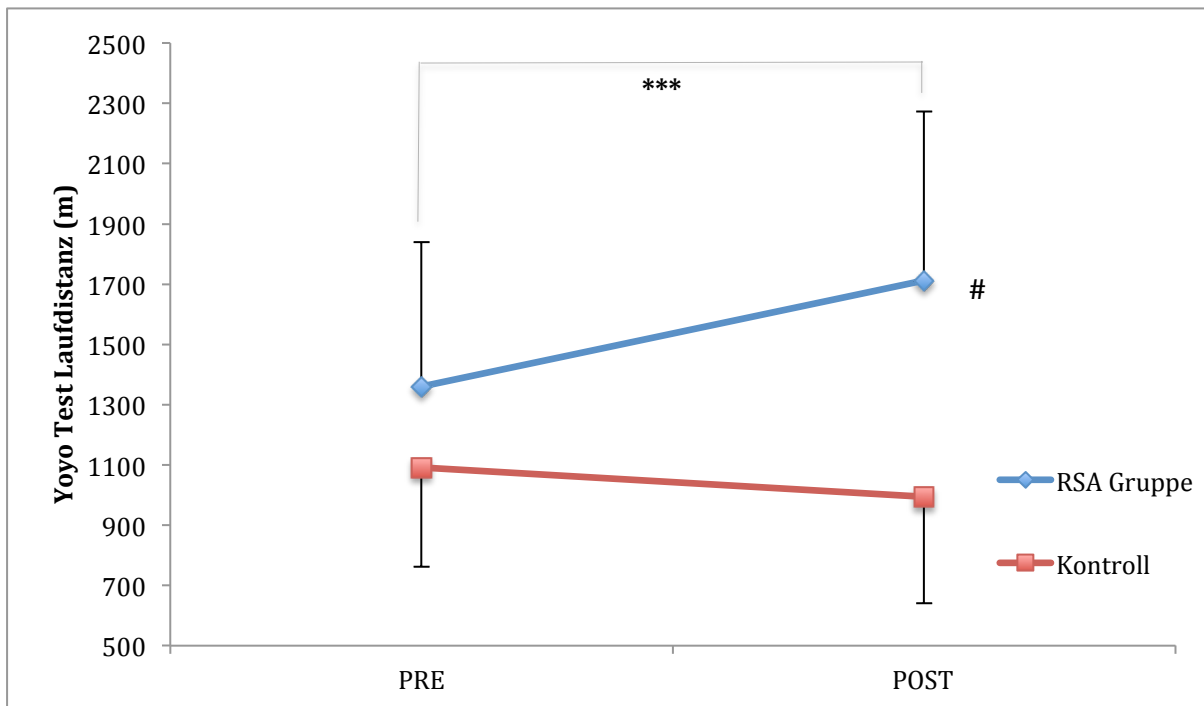


Abb. 13: Leistungsvergleich (Pre vs. Post) zwischen RSA- & Kontroll-Gruppe beim fussballspezifischen Ausdauerstest (YYIRT); Hochsignifikant \*\*\*  $p = 0.002$ ; Interactions Effect hochsignifikant #  $p = 0.001$ .

## 6 Diskussion

Aktuelle Forschungsrecherchen zeigen auf, dass bislang keine wissenschaftlichen Interventionsstudien existieren, die sich mit einem repetitiven Sprinttraining in Kombination mit Zugwiderständen auseinandergesetzt haben. Die RSA-Gruppe erzielte in einem Zeitraum von 6 Wochen (Tab. 5) signifikante Verbesserungen.

Dadurch wurden insbesondere die Sprint- sowie die Laufleistungen im Pendellauf (YYIRT) deutlich gesteigert. Die Resultate der Kontroll-Gruppe blieben in diesem Zeitabschnitt unverändert.

### Maximal Sprint über 30 Meter

Ergebnisse der maximalen Sprints über 30 Meter verdeutlichen, dass die RSA-Gruppe zwar keine Verbesserungen ( $p > 0.1$ ) in der Beschleunigungsphase (0-10 m) erbrachte, jedoch deuten Indizien auf eine Steigerung ( $p = 0.053$ ) in der Übergangsphase (10-20 m) hin und signifikant schnellere Zeiten ( $p < 0.05$ ) in der maximalen Geschwindigkeit (20-30 m) wurden erzielt. Die Kontroll-Gruppe zeigte in allen Messabschnitten keine Veränderung ( $p > 0.5$ ).

Es existieren nur wenige vergleichbare Studien, die sich mit Zugwiderständen und maximalen Sprints auseinandergesetzt haben. Zafeiridis et al. (2005) stellte in einem Zeitraum von 8 Wochen fest, dass ein Sprinttraining mit 5 kg Zugschlitten (ZS) signifikante Verbesserungen (Pre: 6.60 +/- 0.06 vs. Post: 6.73 +/- 0.07 m/s; Steigerung +2 %) in der Übergangsphase (0-20 m) bringt. Die RSA-Gruppe erreichte mit einem 6-wöchigem repetitiven Sprinttraining (Pre: 6.78 vs. Post: 6.9 m/s; Steigerung +1.8 %) signifikante Verbesserungen in der maximalen Laufgeschwindigkeit. Bei einem Vergleich beider Studien ist nur ein geringfügiger Leistungsunterschied ersichtlich.

Die markantesten Verbesserungen zeigte die RSA-Gruppe jedoch in der maximalen Geschwindigkeit 0-30 Meter ( $p < 0.01$ ). Erklärungsgrundlagen für mögliche Unterschiede könnten bei Zugwiderständen die Veränderung der Kinematik sein, da es zur Verringerung der maximalen Geschwindigkeit und somit zur einer Reduktion der Schrittfrequenz und Schrittlänge kommt. Beim Schlitten ist der Zug abwärts gerichtet, während der Fallschirm nach oben zieht (Wild, Burger & Letzelter, 1999). Folglich entstehen beim Zugschlitten grössere Startwiderstände (11.2 %), womit eine höhere Bodenkontaktzeit und eine reduzierte Schrittfrequenz verursacht werden .



Darüber hinaus ist der Rumpf in einer starken Flexion, welche nicht den optimalen kinematischen Bewegungen bei Sprintleistungen entspricht. Im Gegensatz zu den Fallschirmen, die einen geringeren Startwiderstand aufweisen (8.5 %) und somit optimalere Bewegungsverhältnisse zulassen (Lockie, Murphy & Spinks, 2003; Burger & Fehr, 2000). Folglich fördern Zugschlitten das Kraftverhalten in Beschleunigungs- (0-10 m) und Übergangsphasen (10-20 m), im Gegensatz zu Sprintfallschirmen, die vielmehr für maximale Laufgeschwindigkeiten geeignet sind und zugleich praktikabler bei Kehrwendungen sind. Infolgedessen scheint ein Vergleich zwischen Zugschlitten und Sprintfallschirmen problematisch.

### **Repetitive Sprints über 30 Meter (RSA)**

In den repetitiven Sprintergebnissen der Tabelle 5 erkennt man, dass die RSA-Gruppe signifikante bis hochsignifikante Verbesserungen (RSA 3:  $p < 0.01$ ; RSA 7:  $p < 0.01$ ; RSA 9:  $p < 0.0001$ ) erzielt hat.

Deutlich besser als die Kontroll-Gruppe ist die RSA-Gruppe im 9. repetitiven Sprint ( $p < 0.0001$ ) (Abb. 10) und in den mittleren Sprintleistungen hochsignifikant schneller ( $p = 0.001 + 3.9 \%$ ) (Abb. 11). Vergleichbare Bedingungen zeigten Bravo et al. (2008) in ihrer Studie auf. In einem Zeitraum von 7 Wochen absolvierten 21 professionelle Junioren-Fussballspieler ein 3x wöchentlich repetitives Sprinttraining (6x40 m à 20 s Pause). Infolgedessen verbesserten sich die mittleren Sprintzeiten der Gruppe signifikant um 2.1%.

Bravo et al. (2008) erklärten, dass die positiven Effekte mit einer Anpassung der anaeroben Energiebereitstellung respektive einer verbesserten Regeneration in den kurzzeitigen Erholungsperioden zu begründen sind. Vergleicht man die Resultate mit der RSA-Gruppe (+3.9 %) ist ein Leistungsunterschied erkennbar, obwohl die RSA-Gruppe mit zwei repetitiven Sprinteinheiten pro Woche einen kleineren Trainingsumfang hatte. Bezieht man sich auf die Studie von Balsom et al. (1992) ermüdet die maximale Geschwindigkeit bereits ab dem 3. Sprint. Diese Aussage erklärt die hochsignifikanten Verbesserungen, vor allem im 9. repetitiven Sprint. Mögliche Faktoren für diese klare Steigerung der RSA Leistung lassen sich auf verschiedene Faktoren zurückführen.

Little & Willams (2007) erklären, dass die Anzahl der Sprintwiederholungen sowie die Dauer der Belastung im Verhältnis (1:4) zur Pausendauer entscheidend ist für optimale physiologische Reaktionen (Tab. 2). Andere Gründe könnten metabolische

Prozesse sein, welche für eine Reduktion der mittleren und maximalen Leistung verantwortlich sind. Linossier et al. (1993) stellten bei Muskelbiopsie-Proben von 20 männlichen Probanden vor und nach einem 5 s repetitiven Sprinttraining eine verbesserte PCr-Resynthese fest. Andere Autoren beobachteten zeitgleich, dass die ersten 5 repetitiven Sprints mehrheitlich durch die anaerobe Energiebereitstellung gewährleistet sind, während in den letzten Sprintwiederholungen ein Wechsel von anaeroben zu aeroben Prozessen stattfindet (Gaitanos et al., 1993). Dies bestätigen Bogdanis et al. (1996) und präzisieren, dass während der ersten Sprints ein Rückgang von 45 % der anaeroben Glykolyse und 21 % PCr zu verzeichnen ist, jedoch die Sprintleistung (-18 %) nur geringfügig beeinflusst wird. Folgerichtig lässt sich ableiten, dass repetitive Sprints nicht als eine reine anaerobe Ausdauerfähigkeit bezeichnet werden können. Mit steigender Anzahl Sprints wird vermehrt auf die aerobe Energiebereitstellung (oxidative Prozesse) zurückgegriffen (Gaitanos et al., 1993; Mendez-Villanueva, Hamer & Bishop, 2008; Girard, Mendez-Villanueva & Bishop, 2011).

Demzufolge kann davon ausgegangen werden, dass die hochsignifikanten repetitiven Sprints der RSA-Gruppe vor allem im 9. repetitiven Sprint (Abb. 10) zu einer verbesserten PCr-Resynthese und zugleich aerobe Energiebereitstellung, welche auf die RSA-Einheiten mit Fallschirmen zurückzuführen ist. Offen bleibt nach wie vor, welche spezifischen Faktoren für eine Verbesserung der anaeroben und aeroben Energiebereitstellung während repetitiven Sprints verantwortlich sind.

### **Fatigue Index und Steigerung**

Untersuchungen in den letzten Jahren haben aufgezeigt, dass sich die Laufleistungen eines Fußballspielers im Wettkampf kaum verändern. Stattdessen haben sich die intensiven Belastungen ( $> 15$  km/h) verdoppelt (Tschan et al., 2001). Infolgedessen entstehen, vor allem in der 2. Halbzeit (Abb.1), deutliche Leistungsabfälle in Form einer Reduktion an höheren Intensitäten (Mohr et al., 2003). Repetitive Sprints beinhalten hochintensive Belastungen ( $> 19.8$  km/h) in Kombination mit geringen Erholungsperioden, welche vergleichbar sind mit denen eines Fussballspiels (Krustrup et al., 2010). Folglich entsteht eine akkumulierende Ermüdung, auch Fatigue-Index genannt. Bereits ab dem 2. Sprint (Abb. 2) tritt eine Reduktion der Sprintleistung auf (Girard et al., 2011). Wie gross eine solche Reduktion in den folgenden Sprints ist, wird mit dem Fatigue-Index (%) oder

Steigerung (s) berechnet. Zu unterscheiden ist, dass beim Fatigue-Index (%) der prozentuale Abfall der maximalen Ausgangsleistung zu Beginn berechnet wird, während bei der Fatigue-Steigerung (s) die Sprintzeiten nacheinander verglichen werden. Wie bereits im Theorieteil erläutert, gibt es bislang keinen „Goldstandard“ für die Berechnung des Fatigue-Index, jedoch scheint die verwendete Formel von Glaister et al. (2008) eine valide Aussage zu ergeben.

Beide Formeln geben keine Auskünfte über die Sprintleistungen, sondern liefern Hinweise, welche Effekte ein repetitives Sprinttraining in Bezug auf die Ermüdung haben kann. Untersuchungen zeigen, dass Fußballspieler mit einer geringeren ausgebildeten aeroben Kapazität deutlich höhere Ermüdung erreichen als andere Spieler (Mendez-Villanueva et al., 2007; Bishop & Edge, 2006). Mit steigender Anzahl repetitiven Sprints, wird die aerobe Energiebereitstellung von grösserer Wichtigkeit, auch weil bereits ab der 3. Sprintwiederholung die maximale Geschwindigkeit (20-30 m) ermüdet (Balsom et al., 1992). Dies unterstreicht wiederum die Behauptung von Gaitanos et al. (1993), dass die letzten repetitiven Sprints mehrheitlich durch oxidative Prozesse (aerob) gedeckt werden. Dies könnte ein Grund sein, wieso die RSA-Gruppe in den letzten repetitiven Sprints unter anderem im 9. RSA (Pre: 4.63 +/- 0.20 vs. Post: 4.31 +/- 0.17 s) sich deutlich gesteigert hat. Ein Vergleich zwischen Eingangs- und Ausgangstest zeigt eine signifikante Verbesserung im Fatigue-Index (Pre: 6.81 +/- 3.03 % vs. Post: 5.00 +/- 1.70 %) und Fatigue-Steigerung (Pre: 0.05 +/- 0.02 vs. Post: 0.02 +/- 0.01 s) auf. Demzufolge ist die RSA-Gruppe nicht nur schneller geworden, sondern ermüdet bei repetitiven Sprints auch weniger.

### **Yoyo-Test (YYIRT)**

Die konditionellen Faktoren beinhalten rund 1/3 der Wettkampfleistungen in einem Fussballspiel (Hoff & Helgerud, 2003). Bangsbo bestätigt die Wichtigkeit einer gut ausgebildeten Ausdauerfähigkeit im Fussball und ergänzt, dass während Wettkämpfen die durchschnittliche Intensität von Spielern nahe an der Laktatschwelle 60 bis 80 % der maximalen Sauerstoffaufnahme (VO<sub>2</sub>max.) liegt. Stohlen et al. (2005) beschreiben, dass ein Spieler während des Wettkampfs bis zu 1'400 Aktivitätswechsel absolviert. In der 2. Spielhälfte kommt es demnach zu einer Reduktion der mittleren Laufgeschwindigkeit (Burgess, Naughton & Norton, 2006) sowie der Sauerstoffaufnahme (Ferrauti et al., 2006). Die Erholungsfähigkeit spielt in

Anbetracht dieser Faktoren eine zentrale Rolle, welche wiederum einen positiven Zusammenhang mit der aeroben Kapazität aufweist (Ekbloom, 1986). Es zeigt sich, dass Spieler mit einer verbesserten VO<sub>2</sub>max. eine grössere Laufleistung im Wettkampf erbringen. (Krustrup et al., 2006). Dementsprechend sind für einen Fussballspieler nicht nur hochintensive Sprints, sondern auch durchschnittliche Intensitäten im aeroben Bereich von grosser Wichtigkeit. Der fussballspezifische Yoyo-Test widerspiegelt gemäss Krustrup et al. (2006) die Wettkampfleistung eines Spielers. Beim Test handelt es sich mehrheitlich um einen Pendellauf mit kontinuierlicher Steigerung der Laufgeschwindigkeit bis zum All-out. Unter ständigen intermittierenden Laufbewegungen sind dementsprechend oxidative Prozesse (VO<sub>2</sub>max.) gefordert. Umso erstaunlicher ist die Tatsache, dass die RSA-Gruppe, welche ausschliesslich repetitive Sprints (10x 30 m à 20 s Pause) trainierte, eine Verbesserung von 26 % im Yoyo-Test (Pre: 1360 +/- 480 vs. Post: 1711 +/- 562 m) erbrachte. Ursache für eine solche Steigerung kann demnach nur eine grössere aerobe Energiebereitstellung sein, die durch das repetitive Sprinttraining besser ausgebildet worden ist. Wie bereits erwähnt, deuten die hochsignifikanten Verbesserungen in den letzten repetitiven Sprints auf oxidative Prozesse hin, oder wie Gaitanos et al. (1993) kommentiert, dass die ersten (1-5) repetitiven Sprints mehrheitlich durch anaerobe Energiebereitstellung und die letzten Sprints (8-10) durch aerobe Prozesse gedeckt werden.

Bezieht man sich schlussendlich auf die Tatsache, dass die RSA-Gruppe nicht nur schneller, sondern auch ausdauernder läuft, kann man davon ausgehen, dass, je höher die Laufleistungen im Yoyo-Test sind, desto höher das Spielniveau von Fussballmannschaften ist (Krustrup et al., 2006).

## **6.1 Forschungsausblick**

Die diskutierten Ergebnisse zeigen auf, dass durch ein zweimal wöchentlich repetitives Sprinttraining mit Fallschirmen positive Effekte in der Sprint- und Ausdauerleistung erzielt werden können. Die Gewissheit, dass Fussballspieler nach einem repetitiven Sprinttraining schneller und ausdauernder laufen, heisst nach wie vor nicht, dass dies im Wettkampf auch umgesetzt werden kann. Krstrup et al. (2006) zeigten zwar eine signifikante Beziehung zwischen der Laufleistung im Yoyo-Test und der Wettkampfleistung auf. Dennoch können heutzutage mittels neuerer Forschungsinstrumenten, wie beispielsweise dem local position measurement (LPM) Leistungsparameter, Wettkämpfe genau analysiert werden und Aufschlüsse über die Lauf- und Sprintleistung von einzelnen Spielern geben.

Bei den Probanden handelte es sich um zwei Amateurfussballmannschaften, die im Normalfall zweimal wöchentlich ein Training absolvieren. Einen physiologischen Trainingsreiz durch ein repetitives Sprinttraining in Kombination mit Fallschirmen zu erzielen, wird erwartungsgemäss leichter zu erreichen sein, als bei professionellen Fussballmannschaften. Es stellt sich die Frage, welche Effekte würden sich bei einem dreimal wöchentlich repetitiven Sprinttraining in Kombination mit Fallschirmen bei Spitzenfussballmannschaften ergeben? Welche Effekte bringt der Einbezug der verwendeten Sprintfallschirme? Um die Aussagekraft dieser Arbeit zu verstärken, müssten mehrere Fussballmannschaften rekrutiert werden. Insbesondere bei Interventionsstudien über einen längeren Zeitraum ist das Dropout-Risiko infolge unterschiedlicher Einflüsse (Verletzungen, Abwesenheit oder Krankheit) unvorhersehbar.

Hier sei noch erwähnt, dass der Trainingsaufwand für repetitives Sprinttraining recht klein ist. Die Sprinteinheiten (10x 30 m à 20 s Pause) nehmen lediglich einen Zeitaufwand von 8-10 min in Anspruch. Aus organisatorischen und materiellen Gründen werden meistens zwei Gruppen gebildet, wobei eine Gruppe fussballspezifische Übungen absolviert, während die andere Sprintserien ausführt.

## 6.2 Stärken und Schwächen der Forschungsarbeit

Aufgrund der hohen Anforderungen im Fussball und dem nachweislichen Nachlass der hochintensiven Belastungen ( $> 19,8$  km/h) vor allem in der 2. Spielhälfte, ist das Interesse an spezifischen Trainingsmethoden gestiegen. Wie bereits erwähnt wurde existieren bislang keine wissenschaftliche Interventionsstudie in der repetitiven Sprints in Kombination mit Sprintfallschirmen thematisiert wurden. Einige Autoren haben sich in der Vergangenheit mit repetitiven Sprints auseinandergesetzt und erkannten positive Effekte (Spencer et al., 2005; Bravo et al., 2008; Bishop et al., 2011).

Die Stärken dieser Arbeit fokussieren sich auf das entwickelte Methodendesign, die homogene Leistungsstärke beider Gruppen, sowie die Steigerung der RSA-Gruppe während der Interventionszeit. Die zeitaufwändige Planung (Methodendesign) und die darauf folgende Durchführung bewährten sich bei der Auswertung der Daten. Beide Mannschaften (RSA-Gruppe & Kontroll-Gruppe) zeigten ähnliche Leistungsniveaus sowie anthropologische Voraussetzungen zu Beginn der Studie auf. Infolgedessen konnten Fortschritte und Gruppenvergleiche besser aufgezeigt werden. Die hochsignifikanten Ergebnisse der RSA-Gruppe in den repetitiven Sprints, sowie im fussballspezifischen Ausdauer-Test (YYIRT) verstärken die Aussagekraft eines RSA-Trainings mit Fussballmannschaften. Die signifikanten Verbesserungen weisen auf eine verbesserte anaerobe und aerobe Energieversorgung hin, wie diverse Studien aufgezeigt haben.

Schwachpunkte dieser Arbeit liegen bei der Probandenkontrolle und -anzahl. Die Kontroll-Gruppe wurde während der Trainingszeit (6 Wochen) nur mit einer Präsenzliste kontrolliert. Es wurden keine spezifischen Inhalte im Training thematisiert respektive könnte die Kontroll-Gruppe vor dem Ausgangstest (Post) in einem Übertraining gewesen sein. Auf eine Randomisierung der Probanden wurde aus organisatorischen Gründen verzichtet. Weiterer Kritikpunkt ist die drastische Verringerung der Probandenzahlen im Zeitraum der Studie. Während der Trainingsphase reduzierte sich die Probandenanzahl um fast die Hälfte. Die Ausfälle waren durch Verletzungen, Abwesenheiten, sowie ein geringfügiges Engagement (Ersatzspielern) gekennzeichnet. In der Summe wird die Aussagekraft dieser Arbeit durch die aufgezeigten positiven Resultate der RSA-Gruppe in den repetitiven Sprints, sowie im Yoyo-Test klar verstärkt.

## Konklusion

Ein 6-wöchiges repetitives Sprinttraining mit Fallschirmen hat dazu geführt, dass die RSA-Gruppe ein schnelleres und ausdauernderes Sprintvermögen aufweist. Des Weiteren wurde die Laufdistanz beim Yoyo-Test hochsignifikant verbessert. Die Kontroll-Gruppe erreichte im gleichen Zeitraum mit einem fussballspezifischen Training keine signifikanten Veränderungen.

Die RSA-Gruppe steigerte ihre maximalen Geschwindigkeiten im Abschnitt 20-30 Meter signifikant. Durch den Einsatz von Sprintfallschirmen kam es zu einer Verringerung der maximalen Geschwindigkeit sowie zu einer Reduktion der Schrittfrequenz und Schrittlänge. Der geringe Startwiderstand beeinträchtigte die Kinematik der Probanden minimal.

Ein zwei Mal wöchentlich repetitives Sprinttraining (10x 30 m à 20 s Pause) führte zu einer verbesserten aeroben und anaeroben Energiebereitstellung. Mit steigender Anzahl repetitiven Sprints wird die aerobe Energiebereitstellung von grösserer Wichtigkeit, auch weil bereits ab der 3. Sprintwiederholung die maximale Geschwindigkeit ermüdet. Des Weiteren erwiesen sich die Berechnungsformeln des Fatigue-Index / Steigerung als adäquat und belegten, dass die RSA-Gruppe durch das repetitive Sprinttraining ermüdungsresistenter geworden ist. Infolgedessen und mit Hilfe des Sprintfallschirms, der vor allem in der Maximalgeschwindigkeit einen stetigen Widerstand leistete, verbesserte sich die RSA-Gruppe in den mittleren sowie im 9. repetitiven Sprint hochsignifikant. Die Laufdistanzen beim fussballspezifischen Yoyo-Test wurden hochsignifikant um 26 % gesteigert. Dementsprechend läuft die RSA-Gruppe, ausgehend vom Ausgangstest, nach 6 Wochen 350 Meter weiter als vor der Trainingsphase. Eine verbesserte VO<sub>2</sub>max. sowie eine ökonomischere aerobe Energiebereitstellung waren ausschlaggebend für die Leistungssteigerungen. Die dargelegten Resultate zeigen, dass die RSA-Gruppe nicht nur schneller und ermüdungsresistenter, sondern auch ausdauernder durch ein 2 Mal wöchentlich repetitives Sprinttraining läuft. Angesichts dieser positiven Effekte sind weiterführende Untersuchungen mit leistungstärkeren (professionellen) Fussballmannschaften von grossem Interesse.

## Literaturverzeichnis

- Balsom, P., Seger, J., Sjödin, B. & Ekblom, B. (1992). Physiologica responses to maximal intensity intermittent exercise. *Int. Journal Sports Med*, 65, 9-144.
- Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer – with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol. Scand.*, 619, 1-155.
- Bauersfeld, M. & Voß, G. (1992). *Neue Wege im Schnelligkeitstraining*. Münster: Philippka.
- Bigland-Ritchie, B., Dawson, N., Johansson, R. & Lippold, O. (1986). Reflex origin for the slowing of motoneurone firing rates in fatigue of human voluntary contractions. *Journal Physiol.* 379, 451-459.
- Billaut F. & Smith K. (2010). Prolonged repeated-sprint ability is related to arterial O<sub>2</sub> desaturation in men. *Int J Sports Physiol Perform.* 5, 197-209.
- Billaut F. & Basset F. (2007). Effect of different recovery patterns on repeated-sprint ability and neuromuscular responses. *J Sports Sci.* 25, 13-905.
- Bishop, D., Girard, O. & Mendez-Villanueva, A. (2011). Repeated Sprint Ability – Part II. Recommendations for Training. *Sports Medicine*, 41 (9), 741-756.
- Bishop, D. & Edge, J. (2006). Determinants of repeated-sprint ability in females matched for single-sprint performance. *Eur. Journal Appl. Physiol.*, 97, 9-373.
- Bishop, D., Edge J., Davis C. & Goodman, C. (2004). Induced metabolic alkalosis affects muscle metabolism and repeated-sprint ability. *Med. Science Sports Exerc.*, 36, 13-807.
- Bogdanis, G., Nevill, M., Boobis, L. & Lakomy, H. (1996). Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *Journal Appl. Physiol.*, 80, 84-876.
- Bradley, P.S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P. & Krstrup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sci.*, 27, 159-168.
- Bravo, D., Impellizzeri, M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D. & Wisloff, U. (2008). Sprint vs. interval training in football. *Int. J. Sports Med.*, 29, 668–674.



- Broich, H. (2009). Quantitative Verfahren zur Leistungsdiagnostik im Leistungsfußball  
Empirische Studien und Evaluationen verschiedener leistungsrelevanter  
Parameter. *Dissertation Thesis, Deutsche Sporthochschule Köln*.
- Buchheit, M., Cormie, P., Abbiss, C.R., Ahmaidi, S., Nosaka, K.K. & Laursen, P.B.  
(2009). Muscle deoxygenation during repeated sprint running. Effect of active  
vs. passive recovery. *Int. Journal Sports Med.*, 30, 25-418.
- Burger, R. & Fehr, U. (2000). Fallschirme als Trainingsmittel der Sprinter. In:  
Leichtathletik konkret.
- Burgess, D. J., Naughton, G. & Norton, K. (2006). Profile of movement demands of  
national football players in Australia. *Journal of Science and Medicine in  
Sport*, 9, 334-341.
- Chaouachi, A., Manzi, V., Wong, P., Chaalali, A., Laurencelle, L., Chamari, K. &  
Castagna, C. (2010). Intermittent endurance and repeated sprint ability in  
soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 4 (10), 2663-  
2669.
- Cissik, J.M. (2005). Means and Methods of Speed Training: Part II. *Strength and  
Conditioning Journal*, 27 (1), 18-25.
- Dawson, B., Fitzsimons, M., Green, S., Goodman, C., Carey, M. & Cole, K. (1998).  
Changes in performance, muscle metabolites, enzymes and fibre types after  
short sprint training. *Eur. Journal Appl. Physiol.*, 78, 9-163.
- Delecluse, C., Coopenolle, H., Willems, E. & Leemputte, M. (1995). Influence of high-  
resistance and high velocity training on sprint performance. *Med. Science  
Sports Exer.*, 27 (8), 1203-1209.
- Ekblom, B. (1986). Applied physiology of soccer. *Sports Medicin*, 3, 50-60.
- Falgairrette, G., Billaut, F., Giacomoni, M., Ramdani, S. & Boyadjian, A. (2004). Effect  
of inertia on performance and fatigue pattern during repeated cycle sprints in  
males and females. *Int. Journal Sports Med.*, 25, 40-235.
- Federation Internationale de Football Association. Geschichte der FIFA. Zugriff am  
19. Dezember 2013, unter [www.fifa.com](http://www.fifa.com) IP-105-D 12/2000, 1-6.

- Ferrauti, A., Giesen, H.T., Merheim, G. & Weber, K. (2006). Indirect calorimetry in a soccer game. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 57, 142-146.
- Gaitanos, G., Williams, C., Boobis, L. & Brooks, L. (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *Journal of Appl. Physiol.*, 75 (2), 712-719.
- Girard, O., Mendez-Villanueva, A. & Bishop, D. (2011). Repeated Sprint Ability – Part I. Factors Contributing to Fatigue. *Sport Med.*, 41 (8), 1-17.
- Glaister M., Howatson G., Pattison J.R., McInnes, C. (2008). The reliability and validity of fatigue measures during multiple – sprint work. An issue revisited. *Journal Strength Cond. Res.*, 22, 601-1597.
- Helgerud, J., Engen, L. C., Wisloff, U. & Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 33, 1925-1931.
- Hoff, J. & Helgerud, J. (2003). Football soccer. *New Development in Physical Training Research*. Trondheim: Norwegian University of Science and Technology.
- ITS-Sports (2013). Zugriff am 10. November 2013, unter <http://www.its-sport.de/Trainingsprodukte/Schnelligkeit-Agilitaet/Widerstandstraining/XLR8-Power-Speed-Sprintfallschirm::99.html>.
- Krustrup, P., Zebis, M., Jensen, J. & Mohr, M. (2010). Game-induced fatigue patterns in elite female soccer. *Journal Strength Cond. Res.*, 24, 41-437.
- Krustrup, P., Mohr, M., Nybo, L., Jensen, J., Nielsen, J. & Bangsbo, J. (2006). The Yo-Yo IR2 test. Physiological response, reliability and application to elite soccer. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 38, 1666–1673.
- Krustrup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steensberg, A., Pedersen, P. & Bangsbo, J. (2003). The Yo-Yo Intermittent Recovery Test. Physiological response, reliability, and validity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35 (4), 697-705.
- Lago-Peñas, C., Rey, E., Lago-Ballesteros, J., Casais, L. & Dominguez, E. (2009). Analysis of work-rate in soccer according to playing positions. *Int. Journal of Performance Analysis in Sport*, 9, 218 - 227.

- Leistungsdiagnostik (2013). Zugriff am 24. November 2013, unter [http://www.habapix.ch/menue/diagnostik/mp3/Yo\\_Yo\\_Test\\_Level\\_1.mp3](http://www.habapix.ch/menue/diagnostik/mp3/Yo_Yo_Test_Level_1.mp3)
- Little T. & Williams A.G. (2007). Effects of sprint duration and exercise. Restriction on repeated sprint performance and physiological responses in professional soccer players. *Journal Strength Cond. Res.*, 21, 8-646.
- Little, T. & William, A. (2005). Specificity of Acceleration, Maximum Speed, and Agility in Professional Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (1), 76–78.
- Lockie, R., Murphy, A. & Spinks, C. (2003). Effects of resisted sled towing on sprint kinematics in field-sport athletes. *Journal Strength Cond. Res.*, 17 (4), 760-767.
- Lottermann, S. (2005). Schneller denken schneller handeln! Teil 1: Grundlagen der Handlungsschnelligkeit für Training und Spiel. *Fußballtraining*, 23 (3), 10-18.
- Lüthy, F., Sonderegger, K., Hübner, K. & Tschopp, M. (2010, Februar). *Abhängigkeit der Sprintgeschwindigkeit von Sprung-Leistungsparametern. Schnelligkeitsdiagnostik mit Drop und Countermovement Sprüngen bei Elite-Spielsportlern. Poster*. Magglingen: Eidgenössische Hochschule für Sport. Zugriff am 17. März 2010 unter [http://www.baspo.admin.ch/internet/baspo/de/home/dokumentation/publikationen/wissenschaft\\_und\\_forschung/sportwissenschaftliche0.parsys.75885.downloadList.35637.DownloadFile.tmp/matposterflkso.pdf](http://www.baspo.admin.ch/internet/baspo/de/home/dokumentation/publikationen/wissenschaft_und_forschung/sportwissenschaftliche0.parsys.75885.downloadList.35637.DownloadFile.tmp/matposterflkso.pdf)
- Martin, D., Carl, K. & Lehnertz, K. (1991). Handbuch Trainingslehre. In Weineck, J, Optimales Training – Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings, Auflage 15, (S. 609 – 616). Spitta Verlag: Balingen.
- Martinopoulou, K., Argeitaki, P., Paradisis, G., Katsikas, C. & Smirniotou, A. (2011). The effects of resisted training using parachute on sprint performance. *Department of Physical Education and Sport Science, University of Athens*, 7 (1), 7- 19.

- Matsuura, R., Arimitsu, T., Yunoki, T. & Yano, T. (2009). Effects of resistive load on performance and surface EMG activity during repeated cycling sprints on a non-isokinetic cycle ergometer. *Br. J. Sports Med.*
- Mendez-Villanueva, A., Hamer, P. & Bishop D. (2008). Fatigue in repeated-sprint exercise is related to muscle power factors and reduced neuromuscular activity. *Eur. Journal Appl. Physiol.*, 103, 9-411.
- Mendez-Villanueva, A., Hamer, P. & Bishop D. (2007). Fatigue responses during repeated sprints matched for initial mechanical output. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 39, 2219-2225.
- Mobilesports (2013). Zugriff am 10. November 2013, unter [http://www.mobilesport.ch/wp-content/uploads/2011/06/Hilfsmittel\\_esa\\_1\\_d.pdf](http://www.mobilesport.ch/wp-content/uploads/2011/06/Hilfsmittel_esa_1_d.pdf).
- Mohr, M., Krstrup, P., Andersson, H., Kirkendal, D. & Bangsbo, J. (2008). Match activities of elite women soccer players at different performance levels. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22 (2), 341-349.
- Mohr, M., Krstrup, P. & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21 (7), 519-528.
- Oliver, J.L., William, C.A & Armstrong, N. (2009). Is a fatigue index a worthwhile measure of repeated sprint ability? *Journal Sci. Med. Sport*, 12, 20-23.
- Ortenblad, N., Lunde, P., Levin, K., Andersen, J.L. & Pedersen, P.K. (2000). Enhanced sarcoplasmic reticulum calcium release following intermittent sprint training. *Am Journal Physiol.*, 279, 60-152.
- Ozolin N. (1971). How to improve speed. *Track Techn.*, 44, 1400-1401.
- Perrey, S., Racinais, S., Saimouaa, K. & Girard, O. (2010). Neural and muscular adjustments following repeated running sprints. *Eur. Journal Appl. Physiol.*, 109, 36-1027.
- Racinais, S., Bishop, D., Denis R., Lattier, G., Mendez-Villaneuva, A. & Perry, S. (2007). Muscle deoxygenation and neural drive to the muscle during repeated sprint cycling. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 39 (2), 74-268.

- Reilly T. (1997). Energetics of high-intensity exercise soccer with particular reference to fatigue. *Journal Sports Sci.*, 15, 257-263
- Rey, E., Lago-Peñas, C., Lago-Ballesteros, J., Casais, L. & Dellal, A. (2010). The Effect of a congested fixture period on the activity of Elite Soccer Players. *Bio. Sport*, 27, 181-185.
- Rienzi, E., Drust, B., Reilly, T., Carter, J. & Martin, A. (2000). Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite south american international soccer players. *Journal Sports Med Physical Fitness*, 40, 9-162.
- Ross, A., Leveritt, M. & Riek, S. (2001). Neural influences on sprint running. Training adaptations and acute responses. *Sports Med.*, 31, 25-409.
- Röthig, P. & Prohl, R. (2003). *Sportwissenschaftliches Lexikon*. Schorndorf: Hofmann
- Schnabel, G. & Thiess, G. (1993). *Lexikon der Sportwissenschaften Band 1 & Band 2*. Sportverlag: Berlin.
- Schnabel, G., Harre, D., Krug, J. & Borde, A. (2003). *Trainingswissenschaft. Leistung–Training–Wettkampf*. (3. Aufl.). Berlin: Sportverlag.
- Serpiello, F., McKenna, M., Stepto, N., Bishop D. & Aughey, R. (2011). Performance and physiological responses to repeated-sprint exercise. A novel multiple-set approach. *Eur. Journal Appl. Physiol.*, 111 (4), 78-669.
- Siegle, M., Geisel, M. & Lames, M. (2012). Zur Aussagekraft von Positions- und Geschwindigkeitsdaten im Fußball. *Deutsche Zeitung Sportmed.*, 63, 278-282.
- Smith, K. & Billaut, F. (2010). Influence of cerebral and muscle oxygenation on repeated-sprint ability. *Eur. Journal Appl. Physiol.*, 109, 99-989.
- Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., Goodman, C. & Duffield, R. (2006). Metabolism and performance in repeated cycle sprints. Active versus passive recovery. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 38, 9-1492
- Spencer, M, Bishop, D, Dawson, B, Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities. Specific to field-based team sports. *Sports Med.*, 35, 1025 – 1044.
- Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C. & Wisloff, U. (2005). Physiology of soccer. an update. *Sports Med.*, 35, 501-536.

- Stöggl, T., Stieglbauer, R., Sageder, T. & Müller, E. (2010). Hochintensives Intervall- und Schnelligkeitstraining im Fussball. *Trainingslehre – Leistungssport*, 5, 43-49.
- Tabachnik B. (1992). The speed chute. *Strength Cond Journal*, 14 (4), 75-80.
- Tomlin, L. & Wenger, H. (2001). The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Med.*, 31, 1-11.
- Topendsports (2013). Zugriff am 4. Oktober 2013, unter <http://www.topendsports.com/testing/tests/yo-yo-intermittent.htm>
- Tschan, H., Baron, R., Smekal, G. & Bacht, N. (2001). Belastungs- und Beanspruchungsprofil im Fußball aus physiologischer Sicht. *Österr. Journal für Sportmedizin*, 1, 7-19.
- Vescovi, J.D. (2012). Sprint profile of professional female soccer players during competitive matches: Female Athletes in Motion (FAiM) study. *Journal of Sports Sciences*, 30 (12), 1259–1265.
- Voss, G. (1993). Laufschnelligkeit – grundlegende Komponente leichtathletischer Leistung. *Leichtathletiktraining* 4, 5/6, 4-6.
- Weigelt, S. (1995). *Zum trainingswissenschaftlichen Modell der Schnelligkeit*. In J. Nicolaus, Sportwissenschaft interdisziplinär (S. 156). K.-W. Zimmermann Verlag: Kassel.
- Weineck, J. (2007) *Optimales Training* - Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings. Spitta Verlag: Balingen.
- Wild, S., Burger, R. & Letzelter, M. (1999). Fallschirmäufe im Training der Sprinter. In: *Leistungssport*, 29 (2), 23-28.
- Winkler, W. (1983). Fussball analysiert. Hamburger SV gegen Inter Mailand. Spielanalyse im Leistungsfussball mit Hilfe von Videoaufzeichnungen. *Fussballtraining* 9 (10), 5-22.
- Zafeiridis, A., Sarasilanidis, P., Manou, V., Ioakimidis P., Dipla, K. & Kellis, S. (2005). The effects of resisted sled-pulling sprint training on acceleration and maximum speed performance. *Journal Sport Med. Physl. Fitness*, 45, 1-7.

Zintl, F. (1989). Biologische Grundlagen zum Training von Kraft- Schnellkraft- und Schnelligkeitsleistungen in der Leichtathletik. *Die Lehre der Leichtathletik*, 28 (21/22), 621-625.

## Persönliche Erklärung

*„Ich versichere, dass ich die Arbeit selbstständig, ohne unerlaubte fremde Hilfe, angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäss aus Veröffentlichungen oder anderweitigen fremden Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.“*

---

Ort, Datum:

---

Unterschrift: Kay Schmid



## Urheberrechtserklärung

*„Der/die Unterzeichnete anerkennt, dass die vorliegende Arbeit ein Bestandteil der Ausbildung Einheit Bewegungs- und Sportwissenschaften der Universität Freiburg ist. Er/sie überträgt deshalb sämtliche Urhebernutzungsrechte (diese beinhalten insbesondere das Recht zur Veröffentlichung oder zu anderer kommerzieller oder unentgeltlicher Nutzung) an die Universität Freiburg.“*

*Die Universität darf dieses Recht nur mit dem Einverständnis des/der Unterzeichneten auf Dritte übertragen.*

*Finanzielle Ansprüche des/der Unterzeichneten entstehen aus dieser Regelung keine.*

---

Ort, Datum:

---

Unterschrift: Kay Schmid

## **7 Anhang**

## Athletencheckliste:

### - Allgemein -

Vor-, Name : \_\_\_\_\_

Geb. Datum : \_\_\_\_\_

Position : \_\_\_\_\_

Grösse : \_\_\_\_\_

Testdatum : \_\_\_\_\_

Gewicht : \_\_\_\_\_

### - Gesundheit -

**Krankheit :**

ja ☐

nein ☐

(In den letzten 14 Tagen?)

\_\_\_\_\_

**Verletzung :**

ja ☐

nein ☐

(Was?)

\_\_\_\_\_

(schwach)

(sehr stark)

**Schmerzbefindlichkeit** (ankreuzen)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

*Schmerzpunkt(e) bitte einzeichnen*



## - Aktivitäten & Motivation -

**Beruf :** \_\_\_\_\_ Pensum \_\_\_\_\_ %

**Sportliche Aktivitäten:** ? x wöchtl. Training (90min.)+ Match ( ? min.)

(Zusätzliche Aktivitäten?)

ja ☐ nein ☐

**- *Fitnessstraining?***

ja ☐ nein ☐

(In der Woche)

1 2 3 4 (nicht jede Woche) ☐

(Zeit)

\_\_\_\_\_ min.

**- *Lauftraining?***

ja ☐ nein ☐

(In der Woche)

1 2 3 4 (nicht jede Woche) ☐

(Zeit)

\_\_\_\_\_ min.

**- *Rumpftraining?***

ja ☐ nein ☐

(In der Woche)

1 2 3 4 (nicht jede Woche) ☐

**- *Diverses ?***

\_\_\_\_\_

(In der Woche)

1 2 3 4 (nicht jede Woche) ☐

(Zeit)

\_\_\_\_\_ min.

(keine Motivation)

(extrem Motiviert)

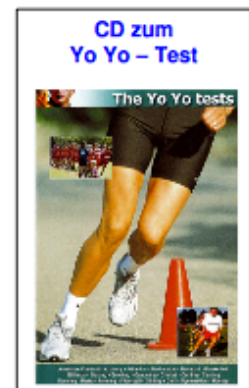
**Testmotivation :**

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

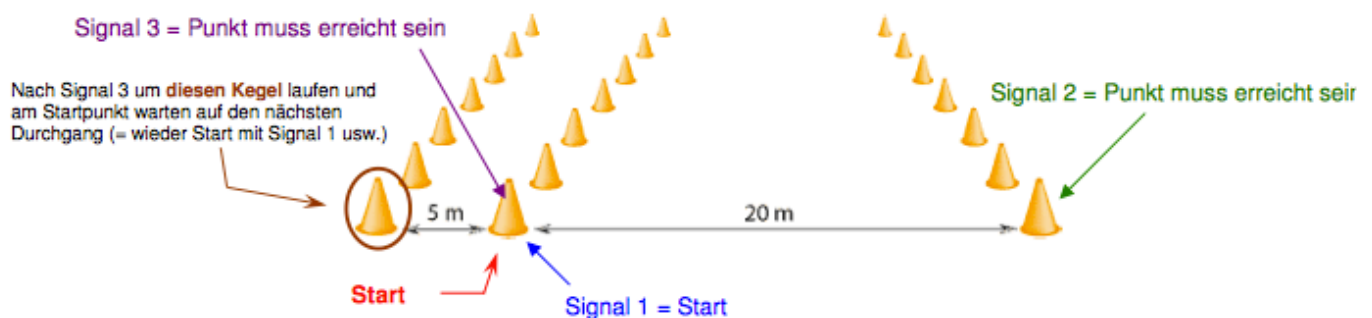
## YoYo-Test (Ausdauer)

Dies ist ein intermittierender Test die die Ausdauer des Sportlers/Spielers testen soll. Für die Durchführung benötigt man eine CD mit dem Yo Yo Test und einen Player zum abspielen. Dies wird für die Signalisation benötigt, die die Intervalle für den Test vorgibt. Es sollten für jeden Spieler die Kegel/Markierungen wie unten abgebildet aufgestellt werden.

**Ablauf:** Gestartet wird beim mittleren Kegel/Markierung. Wenn das Startsignal der CD ertönt, startet der Spieler und läuft zum 20m entfernten Kegel/Markierung, spätestens beim zweiten Signal muss er diesen erreicht haben. Sofort wieder zurück zum mittleren Kegel/Markierung, diese muss beim dritten Signalton erreicht sein. Nun läuft der Spieler um den 5m entfernten Kegel und begibt sich dann wieder zum mittleren Kegel/Markierung. Nun muss er warten bis das nächste Signal von der CD kommt. Nun geht das Spiel von vorne los. Die Zeit um die 20m zurück zu legen werden immer kürzer, bzw. der Spieler muss die Strecke immer schneller zurücklegen. Dies macht er so lange, bis er die Intervalle nicht mehr einhalten kann. Dies ergibt dann seinen Speed Level (siehe Tabelle auf der nächsten Seite).



## Versuche: 1



## **Borg-Skala (1-10)**

<b>RPE Werte</b>	<b>Belastungsempfindung</b>	<b>Erklärung</b>
<b>1</b>	<b>sehr sehr leicht</b>	<i>Atmung noch nicht forciert</i>
<b>2</b>	<b>sehr leicht</b>	
<b>3</b>	<b>leicht</b>	<i>Atmung noch nicht hörbar</i>
<b>4</b>	<b>etwas anstrengend</b>	
<b>5</b>	<b>geht noch gut</b>	<i>Atmung ist aktiv</i>
<b>6</b>	<b>anstrengend</b>	<i>Kann noch Sätze sprechen</i>
<b>7</b>	<b>sehr anstrengend</b>	<i>Nur noch einzelne Worte</i>
<b>8</b>	<b>sehr schwer</b>	<i>Sprechen nicht mehr möglich</i>
<b>9</b>	<b>sehr sehr schwer</b>	<i>Auslastung</i>
<b>10</b>	<b>zu stark, geht nicht mehr</b>	<i>Grenzerfahrung: Maximal</i>

# Tabelle YoYo - Test

Speed Level	Intervall / Durchgang							
5	1							
9	1							
11	1	2						
12	1	2	3					
13	1	2	3	4				
14	1	2	3	4	5	6	7	8
15	1	2	3	4	5	6	7	8
16	1	2	3	4	5	6	7	8
17	1	2	3	4	5	6	7	8
18	1	2	3	4	5	6	7	8
19	1	2	3	4	5	6	7	8
20	1	2	3	4	5	6	7	8
21	1	2	3	4	5	6	7	8
22	1	2	3	4	5	6	7	8
23	1	2	3	4	5	6	7	8

# Mai 2013

Sonntag	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag
	6	7	8	9	10	11
<b>(Eingangstest)</b>		<b>Eingangstest 1.Mannschaft</b>		<b>Eingangstest 2.Mannschaft</b>		
12	13	14	15	16	17	18
<b>(1 Woche)</b>	Trainingsphase	Trainingsphase	Trainingsphase	Trainingsphase	Trainingsphase	
19	20	21	22	23	23	25
<b>(2 Woche)</b>	Trainingsphase	Trainingsphase	Trainingsphase	Trainingsphase	Trainingsphase	
26	27	28	29	30	31	1
<b>(3 Woche)</b>	Trainingsphase	Trainingsphase	Trainingsphase	Trainingsphase	Trainingsphase	
		<b>Notizen:</b>				



# Juni 2013

Sonntag	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag
2	3	4	5	6	7	8
<b>(4 Woche)</b>	Trainingsphase	Trainingsphase	Trainingsphase	Trainingsphase	Trainingsphase	
9	10	11	12	13	14	15
<b>(5 Woche)</b>	Trainingsphase	Trainingsphase	Trainingsphase	Trainingsphase	Trainingsphase	
16	17	18	19	20	21	22
<b>(6 Woche)</b>	Trainingsphase	Trainingsphase	Trainingsphase	Trainingsphase	Trainingsphase	
23	24	25	26	27	28	29
<b>(Ausgangstest)</b>	Trainingsphase	<b>Ausgangstest 1.Mannschaft</b>		<b>Ausgangstest 2.Mannschaft</b>		
30	1					
	Notizen:					

[illegible]