



universität  
wien

# MAGISTERARBEIT

Titel der Magisterarbeit

Einfluss des Aktivitätsverhaltens auf die  
Ausdauerleistungsfähigkeit von  
Nachwuchsfußballspielern

Verfasser

Jakob Altzinger, Bakk. rer. nat.

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaft (Mag. rer. nat.)

Wien, November 2012

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 066 826

Studienrichtung lt. Studienblatt: Sportwissenschaft

Betreuer: Ass.-Prof. Mag. Dr. Harald Tschan



# Danksagung

Die Entstehung dieser Studie stellte für mich eine große Herausforderung dar. Viele Menschen haben mich tatkräftig dabei unterstützt und so einen wesentlichen Teil zum Gelingen meiner Magisterarbeit beigetragen. An dieser Stelle möchte ich mich aufrichtig bei ihnen für ihre Hilfsbereitschaft bedanken.

Zunächst gilt der Dank meinem Betreuer, Prof. Harald Tschan, für die regelmäßige Begutachtung meiner Arbeit aus dem entfernten Kosovo. Ganz speziell möchte ich mich zudem bei Prof. Barbara Wessner bedanken. Ohne ihre zahlreichen gewissenhaften und gut fundierten Fachauskünfte beim Auswertungsprozess, wäre die Entstehung der Arbeit in der vorliegenden Form nicht möglich gewesen. Hervorheben möchte ich auch die bedingungslose Unterstützung meines Cousins Ferdinand Knoll. Die gelungene Entwicklung der Sporttagebücher ist das Ergebnis seiner gründlichen und geduldischen Arbeitsweise. Auch Dr. Thomas Wyss (Bundesamt für Sport, Magglingen, Schweiz) gebührt ein ganz besonderer Dank, einerseits für die kostenlose Bereitstellung von Herzfrequenzsensoren und hilfreicher Publikationen, andererseits für die ausführliche Darlegung verschiedener Auswertungsmöglichkeiten.

Zudem gilt mein Dank auch Mag. Markus Hackl für die Bereitstellung nützlicher Literatur und der Durchführung des Ausdauertests. Für die gute Zusammenarbeit mit dem SK Rapid Wien möchte ich mich bei der Leitung der Nachwuchsakademie und dem U14-Betreuerteam der Saison 2011/12 recht herzlich bedanken.

Ein großes Dankeschön für das sorgfältige Korrekturlesen an Irene Pechböck und meinen Bruder Andreas. Danke an Florian Forster und Michael Gusenbauer, deren Diplomarbeiten für mich einen ausgezeichneten Anhaltspunkt für den formalen und inhaltlichen Aufbau darstellten! Vielen Dank an Lukas Zauner für die nützlichen Ratschläge im Zusammenhang mit dieser Arbeit. Die gemeinsamen Aktiv-Pausen waren außerdem eine hervorragende Abwechslung zu den unzähligen Arbeitsstunden in den verschiedenen Wiener Bibliotheken.

Bei meiner Freundin Sandra Lumetsberger möchte ich mich bedanken für die Hilfestellung bei der Wartung der Messgeräte und ganz besonders für die mentale Unterstützung während der Entstehungszeit dieser Arbeit! Zu guter Letzt gilt der Dank meinen Eltern für die selbstverständliche Unterstützung in jeder erdenklichen Lebenslage!

# Zusammenfassung

**Zweck:** Absicht der Studie war es, ein Aktivitätsprofil von Elite-Nachwuchsfußballspielern während der Wettkampfperiode zu erstellen. Außerdem wurde in dieser Studie getestet, wie sich das Aktivitätsverhalten auf die Ausdauerleistungsfähigkeit dieser Athleten auswirkt. Ferner war es Ziel dieser Untersuchung, einen möglichen Zusammenhang zwischen subjektivem Belastungsempfinden und objektiv gemessenen Parametern bei körperlichen Aktivitäten zu prüfen.

**Methode:** 15 Spieler der U-14 Mannschaft (Saison 2011/12) des SK Rapid Wien trugen während Wachzeiten an sieben aneinander folgenden Tagen an der rechten Hüftseite einen Actigraph GT1M Akzelerometer, sowie einen Suunto Smartbelt Herzfrequenzsensor am Ansatz der Brustmuskulatur. Das subjektive Belastungsempfinden bei Vereins- und schulsportlichen Aktivitäten wurde mittels *OMNI Scale* erhoben. Zur Beurteilung der Ausdauerleistungsfähigkeit wurde ein 20-m-Shuttle Run-Test absolviert. Die Einteilung der Aktivitätsmessung erfolgte in die fünf Bereiche Gesamt, Verein, Schule, Schulsport und Freizeit.

**Ergebnisse:** Ein signifikanter ( $p < 0,05$ ) Unterschied aller Akzelerometer-Kenngrößen zeigte sich beim Vergleich zwischen Schultag mit Schulsport und Schultag ohne Schulsport festgestellt werden. Des Weiteren konnte ein signifikanter ( $p < 0,01$ ) Unterschied bei der Intensität zwischen schulsportlichen und Vereinsaktivitäten (Trainings + Match) sowohl bei den objektiv gemessenen Parametern, als auch beim subjektiven Belastungsempfinden festgestellt werden. Die Akzelerometer-Kenngrößen im Bereich Verein unterschieden sich signifikant ( $p < 0,01$ ) von den Werten in der Schule und der Freizeit. Weder zwischen dem wöchentlichen Aktivitätsverhalten und der Ausdauerleistungsfähigkeit, noch zwischen subjektiven Belastungsempfinden und Akzelerometer-Kenngrößen war ein signifikanter ( $p < 0,05$ ) Zusammenhang vorhanden.

**Fazit:** In dieser Untersuchung hat sich die Akzelerometrie als eine geeignete Methode zur Erstellung eines Aktivitätsprofils erwiesen. Für die Beurteilung des subjektive Belastungsempfindens und der Ausdauerleistungsfähigkeit ist das verwendete Verfahren kein geeigneter Prädiktor.

**Schlüsselwörter:** körperliche Aktivität; Akzelerometer; *OMNI Scale*; Ausdauer; Fußball; Jugendlicher; Schule; Schulsport; Freizeit; männlich

# Abstract

**Purpose:** The study aims to evaluate physical activity (PA) patterns of adolescent elite soccer players during season. The main objective of the study was to examine the effect of PA habits on aerobic capacity. Furthermore, the study tried to determine whether a link between the rating of perceived exertion (RPE) and objective measures can be found.

**Methods:** 15 members of Rapid Wien's under 14 youth soccer team (season 2011/12) participated in this study. During waking hours, players wore a hip-mounted Actigraph GT1M accelerometer and a chest-worn Suunto Smartbelt heart rate monitor within seven consecutive days. The rating of perceived exertion was measured with children's *OMNI Scale* and was assessed in Physical Education (PE) as well as in training sessions and during a match. In order to assess aerobic capacity, a 20-m shuttle run was conducted. PA was classified into five fields: total, club, school, PE and leisure time.

**Results:** Accelerometry measures differed significantly between schooldays including PE lessons and school days without PE lessons ( $p < 0,05$ ). The difference between PE and club sessions (training sessions + match) was significant ( $p < 0,01$ ) in objectively measured accelerometry data as well as in RPE. Accelerometry-derived values in club sessions differed significantly ( $p < 0,01$ ) to PE and leisure time values. No relationship has been found between PA and aerobic capacity. There was no significant association ( $p < 0,05$ ) between RPE and objectively measured accelerometry data.

**Conclusion:** Accelerometry is an appropriate method for measuring PA patterns in young soccer athletes. However, accelerometry is not recommended as a method for predicting perceived exertion. There is no relationship between accelerometry data and aerobic capacity.

**Keywords:** Accelerometry; Adolescent; Male; Physical Fitness; Physical Activity; OMNI Scale; Soccer; Physical Education; School; Leisure Time



# Inhaltsverzeichnis

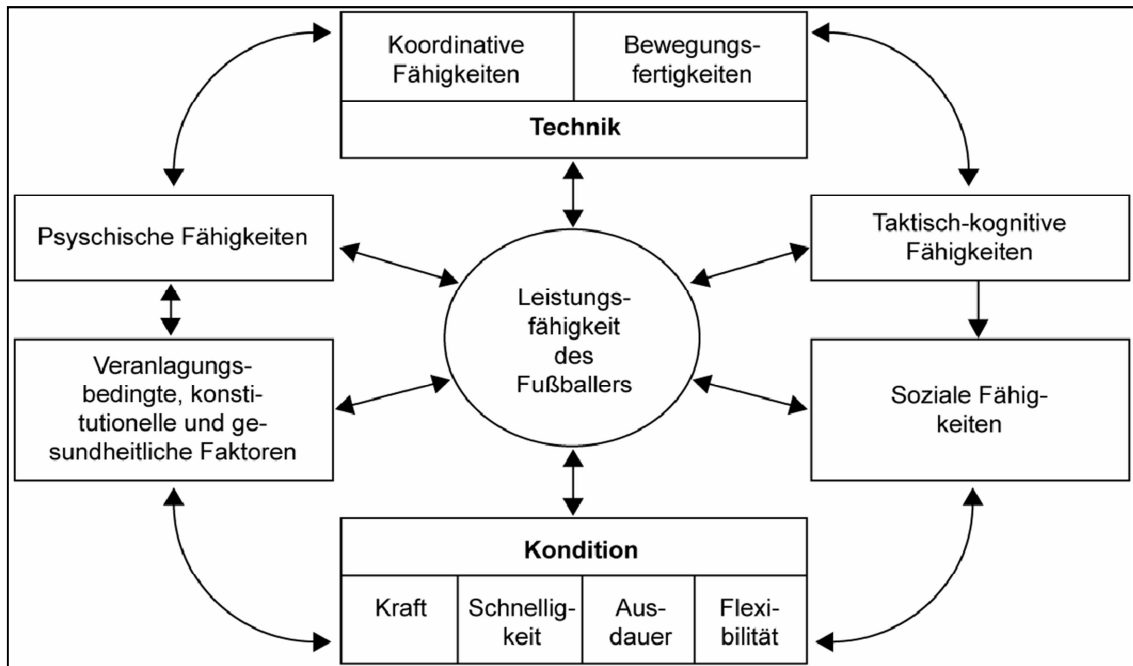
|          |   |            |
|----------|---|------------|
| <b>1</b> | <b>AUSGANGSLAGE</b> .....   | <b>1</b>   |
| <b>2</b> | <b>EINLEITUNG</b> .....   | <b>3</b>   |
| 2.1      | Bedeutung der Ausdauer im Fußball .....                                   | 3          |
| 2.2      | Beurteilung der Ausdauerleistungsfähigkeit .....                          | 4          |
| 2.3      | Ermittlung körperlicher Aktivität .....                                   | 9          |
| 2.4      | Begründung der Methodenwahl.....  | 15         |
| 2.5      | Ziel der Studie .....   | 18         |
| <b>3</b> | <b>METHODIK</b> .....   | <b>19</b>  |
| 3.1      | Studiendesign .....   | 19         |
| 3.2      | Studienteilnehmer .....   | 21         |
| 3.3      | Datenerfassung.....   | 25         |
| 3.4      | Analyse und Auswertung der Daten .....                                    | 36         |
| 3.5      | Statistische Methoden.....  | 45         |
| <b>4</b> | <b>ERGEBNISSE</b> .....   | <b>47</b>  |
| 4.1      | Übersicht der Studienteilnehmer .....                                     | 47         |
| 4.2      | Kenngößen der Studienteilnehmer.....                                      | 49         |
| 4.3      | Ausdauerleistungsfähigkeit.....   | 50         |
| 4.4      | Aktivitätsmessungen .....   | 51         |
| <b>5</b> | <b>DISKUSSION</b> .....   | <b>81</b>  |
| 5.1      | Interpretation der Ergebnisse .....                                       | 81         |
| 5.2      | Limitierungen .....   | 87         |
| 5.3      | Conclusio .....   | 88         |
|          | <b>VERZEICHNISSE</b> .....  | <b>91</b>  |
|          | Literaturverzeichnis .....  | 91         |
|          | Abbildungsverzeichnis.....  | 96         |
|          | Tabellenverzeichnis.....  | 97         |
|          | Abkürzungsverzeichnis.....  | 99         |
|          | <b>ANHANG</b> .....   | <b>101</b> |
|          | Anhang A: Funktionsweise eines Akzelerometers .....                       | 101        |
|          | Anhang B: Votum der Ethikkommission .....                                 | 102        |
|          | Anhang C: Probandeninformation .....                                      | 104        |
|          | Anhang D: Auswertungstabelle Shuttle Run .....                            | 108        |
|          | Anhang E: Aufnahmedauer und Batterielaufzeit des GT1M-Akzelerometers..... | 109        |
|          | Anhang F: Aktivitätsprofil einer Akzelerometer-Messung.....               | 110        |
|          | Anhang G: Ergebnisse der Aktivitätsmessung.....                           | 112        |
|          | Lebenslauf .....  | 120        |
|          | Erklärung .....   | 123        |





# 1 AUSGANGSLAGE

Fußball ist eine der meist gespielten und zugleich komplexesten Sportarten weltweit (Fernandez-Gonzalo, Souza-Teixeira, Bresciani, García-López, Hernández-Murúa, Jiménez-Jiménez, & Paz, 2010, S. 1790). Neben technischen und taktischen Fähigkeiten ist in diesem Sport die körperliche Fitness ein wesentlicher Erfolgsfaktor. Abb. 1 skizziert die vielfältigen beeinflussenden Leistungsfaktoren im Fußball.



**Abb. 1: Komponenten der Leistungsfähigkeit im Fußball (Weineck, 2004, S. 17)**

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit zwei zentralen Themen: zum einen mit der Ausdauerleistungsfähigkeit von Nachwuchsfußballspielern, zum anderen mit deren Aktivitätsverhalten. Wie aus Abb. 1 hervorgeht, ist die Ausdauer eine der vier konditionellen Fähigkeiten. Die positiven Effekte einer gut trainierten Ausdauer sind auch im Nachwuchsfußball von entscheidender Relevanz (siehe Kapitel 2.1).

Fußballvereine können im Zuge des Trainingsprozesses die Entwicklung der Ausdauerleistungsfähigkeit von Mannschaftsangehörigen sehr gut steuern. Welche zusätzlichen körperlichen Belastungen außerhalb des vereinsinternen Trainingsbetriebes hinzukommen, hängt vom individuellen Bewegungsverhalten ab. Art, Intensität, Häufigkeit, Dauer und Schauplätze von Aktivitäten bestimmen das kindliche Bewegungsprofil, welches von zahlreichen Faktoren beeinflusst wird (Kleine, 2003, S. 13-122). Diese Faktoren liegen zu einem Großteil außerhalb des Einflussbereiches des Vereins.

Um eine optimale Trainingssteuerung zu ermöglichen, ist es daher für Vereine von Interesse, über das Bewegungsverhalten seiner Nachwuchsmannschaften und den damit verbundenen Auswirkungen auf den konditionellen Faktor Ausdauer informiert zu sein.

Demnach gilt es zu prüfen, ob und in welchem Ausmaß sich das gesamte Bewegungsverhalten auf die Ausdauerleistungsfähigkeit auswirkt. Dazu scheint es notwendig, Informationen über Art, Häufigkeit, Dauer und Intensität körperlicher Aktivitäten einzuholen. Konkret ergeben sich von dieser Ausgangslage die relevanten Untersuchungsbereiche Training, Schule, Schulsport und Freizeit, sowie die Summe aus diesen vier Bereichen. In Zusammenarbeit mit der Nachwuchsleitung des Fußballvereins SK Rapid Wien wurde eine Studie durchgeführt, die diesem Vorhaben nachging.

Die Absicht dieser Studie ist es, das Bewegungsverhalten des gesamten Kaders einer Nachwuchsmannschaft des SK Rapid Wien in den Einsatzgebieten Verein, Schule, Schulsport und Freizeit über eine Woche hinweg zu ermitteln. Ferner soll überprüft werden, ob es einen Zusammenhang zwischen den Ergebnissen dieser Aktivitätsmessung und der Ausdauerleistungsfähigkeit gibt. Außerdem soll untersucht werden, wie sich das subjektive Belastungsempfinden von Nachwuchstalenten von der objektiv gemessenen Belastung unterscheidet.

## 2 EINLEITUNG

In der Einleitung wird zunächst die Bedeutung der Ausdauer im Fußball verdeutlicht (Kapitel 2.1). Anschließend erfolgt ein Überblick über aktuelle Verfahren gegeben, die zur Realisierung des Forschungsvorhabens dienlich sein können. Jede Methode wird in ihrer Funktionsweise beschrieben, sowie Vor- und Nachteile der jeweiligen Methode gegenübergestellt. Zunächst werden Verfahren vorgestellt, die zur Ermittlung der Ausdauerleistungsfähigkeit im Fußball eingesetzt werden können (Kapitel 2.2). Danach werden Möglichkeiten angeführt, die auf das Aktivitätsverhalten Rückschlüsse erlauben oder diese direkt messen (Kapitel 2.3). Im Anschluss daran werden die einzelnen Methoden in Bezug zur vorliegenden Studie gesetzt und die Wahl der Methode begründet (Kapitel 2.4). Mit der Erläuterung der Zielstellungen dieser Arbeit (Kapitel 2.5) wird die Einleitung abgeschlossen.

### 2.1 Bedeutung der Ausdauer im Fußball

Eine gut ausgebildete Ausdauerleistungsfähigkeit ist die Grundlage für gute technische, taktische und psychische Leistungen (Chamari et al., 2005, S. 24; Weineck, 2004, S. 15). Eine verbesserte Sauerstoffaufnahme ( $VO_2$ ) geht einher mit größeren zurückgelegten Distanzen in einem Match, längeren mit dem Ball zurückgelegten Wegstrecken sowie einer beträchtlichen Steigerung der Anzahl an zurückgelegten Sprints (Brink, Nederhof, Visscher, Schmikli & Lemmink, 2010, S. 597; Chamari et al., 2005, S. 24; Hoff, Kähler & Helgerud, 2006, S. 116-117; McMillan, Helgerud, Macdonald & Hoff, 2005, S. 273; Nassis et al., 2010, S. 2693). Darüber hinaus verhindert eine verbesserte  $VO_2$  koordinative Fehlleistungen und toleriert hohe Trainingsumfänge und –häufigkeiten besser (Nassis et al., 2010, S. 2693; Tschan, Baron, Smekal & Bachl, 2001, S. 10). Die Entwicklung anderer Leistungsfaktoren wird durch eine verbesserte Ausdauerleistungsfähigkeit nicht limitiert (Helgerud, Engen, Wisloff & Hoff, 2001, S. 1931)). Eine moderne, offensive und tempobetonte Spielweise im Fußball erfordert folglich von jedem Mannschaftsmitglied eine gut entwickelte Ausdauerleistungsfähigkeit (Tschan et al., 2001, S. 10).

Kinder und Jugendliche zeigen im Zuge des Ausdauertrainings die gleichen Adaptionserscheinungen wie Erwachsene (Weineck, 2004, S. 167). „Kindertraining sollte eine Grundlagenausdauer schaffen“ (Peter & Bode, 2005, S. 39). Ausdauertraining ist demnach auch in Nachwuchsmannschaften sinnvoll, wenngleich die Methoden zur Entwicklung dieses Leistungsfaktors sich altersabhängig stark voneinander unterscheiden (Peter & Bode, 2005, S. 38–39; Weineck, 2004, S. 179–195).

Die immense Bedeutung der Ausdauer auf die sportliche Leistung im Fußball verdeutlichen zahlreiche Studien, die einen positiven Zusammenhang zwischen maximaler Sauerstoffaufnahme ( $VO_2\text{max}$ ) und sportlichem Erfolg erkennen lassen (Helgerud et al., 2001, S. 1925; Hoff et al., 2006, S. 117). Neben der  $VO_2\text{max}$  sind auch die anaerobe Schwelle und die Laufökonomie entscheidende Faktoren in der Beurteilung der Ausdauerleistungsfähigkeit (Hoff, Wisløff, Engen, Kemi & Helgerud, 2002, S. 218).

## **2.2 Beurteilung der Ausdauerleistungsfähigkeit**

Die in Kapitel 2.1 beschriebenen Auswirkungen resultieren in der Notwendigkeit, den Zustand der Ausdauerleistungsfähigkeit eines gesamten Teams zu erfassen und darauf aufbauend weiter zu entwickeln. Für diesen Zweck stehen zahlreiche Verfahren zur Auswahl. Tschan et al. (2001, S. 10) gliedern die verschiedenen Tests in sportpraktische Verfahren, sportmedizinische Labor- sowie sportmedizinische Feldtests. Folglich werden zunächst sportmedizinische Labor- und Feldtests beschrieben, anschließend ausgewählte sportpraktische Verfahren erläutert.

### **Sportmedizinische Labor- und Feldtests**

Sportmedizinische Labortests zur Ermittlung der Ausdauerleistungsfähigkeit erfolgen bei Nachwuchsfußballern zumeist am Laufbandergometer. Diese sind einfach zu standardisieren und daher gut untereinander vergleichbar. Außerdem sind diese nicht von äußeren Bedingungen wie der Wetterlage beeinflussbar (Tschan et al., 2001, S. 12). Bei jugendlichen Elitefußballern wurden sportmedizinische Labortests beispielsweise mittels Spiroergometrie durchgeführt (Chamari et al., 2004; Chamari et al., 2005). Labortests am Laufbandergometer unterscheiden sich dabei hinsichtlich ihrer Belastungsprotokolle nur geringfügig voneinander (Tschan et al., 2001, S. 12). Bei Chamari et al. (2004, S. 192) war die Eingangsgeschwindigkeit 9 km/h, das Belastungsincrement 1 km/h und die Stufendauer 1 Minute. Der wesentliche Nachteil von Labortests ist im damit verbundenen großen Zeitaufwand zu sehen. Daher werden sportmedizinische Tests auch als Feld-Stufentests im Freien oder in einer Halle durchgeführt.

Sportmedizinische Feldtests erlauben eine Testung von mehreren Probanden gleichzeitig. Auch bei sportmedizinischen Feldtests wird die Laufgeschwindigkeit progressiv in bestimmten Zeitabständen gesteigert. Sportmedizinische Feld-Stufentests unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Belastungsprotokolle aber stärker als Testungen im Labor. Der

große Nachteil von Feldtests im Freien ist die wetterbedingte Beeinflussung von außen. (Tschan et al., 2001, S. 12).

## **Sportpraktische Verfahren**

Neben sportmedizinischen Labor- und Feldtests gibt es eine große Anzahl sportpraktischer Verfahren zur Abschätzung der Ausdauerleistung. Diese versuchen die fußballspezifische Belastungsstruktur so präzise wie möglich zu simulieren. Die eingesetzten Tests beinhalten daher meistens Wendungen und mehrere Antritte in kurzer Folge (Meyer T. & Faude O., 2006, S. 147). Auf die gängigsten Verfahren wird in der Folge kurz eingegangen.

### Cooper-Test

Der Cooper-Test ist eines der am häufigsten eingesetzten sportpraktischen Verfahren im Fußball. Dieses findet entweder auf einer horizontalen (Hoff et al., 2006, S. 121) Laufbahn, oder auf einer genormten Strecke statt. Testpersonen laufen dabei innerhalb von 12 Minuten eine möglichst große Distanz. Gehen und Rasten während der Testdauer ist erlaubt (Hackl, 2012). Nach Ablauf der 12 Minuten bleiben die Probanden stehen und die zurückgelegte Distanz wird notiert (Hackl, 2012). Der Zusammenhang zwischen Laufleistung und  $VO_2\text{max}$  ermöglicht Rückschlüsse auf die Ausdauerleistungsfähigkeit. Je nach Geschlecht (Moellenhoff, 2007, S. 34), Alter und Leistungsniveau werden unterschiedliche Wertungstabellen zur Leistungsbeurteilung herangezogen (Tschan et al., S. 10).

Der Cooper-Test gilt neben der Beurteilung der Ausdauerleistungsfähigkeit auch als „ein guter Indikator für die gesamte körperliche Leistungsfähigkeit“ (Moellenhoff, 2007, S. 35). Der Test weist Gültigkeitsbereiche in fast allen Altersbereichen, unabhängig von Geschlecht, Schul-, Vereins- oder Freizeitsport auf (Moellenhoff, 2007, S. 35). Dieser 12-Minuten-Lauftest ist nicht invasiv, benötigt keine teure Apparatur und ist daher einfach durchführbar (Hackl, 2012).

Ein wesentlicher Nachteil dieses Verfahrens ist es jedoch die Schwierigkeit, den motivationsabhängigen Ausbelastungsgrad einzuschätzen (Hackl, 2012; Meyer T. & Faude O., 2006, 147-148). Eine zusätzliche Herzfrequenzmessung während der gesamten Belastungsdauer, sowie eine Laktatabnahme nach der Belastung sind empfehlenswert, um die Aussagekraft des Tests zu erhöhen (Tschan et al., S. 11). Das Ergebnis eines Cooper-Tests wird von der Laufökonomie wesentlich beeinflusst. Dieses Verfahren lässt jedoch keine Rückschlüsse darauf zu, in welchem Ausmaß Veränderungen der Laufleistungen auf die  $VO_2\text{max}$  bzw. auf die Laufökonomie zurückzuführen sind (Hoff et al., 2006, S.

121). Zwischenzeitliches Gehen oder Rasten während der Testphase beeinflusst zudem das Ergebnis (Hackl, 2012).

### 20-m-Shuttle-Run-Test

Beim 20-m-Shuttle-Run (nachfolgend als Shuttle Run bezeichnet) laufen die Testpersonen zwischen zwei Markierungslinien in gerader Richtung hin und her (Léger, Mercier, Gadoury & Lambert, 1988, S. 94). Der Ablauf ist gegliedert in Shuttles und Levels. Ein Shuttle ergibt sich aus der Distanz der beiden Markierungslinien (=20 Meter), ein Level setzt sich aus mehreren Shuttles zusammen. Die Anfangsgeschwindigkeit liegt bei 8,5 km/h. Im Minutentakt signalisiert ein akustischer Ton die Steigerung der Geschwindigkeit um 0,5 km/h (Ramsbottom, Brewer & Williams, 1988, S.141). Die jeweilige Laufgeschwindigkeit soll konstant gehalten werden. Jede Länge muss mit dem Überqueren oder Berühren einer Linie mit einem Bein abgeschlossen werden. Erst nach Ertönen eines Signaltons darf der nächste Shuttle gestartet werden. Sobald eine Testperson zweimal hintereinander die Markierungslinie nicht vor dem Ertönen des Signaltons erreichen kann, gilt der Test als beendet (Léger, Mercier, Gadoury & Lambert, 1988, S. 95). Es gibt bei jedem Test einen Testleiter. Je nach Anzahl an Teilnehmern benötigt man entsprechend viele Assistenzpersonen, die auf die Einhaltung der Testvorgaben achten und den Testablauf, wie in Anhang D abgebildet, dokumentieren (Hackl, 2012).

Anhand von Formeln lässt sich durch die erreichte Anzahl an Levels und Shuttles unter Berücksichtigung des Alters die  $VO_2\max$  berechnen (Ruiz, Ramirez-Lechuga, Ortega, Castro-Piñero, Benitez, Arauzo-Azofra, Sanchez, Sjöström, Castillo, Gutierrez & Zabala, 2008, S. 235; Ruiz, Silva, Oliveira, Ribeiro, Oliveira & Mota, 2009, S. 900).

Ein Shuttle Run hat den entscheidenden Vorteil, dass er auch in der Halle, und dadurch unabhängig von Jahreszeit und Wettersituation, durchgeführt werden kann. Deshalb ist dieser Pendellauf auch sehr gut standardisierbar. Außerdem erfordert diese Methode keine invasiven Eingriffe und braucht keine teure Apparatur (Hackl, 2012).

Manche Testpersonen haben Probleme, die Laufgeschwindigkeit zu Beginn des Tests richtig einzuschätzen. Bei Kindern kann eine erfahrene Testperson als Tempomacher eingesetzt werden, um eine bessere Einschätzung der Laufgeschwindigkeit zu ermöglichen. Eine weitere Schwierigkeit besteht in der Notwendigkeit einer Ausbelastung, die für verlässliche Rückschlüsse auf die Ausdauerleistungsfähigkeit unerlässlich ist. Die Ausbelastung hängt in hohem Maße von der Motivation einer Testperson ab (Hackl, 2012).

## Yo-Yo Test

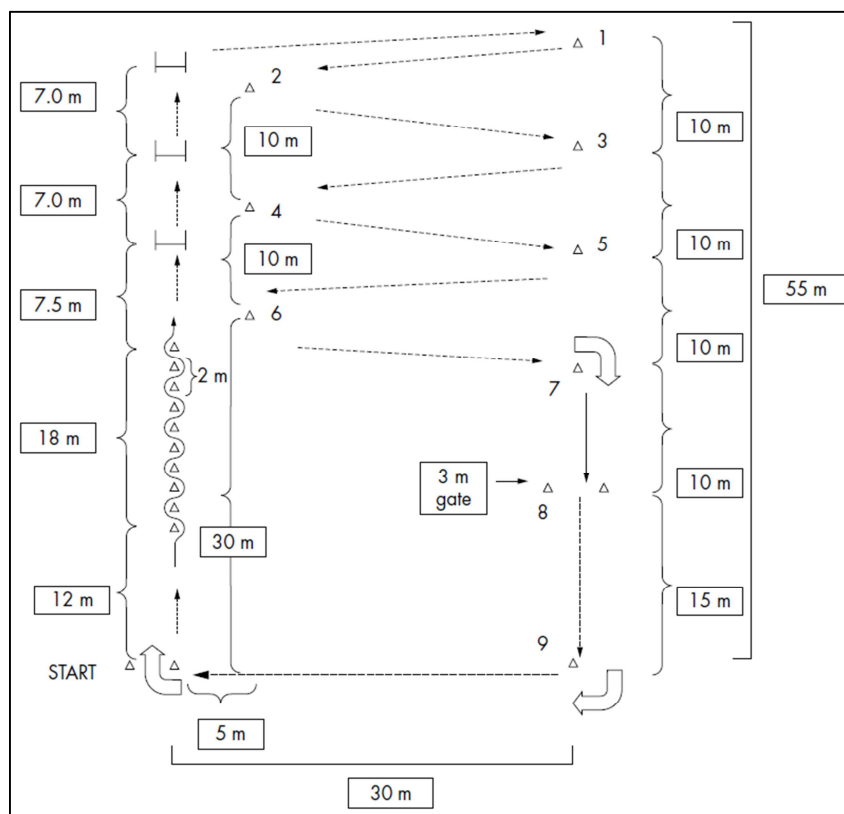
Der Yo-Yo Test ist ein Ausdauer-test, der in insgesamt vier verschiedenen Varianten angewendet werden kann. Als kontinuierlicher Ausdauer-test kann er in zwei verschiedenen Levels (Level 1, Level 2) in Form eines 20-m-Pendellauf abgehalten werden (Krustrup, Amstrup, Rysgaard, Johansen, Steensberg, Pedersen & Bangsbo, 2003), während der intermittierende Yo-Yo Test Erholungsphasen vorsieht und ebenfalls in zwei verschiedenen Versionen ausführbar ist (Bangsbo, Iaia & Krustrup, 2008).

Der kontinuierliche Yo-Yo Ausdauer-test basiert auf den Richtlinien eines 20-m-Shuttle-Run, sieht jedoch für Anfänger und Fortgeschrittene unterschiedliche Laufgeschwindigkeiten zu Beginn des Tests vor. Level 1 entspricht dabei den gleichen Rahmenbedingungen eines 20-m-Shuttle-Run-Tests, während Level 2 eine höhere Anfangsgeschwindigkeit vorsieht (Castagna, Impellizzeri, Chamari, Carlomagno & Rampinini, 2006, S. 320).

Der intermittierende Yo-Yo Test ist ebenso ein Pendellauf, der aber nach je 2 Shuttles (=40 Meter) eine kurze Erholungsphase inkludiert (Bangsbo, Iaia & Krustrup, 2008, S. 38). Level 1 des intermittierenden Yo-Yo Tests beginnt mit einer Geschwindigkeit von 10 km/h und sieht nach jeweils 40 Meter eine aktive Pause von 10 Sekunden vor. Bei der zweiten Testvariante beginnt der Proband bereits mit einer Geschwindigkeit von 13 km/h zu laufen, wobei wieder nach jeweils 2x20 Metern eine regenerative Phase von 5 Sekunden vorgesehen ist (Castagna et. al, 2006, S. 321). Die beiden Verfahren testen folglich zwei verschiedene Formen der Energiebereitstellung. Während Level 1 eine maximale Beanspruchung des aeroben Systems testet, wird bei der Variante 2 die Erholungsfähigkeit nach wiederholten Beanspruchungen mit hohem anaeroben Anteil geprüft (Bangsbo et al., 2008, S.37).

## Hoff Test

Der Hoff Test ist ein fußballspezifischer Ausdauer-test, der im Gegensatz zu den vorher vorgestellten Tests mit einem Fußball durchgeführt wird. Dabei wird dieser im Vorwärtslaufen durch einen Slalomparcours gedribbelt, der mit Markierungskegeln abgesteckt ist. Der Kurs beinhaltet auch drei Hürden, über welche der Ball gehoben werden muss. Zwischen dem siebten und achten Kegel wird der Ball im Rückwärtslaufen geführt. Die Breite des Feldes beträgt dabei 35 Meter, die Länge beträgt auf einer Seite 51,5 Meter und auf der anderen Seite 55 Meter. Dadurch ergibt sich eine Gesamtlänge von 290 Meter, die pro Runde absolviert wird (siehe Abb. 2).



**Abb. 2: Hoff Test-Parcours (Chamari et al., S. 26)**

Innerhalb von 10 Minuten soll der Proband den Parcours so oft wie möglich durchlaufen. Die Testpersonen werden nach 5 Minuten und nach 9 Minuten über die verbleibende Zeitdauer informiert. Nach Ablauf der 10 Minuten wird die zurückgelegte Distanz dokumentiert (Chamari et al., 2005, S. 25).

Da dieser fußballspezifische Ausdauer-test mit dem Ball durchgeführt wird, ist die Motivation der teilnehmenden Personen oftmals höher als bei einer Testung ohne Ball (Nassis et al., 2010, S. 2696). Des Weiteren konnte eine Beziehung zwischen der zurückgelegten Distanz und der  $VO_2\text{max}$  festgestellt werden (Chamari et al., 2005, S. 24). Der Hoff Test wurde erst 2005 zum ersten Mal präsentiert, daher sind Angaben zur Validität dieser Methode noch rar (Nassis et al., 2010, S. 2696).



## 2.3 Ermittlung körperlicher Aktivität

Für die Ermittlung körperlicher Aktivitäten stehen zahlreiche Methoden zur Verfügung. Vielfach werden über die Ermittlung des Energieverbrauchs Rückschlüsse auf das Aktivitätsverhalten gezogen. In den letzten Jahren haben sich jedoch Verfahren etabliert, die das Bewegungsverhalten nicht primär über den Energieverbrauch erklären, sondern dieses direkt über die Erfassung von Bewegungen messen. Um Ursache und Wirkung nicht zu vermischen, machen Beneke und Leithäuser (2008, S. 216-217) in diesem Kontext darauf aufmerksam, dass die Begriffe Körperliche Aktivität und Energieverbrauch stets differenziert zu betrachten sind. Zudem existieren kombinierte Verfahren, die einzelne Methoden zur Ermittlung körperlicher Aktivität verbinden. Daher werden anschließend die gängigsten Methoden zur Berechnung des Energieverbrauches bzw. zur Messung körperlicher Aktivität separat erläutert und die Möglichkeiten einer sinnvollen Kombination vorgestellt.

### Methoden zur Ermittlung des Energieverbrauchs

Corder, Brage, Wareham und Ekelund (2005, S. 1761) betonen, dass eine exakte Berechnung des Energieverbrauches von Kindern eine große Herausforderung darstellt. Eine Messung des Energieverbrauchs setzt voraus, dass körperliche Aktivitäten so exakt wie möglich erfasst werden. Müller et. al (2010, S.11) verweisen darauf, dass es derzeit keine Methode gibt, „die präzise alle Formen der Alltagsaktivitäten erfassen kann“. Die Anzahl an möglichen Methoden zur Messung des Energieverbrauchs ist groß.

#### Direkte Beobachtung

Eine Möglichkeit den Energieverbrauch abzuschätzen ist die direkte Beobachtung. Diese kann durch physische Präsenz eines Beobachters, aber auch durch Videoüberwachung (Busser et. al, 1998, S. 1520) erfolgen. Es gibt zahlreiche Konzepte der direkten Beobachtung, welche „sich bezüglich der Dauer von Beobachtungsintervallen, der gesamten Beobachtungsdauer, des Differenzierungsgrads der KA [Anm. Körperliche Aktivität], des Anwendungsgebietes und des Evaluationsgrads“ (Benke & Leithäuser, 2008, S. 217) unterscheiden.

#### *Doubly Labeled Water-Methode*

Eine exakte Berechnung des Energieverbrauchs lässt sich mit der Doubly Labelled Water (DLW) Methode durchführen. Diese wird als Gold-Standard-Methode zur Berechnung

des gesamten Energieverbrauchs über einen bestimmten Zeitraum herangezogen. Bei der DLW-Methode wird eine vorher festgelegte Menge Wasser getrunken. Dieses Wasser ist mit den Isotopen Deuterium und schwerem Sauerstoff angereichert. Deuterium wird vom Körper wieder als Wasser ausgeschieden, der schwere Sauerstoff hingegen wird als Wasser und auch als Kohlendioxid ausgeschieden. Der daraus resultierende Unterschied aus den Eliminierungsraten des Wassers ermöglicht einen Rückschluss auf die verbrauchte Menge an Kohlendioxid. Der erhaltene Wert lässt dann eine Berechnung des Energieverbrauchs über den Zeitraum der Messung zu (Beneke & Leithäuser, 2008, S. 217; Montgomery et al., 2004, S. 592; Müller, Winter & Rosenbaum, 2010, S. 12–13).

#### Indirekte Kalorimetrie

Eine weitere Methode zur Berechnung des Energieverbrauchs ist die indirekte Kalorimetrie. Dabei wird der Energieverbrauch eines Probanden anhand der  $VO_2$  und der Abgabe von Kohlendioxid eingeschätzt (Beneke & Leithäuser, 2008, S. 217; Müller et al., 2010, S. 13). Die Messungen können sowohl im Labor, als auch in Feldtests durchgeführt werden. Im Labor wird die Spirometrie zur Messung der Atemgase herangezogen, bei den Feldtests kommen tragbare Gesichtsmasken oder Mundstücke zum Einsatz (Beneke & Leithäuser, 2008, S. 217; Müller et al., 2010, S. 13). Wie die DLW-Methode gilt auch die indirekte Kalorimetrie als genaue Methode zur Bestimmung des Energieverbrauchs.

#### Herzfrequenzmessung

Die Herzfrequenzmessung stellt eine weitere Möglichkeit zur Ermittlung des Energieverbrauchs dar. Zwischen Herzfrequenz und  $VO_2$  besteht „über einen weiten Intensitätsbereich“ (Beneke & Leithäuser, 2008, S. 217) ein linearer Zusammenhang. Daher kann die Herzfrequenz zur Bestimmung des Energieverbrauchs herangezogen werden (Beneke & Leithäuser, 2008, S. 217, Treuth, Adolph & Butte, 1998, S. 12). Die Funktionsweise von Herzfrequenzgurten unterscheidet sich von Modell zu Modell. In der Regel tragen die Probanden über einen bestimmten Zeitraum einen Herzfrequenzgurt am Brustkorb und einen Monitor am Arm (Spurr et al., 1988, S. 553). Neuere Modelle benötigen keinen Monitor, sondern speichern die ermittelten Daten in einem im Herzfrequenzmessgerät integrierten Chip (Wyss & Mäder, 2011, S. 495) Diese Methode ist nicht invasiv und vergleichsweise kostengünstig. Außerdem ist diese Technik sehr einfach anwendbar und daher eine gute Alternative zu genaueren, aber teureren Methoden zur Messung des Energieverbrauchs (Treuth et al., 1998, S. 12). Die Probanden werden in ihren alltäglichen Handlungen nicht beeinträchtigt (Spurr et al., 1988, S. 553). Herzfrequenzmonito-

ring ermöglicht Messungen über längere Zeiträume (Müller et al., 2010, S. 14) und liefert dadurch Informationen wie lange sich ein Proband in welchem Aktivitätsniveau befindet. Dies ist insbesondere bei Populationen mit einem variationsreichen Aktivitätsprofil vorteilhaft (Corder et al., 2008, S. 982). Um die großen interindividuellen Unterschiede der Herzfrequenz zu berücksichtigen, ist es notwendig, den individuellen Zusammenhang zwischen Herzfrequenz und Energieverbrauch vorab zu bestimmen. Dieser Umstand kann bei Studien mit vielen Probanden einen sehr zeitaufwendigen Faktor darstellen (Corder et al., 2008, S. 981-982). Problematisch ist die Berechnung des Energieverbrauchs anhand der Herzfrequenz bei niedrigen Intensitäten. Hier ist die Korrelation zwischen Herzfrequenz und  $VO_2$  nicht stark ausgeprägt und folglich eine Berechnung des Energieverbrauchs entsprechend schwierig (Corder et al., 2008, S. 981; Müller et al., 2010, S. 14). Da das Herzfrequenzverhalten neben dem Aktivitätsniveau auch von anderen Faktoren beeinflusst wird, kann eine Berechnung des Energieverbrauchs anhand der Herzfrequenz fehlerhaft sein. Stress, Koffeinkonsum, Medikamenteneinnahme, Angstsituationen oder andere psychologische und umweltbedingten Situationen können eine erhöhte Herzfrequenz bewirken ohne dass dabei Energie verbraucht wird (Corder et al., 2008, S. 980; Corder et al., 2005, S. 1761; Müller et al., 2010, S. 14, 2010, S. 14). Weitere Nachteile können lückenhafte Aufzeichnungen der Herzfrequenz bei niedrigen Intensitäten und in seltenen Fällen eine Hautunverträglichkeit des Brustgurtes sein (Corder et al., 2008, S. 980).

### Selbstbeurteilungsverfahren

Neben den bereits erwähnten Methoden existieren auch Selbstbeurteilungsverfahren zur Abschätzung des Energieverbrauchs. Dazu zählt man Fragebogenerhebungen, Sport- bzw. Aktivitätstagebücher, Interviews (Beneke & Leithäuser, 2008, S. 218; Müller et al., 2010, S. 13) und Proxy-Reports (Beneke & Leithäuser, 2008, S. 218). Selbstbeurteilungsverfahren sind mit geringen Kosten verbunden und daher für Untersuchungen mit großen Stichproben sehr gut geeignet. Körperliche Aktivitäten sind außerdem qualitativ gut erfassbar (Müller et al., 2010, S. 13). „Ein grundsätzliches Problem dieser [...] subjektiven Verfahren ist, dass sie verlangen, KA, die über längere Zeiträume stattfand, retrospektiv bezüglich Art, Dauer, Häufigkeit, und Intensität hinreichend korrekt zu beschreiben“ (Beneke & Leithäuser, 2008, S. 218). Subjektive Methoden scheinen an ihre Grenzen zu stoßen, wenn sie bei Kindern angewendet werden. Da Kinder ein sehr spontanes Bewegungsverhalten aufweisen (Weineck, 2007, S. 169) und dieses nicht so gut reflektieren können, sind Messungen mit derartigen Verfahren in diesem Altersbereich ungenau (Corder et al., 2008, S. 978; Müller et al., 2010, S. 13).

## Methoden zur Ermittlung körperlicher Aktivität

Während die zuvor beschriebenen Methoden über die verbrauchte Energie bzw. über Selbstbeurteilungsverfahren Rückschlüsse auf das Aktivitätsverhalten ziehen, messen die folgenden Methoden die körperliche Aktivität an sich und leiten davon die verbrauchte Energie ab.

### Pedometrie

Pedometer variieren in ihrer Technologie (Pendelarm-/Magnettechnologie, Piezokristall), jedoch definieren sämtliche Sensoren die Alltagsaktivität über Schrittzahlen. Diese werden im Untersuchungszeitraum fortlaufend summiert, sodass das Bewegungspensum anhand der Gesamtschrittzahl beschrieben wird (Müller et al., 2010, S. 13). Ein Schritt wird nur dann als solcher gewertet, wenn ein bestimmter Schwellenwert überschritten wurde (Corder et al., 2008, S. 978). Der große Vorteil eines Pedometers liegt in den geringen Kosten. Außerdem sind Pedometer sehr klein und schränken Probanden nicht in ihren alltäglichen Aktivitäten ein. Da Pedometer in der Regel an der Hüfte platziert werden, ergibt sich aber das Problem, dass körperliche Aktivitäten ohne ausgeprägte Hüftbewegung (wie beispielsweise Radfahren, Schwimmen, Rudern, Krafttraining) nicht erfasst werden können (Hustyi, Normand, Larson & Thompson, 2011, S. 638). Ein weiterer oft genannter Nachteil dieser Methode ist die Problematik der Schrittlängen. Zum einen können damit Probanden unterschiedlicher Schrittlängen – also auch unterschiedliche Altersgruppen – nicht miteinander verglichen werden (Corder et al., 2008, S. 978), zum anderen stellt sich die Frage, welche Distanz mit einer bestimmten Anzahl an Schritten zurückgelegt wurde, um damit Aussagen über die Intensität der Bewegung machen zu können (Hustyi et al., 2011, S. 638). Die Genauigkeit von Pedometern wird auch vielfach kritisiert, da keine Informationen über Häufigkeit, Dauer und Intensität der körperlichen Aktivität bekannt sind. Lediglich ein Summenwert an Schrittzahlen kann damit ausgewertet werden (Corder et al., 2008, S. 978). „Am präzisesten sind die Angaben der Pedometer für Schrittzahlen, weniger präzise für die zurückgelegte Distanz und am ungenauesten für den Energieverbrauch“ (Müller et al., 2010, S. 13).

### Akzelerometrie

Eine weitere objektive Methode zur Berechnung des Energieverbrauchs ist die *Akzelerometrie*. Die Verwendung von Akzelerometern ist die am häufigsten gebrauchte Methode zur Erfassung körperlicher Aktivität aller Altersgruppen. Im Verhältnis zu anderen objektiven Messverfahren hat sich die Popularität der Akzelerometrie enorm gesteigert

(Corder et al., 2008, S. 980). In einem Review (Oliver, Schofield & Kolt, 2007, S. 1046) wurde gezeigt, dass 63% der eingesetzten Methoden zur Erfassung körperlicher Aktivität Akzelerometer waren. Akzelerometer sind Beschleunigungssensoren und werden von den Probanden in der Regel an der Hüfte getragen. Bewegungen werden in Form von Beschleunigungswerten vom Gerät registriert und in vorab definierten Zeitintervallen (=epoch length) abgespeichert. Als Ergebnis einer Aktivitätsmessung liefert ein Akzelerometer Daten in Form von Zahlen, den *activity counts*. Die entsprechende Anzahl an counts pro Zeiteinheit ergibt Informationen über Intensität und Dauer einer körperlichen Aktivität. Regressionsgleichungen ermöglichen die Umrechnung von counts in Angaben zum Energieverbrauch. Je nach Modell erfassen Akzelerometer Beschleunigungen in unterschiedlich vielen Ebenen (Beneke & Leithäuser, 2008, S. 218). Man unterscheidet folglich uni-, bi- und triaxiale Modelle voneinander (Corder et al., 2008, S. 982).

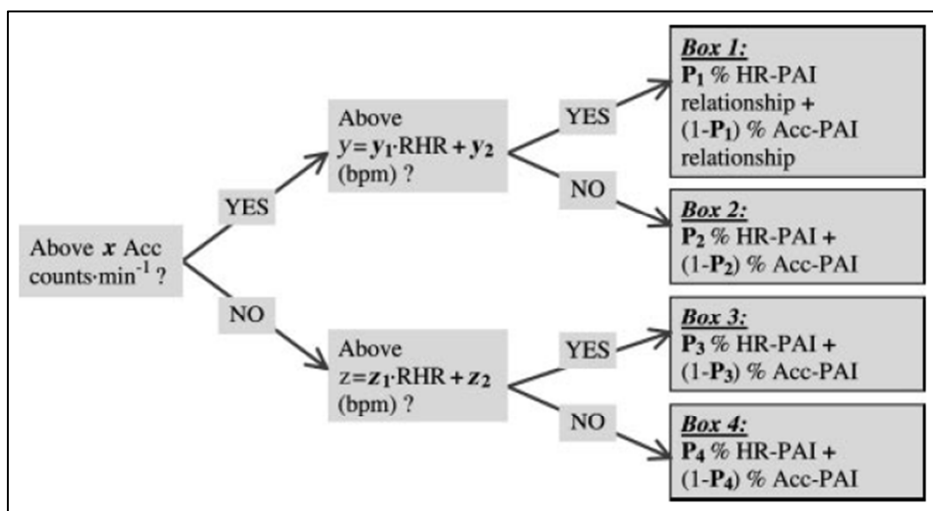
„Ein uniaxialer Akzelerometer (z.B. MTI Actigraph, Stepwatch 3) misst dabei die Beschleunigung ausschließlich in der vertikalen Ebene, während biaxiale (horizontal und vertikal, z.B. SWA Sensewear Armband) und triaxiale Akzelerometer (zusätzlich mediolateral, z.B. Tritrac R3D) zwei- bzw. dreidimensionale Bewegungen über Vektorgrößen erfassen können“ (Müller et al., 2010, S. 13).

Der große Vorteil beim Einsatz von Akzelerometern liegt in der Akzeptanz der Probanden. Die aktuellen Modelle sind sehr klein und die Beeinträchtigung im Alltag durch das Tragen dieser Geräte ist dementsprechend gering (Beneke & Leithäuser, 2008, S. 218). Weil die erhaltenen Daten vom Untersucher nicht zu beeinflussen sind, besitzt die Akzelerometrie hohe Objektivität (Colley, Gorber & Tremblay, 2010, S. 1). Beschleunigungssensoren wurden umfangreich validiert (Beneke & Leithäuser, 2008, S. 218). Ein wesentlicher Vorteil dieser Methode ist die Möglichkeit einer detaillierten Auswertung von körperlichen Aktivitäten. „Die Akzelerometrie ermöglicht sowohl eine objektive Erfassung des Energieverbrauchs als auch der Frequenz, Intensität und Dauer körperlicher Aktivitäten bei minimaler Einschränkung des Probanden im Alltag“ (Müller et al., 2010, S. 13). Ein zentraler Nachteil dieses Verfahrens ist jedoch, dass Akzelerometer statische Haltearbeiten, wie das Tragen einer Last bzw. Sportarten mit geringen Hüftbewegungen (beispielsweise Radfahren) nicht adäquat erfassen (Corder et al., 2005, S. 1761) und „als zu geringe KA“ (Beneke & Leithäuser, 2008, S. 218) einstuft. Die eingeschränkte Vergleichbarkeit der verschiedenen Modelle ist ein weiterer wesentlicher Nachteil. Die aus einer körperlichen Aktivität erhaltenen *activity counts*, stellen einen abstrakten Wert dar, der sich aus einem geräteinternen Algorithmus errechnet, welcher wiederum je nach Modell und Hersteller variiert (Müller et al., 2010, S. 13). *activity counts* werden anhand von Regressionsgleichungen in Energieverbrauch umgerechnet. Beneke merkt an, „dass es

keine fundierten Standards zur Signalverarbeitung gibt“ (Beneke & Leithäuser, 2008, S. 218). Darüber hinaus besteht die Schwierigkeit, dass die Schwellenwerte zur Bestimmung von Intensitätsbereichen nicht einheitlich sind (Corder et al., 2008, S. 980). Das Messergebnis wird außerdem von der Trageposition des Gerätes maßgeblich beeinflusst (Beneke & Leithäuser, 2008, S. 218). Vergleiche verschiedener Studien sind aus den genannten Gründen daher nur eingeschränkt möglich. Die Funktionsweise eines Akzelerometers wird in einer zusammenfassenden Darstellung in Anhang A verdeutlicht.

## Kombinationsmethode

Die exakte Erfassung körperlicher Aktivitäten ist ein Arbeitsfeld, das mit zunehmendem Interesse verfolgt wird (Crouter, Churilla & Bassett, 2006, S. 601). Es wurde gezeigt, dass die gleichzeitige Anwendung verschiedener Methoden genauere Ergebnisse erwarten lässt, als die Anwendung einer einzelnen Methode (Corder et al., 2005, S. 1761). Sensoren wie der Actiheart (CamNtech Ltd., Cambridge, UK) kombinieren Herzfrequenzmessung und Akzelerometrie in einem Gerät und wurden in verschiedenen Studien validiert (Brage, Brage, Franks, Ekelund & Wareham, 2005; Takken et al., 2010). Dieser Methode liegt eine unterschiedliche Gewichtung von Herzfrequenz- und Beschleunigungswerten zu Grunde. Abb. 3 zeigt beispielhaft das *branched equation model*.



**Abb. 3: Branched equation model zur gleichzeitigen Akzelerometer- und Herzfrequenzmessung (Brage, 2003, S. 346)**

Diese unterschiedliche Gewichtung ist eine Möglichkeit, die Limitierungen der jeweils anderen Methode zu reduzieren. Während hüftmontierte Akzelerometer körperliche Aktivitäten wie Radfahren oder Bergaufgehen unterbewerten, ist die Herzfrequenz bei die-

sen Tätigkeiten ein verlässlicherer Parameter (Corder et al., 2008, S. 982). Der wesentliche Vorteil dieser Methode ist daher die zuverlässige Berechnung des Energieverbrauchs bei Populationen mit einem variationsreichen Bewegungsprofil. Je nach Ausprägung der beiden Parameter werden in vier verschiedenen Gewichtungsklassen Herzfrequenz- und Beschleunigungswerte unterschiedlich stark gewertet. Das Modell basiert auf dem linearen Zusammenhang von Herzfrequenz und  $VO_2$  bei körperlichen Aktivitäten. Der Genauigkeit dieser Methode stehen sehr hohe Kosten gegenüber (Corder et al., 2008, S. 982), weshalb die Verbreitung dieses Verfahrens eingeschränkt ist.

Eine günstige Alternative ist der Einsatz desselben Prinzips mit zwei unabhängigen Geräten. Dabei kommt gleichzeitig ein Herzfrequenzsensor als auch ein Akzelerometer zum Einsatz. Die erhaltenen Daten werden dabei manuell synchronisiert und ausgewertet. Dieses Verfahren wurde gegen indirekte Kalorimetrie bereits erfolgreich validiert (Wyss & Mäder, 2011).

## **2.4 Begründung der Methodenwahl**

Das im Rahmen dieser Studie verwendete Verfahren basiert auf der ausführlichen Literaturrecherche über aktuelle Methoden zur Erfassung körperlicher Aktivität bzw. des Energieverbrauchs. Nachfolgend wird Auskunft gegeben, welche Methoden in dieser Untersuchung zum Einsatz gekommen sind und die Methodenwahl wird begründet. Vor Beginn der Studie musste einerseits entschieden werden, welcher Test zur Beurteilung der Ausdauerleistungsfähigkeit herangezogen werden würde, und andererseits ein geeignetes Verfahren zur Ermittlung körperlicher Aktivitäten gefunden werden.

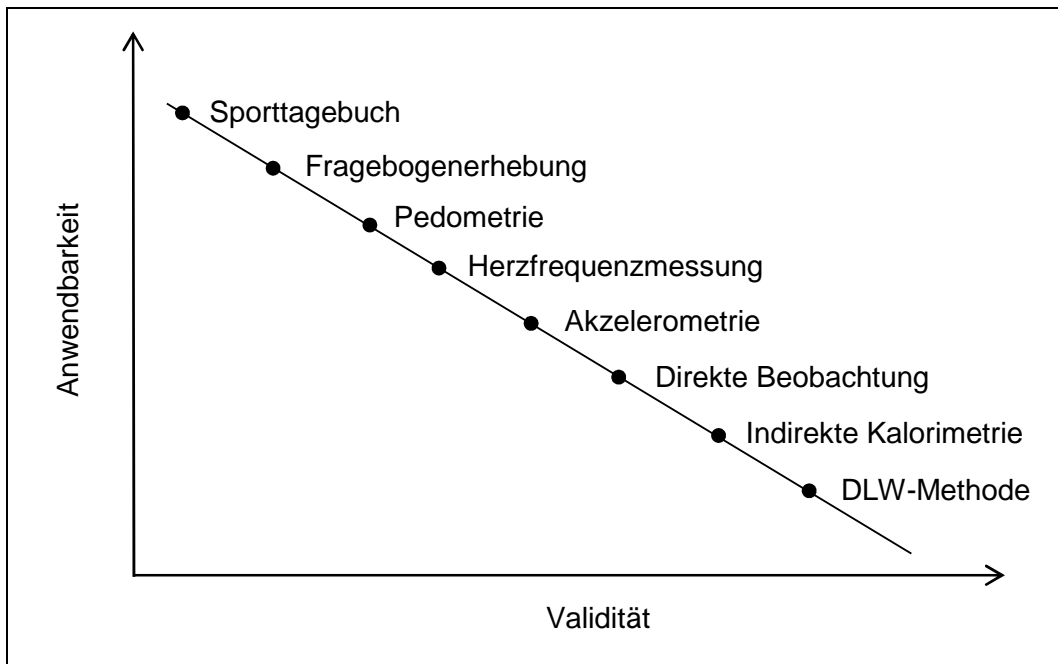
### **Methodenwahl zur Beurteilung der Ausdauerleistungsfähigkeit**

Wie in Kapitel 2.2 beschrieben wurde, gibt es eine Vielzahl an Methoden, die zur Beurteilung der Ausdauerleistungsfähigkeit herangezogen werden können. Die meisten dieser Verfahren haben den Nachteil, dass sie bei erstmaliger Durchführung keine verlässlichen Ergebnisse liefern. Die Probanden dieser Studie (siehe Kapitel 4.2) waren bereits vor Beginn der Untersuchung mit dem Prozedere des Shuttle Run vertraut. Dieses Verfahren weist eine hohe Übereinstimmung mit laborbasierten Untersuchungen zur Feststellung der  $VO_{2max}$  auf (Nassis et al., 2010, S. 2693). Die Auswahl des Shuttle Run als verwendeter Ausdauer-test im Rahmen dieser Studie war daher ein logischer Schritt.

## Methodenwahl zur Ermittlung körperlicher Aktivität

Wesentlich aufwendiger gestaltete sich die Methodenwahl zur Ermittlung der körperlichen Aktivitäten im Rahmen der vorliegenden Studie. Der hohe mit einer direkten Beobachtung verbundene Personalaufwand, sowie die ethisch bedenkliche, permanente Überwachung (Beneke & Leithäuser, 2008; Müller et al., 2010) der Studienteilnehmer, ließen den Einsatz dieser Methode zur Abschätzung des Energieverbrauchs ausschließen. Die DLW-Methode wiederum ist zwar die valideste Methode zur Berechnung des Energieverbrauchs (Müller et al., 2010, S. 11; Schoeller, 1999, S. 1765), doch lässt sie keine Rückschlüsse über Art, Intensität und Häufigkeit körperlicher Aktivitäten zu (Corder, Ekelund, Steele, Wareham & Brage, 2008, S. 984). Dadurch wäre auch eine Einteilung des Energieverbrauchs in Verein, Schule und Freizeit mit diesem Verfahren nicht möglich. Die äußerst hohen damit verbundenen Kosten sind ein weiterer Grund, der gegen eine Anwendung der DLW-Methode in der vorliegenden Studie spricht (Beneke & Leithäuser, 2008, S. 217; Corder et al., 2008, S. 984). Die Indirekte Kalorimetrie wurde ebenfalls nicht als geeignete Methode eingestuft, da sie das Tragen einer Gesichtsmaske erfordern würde. Obwohl als Alternative zu den Gesichtsmasken auch bereits portable Mundstücke zur Messung der Atemgase verfügbar sind, ist doch die Akzeptanz dieser Geräte insbesondere bei Kindern und Jugendlichen sehr gering. Ein Einsatz über mehrere Tage, wie er im Rahmen dieser Studie vorgesehen war, ist mit dieser Methode nicht möglich (Corder, Brage, Wareham & Ekelund, 2005, S. 1761; Müller et al., 2010, S. 13). Die Tatsache, dass Pedometer Probanden in ihren Alltagsaktivitäten nicht beeinträchtigen, spricht zwar für einen Einsatz dieser Geräte im Zuge der vorliegenden Studie, die Ungenauigkeit in der Berechnung des Energieverbrauchs lässt aber von deren Einsatz absehen. In der hier vorliegenden Studie scheint eine Verwendung von Herzfrequenzgurten, vor allem im Bereich des Vereins, ein geeignetes Verfahren zur Berechnung des Energieverbrauches zu sein. Trotz der erwähnten Nachteile erscheint die Anwendung von Akzelerometern bei Energieverbrauchsmessungen über einen längeren Zeitraum als guter Kompromiss zwischen Validität und Anwendbarkeit zu sein (siehe Abb. 4). Die Verwendung von Akzelerometern zur Erreichung des in dieser Studie angestrebten Forschungsvorhabens erscheint daher sinnvoll.





**Abb. 4: Anwendbarkeit und Validität von Methoden zur Erfassung körperlicher Aktivitäten (modifiziert nach Müller et al., 2010, S.11)**

Die isolierte Anwendung von subjektiven Methoden im Rahmen dieser Studie ist gerade aufgrund der Altersgruppe der Studienteilnehmer nicht erstrebenswert. Als Ergänzung zu den gewählten objektiven Messmethoden ist der Einsatz eines Sporttagebuches aber durchaus in Betracht zu ziehen. Bei einem Sport- oder Aktivitätstagebuch notieren Probanden ihre körperlichen Aktivitäten im Nachhinein. Diese Art der Dokumentation kann auf verschiedenste Arten und Weisen gestaltet und auch computerbasiert sein (Beneke & Leithäuser, 2008, S. 218). Ein Sport- oder Aktivitätstagebuch liefert neben Intensität, Häufigkeit und Dauer einer Aktivität auch die wichtige Information, um welche Art von körperlicher Aktivität es sich handelt (Corder et al., 2008, S. 977).

Aufgrund der linearen Beziehung von Herzfrequenz und der  $VO_2$ max bei körperlichen Tätigkeiten (Treuth et al., 1998, S. 12) ist die alleinige Herzfrequenzmessung im Fußball ein zuverlässiger Parameter. Folglich wäre die Anwendung eines kombinierten Verfahrens zur Messung des Energieverbrauchs im Fußball nicht notwendig. Diese Arbeit beschäftigt sich neben dem Energieverbrauch im Verein jedoch auch mit dem Aktivitätsverhalten in Schule und Freizeit. Aufgrund des vielfältigen Bewegungsverhalten von Adoleszenten (Oreskovic et al., 2012, S. 270) ist davon auszugehen, dass außerhalb des Vereins körperliche Aktivitäten ausgeführt werden, die eine Methode alleine nicht hinreichend genau erfassen kann. Daher erscheint die Anwendung einer Kombinationsmethode in der vorliegenden Studie als sinnvoll. Aus diesen Überlegungen heraus ergab

sich für die Ermittlung körperlicher Aktivitäten ein Kombinationsverfahren aus den drei Methoden Herzfrequenzmessung, Akzelerometrie und Sporttagebuch.

## 2.5 Ziel der Studie

Da das Aktivitätsverhalten von Elite-Nachwuchsfußballern außerhalb des Vereins weitgehend unbekannt ist, wird im Rahmen dieser Studie der Versuch unternommen, ein Bewegungsprofil des gesamten Kaders einer Nachwuchsmannschaft der höchsten Spielklasse zu erstellen. Dabei sollen neben den Vereinsaktivitäten auch körperliche Aktivitäten während der Freizeit, während Schulzeiten und speziell bei schulsportlichen Aktivitäten<sup>1</sup> erfasst und miteinander verglichen werden.

Des Weiteren soll im Zuge dieser Untersuchung festgestellt werden, ob sich dieses Aktivitätsverhalten auf die Ausdauerleistungsfähigkeit auswirkt.

Zudem ist es die Absicht dieser Studie zu prüfen, inwieweit das subjektive Belastungsempfinden körperlicher Aktivitäten mit objektiv gemessenen Parametern übereinstimmt.

Aus diesen Absichten wurden folgende konkrete Fragestellungen abgeleitet:

- Wie unterscheiden sich Vereinstraining und Schulsport hinsichtlich objektiv gemessener Parameter?
- Wie unterscheiden sich Vereinstraining und Schulsport hinsichtlich des subjektiven Belastungsempfindens?
- Gibt es im Vereinstraining und bei schulsportlichen Aktivitäten einen Zusammenhang zwischen objektiv gemessenen Parametern und dem subjektiven Belastungsempfinden?
- Wie unterscheiden sich Verein, Schule und Freizeit hinsichtlich objektiv gemessener Parameter?
- Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Ausdauerleistungsfähigkeit und den Parametern der Aktivitätsmessung?

Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird der Versuch unternommen, diese Fragen zu beantworten.

---

<sup>1</sup> Neben dem stundenplankonformen Unterrichtsfach Bewegung und Sport werden hierfür auch freiwillige schulsportliche Angebote wie die Fußball-Schülerliga hinzugerechnet. Bei der Verwendung des Begriffes Schulsport werden folglich sowohl schulsportliche Aktivitäten mit verpflichtender, als auch mit freiwilliger Teilnahme eingeschlossen.

## 3 METHODIK

Dieses Kapitel thematisiert die Durchführung einer empirischen Studie, die von der Ethikkommission der medizinischen Universität Wien bewilligt wurde. An dieser Untersuchung nahmen 15 Spieler der U14-Nachwuchsmannschaft (Saison 2011/12) des Fußballklubs SK Rapid Wien teil, der in kooperativer Weise an der Durchführung dieser Studie beteiligt war. Die Untersuchung basiert auf zwei wesentlichen Elementen: der Ermittlung der Ausdauerleistungsfähigkeit und einer einwöchigen Aktivitätsmessung.

Aufbauend auf den Fragestellungen und den Erkenntnissen aus der Einleitung wurde zunächst ein Studiendesign (Kapitel 3.1) entwickelt. Das anschließende Kapitel gibt detaillierte Auskunft über die Studienteilnehmer (Kapitel 3.2) und behandelt neben dem Rekrutierungsprozess der Probanden auch die Erläuterung der studienrelevanten Ein- und Ausschlusskriterien. Die Erhebung der Daten (Kapitel 3.3) gliedert sich in zwei unterschiedliche Bereiche. Zunächst wurden personenbezogene (persönliche und anthropometrische) Daten der Studienteilnehmer erhoben und anschließend die Ausdauerleistungsfähigkeit der Probanden ermittelt. Der zweite Untersuchungsbereich widmet sich der Messung der körperlichen Aktivitäten der Probanden. Letzterer ist gleichzeitig der zentrale und umfangreichste Teil dieser Studie. Im anschließenden Kapitel (Kapitel 3.4) wurden die gewonnenen Daten umfangreich analysiert und ausgewertet. Die Auswahl der verwendeten statistischen Methoden wird in Kapitel 3.5 beschrieben und schließt damit den Methodik-Teil dieser Arbeit ab.

### 3.1 Studiendesign

Zu Beginn der Studie wurden die anthropometrischen Kenngrößen der Probanden erhoben. Die Ermittlung des Gewichts erfolgte mit einer digitalen Waage (BWB-700, Tanita B.V., Amsterdam, Niederlande), die Bestimmung der Körpergröße mit einem portablen Stadiometer (ohne Modellbezeichnung, Seca GmbH & Co KG, Hamburg, Deutschland). Im Anschluss wurde die Ausdauerleistungsfähigkeit der Probanden anhand der Durchführung eines Shuttle Run gemessen.

Nach erfolgter Einschulung startete die Aktivitätsmessung, bei der die körperlichen Aktivitäten der U14-Mannschaft des SK Rapid Wien über einen Zeitraum von sieben aneinander folgenden Tagen erfasst wurden. Zu diesem Zweck trugen die Probanden im Studienzeitraum einen bi-axialen Akzelerometer (GT1M, Actigraph LLC, Fort Walton Beach, FL) sowie einen Herzfrequenzsensor (Suunto Smartbelt, Suunto, Vantaa, Finnland). Um Aufschlüsse über den Energieverbrauch zu erhalten, wurden die Werte der

beiden Geräte anschließend analysiert und ausgewertet.<sup>2</sup> Bei der Auswahl des genauen Zeitraums für die Messungen wurde beachtet, dass in der festgelegten Woche keine außergewöhnlichen Belastungen wie Schulsportwochen, Trainingslager oder ähnliches stattfanden (Wickel & Eisenmann, 2007, S.1494). Von den sieben Messtagen entfielen fünf auf Schultage sowie zwei auf schulfreie Wochenendtage. Darüber hinaus wurde die Woche der Messungen so gewählt, dass sie einer üblichen fußballerischen Ausbildungswoche entsprach (d.h. vier Trainingseinheiten, ein Match am Wochenende).

Während Wachzeiten wurden beide Geräte permanent getragen. Ausnahmen bildeten Aktivitäten, bei denen die Geräte beschädigt hätten werden können (zum Beispiel Schwimmen). Die Akzelerometer wurden an der rechten Seite der Hüfte fixiert (Crouter et al., 2006, S. 602), die Herzfrequenzsensoren mit einem elastischen Gurt am Brustkorb getragen (Wyss & Mäder, 2011, S. 495). Für eine strukturierte Auswertung erfolgte eine Einteilung der Aktivitätsmessung in die Bereiche Gesamt, Verein, Schule, Schulsport und Freizeit vorgenommen.

Um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, wurde von den Studienteilnehmern während des Testzeitraumes zusätzlich ein Sporttagebuch geführt. Die Probanden dokumentierten darin, wann welche Art von Bewegung durchgeführt wurde. Außerdem beurteilten sie darin ihr Belastungsempfinden nach den vorgegebenen Intensitätsstufen der *OMNI Scale* (Utter et al., 2002), wodurch Zusammenhänge zwischen subjektiven und objektiv messbaren Intensitäten ermittelt werden konnten.

---

<sup>2</sup> Aufgrund technischer Probleme bei der Erfassung der Herzfrequenz wurde bei der Berechnung des Energieverbrauchs ausschließlich auf die Daten der Akzelerometer zurückgegriffen (siehe S. 87). Die ursprünglich geplante Kombination von Herzfrequenz- und Akzelerometerdaten nach Vorbild des *branched equation model* nach Brage (2003) kam daher nicht zum Einsatz.



**Abb. 5: Zeitlicher Ablauf der Studiendurchführung.**

Um eine korrekte und zuverlässige Handhabung der technischen Geräte und dem Sporttagebuch zu gewährleisten, wurden die Studienteilnehmer vorab mit den einzelnen Verfahren vertraut gemacht und diese probeweise eingesetzt. In Abb. 5 ist der zeitliche Ablauf der Studie zusammenfassend dargestellt.

### 3.2 Studienteilnehmer

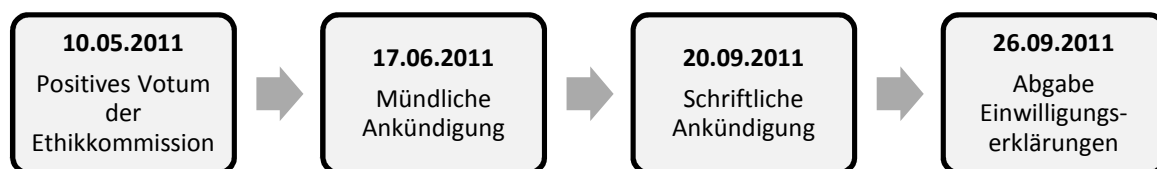
In diesem Kapitel wird der Prozessablauf zur Rekrutierung der Studienteilnehmer ausführlich beschrieben. Nach Vorliegen eines positiven Ethikkommissionsvotums erfolgte die Rekrutierung mittels mündlicher und schriftlicher Verständigung an Spieler und deren Eltern. Die Teilnahme an der Studie war freiwillig. Die Erziehungsberechtigten der Probanden mussten jedoch mit ihrer Unterschrift bestätigen, dass ihr Kind an der Studie teilnehmen darf. Zur korrekten Handhabung der eingesetzten Messmethoden erhielten die Probanden vor Beginn des Testzeitraumes eine Einschulung. Damit sollten Unklarheiten seitens der Teilnehmer beseitigt und die Qualität der Studie erhöht werden. Nachfolgend wird zunächst der Rekrutierungsprozess dargestellt, anschließend alle studienrelevanten Ein- und Ausschlusskriterien zur Teilnahme an der vorliegenden Studie erläutert.

#### Rekrutierung der Studienteilnehmer

Der Ethikkommission der medizinischen Universität Wien wurden ein schriftlicher Antrag, ein ausführliches Studienprotokoll, eine auf die Studienteilnehmer abgestimmte Probandeninformation, sowie eine Verpflichtungserklärung zur Einhaltung des Datenschutzes vorgelegt. Die Kommission stellte der vorliegenden Studie bei einer Sitzung am 10. Mai 2011 ein positives Votum aus (siehe Anhang B).

Als Studienteilnehmer wurde die Nachwuchsmannschaft mit dem Geburtsjahr 1998 gewählt. Diese Altersstufe war in der Saison 2011/12 die höchste der Nachwuchsakademie des SK Rapid Wien.<sup>3</sup> Dabei wurde davon ausgegangen, dass die Jugendlichen dieser Mannschaft über die nötige Reife verfügen, um mit den verwendeten Messgeräten verantwortungsvoll umzugehen.

Nachdem von der Ethikkommission ein positiver Bescheid zur Durchführung der Studie vorlag, erhielten die potentiellen Probanden erstmals Informationen über das Forschungsvorhaben. Im Zuge einer Trainingseinheit im Juni 2011 wurde den Spielern der beabsichtigte Studienablauf erklärt und die Verfahren in groben Zügen vorgestellt. Außerdem wurde auf eine schriftliche Ankündigung verwiesen, in welcher detaillierte Informationen zur Studie und dem geplanten inhaltlichen und zeitlichen Ablauf folgen würden. Für diese schriftliche Verständigung wurden die Jugendlichen um Bekanntgabe von Vor- und Nachname sowie ihrer Adresse gebeten. Abb. 6 zeigt den zeitlichen Ablauf des Rekrutierungsprozesses.



**Abb. 6: Zeitlicher Ablauf des Rekrutierungsprozesses**

Bei der Trainingseinheit am 20. September 2011 erhielten die Nachwuchsspieler des Geburtsjahrganges 1998 die bereits zuvor angekündigte schriftliche Verständigung. Jeder von ihnen bekam ein Briefkuvert, welches eine ausführliche Spielerinformation, ein Informationsblatt für die Eltern und eine Einwilligungserklärung zur Teilnahme an der Studie enthielt. Da die Einwilligungserklärung sowohl von einem Erziehungsberechtigten, als auch von den Probanden unterzeichnet werden musste, waren auch zwei individuelle Informationsschreiben gestaltet worden.

Im Informationsschreiben für die Spieler wurden diese direkt angesprochen und in leicht verständlicher Sprache über das Forschungsziel, über alle möglichen Belastungen sowie mögliche Unannehmlichkeiten informiert (siehe Anhang C). Die Mitteilung wurde inhaltlich dem Alter der Probanden entsprechend aufbereitet. Im Hinblick auf den Migrationshintergrund einzelner Spieler wurde auf die Verwendung von Fremdwörtern und Fach-

<sup>3</sup> Zum Zeitpunkt der Messung war eine strukturelle und räumliche Zweiteilung in Nachwuchsakademie und Akademie gegeben. Die Mannschaften der Nachwuchsakademie (U6-U14) trainierten im Hanappistadion (1140 Wien) die Teams der Akademie (U15-U18) im Bundessportzentrum Südstadt (2344 Maria Enzersdorf).

ausdrücken verzichtet. Die Informationen wurden in möglichst kurzen Sätzen verfasst. Als Gestaltungsgrundlage diente das Merkblatt zur sprachlichen Gestaltung der Ethikkommission der Medizinischen Universität Wien (Ethikkommission der Medizinischen Universität Wien, 2011). Am Beginn des Schreibens wurde betont, dass es sich bei dieser Untersuchung um eine wissenschaftliche Studie handelt und nicht um eine Leistungskontrolle von Seiten des Vereins. Die Spieler wurden auch darüber informiert, dass die Ergebnisse im Rahmen der vorliegenden Arbeit in anonymisierter Form veröffentlicht werden. Die Spielerinformation enthielt in groben Zügen eine Erklärung zu den einzelnen Verfahren zur Messung des Energieverbrauches sowie zur Handhabung der jeweiligen Geräte. Des Weiteren waren in diesem Schreiben die Gründe für die Auswahl dieses Geburtsjahrganges dargelegt und darauf hingewiesen, dass eine Teilnahme nicht verpflichtend und ein vorzeitiger Abbruch jederzeit möglich sei. Die Spieler wurden darüber hinaus über Vorteile einer Studienteilnahme und den zeitlichen und inhaltlichen Ablauf der Messungen informiert. Außerdem erfolgte die Bekanntgabe, dass der Umgang mit den einzelnen Messmethoden vor Beginn des Untersuchungszeitraumes geschult wird und anschließend ausprobiert werden kann. Abschließend wurde auf die Möglichkeit hingewiesen, dass sich die Spieler bei Fragen und Unklarheiten jederzeit mit dem Studienkoordinator in Verbindung setzen könnten. Das Informationsblatt wurde vom Nachwuchsleiter, dem Studienkoordinator und dem Trainerteam des ausgewählten Geburtsjahrganges unterschrieben. Die Erstellung dieses Schreibens basiert auf den Empfehlungen für Patienteninformationen für Minderjährige des Forums Österreichischer Ethikkommissionen (Ethikkommission der Medizinischen Universität Wien, 2002) und der Empfehlung der Ethikkommission der Medizinischen Universität Wien (Ethikkommission der Medizinischen Universität Wien, 2011).

Die Mitteilung an die Eltern der Probanden unterschied sich inhaltlich nicht von der Spielerinformation. Dieses Schreiben wurde jedoch kürzer und kompakter verfasst. Das an die Spielerelementen adressierte Informationsblatt musste notwendigerweise aufgrund der Minderjährigkeit der Probanden angefertigt werden. Es erklärte die Absicht sowie den geplanten inhaltlichen und zeitlichen Ablauf der Studie. Zudem wurden die Eltern darin auf die Möglichkeit aufmerksam gemacht, dass sie, mit dem Studienkoordinator persönlich in Verbindung treten können, um weitere Informationen zu erhalten und Unklarheiten zu beseitigen. So wie das Informationsschreiben an die Spieler, wurde auch jenes an die Eltern vom Nachwuchsleiter, dem Studienkoordinator, und dem U14-Trainerteam unterschrieben. Die Gestaltung der Elterninformation orientierte sich an den Empfehlungen und Richtlinien der Ethikkommission der Medizinischen Universität Wien (Ethikkommission der Medizinischen Universität Wien, 2011).

In der Einwilligungserklärung bestätigten die Probanden und deren Eltern, dass sie ausführlich und verständlich über mögliche Belastungen und Risiken, sowie über Wesen, Bedeutung und Tragweite der Studie aufgeklärt wurden. Darüber hinaus war damit bestätigt, dass das Informationsschreiben und die Einwilligungserklärung gelesen und verstanden wurden und zum Zeitpunkt der Unterschrift alle aufgetretenen Fragen verständlich beantwortet waren. Zusätzlich wurde mit der Unterschrift das Einverständnis zur Datenaufzeichnung – unter Berücksichtigung der Datenschutzbestimmungen – erklärt. Neben den Spielern und deren Eltern unterzeichnete auch der Studienleiter die Erklärung. Die Gestaltung der Einwilligungserklärung erfolgte unter Berücksichtigung der Empfehlungen und Richtlinien der Ethikkommission der Medizinischen Universität Wien (Ethikkommission der Medizinischen Universität Wien, 2011). Die Einwilligungen erhielt der Studienkoordinator bis zum 26. September 2011 ausgehändigt. Eine von Spieler, Eltern und Studienkoordinator unterschriebene Erklärung war Voraussetzung zur Teilnahme an der Studie.

## **Einschlusskriterien**

Die Probanden mussten zur Teilnahme an der Studie alle der folgenden Einschlusskriterien erfüllen:

- Nachwuchsspieler beim SK Rapid Wien
- Geburtsjahr 1998
- Zugehörigkeit zum Kader der U14-Mannschaft im Zeitraum der Messungen
- Einwilligungserklärung von Eltern und Spieler unterschrieben
- Teilnahme an der Einschulung
- Teilnahme an der anthropometrischen Untersuchung
- Teilnahme bei der Aktivitätsmessung
- Keine Beeinträchtigung der Aktivitätsmessung durch Verletzung oder Krankheit
- Keine außergewöhnlichen Belastungen (z.B. Schulsportwoche) während des Zeitraum der Aktivitätsmessung



## **Ausschlusskriterien**

Probanden, auf die eines der folgenden Ausschlusskriterien zutraf, waren von der Teilnahme an der Studie ausgeschlossen:

- Kein Nachwuchsspieler beim SK Rapid Wien
- Geburtsjahr nicht 1998
- Keine Zugehörigkeit zum Kader der U14-Mannschaft im Zeitraum der Messungen
- Einwilligungserklärung von Eltern und/oder Spieler nicht unterschrieben
- Keine Teilnahme an der Einschulung
- Keine Teilnahme an der anthropometrischen Untersuchung
- Keine Teilnahme bei der Aktivitätsmessung
- Beeinträchtigung der Aktivitätsmessung durch Verletzung oder Krankheit
- Außergewöhnliche Belastungen (z.B. Schulsportwoche) während dem Zeitraum der Aktivitätsmessung

## **3.3 Datenerfassung**

Die Erhebung der Daten erfolgte in drei Teilen: Zu Beginn wurden persönliche und anthropometrische Daten ermittelt, darauffolgend wurde die Ausdauerleistungsfähigkeit der Studienteilnehmer getestet und als dritter und umfangreichster Teil der Datenerfassung folgte die Aktivitätsmessung.

### **Ermittlung persönlicher und anthropometrischer Daten**

Zu Beginn der Studie war es notwendig die personenbezogenen Daten der Probanden zu erfassen. Die Erhebung dieser Daten erfolgte am 27. September 2011 in der Dreifach-Halle des Instituts für Sportwissenschaft in Wien. Zunächst wurden dabei studienrelevante persönliche Daten erfragt, danach erfolgten anthropometrische Messungen zur Bestimmung von Größe und Gewicht.

Die Ermittlung der persönlichen Daten der Studienteilnehmer geschah über das Eintragen in eine vorbereitete Liste. Dabei war die Erhebung folgender Informationen für den weiteren Studienablauf erforderlich:

- Vor- und Nachname: Vor und Nachname waren für die Zuteilung der technischen Geräte und für die Auswertung wesentlich.<sup>4</sup>
- Geburtsdatum: Das Geburtsdatum galt als Ein- bzw. Ausschlusskriterium zur Teilnahme an der Studie.
- Telefonnummer: Für die Einrichtung eines Erinnerungs-Service zum Tragen von Akzelerometer und Herzfrequenzgurt war die Bekanntgabe der Handynummer erforderlich.
- E-Mail-Adresse: Um aktuelle Informationen über den Studienverlauf an die Probanden senden zu können, wurde eine aktuelle E-Mail-Adresse abgefragt.
- Schule: Für die Beschreibung der Studienteilnehmer war die besuchte Schule eine wichtige Information.
- Stundenplan: Die Bekanntgabe des Schul-Stundenplans war zur Abgrenzung der Aktivitätszeiten in Schule und Freizeit nötig.
- Zeiten schulsportlicher Aktivitäten: Für die Auswertung des Bereichs Schulsport waren diese Zeiten eine unerlässliche Information.

Im Anschluss an die Ermittlung der persönlichen Daten erfolgten anthropometrische Messungen, welche für die Auswertung der Aktivitätsmessung einen wesentlichen Einfluss hatten.

Die Bestimmung der Körpergröße wurde mit einem portablen Stadiometer (siehe Abb. 7) mit einer Genauigkeit von  $\pm 1,0$  cm durchgeführt (Vaeyens et al., 2006, S. 929). Die Probanden waren bei der Messung der Körpergröße angehalten worden, aufrecht zu stehen. Ein beweglicher Vorbau am Stadiometer wurde am höchsten Punkt des Kopfes aufgelegt und die Körpergröße auf einer Skala abgelesen, das Ergebnis in eine vorgefertigte Liste eingetragen. Die Probanden trugen bei der Messung weder Schuhe noch Socken.

---

<sup>4</sup> Vor- und Nachname waren bereits bei der mündlichen Ankündigung (siehe Kapitel 3.2) erfragt worden.



**Abb. 7: Portabler Stadiometer zur Bestimmung der Körpergröße**



**Abb. 8: Digitale Waage zur Bestimmung des Körpergewichts**

Die Ermittlung des Gewichts erfolgte mit einer digitalen Waage mit Stativ (siehe Abb. 8) und einer Genauigkeit von  $\pm 0,1$  kg (Vaeyens et al., 2006, S. 929). Die Studienteilnehmer stellten sich dabei zentral auf die Standfläche der Waage und das am Display angezeigte Gewicht wurde von einem Untersucher in eine vorgefertigte Liste eingetragen. Bei der Messung trugen die Probanden leichte Sportkleidung (Socken, kurze Trainingshose, kurzes Trainings-T-Shirt), jedoch keine Schuhe.

## **Ermittlung der Ausdauerleistungsfähigkeit**

Die Ermittlung der Ausdauerleistungsfähigkeit erfolgte anhand eines 20-Meter-Shuttle-Runs. Dieser wurde unter Berücksichtigung der Richtlinien zur korrekten Durchführung eines Shuttle Run (Léger et al., 1988) abgehalten und fand am 27. September 2011 in der Dreifach-Halle des Instituts für Sportwissenschaft in Wien statt. 14 der 15 Probanden nahmen daran teil. Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten wurde der Test in zwei Blöcken zu jeweils sieben Personen abgehalten. Vor Beginn des Shuttle Run erhielt jeder Proband einen Herzfrequenzgurt (Comfort belt, Suunto, Vantaa, Finnland) und ein Herzfrequenz-Monitor<sup>5</sup> (t3c, Suunto, Vantaa, Finnland). Die Testteilnehmer wurden angehalten, ihre Herzfrequenzraten nach jedem abgeschlossenen Level einem zuvor zugeteilten Testassistenten bekanntzugeben. Dieser dokumentierte neben den Pulswerten auch die erreichte Anzahl an Shuttles und Levels von maximal 2 Probanden in einer Tabelle (siehe Anhang D).

Anhand zweier Markierungslinien am Hallenboden war eine 20-Meter-Strecke festgelegt.

<sup>5</sup> Die Herzfrequenzmonitore und die dazugehörigen Gurte wurden vom Österreichischen Institut für Sportmedizin zur Verfügung gestellt.

Die Probanden stellten sich gleichmäßig im Saal verteilt entlang derselben Markierungslinien auf und starteten den Test nach Ertönen eines akustischen Signals. Diese 20-Meter-Distanz galt es so oft wie möglich innerhalb einer vorgegebenen Zeitdauer zu absolvieren. Die Anfangsgeschwindigkeit betrug 8,5 km/h und wurde im Minutentakt, signalisiert durch einen akustischen Ton, um 0,5 km/h gesteigert. Zur Erleichterung der Wahl der Laufgeschwindigkeit wurde anfangs ein erfahrener erwachsener Tempomacher eingesetzt. Alle Signaltöne wurden über einen CD-Player sehr gut hörbar verbreitet. Sobald ein Spieler zweimal hintereinander die Markierungslinie nicht mehr erreichen konnte, galt der Test als beendet und die zuletzt erreichte Herzfrequenz wurde vom zugeteilten Testassistenten dokumentiert und als individuelle maximale Herzfrequenz bestimmt. Die Aufzeichnungen ließen außerdem Rückschlüsse über die zurückgelegte Distanz, die gelaufene Durchschnittsgeschwindigkeit und die  $VO_2\text{max}$  zu (Nassis et al., 2010).

Der 20-Meter-Shuttle-Run wurde im Zuge der Sportmotorischen Tests durchgeführt, welche von jeder Altersstufe des Rapid-Nachwuchses zweimal pro Jahr absolviert werden. Da die Probanden deshalb mit der Methode bereits bestens vertraut waren, konnte auf eine Einschulung verzichtet werden.

## **Ermittlung körperlicher Aktivitäten**

Die Aktivitätsmessungen stellten den umfangreichsten Teil dieser Untersuchung dar. Die angewandte Methode ergab sich aus der Kombination von drei verschiedenen Verfahren. Zur Bestimmung des Energieverbrauchs dienten ein Akzelerometer und ein Herzfrequenzmessgerät. Um die Ergebnisse besser zu interpretieren, wurde während der Messperiode ein Sporttagebuch geführt, in dem die Probanden die Art und Dauer sowie ihr subjektives Belastungsempfinden der einzelnen Tätigkeiten dokumentierten.

## Herzfrequenzmessung

Für die Aufzeichnung der Herzfrequenz wurden Herzfrequenzsensoren mit integrierter Speicherfunktion (Smartbelt, Suunto, Vantaa, Finnland) eingesetzt. Sämtliche Geräte stellte das Bundesamt für Sport in Magglingen (Schweiz) zur Verfügung.



**Abb. 9: Suunto Smartbelt (Suunto, 2012a)**



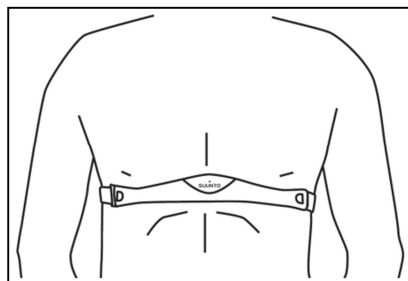
**Abb. 10: Suunto Docking Station (Suunto, 2012b)**

Im Gegensatz zu handelsüblichen Herzfrequenzmessgeräten benötigt der Smart Belt (siehe Abb. 9) keinen eigenen Monitor (=Pulsuhr), sondern speichert die gewonnenen Daten direkt in dem im Gurt integrierten Chip ab. Dies begünstigt den Einsatz in Sportarten wie Fußball, in denen das Tragen einer Uhr verboten oder unpraktisch ist. Außerdem ist dieses Produkt wasserdicht und daher auch für den Einsatz in Sportarten wie Schwimmen geeignet. Der integrierte Chip hat eine Speicherkapazität von ca. 1 Million Herzschlägen. Umgerechnet bedeutet dies bei einer angenommenen durchschnittlichen Herzfrequenz von 120 Schlägen pro Minute (bpm) eine mögliche reine Messdauer von 6,5 Tagen. Abzüglich der Schlafzeiten war damit eine durchgehende Messung während des Testzeitraumes nicht gefährdet. Der Smart Belt wird durch eine 3-Volt-Lithium-Batterie (Typ CR 2032) versorgt, welche eine durchgehende Messung von mehr als vier Wochen erlaubt (Wyss & Mäder, 2011, S. 495). Diese Messdauer liegt somit deutlich über der für die vorliegende Studie notwendigen Zeitspanne. Die Daten wurden nach Beendigung der Messung mittels der entsprechenden Ladestation (siehe Abb. 10) auf einen Computer übertragen und in der Folge mit der dazugehörigen Software Training Manager (Version 2.2.0, Suunto, Vantaa, Finnland) analysiert und bearbeitet.

Auch die Initialisierung der Geräte erfolgte mit dieser Software. Dabei erhielten alle Probanden jeweils ein eigenes Benutzerkonto und die folgenden Einstellungen an den Geräten wurden vorgenommen:

Datum und Uhrzeit-Einstellungen: Datum und Uhrzeit wurden mit den Computereinstellungen synchronisiert, damit die Messung simultan zur Akzelerometer-Uhrzeit durchgeführt werden konnte.

- Speicheroption: Die Optionen für das Speichern und Übertragen der Herzfrequenzdaten wurde so gewählt, dass die gemessenen Daten im Smart Belt abgespeichert wurden.
- Speicherwarnung: Als Prozentsatz des verbleibenden Speicherplatzes wurden 10% gewählt. Nach Erreichen dieses Prozentsatzes erfolgte eine Speicherwarnung.
- Töne-Einstellungen: Die Töne wurden deaktiviert, um keine Irritationen im Alltag der Probanden zu provozieren.
- Benutzername: Jeder Herzfrequenzgurt wurde einem bestimmten Probanden zugeordnet. Dazu wurde jedem Gerät ein Benutzername zugeteilt. Die Codierung am Herzfrequenzsensor lies Rückschlüsse auf den zugeteilten Probanden zu.
- Persönliche Daten: Hier wurden die anthropometrischen Daten der Probanden eingetragen.



**Abb. 11: Trageposition des Smartbelts (Suunto, 2006, S. 5)**

Die Herzfrequenzsensoren wurden straff, knapp unterhalb des Ansatzes der Brustmuskulatur getragen (siehe Abb. 11). Sobald die Geräte wie beschrieben angelegt waren, startete die Messung automatisch. Eine erfolgreiche Aktivierung zeigte sich durch ein grünes Blinklicht am Gurt.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> An dieser Stelle sei vorweggenommen, dass der Einsatz des Herzfrequenzgurtes mit diversen Schwierigkeiten verbunden war. Die daraus resultierende geringe Datenlage hatte zur Folge, dass der Parameter Herzfrequenz nicht für die Berechnung des Energieverbrauchs herangezogen wurde. In Kapitel 5.1 wird zu dieser Problemstellung noch ausführlicher Stellung genommen.

### Akzelerometer-Messungen

Die im Rahmen dieser Studie verwendeten Akzelerometer stellte das Österreichische Institut für Sportmedizin in Wien zur Verfügung. Dabei kamen biaxiale Akzelerometer der Firma Actigraph (Modell GT1M) zum Einsatz. Diese Geräte sind kompakt, klein (3,8 cm x 3,7 cm x 1,8 cm) und leicht (27g) (Martínez-Gómez, Welk, Calle, Marcos & Veiga, 2009, S. 229).



**Abb. 12: GT1M-Akzelerometer  
(Actigraph, 2012)**

Der GT1M-Akzelerometer (siehe Abb. 12) kann Beschleunigungen in vertikaler und/oder horizontaler Ebene registrieren und wurde entwickelt, um körperliche Aktivitäten zu erfassen und den damit verbundenen Energieverbrauch zu bestimmen. In Zeitabständen von 10 Sekunden (nachfolgend als *epoch length* bezeichnet) sammeln und speichern sich die erhobenen Daten gerätintern. Bei einer Frequenz von 30 Hertz ergab sich damit alle 10 Sekunden ein Summenwert aus 300 (30x10) Samples je Achse.

Die Speicherkapazität dieses Akzelerometers erlaubte bei den gewählten Einstellungen (*epoch length* 10 Sekunden, zwei Achsen und Schrittzahlmesser aktiviert) eine Messdauer von fast 19 Tagen (siehe Anhang E). Die Batterien sämtlicher Akzelerometer wurden im Zuge des Initialisierungsprozesses vor der Ausgabe an die Probanden aufgeladen. Bei voller Ladung erreicht dieser Akzelerometer eine elektrische Spannung von 4,2 Volt, was einer Batterielaufzeit von ca. 17 Tagen entspricht (siehe Anhang E).

Bei der zuvor erwähnten Initialisierung fand die dazugehörige Software Acti-Life (Version 5.5.0, Actigraph LCC, Fort Walton Beach, FL) Anwendung. Folgende Einstellungen wurden dabei vorgenommen:

- Datum und Uhrzeit-Einstellungen: Die Geräte-Uhrzeit wurde mit jener am Computer synchronisiert.
- *Epoch Length*: Die *Epoch Length* von 10 Sekunden wurde gewählt, um eine nachträgliche Synchronisierung mit den Herzfrequenzdaten zu ermöglichen<sup>7</sup>.
- Probandeninformationen: Um die erhaltenen Daten der richtigen Person zuzuordnen zu können, wurden die Seriennummern der verwendeten Akzelerometer bestimmten Probanden zugeteilt. Zudem wurden Geschlecht, Körpergröße, Körpergewicht, Geburtsdatum, Rasse und Trageposition des Akzelerometers geräteintern abgespeichert.
- Bestimmung Messzeitraum: Datum und Uhrzeit von Beginn (Mittwoch, 19. Oktober 2011, 00:00 Uhr) und Ende der Messung (Dienstag, 25. Oktober 2011, 23:59 Uhr) wurden festgelegt. Die Geräte sammelten die Daten ausschließlich in diesem Zeitraum.
- Auswahl der Achsen: Beide verfügbaren Achsen wurden zur Berechnung des Energieverbrauchs aktiviert. Beschleunigungen wurden folglich in vertikaler und horizontaler Achse erfasst.
- Schrittzähler: Für eine detaillierte Auswertung wurde auch der geräteinterne Schrittzähler aktiviert.
- Filterfunktion: Als Filterfunktion wurde eine übliche Frequenz (=30 Hertz) gewählt.
- Kontrollleuchte: Die integrierte Kontrollleuchte wurde aktiviert.<sup>8</sup>

Die Probanden trugen die Akzelerometer an der rechten Seite der Hüfte (Page, Cooper, Griew, Davis & Hillsdon, 2009, S. 3). Mit dem dazugehörigen elastischen Hüftgurt wurden die Akzelerometer einheitlich auf Höhe des Unterhosenbundes fixiert und zwischen Unterhose und Hose getragen. Beim Sport wurden die Geräte, bei direktem Hautkontakt und unveränderter Höhe, unter der Sporthose getragen. Die Position des Akzelerometer war dabei stets die rechte Hüftseite. Der Sensor war zudem immer eng am Körper zu tragen.

---

<sup>7</sup> Die Herzfrequenz-Messung erfolgte in 10-Sekunden-Abständen

<sup>8</sup> Während des gewählten Messzeitraumes leuchtet diese permanent um einen aktiven Status auszudrücken. Davor blinkt sie um zu signalisieren, dass man sich noch außerhalb dieses vorab definierten Messzeitraumes befindet. Beginnt die Kontrolllampe während des Messzeitraumes zu blinken, deutet dies entweder auf einen niedrigen Batteriestatus hin oder auf eine frühzeitig beendete Messung aufgrund eines erschöpften Speichers bzw. Batterie.



## Sporttagebuch

Um die Akzelerometer- und Herzfrequenzdaten besser interpretieren zu können, wurde mit dem Bildbearbeitungsprogramm Adobe Photoshop für Windows (Version CS5, Adobe Systems INC., San Jose, CA) ein Sporttagebuch entwickelt. Darin dokumentierten die Studienteilnehmer Art und Dauer ihrer täglichen bewegungsbezogenen Aktivitäten, sowie das jeweilige subjektive Belastungsempfinden.

Diese Tagebücher wurden im Scheckkartenformat (Höhe 85mm, Breite 55mm) gestaltet, sodass sie einfach in der Geldtasche Platz fanden. Überdies wurden sie so entworfen, dass sie ausfaltbar (Höhe 85 mm, Breite 150 mm) waren und somit ausreichend Platz für die Dokumentation der nötigen Informationen boten. Jeder Proband erhielt – gesammelt in einem Scheckkartenetui – für jeden Tag des Testzeitraums ein eigenes Tagebuch.

Die Spieler wurden angehalten, das Sporttagebuch so aktuell wie möglich zu halten und keine körperliche Aktivität zu vergessen. Daher ergab sich die Empfehlung, das Exemplar des jeweiligen Messtages in der Geldtasche mitzuführen bzw. das Scheckkartenetui inklusive der Sporttagebücher stets griffbereit zu halten.



**Abb. 13: Außenseite des Sporttagebuches**



**Abb. 14: Innenseite des Sporttagebuches**

Die Außenseite des Tagebuches (siehe Abb. 13) gliedert sich in geöffnetem Format in drei Spalten: der *OMNI Scale*<sup>9</sup> zur Beurteilung des subjektiven Belastungsempfindens (linke Spalte), dem Vereinswappen (mittlere Spalte) und der Information über Wochentag und Name des Probanden, sowie ein Porträtfoto des Spielers<sup>10</sup>. In eingeklapptem Zustand (Scheckkartenformat) stellt die rechte Spalte die Vorderseite und die mittlere Spalte die Rückseite des Sporttagebuches dar.

<sup>9</sup> Die *Omni Scale* ist eine speziell für Kinder entwickelte Skala zur Beurteilung des subjektiven Belastungsempfindens (Utter, Robertson, Nieman & Kang, 2002)

<sup>10</sup> Als Porträtfotos wurden die aktuellen Spielerfotos der Saison 2011/12 der offiziellen Website des SK Rapid Wien herangezogen.

Die Innenseite (siehe Abb. 14) gliedert sich ebenfalls in drei Spalten. In der linken Spalte (Tätigkeit) wurde die Art der durchgeführten Aktivität notiert. Die Spieler erhielten vor der Ausgabe noch die Anweisung, sämtliche körperliche Belastungen während eines Tages darin zu dokumentieren. In der mittleren Spalte wurde das gefühlte Ausmaß der Belastung notiert und so das subjektive Belastungsempfinden der jeweiligen Tätigkeit erfasst. Um den Grad der Erschöpfung gut abschätzen zu können, konnten die Probanden durch das Einklappen der rechten Spalte anhand der grafisch dargestellten *OMNI Scale* (siehe Abb. 13) das subjektive Belastungsempfinden einstufen. In der rechten Spalte wurde dokumentiert, in welchem Zeitraum die jeweilige Tätigkeit ausgeführt wurde. Dazu sollten die Spieler, sofern in Erinnerung, die Uhrzeit notieren oder, falls der genaue Zeitraum der Belastung nicht mehr in Erinnerung war, zwei Striche auf einer vorgezeichneten Zeitlinie ziehen, um den Zeitraum der körperlichen Aktivität festzuhalten. Die Sporttagebücher der absolvierten Messtage wurden vom Projektkoordinator im Zuge der Trainingseinheiten eingesammelt.

## **Ablauf der Aktivitätsmessung**

Am 14. Oktober 2011 fand im Rahmen einer Trainingseinheit eine Einschulung über den genauen Ablauf der Aktivitätsmessung statt. Zunächst wurde den Spielern Absicht und Ablauf der Studie nochmals erklärt, danach der ordnungsgemäße Umgang mit den einzelnen Messmethoden erläutert. Anschließend fixierten die Spieler Akzelerometer und Herzfrequenzgurt wie zuvor beschrieben und absolvierten probeweise damit das im Anschluss stattfindende Training. Im Zuge des Probetragens wurden die eingesetzten technischen Geräte hinsichtlich Funktionstüchtigkeit und Akzeptanz der Probanden analysiert und die daraus gewonnenen Erkenntnisse für die endgültigen Messungen berücksichtigt.

Am 17. Oktober 2011, zwei Tage vor Testbeginn, wurden die Messgeräte an die Probanden ausgehändigt. Zunächst erhielten sie eine detaillierte Erklärung über den genauen zeitlichen und inhaltlichen Ablauf der Aktivitätsmessungen. Danach bekam jeder der Studienteilnehmer eine Plastikbox, welche jeweils einen Akzelerometer, einen Herzfrequenzsensor, sieben Sporttagebücher (gesammelt in einem Scheckkartenetui) und einen Merkzettel mit wichtigen Anmerkungen beinhaltete.

Um Verwechslungen zu vermeiden, wurden sowohl die Boxen als auch die Sporttagebücher namentlich beschriftet bzw. die technischen Geräte codiert und einem bestimmten Probanden zugeordnet.

Abb. 15 zeigt den zeitlichen Ablauf der Aktivitätsmessungen. Diese starteten am Mittwoch, den 19. Oktober um 00:00 Uhr und endeten am Dienstag, den 25. Oktober 2011 um 23:59 Uhr. Der Testzeitraum betrug damit genau eine Woche. Die Trainingstage fanden am Mittwoch, Freitag, Montag und Dienstag statt, am Samstag wurde ein Match gespielt. Somit waren innerhalb des Testzeitraumes alle Wochentage vertreten, davon vier Trainingstage, ein Spieltag, ein trainingsfreier Wochentag und ein trainingsfreier Wochenendtag (siehe Abb. 15). Diese Aufteilung entspricht einer üblichen Trainingswoche.



**Abb. 15: Zeitlicher Ablauf der Aktivitätsmessung**

Akzelerometer und Herzfrequenzgurt blieben täglich während Wachzeiten am Körper befestigt und wurden nur bei Aktivitäten abgenommen, welche die Funktionstüchtigkeit der Geräte beeinträchtigen könnten.

Der Studienkoordinator betreute während des Messzeitraumes die Probanden, um einen reibungslosen Ablauf der Aktivitätsmessung zu gewährleisten. Diese Unterstützung umfasste ein SMS-Erinnerungsservice, sowie die Beratung der Probanden bei Unklarheiten. Die tägliche Kurzmitteilung erinnerte die Studienteilnehmer wochentags gegen 07:00 Uhr, am Wochenende gegen 08:00 Uhr, Akzelerometer und Herzfrequenzgurt zu fixieren und das Sporttagebuch mitzunehmen und aktuell zu halten.

Während des Messzeitraumes war der Studienkoordinator bei allen Trainingseinheiten und dem Match vor Ort und konnte so die Probanden bei Problemen mit den technischen Geräten und bei Unklarheiten unterstützen. Um Verwechslungen der Geräte beim Verein (insbesondere nach dem Duschen) zu vermeiden, wurde an der Kabinentür eine Spielerliste mit der Gerätezuweisung angebracht.

### 3.4 Analyse und Auswertung der Daten

Die Datenanalyse erfolgte in mehreren Schritten. Zunächst wurden die persönlichen und anthropometrischen Daten, anschließend die Daten der Ausdauerleistung analysiert. Danach wurde die Datenlage der Aktivitätsmessung analysiert. Dabei wurden zunächst die Daten der Herzfrequenzmessung analysiert. Darauf folgte als umfangreichster Schritt der Datenanalyse die Auswertung der Akzelerometer-Messung. Abschließender Schritt war die Analyse der Angaben in den Sporttagebüchern.

#### Analyse und Auswertung anthropometrischer Daten

Aus dem Geburtsdatum wurde das Alter auf eine Dezimalstelle genau berechnet. Als Berechnungstag wurde dabei der 11. Oktober 2011 gewählt. Dieser Tag entspricht dem Mittelpunkt zwischen dem Tag des Ausdauertests und dem Datum der Beendigung der Aktivitätsmessung (Malina, Ribeiro, Aroso & Cumming, 2007, S. 290). Außerdem wurde vom Geburtsdatum der Monat der Geburt in numerischer Form abgeleitet und zusätzlich im Sinn des *Relative Age Effects* analysiert (Mujika et al., 2009).

Die Analyse der anthropometrischen Daten wurde mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Excel für Windows (Microsoft Excel 2010, Microsoft Corporation, Redmond, WA), durchgeführt. Körpergewicht und Körpergröße wurden jeweils in einer Spalte eingetragen und zeilenweise den Probanden zugeordnet zeilenweise den Probanden zugeordnet. Aus diesen beiden Parametern errechnete sich der Body-Mass-Index (BMI)

Die Formel zur Berechnung des BMI lautet (Kromeyer-Hauschild, Wabitsch, Kunze, Geller, Geiß & Hesse, 2001, S. 807):

$$BMI = \frac{\text{Körpergewicht [kg]}}{\text{Körpergröße [m]}^2}$$

Diese Formel wurde in Excel definiert und nach Eingabe von Körpergewicht und Körpergröße automatisch in einer Spalte berechnet.

## Analyse und Auswertung des Shuttle Run

Auch die Analyse der Ausdauer-test-Ergebnisse erfolgte mittels Microsoft Excel. Die beim Shuttle Run auf der vorgefertigten Auswertungstabelle (siehe Anhang D) vorgenommenen Angaben dienten als Grundlage für die Dateneingabe.

Beim Shuttle Run wurden die Anzahl der zurückgelegten Levels und Shuttles sowie die zuletzt erreichte Herzfrequenz dokumentiert. Aus diesen Werten wurden darüber hinaus folgende Parameter berechnet: zurückgelegte Distanz [m], die durchschnittliche Endgeschwindigkeit [km/h], die maximale Herzfrequenz [bpm] und die  $VO_2max$ .

Die zurückgelegte Distanz berechnete sich aus folgender Formel:

|                         |           |                              |
|-------------------------|-----------|------------------------------|
| $s = 20 \times \sum SH$ | s         | zurückgelegte Distanz [m]    |
|                         | $\sum SH$ | Anzahl absolvierter Shuttles |

Da sich die Länge eines Shuttles mit 20 Metern bemisst, ergibt sich die zurückgelegte Distanz aus dem Produkt aus 20 Metern multipliziert mit der gesamt erreichten Anzahl an Shuttles ( $\sum SH$ ).

Die durchschnittliche Endgeschwindigkeit ist ein weiterer berechneter Parameter. Dieser Geschwindigkeitswert ergibt sich aus folgender Formel (Hackl, 2012):

|   |                  |  |
|---|------------------|--|
| $v_{End} = v_{Level} + \left( \frac{v_{Stufenhöhe}}{SH_{max}} \times \sum SH \right)$ | $v_{End}$        | durchschnittliche Endgeschwindigkeit [km/h]                      |
|   | $v_{Level}$      | Laufgeschwindigkeit im zuletzt erreichten Level [km/h]           |
|   | $v_{Stufenhöhe}$ | Geschwindigkeitssteigerung pro Level [km/h]                      |
|   | $SH_{max}$       | Anzahl maximal erreichbarer Shuttles im zuletzt gelaufenen Level |
|   | $\sum SH$        | Gesamtanzahl absolvierter Shuttles                               |

Die Stufenhöhe des in dieser Studie durchgeführten Shuttle Run betrug 0,5 km/h. Die Stufenhöhe wurde dividiert durch die Anzahl an maximal möglichen Shuttles im zuletzt erreichten Level ( $SH_{max}$ ) und anschließend mit der Summe der absolvierten Shuttles des zuletzt erreichten Levels ( $\sum SH_{Level}$ ) multipliziert. Der erhaltene Geschwindigkeitswert

wurde mit der zuletzt erreichten Levelgeschwindigkeit ( $v_{Level}$ ) addiert und ergab so die durchschnittliche Endgeschwindigkeit<sup>11</sup>.

Als maximale Herzfrequenz wurde die höchste gemessene Herzfrequenz herangezogen. Diese wurde nach Beendigung eines jeden Levels sowie nach der Ausbelastung dokumentiert. Die Berechnung der  $VO_2\max$  ergab sich aus der Léger-Formel (Müller, Coulibaly, Fürst, Knopp, Hattendorf & Krauth, 2011 S. 5; Ruiz et al., 2008, S. 235; Ruiz et al., 2009, S. 900):

|  |   |
|--|---|
| <b><math>VO_2\max = 31,025 + (3,238 \times v_{Level}) - (3,248 \times A) + (0,1536 \times A \times v_{Level})</math></b> |   |
| $VO_2\max$   | maximale Sauerstoffaufnahme [ml/kg/min]                                   |
| $v_{Level}$  | zuletzt gelaufene Geschwindigkeit [km/h] auf zwei Dezimalstellen gerundet |
| A  | Alter [Jahre] auf eine Dezimalstelle gerundet                             |

Alle Werte wurden nach ihrer Berechnung zur statistischen Auswertung in das Statistik- und Analyseprogramm SPSS für Windows (Version 20.0, SPSS INC., Chicago, IL) exportiert.

## Analyse und Auswertung der Herzfrequenz-Daten

Die Analyse und Auswertung der Herzfrequenzdaten erfolgte mit der Software Training Manager (Version 2.2.0), die Übertragung der Daten von der Hardware auf die Software über die dazugehörige Ladestation (Abb. 10, S. 29). Anschließend wurden die Rohdaten der Herzfrequenz in das Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft Excel exportiert und analysiert.

An dieser Stelle sei erwähnt, dass aufgrund von technischen Defekten bei sieben Herzfrequenzgurten keine Daten ausgewertet werden konnten. Die verbliebenen Geräte wiesen teilweise große Zeitspannen ohne Datenerhebung auf. Aus diesem Grund konnte die Herzfrequenz nicht im Sinne des *branched equation model* (siehe S. 14) zur Berechnung des Energieverbrauchs miteinbezogen, sondern ausschließlich über die Akzelerometer-Daten berechnet werden. Wegen der geringen Datenlage wird an dieser Stelle von einer detaillierten Beschreibung der Herzfrequenz-Datenanalyse abgesehen.

<sup>11</sup> Die tatsächlich gelaufene Endgeschwindigkeit ist die Levelgeschwindigkeit des zuletzt erreichten Levels. Die durchschnittliche Endgeschwindigkeit ist lediglich ein berechneter Wert, der Vergleiche zwischen den Probanden ermöglicht.

## Analyse und Auswertung der Akzelerometer-Daten

Die Analyse der Aktivitätsmessung begann mit dem Download der Akzelerometer-Daten über die Software Acti-Life (Version 5.5.0, Actigraph LCC, Fort Walton Beach, FL). Diese erlaubt neben der Auswertung anderer Akzelerometer-Modelle der Firma Actigraph auch die Auswertung des in dieser Studie verwendeten Modells GT1M.

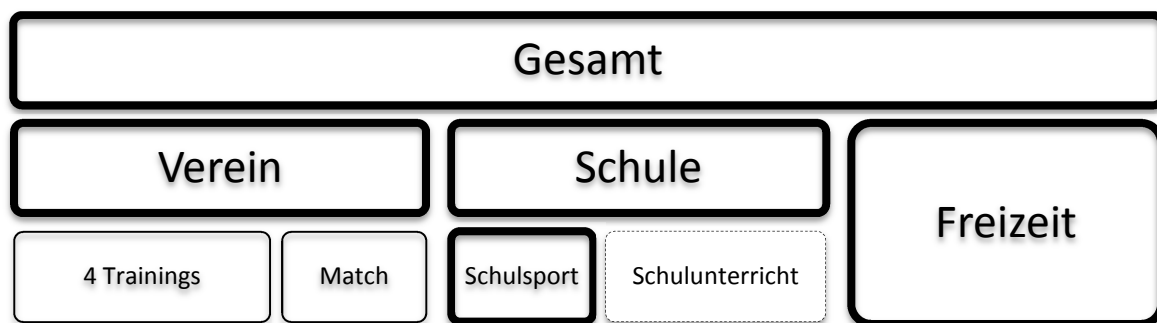
Über einen USB-Hub wurden die Daten von jeweils sechs Akzelerometern gleichzeitig heruntergeladen. Dabei wurde die Option gewählt, den bei der Initialisierung angegebenen Subjektnamen zur Geräteidentifikation zu verwenden. Ferner wurden die biometrischen Probandeninformationen (Name, Geschlecht, Größe, Gewicht, Geburtsdatum, Rasse) und die Trageposition des Akzelerometers aus der Initialisierung beim Download miteinbezogen.

Um einen Datenverlust zu vermeiden, wurden die Downloads anschließend sowohl auf einer lokalen als auch auf einer externen Festplatte im AGD-File-Format gespeichert. Dieses Format erlaubt einerseits eine kompakte Datenansicht durch das Öffnen des ActiLife AGD Viewer, andererseits eine nachträgliche Datenbearbeitung und -analyse mit der Software ActiLife 5. Dieses Programm bietet zur Datenanalyse in der Überblicksansicht vier verschiedene Basistools an (*Wear Time Validation*, *Data Scoring*, *Sleep Scoring* und *Graphing*). In der vorliegenden Studie wurden das *Graphing*-Tool, die *Wear Time Validation* und das *Data-Scoring* verwendet. In der Folge wird auf die einzelnen Analyseschritte näher eingegangen.

Um einen Gesamtüberblick über die Datenlage zu erhalten, wurde zunächst das *Graphing*-Tool verwendet und die Messergebnisse aller Probanden grafisch aufbereitet (siehe Anhang F). Dabei wurden beide Achsen der Aktivitätsmessung und die Schrittzahlen berücksichtigt. Zur einheitlichen Darstellung wurde bei jedem Probanden eine einheitliche Skala gewählt, um die einzelnen Tage untereinander vergleichen zu können. Nach Auswahl der Anzeigeoptionen wurde mit dem Adobe Reader 9 (Version 9.5.2, Adobe Systems INC., San Jose, CA) eine pdf-Datei erstellt und die Aktivitätsgraphen jedes Tages, wie in Anhang F dargestellt, gedruckt. Anhand dieser Ausdrücke konnte ein erster Gesamteindruck über die Datenlage gewonnen werden. In weiterer Folge dienten die Aktivitätsgraphen als Kontrollinstrument bei der Analyse der Rohdaten.

Nächster Schritt war die Ermittlung der Tragedauer der Akzelerometer anhand der *Wear Time Validation*-Funktion. Eine Stunde wurde als gültig erachtet, sofern mindestens 5% der Daten ungleich 0 waren.

Die dicken Rahmenlinien in der Bildakzentliste in Abb. 16 demonstrieren, dass die die Aktivitätsprofile in insgesamt fünf Bereiche gegliedert sind. Der Bereich Gesamt umfasst dabei alle Aktivitäten, ohne auf weitere Unterscheidungen einzugehen. Die gesamte Aktivitätsmessung wurde anschließend in die Bereiche Verein, Schule, Schulsport und Freizeit unterteilt. Im Bereich Verein wurden die vier Trainings und das Match differenziert ausgewertet, jedoch nicht als getrennter Untersuchungsbereich angesehen (dünne Rahmenlinien in Abb. 16). Im Bereich Schule wurden schulsportliche Aktivitäten separat ausgewertet und in der Folge auch als eigener Bereich definiert. Der Schulunterricht ohne schulsportliche Aktivitäten wurde in dieser Studie nicht isoliert betrachtet (unterbrochene Rahmenlinie in Abb. 16). Der Bereich Freizeit umfasst alle Aktivitäten außerhalb von Verein und Schule und wurde nicht weiter spezifiziert. Aus dieser Einteilung ergaben sich die fünf Untersuchungsbereiche Gesamt, Verein, Schule, Schulsport und Freizeit.



**Abb. 16: Einteilung der Aktivitäts-Daten in fünf Untersuchungsbereiche**

Die Aufteilung der Aktivitätsmessung in diese Bereiche setzte die Filterung der jeweiligen Zeiten voraus. Folglich wurden die gültigen Daten eines jeden Tages unterteilt in Gesamtzeit, Zeiten von Vereinstätigkeiten, Schulzeit, Zeiten schulsportlicher Aktivitäten und Freizeit.



Als tägliche Tragedauer wurden an Wochentagen 15 Stunden angestrebt (nachfolgend als Zieltragedauer bezeichnet). Dieser Wert ergibt sich aus 24 Stunden abzüglich 9 Stunden angenommener Schlafzeit (Meckel, Ismaeel & Eliakim, 2008, S. 553). An den beiden Wochenendtagen wurde aufgrund längerer Schlafzeiten 13 Stunden als Zieltragedauer definiert (Chung & Cheung, 2008, S. 185). Da nicht davon auszugehen ist, dass immer 100% der angestrebten Zielzeit erreicht werden können, mussten 75% der jeweiligen Zieltragedauer erreicht werden um als gültig gewertet zu werden. Tabelle 1 zeigt die tägliche Zieltragedauer in den fünf Bereichen.

**Tabelle 1: Tägliche Zieltragedauer der jeweiligen Bereiche in Minuten.**

|  | Mittwoch       | Donnerstag | Freitag             | Samstag | Sonntag | Montag          | Dienstag        |
|--|----------------|------------|---------------------|---------|---------|-----------------|-----------------|
| Ge-<br>samt  | 900            | 900        | 900                 | 780     | 780     | 900             | 900             |
| Verein   | 90             | -          | 100                 | 140     | -       | 105             | 100             |
| Schule   | a              | a          | a                   | -       | -       | a               | a               |
| Schul-<br>sport  | b              | b          | b                   | -       | -       | b               | b               |
| Freizeit   | 900-<br>(90+a) | 900-a      | 900-<br>(100+a<br>) | 640     | 780     | 900-<br>(105+a) | 900-<br>(100+a) |
| a. tägliche Schulzeitdauer; b. Dauer des täglichen Schulsports |                |            |                     |         |         |                 |                 |

Bei der Aktivitätsmessung im Bereich Gesamt wurde jeder Tag separat ausgewertet. Um in die Berechnung eines Tages aufgenommen zu werden, mussten mindestens 75% der täglichen Zielzeitdauer erreicht werden. Ferner wurde ein Summenwert über die ganze Woche hinweg berechnet. In der Wochen-Auswertung wurden ausschließlich die Daten von Probanden berücksichtigt, die an zumindest vier von fünf Wochentagen und mindestens einem Wochenendtag gültige Werte erzielt hatten. Um vergleichen zu können, wie sich die Akzelerometer-Kenngrößen an Tagen mit Training von jenen ohne Training unterscheiden, wurden an Trainingstagen Durchschnittswerte gebildet. Nur die Daten jener Probanden, die an allen vier Trainingstagen gültige Werte aufzeichneten, flossen in die Berechnung mit ein.

Bei der Aktivitätsmessung im Bereich des Vereins wurden jede der vier Trainingseinheiten sowie das Match separat ausgewertet. Für die Berechnung des Durchschnittswerts beim Training wurden nur Probanden in Betracht gezogen, die mindestens drei der vier Trainingseinheiten absolviert hatten. Bei der Berechnung der Durchschnittswerte des Vereins mussten die Studienteilnehmer zusätzlich das Match absolviert haben. Zieltra-

gedauer war bei den Trainingseinheiten die gesamte Trainingszeit am Spielfeld. Beim Match wurde als Startzeit der Beginn der Aufwärmphase und als Endzeit der Schlusspfiff des Schiedsrichters herangezogen. Gerundet auf 5 Minuten, notierte der Studienkoordinator die jeweiligen Zeiten. Vereinstätigkeiten waren nur unter der Voraussetzung gültig, dass das subjektive Belastungsempfinden im Sporttagebuch vermerkt war.

Zur Bestimmung der Zielzeitdauer im Bereich Schule wurden die individuellen Schulzeiten betrachtet. Die im Zuge der Ermittlung der persönlichen Daten erhobenen Stundenpläne dienten als Grundlage zur Berechnung der täglichen Schuldauer der einzelnen Probanden. In die Berechnung der wöchentlichen Schulzeit miteinbezogen wurden nur Daten jener Probanden, die an zumindest drei Schultagen gültige Werte aufweisen konnten, also mindestens an drei Schultagen 75% der Zieltragedauer erreichen konnten. Zusätzlich unterteilte sich der Bereich Schule dahingehend, ob es sich um einen Schultag mit oder ohne Schulsport handelte. Bei den Schultagen mit Schulsport mussten sowohl der gesamte Schultag als auch die schulsportliche Tätigkeit gültig sein. An Schultagen ohne Schulsport musste der ganze Schultag gültig sein.

Zur Auswertung der schulsportlichen Tätigkeiten sollten die Testpersonen auch die Zeiten des Unterrichtsfachs Bewegung und Sport bekanntgeben. Diese waren gleichbedeutend mit der Zieltragedauer beim Sportunterricht. Nur die Daten jener Spieler wurden analysiert, die laut Stundenplan auch schulsportliche Aktivitäten absolviert hatten und diese in ihrem Sporttagebuch inklusive dem subjektiven Belastungsempfinden vermerkt hatten. Als schulsportliche Tätigkeit wurde auch die Fußball-Schülerliga gezählt, wobei dafür die Aufzeichnungen im Sporttagebuch als Zeitangabe herangezogen wurden. Auch in diesem Bereich war wieder die Angabe des subjektiven Belastungsempfindens Voraussetzung für die Einbeziehung in die Auswertung.

Im Bereich Freizeit wurde die Zieltragedauer individuell für jeden Tag bestimmt. Als Basis dafür diente die gesamte Zieltragedauer eines Tages abzüglich der verbrachten Zeit in der Schule und der verbrachten Zeit beim Verein. Für die statistische Auswertung wurden bei Wochentagen mit Training nur die Daten jener Probanden verwendet, die zumindest an drei von vier Trainingstagen eine Zieltragedauer von mindestens 75% erreichen konnten. Zur Berechnung des Energieverbrauches in der Freizeit an Wochenendtagen musste sowohl am Samstag, als auch am Sonntag eine Mindesttragedauer von 75% erreicht werden. Für die Berechnung der gesamten Freizeit wurden nur Probanden gewertet, die mindestens 75% der gesamten wöchentlichen Tragedauer erreichen konnten.

Für jeden der genannten Bereiche wurden dieselben Parameter ausgewertet. Zur Aktivitätsmessung wurden die verbrachte Zeitdauer in den unterschiedlichen Intensitätslevels und die entsprechende prozentuale Verteilung ausgewertet. Die Einteilung der Intensität erfolgte in die vier verschiedenen Levels *sedentary*, *light*, *moderate* und *vigorous*. Die Abgrenzung der jeweiligen Levels erfolgte durch die Festlegung von Bereichen. Als *sedentary* galt ein Intensitätsniveau von 0-149 counts/epoch, als *light* von 149-499, als *moderate* von 500-3999 und über 4000 als *vigorous* (Troost, Loprinzi, Moore & Pfeiffer, 2011). Außerdem wurden die beiden höchsten Intensitätsbereiche im Level *moderate to vigorous physical activity* (MVPA) zusammengefasst (Sacheck, Nelson, Ficker, Kafka, Kuder & Economos, 2011, S. 285).

**Tabelle 2: Einteilung der Intensitätslevels**

| Intensitätslevel | <i>activity counts</i> |      |
|------------------|------------------------|------|
| Sedentary        | 0-                     | 149  |
| Light            | 150-                   | 499  |
| moderate         | 500-                   | 3999 |
| vigorous         | 4000-                  | ∞    |

Für die Ermittlung des Energieverbrauchs wurden in jedem Bereich die entsprechenden Werte summiert und davon der Energieverbrauch in  $\text{ackcal/h}^{12}$  berechnet. Bei den *activity counts* und der Anzahl der Schritte erfolgte die Angabe der Durchschnittswerte je *epoch*. Zur Beurteilung des subjektiven Belastungsempfindens wurden in den Bereichen Verein und Schulsport die jeweiligen Angaben laut Sporttagebuch als Parameter erfasst.

<sup>12</sup> Der berechnete Energieverbrauch berücksichtigt ausschließlich den aktivitätsbezogenen Energieverbrauch (ackcal). Der Ruheenergieverbrauch bleibt bei der Akzelerometer-Messung unberücksichtigt. In weiterer Folge ist unter der Verwendung des Begriffs Energieverbrauch stets der aktivitätsbezogene Energieverbrauch gemeint.

Zur Berechnung des Energieverbrauchs diente die *Freedson Combination*-Gleichung. Bei dieser kombinierten Gleichung kommen zwei verschiedene Formeln zur Anwendung (Trost, Way & Okely, 2006, 383-384):

|                            | counts      | Formel   |
|----------------------------|-------------|--|
| <i>Work Energy Theorem</i> | <1951       | $kcal = Counts \times 0,0000191 \times Gewicht [kg]$   |
| <i>Freedson Equation</i>   | $\geq 1951$ | $kcal = \frac{1}{6} \times (0,00094 \times Counts + (0,1346 \times Gewicht [kg] - 7,37418))$ |

Wurden innerhalb einer *epoch* weniger als 1951 counts verzeichnet, so galt die Gleichung *Work Energy Theorem*, lagen die *activity counts* über einem Wert von 1951 counts, fand die *Freedson Equation* zur Berechnung des Energieverbrauchs Anwendung. Die Analyse und Bearbeitung der Daten erfolgte mit Microsoft Excel. Nach vollständiger Berechnung sämtlicher Daten wurden diese zur weiteren statistischen Analyse in SPSS exportiert.

## Analyse und Auswertung der Sporttagebuch-Angaben

Im dritten Schritt bei der Analyse der Aktivitätsmessung kam es zur Zuordnung der handschriftlichen Angaben der Spieler zu den entsprechenden Akzelerometer-Daten. Die Analyse und Auswertung der Sporttagebücher erfolgte in den aktivitätsbezogenen Bereichen Verein und Schulsport. Neben den Parametern der Akzelerometer-Daten wurde in der erstellten Excel-Datei eine weitere Spalte mit dem subjektiven Belastungsempfinden hinzugefügt. Die handschriftlichen Angaben der Studienteilnehmer wurden dann in diese Spalte übertragen. Fehlende Angaben im Sporttagebuch bei Vereins- und schulsportlichen Aktivitäten bedeuteten, dass diese bei der Auswertung nicht berücksichtigt wurden.

### 3.5 Statistische Methoden

Nach erfolgter Analyse der Daten wurden diese zur statistischen Auswertung in SPSS, Version 20.0 exportiert. Aufgrund der geringen Anzahl an Probanden ( $n=16$ ) wurden ausschließlich nichtparametrische Tests verwendet. Das verwendete Alpha-Niveau bei der Signifikanzprüfung war 0,05. In vielen Berechnungen wurde das Alpha-Niveau durch die Bonferroni-Korrektur verändert. In diesem Fall wird auf das geänderte Signifikanzniveau jedoch hingewiesen.

Die statistische Auswertung der Kenngrößen der Studienteilnehmer erfolgte ausschließlich deskriptiv. Aus den jeweiligen Parametern ergaben sich die Mediane sowie Minimum und Maximum.

Bei der Auswertung der Ausdauerleistungsfähigkeit kamen dieselben statistischen Methoden zum Einsatz.

Bei der Aktivitätsmessung wurde jede der einzelnen Komponenten eingangs deskriptiv-statistisch ausgewertet. Dazu wurde in den fünf Aktivitätsbereichen (Gesamt, Verein, Schule, Schulsport, Freizeit) jeweils die Anzahl der Fälle, der Median sowie Minimum und Maximum ausgewertet, wobei zunächst jeweils die absoluten Werte herangezogen wurden und anschließend die entsprechenden relativen Werte. Bezogen auf den jeweiligen Bereich wurden diese deskriptivstatistischen Verfahren bei der Zeitdauer der Aktivität/des Bereichs, den Aktivitätslevels, dem Energieverbrauch, den *activity counts* beider Achsen, sowie der Anzahl an Schritten angewandt. In den Bereichen Verein und Schulsport wurde zusätzlich noch das subjektive Belastungsempfinden ausgewertet.

Im Bereich Gesamt wurden die relativen Kenngrößen eines durchschnittlichen Trainingstages mit den entsprechenden Werten am Donnerstag und am Sonntag verglichen, wodurch Unterschiede im Aktivitätsverhalten an Tagen mit Training und an Tagen ohne Training eruiert wurden. Zusätzlich wurden die beiden trainingsfreien Tage (Donnerstag und Sonntag) gegenübergestellt und auf Unterschiede hin geprüft. Dabei kam der Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben zum Einsatz. Durch die notwendige Bonferroni-Korrektur verringerte sich das Alpha-Level zur Feststellung signifikanter Unterschiede auf 0,017.

Im Bereich Verein wurden die relativen Werte der Akzelerometer-Kenngrößen sowie das subjektive Belastungsempfinden der Probanden in allen Trainingseinheiten auf Unterschiede hin geprüft. Dadurch konnte festgestellt werden, wie sich die Intensitäten der einzelnen Trainings voneinander unterscheiden und wie sich das subjektive Belastungsempfinden der Probanden dazu verhält. Als statistische Methode diente für diese Analy-

sen jeweils der Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben. Nach erfolgter Bonferroni-Korrektur ergab sich ein Alpha-Level von 0,008 zur Prüfung von Signifikanzen. Um einen Vergleich zwischen Match und Training zu ermöglichen, wurden außerdem die Akzelerometer-Kenngrößen und das subjektive Belastungsempfinden des Spieles mit den durchschnittlichen Werten aller Trainings verglichen. Hierfür galt wieder das Alpha-Niveau von 0,05 zur Feststellung signifikanter Unterschiede. Zur Feststellung eines möglichen Zusammenhangs zwischen den Akzelerometer-Kenngrößen und dem subjektiven Belastungsempfinden wurde die Spearman-Rangkorrelation angewandt.

Da im Bereich Schule aufgrund unterschiedlicher Schulsportzeiten Vergleiche der einzelnen Schultage nicht sinnvoll erscheinen, wurden nur Tage mit Schulsport mit Tagen ohne Schulsport verglichen. Dabei wurde wieder der Wilcoxon-Test für gepaarte Stichproben herangezogen.

Da innerhalb des Bereichs Schulsport Vergleiche nicht sinnvoll erscheinen, erfolgte wurde in diesem Bereich ausschließlich eine deskriptivstatistische Auswertung.

Für die Unterschiedsprüfung im Bereich Freizeit wurden die Parameter der Akzelerometer-Messung, sowie die tägliche Freizeitdauer an einem durchschnittlichen Schultag mit Training verglichen mit den Daten an Tagen ohne Vereinsaktivität (Donnerstag und Sonntag). Dabei kam wieder der Wilcoxon-Test zum Einsatz. Nach erfolgter Bonferroni-Korrektur ergab sich ein Alpha-Level von 0,017, welches es für die Bestimmung signifikanter Unterschiede zu erreichen galt.

Zur Überprüfung von Unterschieden der Akzelerometer-Kenngrößen zwischen Verein und Schulsport fand der Wilcoxon-Test Anwendung.

Um zu eruieren, wie sich die Akzelerometer-Kenngrößen zwischen Verein, Schule und Freizeit unterscheiden, wurde ebenso der Wilcoxon-Test gerechnet und die Bonferroni-Korrektur des Signifikanzniveaus durchgeführt. Das Alpha-Niveau zur Feststellung signifikanter Unterschiede veränderte sich damit auf 0,017.

In weiterer Folge wurde überprüft, ob es einen Zusammenhang zwischen der Ausdauerleistungsfähigkeit und den Akzelerometer-Kenngrößen gibt, wofür die Spearman-Rangkorrelation zur Berechnung herangezogen wurde.

## 4 ERGEBNISSE

In diesem Teil der Arbeit werden alle studienrelevanten Ergebnisse präsentiert. Zunächst wird eine Übersicht der Studienteilnehmer gegeben (Kapitel 4.1), danach werden die Kenndaten der Studienteilnehmer deskriptivstatistisch dargestellt (Kapitel 4.2). Anschließend folgt die Präsentation der Ergebnisse des Ausdauerleistungstests (Kapitel 4.3). Im Anschluss daran wird umfangreich über die Ergebnisse der Aktivitätsmessung berichtet (Kapitel 4.4).

### 4.1 Übersicht der Studienteilnehmer

An der Studie nahm die Nachwuchsmannschaft des Geburtsjahrgangs 1998 des SK Rapid Wien teil. Zum Zeitpunkt der Messung waren 23 Spieler im Kader dieser Altersstufe. Dies bedeutet gleichzeitig eine potentielle Anzahl von 23 Studienteilnehmern. Abb. 17 veranschaulicht den Entstehungsprozess der Probandenanzahl.

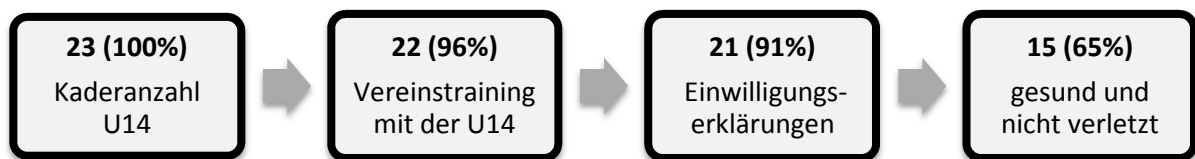
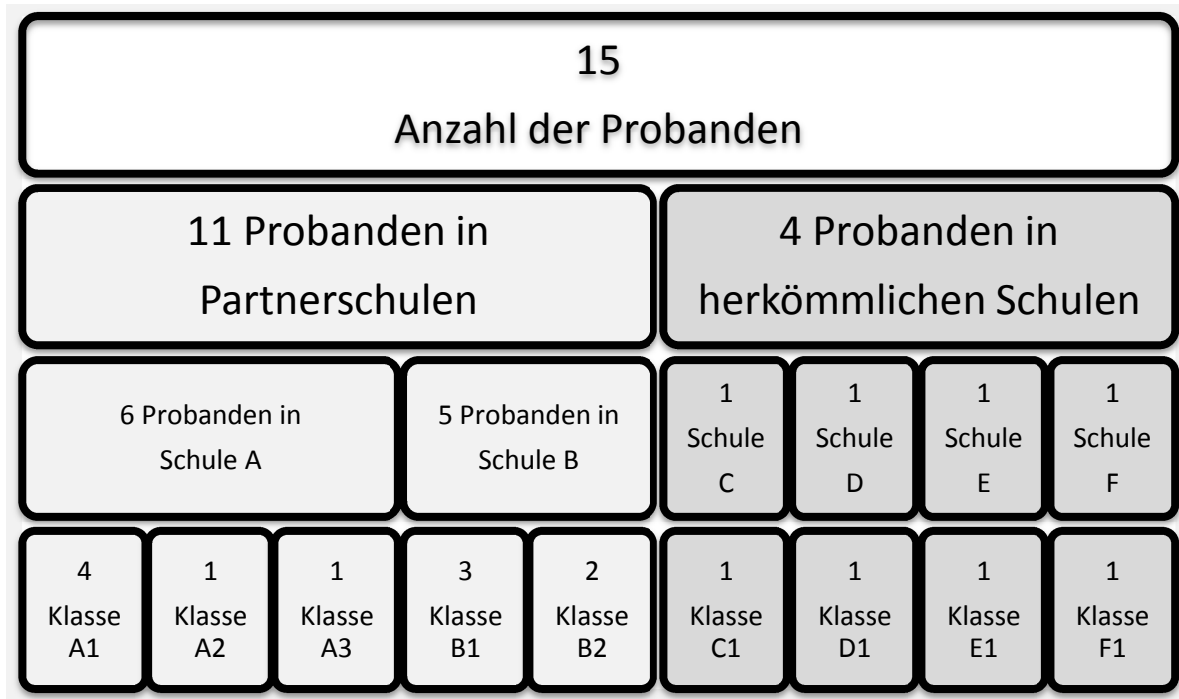


Abb. 17: Entstehung der Probandenanzahl

Ein Spieler des Geburtsjahrgangs 1998 absolvierte im Zeitraum der Messungen das Vereinstraining bei der U15-Mannschaft und wurde daher nicht für die Untersuchung berücksichtigt. Von den verbleibenden 22 potentiellen Teilnehmern retournierten 21 die unterschriebene Einwilligungserklärung. Sechs Spieler waren während des Messungszeitraums verletzt oder erkrankt und konnten daher nicht in die Studie miteinbezogen werden.

Die verbliebenen 15 potentiellen Kandidaten nahmen an der Einschulung, den anthropometrischen Untersuchungen und der Aktivitätsmessung teil. Damit ergab sich für die Studie eine Probandenanzahl von 15 männlichen Teilnehmern, was 65% aller potentiellen Studienteilnehmer entspricht.

11 der 15 Studienteilnehmer besuchten Partnerschulen des SK Rapid Wien, die restlichen 4 Probanden besuchten eine herkömmliche Schule. Insgesamt teilten sich die 15 Studienteilnehmer in sechs verschiedene Schulen und insgesamt neun verschiedene Klassen auf (siehe Abb. 18).



**Abb. 18: Einteilung der Probanden in Schulen und Klassen**

Aufgrund von Erkrankungen und Verletzungen von sechs Spielern ergab sich eine verhältnismäßig kleine Fallzahl bei Studienteilnehmern, die eine herkömmliche Schule besuchen. Von statistischen Unterschieds-Berechnungen der beiden Stichproben wurde daher abgesehen.



## 4.2 Kenngrößen der Studienteilnehmer

Das Alter der Studienteilnehmer liegt zwischen 13,1 und 13,7 Jahren. Der Median des Geburtsmonats liegt im Mai, und damit, wie aufgrund des *Relative Age Effects* (Helsen, van Winckel & Williams, 2005, S. 629) zu erwarten, in der ersten Jahreshälfte. Zum Stichtag der Altersberechnung (11. Oktober 2011) hatten bereits alle Studienteilnehmer ihren 13. Geburtstag erreicht. Der älteste Studienteilnehmer hatte im Februar Geburtstag, der jüngste im September.

**Tabelle 3: Mediane (Minimum-Maximum) der anthropometrischen Kenngrößen der Studienteilnehmer.**

| Kenngröße (n=15)                      | Median (Min-Max)    |
|---------------------------------------|---------------------|
| Alter [Jahre]                         | 13,4<br>(13,1-13,7) |
| Geburtsmonat                          | 5<br>(2-9)          |
| Größe [cm]                            | 163<br>(150-176)    |
| Gewicht [kg]                          | 47,4<br>(39,3-61,8) |
| BMI <sup>a</sup> [kg/m <sup>2</sup> ] | 18,4<br>(16,0-20,6) |
| a. Body Mass Index                    |                     |

Wie aus Tabelle 3 ersichtlich ist, liegt die Körperlänge der Probanden zwischen 150 und 176 cm, wobei der Median bei 163 cm liegt. Das Körpergewicht der teilnehmenden Nachwuchsspieler liegt zwischen 39,3 kg und 61,8 kg. Der Median des Körpergewichts liegt bei 47,4 kg.

### 4.3 Ausdauerleistungsfähigkeit

Dieses Kapitel stellt die Ergebnisse die aus dem Shuttle Run erzielten Parameter der Ausdauerleistungsfähigkeit dar. Ein Studienteilnehmer war zum Zeitpunkt des Tests verletzt und konnte daher den Shuttle Run nicht absolvieren<sup>13</sup>. Tabelle 4 zeigt die Mediane, Minimum und Maximum der gemessenen und der daraus berechneten Parameter.

**Tabelle 4: Mediane (Minimum-Maximum) der Ausdauerleistungs-Parameter.**

|  | <b>Kenngroße (n=14)</b>                      | <b>Ergebnis</b>     |
|--|--|---------------------|
| Gemessene Parameter  | Maximale Herzfrequenz [bpm]                  | 201<br>(192-217)    |
|  | Anzahl erreichter Levels                     | 11<br>(10-13)       |
|  | Anzahl erreichter Shuttles                   | 98<br>(84-120)      |
| Berechnete Parameter   | Zurückgelegte Distanz [m]                    | 1960<br>(1680-2400) |
|  | Ø Endgeschwindigkeit <sup>a</sup> [km/h]     | 13,2<br>(12,6-14,1) |
|  | VO <sub>2</sub> max <sup>b</sup> [ml/kg/min] | 58,9<br>(56,1-64,6) |
| a. berechnete Wert aus Laufgeschwindigkeit und absolvierter Anzahl an Shuttles im zuletzt erreichten Level; b. maximale Sauerstoffaufnahme |  |                     |

Der Median der maximalen Herzfrequenz liegt bei 201 bpm. Der Bereich liegt zwischen 192 bpm und 217 bpm. Der Median der erreichten Levels liegt bei 11. Fünf Probanden beendeten den Shuttle Run im Level 10, einer erreichte das Level 13. Der Median der erreichten Shuttles liegt bei 98. Der erste Studienteilnehmer beendete nach 84 gelaufenen Shuttles den Test. Jener Spieler, der Level 13 erreichte, schaffte insgesamt 120 Shuttles.

Aus diesen erhobenen Parametern wurden die zurückgelegte Distanz, die durchschnittliche Endgeschwindigkeit und die VO<sub>2</sub>max berechnet. Der Median der zurückgelegten Distanz liegt bei 1960 Meter. Der Proband, der als erster den Lauf beendete, legte insgesamt 1680 Meter zurück. Die größte zurückgelegte Distanz betrug 2400 Meter, die Laufgeschwindigkeit in Level 11 war 13,5 km/h. Der je nach Anzahl absolvierter Shuttles im letzten Level berechnete durchschnittliche Geschwindigkeitswert ergibt im Median 13,2 km/h. Das Minimum der im letzten Level berechneten Durchschnittsgeschwindigkeit liegt bei 12,6 km/h, das Maximum bei 14,1 km/h. Ein weiterer berechneter Parameter ist

<sup>13</sup> Im Gegensatz zur Teilnahme an der Aktivitätsmessung galt eine Teilnahme am Shuttle Run nicht als Kriterium zum Einschluss in die Studie.

die  $VO_2\text{max}$ . Der Median dieser Kenngröße beträgt 58,9 ml/kg/min. Der Bereich reicht von 56,1 ml/kg/min bis 64,6 ml/kg/min.

## 4.4 Aktivitätsmessungen

Die Ergebnisse der Aktivitätsmessungen stellen den zentralen Teil dieser Arbeit dar. In der Folge werden die deskriptiv- und inferenzstatistisch berechneten Resultate aus diesen Messungen präsentiert. Um sich einen Überblick verschaffen zu können, wird zu Beginn der jeweiligen Ergebnisdarstellung der bearbeitete Bereich hervorgehoben dargestellt (Abb. 19 - Abb. 25). Eingangs wird auf die Entstehung der Fallzahl und die Dauer der einzelnen Tätigkeiten eingegangen. Anschließend erfolgt stets die deskriptivstatistische Erläuterung der Ergebnisse. Dabei werden die absoluten Werte der Aktivitätsmessung in Tabellenform ausgelegt und beschrieben. Im Anschluss wird auf die Ergebnisse der inferenzstatistischen Auswertung der relativen Werte eingegangen, welche ebenfalls in tabellarischer Form abgebildet werden. Zusätzlich sind alle Ergebnisse der Aktivitätsmessung in chronologischer Abfolge in Anhang G ausgewiesen.

### Bereich Gesamt

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der gesamten Aktivitätsmessung dargestellt, ohne dabei auf Unterscheidungen zwischen Verein, Schule und Freizeit einzugehen (siehe Abb. 19). Dies folgt ausführlich in den darauffolgenden Kapiteln.



**Abb. 19: Ausgewerteter Bereich (Gesamt) der folgenden Ergebnisdarstellung**

Tabelle 5 zeigt die absoluten Zahlen der Aufenthaltsdauer in den einzelnen Aktivitätslevels. Die prozentuale Aufenthaltsdauer in den fünf Aktivitätsstufen wird in Tabelle 7 gezeigt. Die absoluten Werte des Energieverbrauchs, der *activity counts* und der Schrittzahlen finden sich in Tabelle 6. Die entsprechenden relativen Werte sind in Tabelle 8 wiederzufinden.

Die Zieltragedauer des Akzelerometers betrug an allen Schultagen 900 Minuten. An den beiden Wochenendtagen waren es 780 Minuten. In Summe ergab sich daraus für alle Studienteilnehmer eine wöchentliche Zieltragedauer von 6060 Minuten. Mediane, Minimum und Maximum sind daher im Bereich Gesamt stets ident ausgewiesen. Zwei Probanden bekamen den Akzelerometer erst am Mittwoch unmittelbar vor dem Training ausgehändigt, weshalb diese die Mindesttragedauer von 675 Minuten (=75% der Zieltragedauer) nicht erreichen konnten. Ein weiterer Proband trug seinen Akzelerometer nur phasenweise und konnte an diesem Tag ebenfalls die Mindesttragedauer nicht erreichen.

Am Donnerstag erreichten nur 10 von 15 Probanden die Mindesttragedauer von 75%. Der Donnerstag war der einzige Wochentag während des Messzeitraumes, an dem kein Training stattfand. Ein Spieler trug während des gesamten Tages seinen Akzelerometer nicht, vier weitere Spieler konnten die Mindesttragedauer an diesem Tag ebenfalls nicht erreichen.

Am Freitag lag die Anzahl der Probanden mit gültigen Werten bei 13. Ein Spieler trug seinen Akzelerometer den ganzen Tag nicht, ein anderer erreichte die Mindesttragedauer von 75% der Zieltragedauer nicht.

Am Samstag stand ein Match auf dem Programm. Zwar trugen alle Probanden während des Spiel ihren Akzelerometer, lediglich acht trugen ihn jedoch lange genug über den Tag verteilt, um in die Auswertung des Bereichs Gesamt einbezogen zu werden. Der Samstag ist gleichzeitig der einzige Tag mit einer Vereinstätigkeit, die nicht an einem Schultag liegt.

Der Sonntag war der einzige vereins- und schulfreie Tag während des Messzeitraumes. Nur 7 der 15 Probanden trugen den Akzelerometer lange genug, um die Mindesttragedauer an Wochenendtagen von 585 Minuten (= 75% der Zieltragedauer) zu erreichen. Sechs Probanden trugen an diesem Tag ihren Beschleunigungssensor gar nicht, zwei erreichten die Mindesttragedauer nicht.

Am Montag trug ein Proband seinen Akzelerometer gar nicht und zwei konnten die Mindesttragedauer nicht erreichen. Auch am Dienstag konnten zwei Spieler die 675 Minuten Zieltragedauer nicht erreichen und somit nicht gewertet werden. Zwei weitere Probanden trugen den Beschleunigungsmesser über den ganzen Tag hinweg nicht.

Das letzte Training während der Aktivitätsmessung fand am Dienstag, den 25. Oktober 2011 statt. Zwei Probanden trugen ihren Akzelerometer nicht, vier weitere Probanden nahmen aus unterschiedlichen Gründen nicht an diesem Training teil. Dadurch ergab sich die verhältnismäßig geringe Fallzahl von 9 Spielern für das Training am Dienstag.

**Tabelle 5: Mediane (Minimum-Maximum) der Zieltragedauer und der absoluten Aufenthaltsdauer in den Aktivitätslevels im Bereich Gesamt.**

|                               | Dauer <sup>a</sup><br>(min) | Aktivitätslevels (min)    |                        |                         |                        |                           |
|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|
|                               |                             | Sedentary                 | Light                  | Moderate                | Vigorous               | MVPA <sup>b</sup>         |
| Mittwoch<br>(n=12)            | 900<br>(900-900)            | 626,6<br>(544,7-722,2)    | 80,3<br>(69,2-93,2)    | 149,3<br>(125,2-170,7)  | 46,4<br>(36,5-77,5)    | 196,1<br>(170,2-217,7)    |
| Donnerstag<br>(n=10)          | 900<br>(900-900)            | 592,1<br>(463,5-778,3)    | 69,9<br>(48,3-88,7)    | 138,6<br>(93,3-220,5)   | 26,0<br>(4,3-68,5)     | 183,6<br>(97,7-280,0)     |
| Freitag<br>(n=13)             | 900<br>(900-900)            | 613,3<br>(440,0-789,5)    | 85,7<br>(49,0-112,5)   | 174,0<br>(116,3-246,5)  | 60,3<br>(34,3-89,7)    | 232,3<br>(162,5-313,3)    |
| Samstag<br>(n=8)              | 780<br>(780-780)            | 502,1<br>(408,8-583,2)    | 60,3<br>(38,3-83,7)    | 115,2<br>(99,5-188,5)   | 51,0<br>(32,0-78,7)    | 172,1<br>(139,5-233,2)    |
| Sonntag<br>(n=7)              | 780<br>(780-780)            | 538,0<br>(435,8-660,7)    | 58,2<br>(30,0-79,0)    | 84,8<br>(55,0-146,8)    | 5,7<br>(2,8-53,2)      | 88,0<br>(70,2-200,0)      |
| Montag<br>(n=12)              | 900<br>(900-900)            | 573,3<br>(520,0-670,7)    | 84,8<br>(47,5-104,3)   | 177,0<br>(116,3-244,8)  | 62,7<br>(42,8-75,8)    | 243,8<br>(159,2-302,3)    |
| Dienstag<br>(n=11)            | 900<br>(900-900)            | 596,2<br>(419,8-698,5)    | 69,2<br>(34,5-92,5)    | 170,7<br>(126,7-233,2)  | 63,8<br>(26,5-85,0)    | 231,5<br>(169,0-169,0)    |
| ∑ Woche <sup>c</sup><br>(n=8) | 6060<br>(6060-6060)         | 3588,8<br>(3221,3-4664,0) | 472,2<br>(423,7-534,5) | 971,7<br>(769,5-1055,8) | 305,2<br>(250,5-389,3) | 1325,7<br>(1020,0-1362,0) |

a. Zieltragedauer des Akzelerometers an den jeweiligen Wochentagen; b. *moderate to vigorous physical activity*  
c. Summe aller sieben Tage

Wie in Tabelle 5 ersichtlich, ist die Zeitdauer in den verbrachten Aktivitätsstufen im niedrigsten Level erwartungsgemäß am höchsten. Der Median der wöchentlichen Aufenthaltsdauer im Level *sedentary* liegt bei 3588,8 Minuten. Der Median der wöchentlichen Zeitdauer, die in einem der beiden höchsten Aktivitätslevels verbracht wurde, liegt bei 1325,7 Minuten. Auffallend ist, dass am Sonntag die Aufenthaltsdauer in den Levels *moderate* und *vigorous* deutlich unter den Werten der anderen Tage liegt. Dementsprechend niedrig ist folglich auch die verbrachte Zeitdauer im Level MVPA.

**Tabelle 6: Mediane (Minimum-Maximum) der absoluten Werte von Energieverbrauch, activity counts und Schrittzahlen im Bereich Gesamt.**

|  | <b>Dauer<sup>a</sup></b><br>(min) | <b>EV<sup>b</sup></b><br>(ackcal) | <b>Achse 1</b><br>(counts)          | <b>Achse 2</b><br>(counts)          | <b>Schritte</b><br>(steps)      |
|--|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| Mittwoch<br>(n=12)   | 900<br>(900-900)                  | 554<br>(433-661)                  | 569816<br>(531370-735829)           | 589400<br>(447934-705222)           | 15426<br>(12887-18619)          |
| Donnerstag<br>(n=10)   | 900<br>(900-900)                  | 490<br>(158-736)                  | 464010<br>(176161-803069)           | 434862<br>(303760-805938)           | 12966<br>(5978-23084)           |
| Freitag<br>(n=13)  | 900<br>(900-900)                  | 646<br>(416-1080)                 | 726834<br>(453381-975969)           | 710682<br>(508274-884656)           | 18785<br>(12515-24207)          |
| Samstag<br>(n=8)   | 780<br>(780-780)                  | 549<br>(356-695)                  | 607118<br>(388383-778695)           | 531595<br>(367977-715715)           | 14319<br>(10847-19210)          |
| Sonntag<br>(n=7)   | 780<br>(780-780)                  | 166<br>(136-433)                  | 184853<br>(135728-581772)           | 255415<br>(202149-658166)           | 5157<br>(3353-13902)            |
| Montag<br>(n=12)   | 900<br>(900-900)                  | 678<br>(432-983)                  | 731665<br>(491391-852248)           | 694937<br>(495178-850391)           | 18500<br>(13651-22804)          |
| Dienstag<br>(n=11)   | 900<br>(900-900)                  | 676<br>(451-874)                  | 755183<br>(407062-953362)           | 648569<br>(491417-844260)           | 18145<br>(11441-27540)          |
| <b>Σ Woche<sup>c</sup></b><br>(n=8)  | <b>6060</b><br>(6060-6060)        | <b>3540</b><br>(2858-4299)        | <b>3854724</b><br>(3084352-4429801) | <b>3873588</b><br>(3244460-4398079) | <b>102057</b><br>(76882-112087) |
| a. Zieltragedauer des Akzelerometers an den jeweiligen Wochentagen; b. Energieverbrauch;<br>c. Summe aller sieben Tage |                                   |                                   |                                     |                                     |                                 |

Tabelle 6 zeigt, dass der Median des wöchentlichen Energieverbrauchs der Probanden bei 3540 ackcal liegt. Der Median der zurückgelegten Schritte liegt bei 102057 Schritten. Auch bei den Akzelerometer-Kenngrößen unterscheiden sich die Werte vom Sonntag auffallend von denen aller anderen Tage. Der Median der zurückgelegten Schritte beträgt an diesem Tag 5157 Schritte. Verglichen dazu ist der Median der Schrittzahlen am Montag (18500 steps) fast um ein Vierfaches höher. Die *activity counts* beider Achsen zeigen am Sonntag die gleichen Ergebnisse.

**Tabelle 7: Mediane (Minimum-Maximum) der gesamten prozentualen Aufenthaltsdauer in den Aktivitätslevels**

|   | Dauer <sup>a</sup><br>(min) | Aktivitätslevels (%) |                                   |                     |                   |                     |
|---|-----------------------------|----------------------|-----------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
|   |                             | Sedentary            | Light                             | Moderate            | Vigorous          | MVPA <sup>b</sup>   |
| Mittwoch<br>(n=12)                      | 900<br>(900-900)            | 69,9<br>(64,8-73,3)  | 8,4<br>(7,7-10,2)                 | 15,4<br>(13,9-19,3) | 5,2<br>(3,8-8,6)  | 21,5<br>(18,6-25,4) |
| Freitag<br>(n=13)                       | 900<br>(900-900)            | 64,5<br>(54,9-73,1)  | 9,3<br>(6,3-10,7)                 | 19,2<br>(13,1-27,4) | 7,2<br>(4,1-11,5) | 25,4<br>(18,7-34,8) |
| Montag<br>(n=12)                        | 900<br>(900-900)            | 63,7<br>(57,8-73,2)  | 9,2<br>(5,7-12,4)                 | 18,6<br>(13,9-27,2) | 7,0<br>(5,1-8,4)  | 26,0<br>(19,0-33,6) |
| Dienstag<br>(n=11)                      | 900<br>(900-900)            | 66,8<br>(57,2-72,8)  | 8,2<br>(4,4-9,6)                  | 19,4<br>(14,1-25,9) | 7,1<br>(3,1-10,1) | 25,6<br>(17,6-34,5) |
| Ø Trainings-<br>tag <sup>c</sup> (n=10) | 900<br>(900-900)            | 66,7<br>(65,0-70,8)  | 8,8<br>(7,9-10,0)                 | 18,5<br>(15,8-20,0) | 6,3<br>(5,3-8,1)  | 24,7<br>(21,3-25,8) |
| Donnerstag<br>(n=10)                    | 900<br>(900-900)            | 68,0<br>(59,3-81,1)  | <b>8,3**</b><br><b>(5,8-12,3)</b> | 16,6<br>(11,1-24,5) | 3,1<br>(0,5-7,6)  | 22,6<br>(11,6-31,1) |
| Samstag<br>(n=8)                        | 780<br>(780-780)            | 67,9<br>(64,8-72,6)  | 7,7<br>(6,2-9,3)                  | 16,6<br>(14,3-20,9) | 7,7<br>(4,9-10,4) | 25,1<br>(21,1-26,7) |
| Sonntag<br>(n=7)                        | 780<br>(780-780)            | 78,3<br>(69,0-84,7)  | 7,5<br>(5,0-11,4)                 | 11,5<br>(7,1-16,3)  | 0,9<br>(0,4-5,9)  | 12,4<br>(9,7-22,2)  |
| Ø Woche <sup>d</sup><br>(n=8)           | 866<br>(866-866)            | 67,6<br>(65,0-73,3)  | 8,7<br>(7,4-10,5)                 | 17,5<br>(14,5-20,3) | 5,8<br>(4,8-7,3)  | 23,0<br>(19,2-26,0) |

a. Zieltragedauer des Akzelerometers an den jeweiligen Wochentagen; b. *moderate to vigorous physical activity*  
c. Durchschnitt aller vier Trainingstage; d. Durchschnitt aller sieben Tage  
\*\* signifikanter Unterschied zu einem durchschnittlichen Trainingstag ( $p < 0,01$ )

In Tabelle 7 sind die Ergebnisse der deskriptiv- und inferenzstatistischen Auswertung der prozentualen Aufenthaltsdauer in den einzelnen Aktivitätslevels dargestellt. Die Zieltragedauer von 900 Minuten an einem durchschnittlichen Trainingstag ergibt sich aus dem Durchschnitt aller Trainingstage, die Tragedauer eines durchschnittlichen Tages aus dem Durchschnitt aller sieben Wochentage. Am Donnerstag, dem einzigen trainingsfreien Schultag, unterscheidet sich nur das Aktivitätslevel *light* signifikant ( $p=0,005$ ) von einem durchschnittlichen Trainingstag. Im Vergleich zwischen Sonntag und einem trainingsfreien Tag konnten nach erfolgter Alphafehler-Kumulierung ( $p=0,017$ ) keine signifikanten Unterschiede ausgemacht werden. In den Aktivitätslevels *sedentary*, *moderate*, *vigorous* und *MVPA* liegt der p-Wert jeweils bei 0,043. Auch beim Vergleich der beiden trainingsfreien Tage (Donnerstag und Sonntag) konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

**Tabelle 8: Mediane (Minimum-Maximum) der relativen Werte von Energieverbrauch, *activity counts*, Schritte und subjektivem Belastungsempfinden der gesamten Woche**

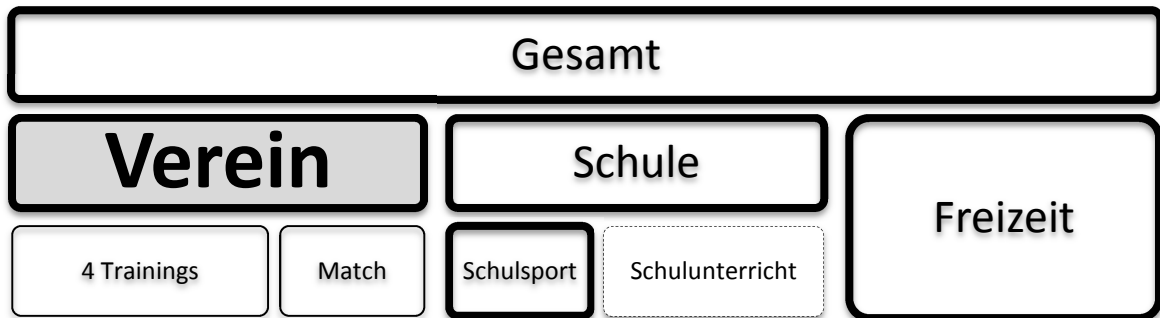
|  | Dauer <sup>a</sup><br>(min) | EV <sup>b</sup><br>(ackcal/h) | Achse 1<br>(counts/epoch) | Achse 2<br>(counts/epoch) | Schritte<br>(steps/epoch) |
|--|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Mittwoch<br>(n=12)   | 900<br>(900-900)            | 36<br>(25-47)                 | 104<br>(92-136)           | 109<br>(87-124)           | 2,9<br>(2,6-3,7)          |
| Freitag<br>(n=13)  | 900<br>(900-900)            | 40<br>(30-83)                 | 134<br>(90-209)           | 121<br>(101-178)          | 3,3<br>(2,5-4,8)          |
| Montag<br>(n=12)   | 900<br>(900-900)            | 43<br>(31-66)                 | 134<br>(98-158)           | 129<br>(98-148)           | 3,4<br>(2,7-4,2)          |
| Dienstag<br>(n=11)   | 900<br>(900-900)            | 51<br>(28-58)                 | 143<br>(71-188)           | 125<br>(99-156)           | 3,4<br>(2,0-5,1)          |
| Ø Trainings-<br>tag <sup>c</sup> (n=10)  | 900<br>(900-900)            | 43<br>(33-54)                 | 125<br>(110-145)          | 123<br>(101-132)          | 3,2<br>(2,9-3,6)          |
| Donnerstag<br>(n=10)   | 900<br>(900-900)            | 37<br>(11-49)                 | 97<br>(35-149)            | 92<br>(56-149)            | 2,7<br>(1,2-4,3)          |
| Samstag<br>(n=8)   | 780<br>(780-780)            | 46<br>(31-51)                 | 136<br>(98-164)           | 127<br>(93-143)           | 3,3<br>(2,7-3,8)          |
| Sonntag<br>(n=7)   | 780<br>(780-780)            | 17<br>(12-31)                 | 51<br>(31-108)            | 69<br>(43-122)            | 1,1<br>(0,7-2,6)          |
| Ø Woche <sup>d</sup><br>(n=8)  | 866<br>(866-866)            | 41<br>(31-44)                 | 116<br>(99-138)           | 122<br>(96-130)           | 3,0<br>(2,4-3,6)          |
| a. Zieltragedauer des Akzelerometers an den jeweiligen Wochentagen; b. Energieverbrauch<br>c. Durchschnitt aller vier Trainingstage; d. Durchschnitt aller sieben Tage |                             |                               |                           |                           |                           |

Tabelle 8 zeigt die Ergebnisse der deskriptiv- und inferenzstatistischen Auswertung der relativen Werte des Energieverbrauchs, der *activity counts* und der Anzahl an Schritten. Am Donnerstag, dem einzig trainingsfreien Wochentag, liegen die Mediane der relativen Werte von Energieverbrauch, *activity counts* und der Schrittzahlen jeweils unter den Medianen der Durchschnittswerte an Trainingstagen. Ein signifikanter Unterschied konnte jedoch nicht festgestellt werden. Beim Vergleich derselben Kenngrößen am Sonntag mit den Werten eines durchschnittlichen Trainingstages, wiesen alle Wertepaare am Sonntag deutlich niedrigere Werte auf. Aufgrund der durchgeführten Bonferroni-Korrektur konnte das Signifikanzniveau ( $p=0,017$ ) zur Feststellung eines signifikanten Unterschiedes nicht erreicht werden. Bei allen vier Kenngrößen ergab sich ein p-Wert von 0,043. Eine ähnliche Situation ergibt sich beim Vergleich der beiden trainingsfreien Tage Donnerstag und Sonntag. Die Mediane aller Kenngrößen liegen am Sonntag deutlich unter den Medianen des Donnerstag. Die p-Werte erreichen hier Werte zwischen 0,075 und 0,116.



## Bereich Verein

Die Aktivitäten beim Verein umfassten vier Trainingseinheiten und ein Match. Dies entspricht dem Umfang einer üblichen Trainingswoche einer U14-Mannschaft des SK Rapid Wien. Nachfolgend sind die Ergebnisse der Aktivitätsmessung präsentiert, die im Bereich Verein erzielt wurden (siehe Abb. 20).



**Abb. 20: Ausgewerteter Bereich (Verein) der folgenden Ergebnisdarstellung**

Tabelle 9 zeigt die absoluten Zahlen der Aufenthaltsdauer in den einzelnen Aktivitätslevels. Die prozentuale Aufenthaltsdauer in den fünf Aktivitätsstufen wird in Tabelle 11 dargestellt. Die absoluten Werte des Energieverbrauchs, der *activity counts* und der Schrittzahlen finden sich in Tabelle 10. Die entsprechenden relativen Werte sind in Tabelle 12 wiederzufinden. Aufgrund der Tatsache, dass die Trainingszeiten und die Zeitdauer des Matches für alle Spieler gleich waren, sind auch im Bereich Verein, die Mediane, Minimum und Maximum bei allen Aktivitäten ident. Das erste Training während des Messzeitraumes fand am Mittwoch, den 19.10.2011, statt. An diesem Training nahmen alle 15 Testpersonen teil. Ein Spieler legte seinen Akzelerometer während des Trainings zur Seite und wurde daher bei der Auswertung des Trainings nicht berücksichtigt. Damit ergab sich eine Anzahl von 14 Testpersonen für dieses erste Training. Die Trainingseinheit an diesem Mittwoch dauerte 90 Minuten und war als regeneratives Training angelegt, da am Tag zuvor ein Match gespielt worden war. Das zweite Training stand zwei Tage später, am Freitag, den 21.10.2011 am Programm und dauerte 100 Minuten. Ein Studienteilnehmer war bei diesem zweiten Training nicht anwesend, ein anderer legte den Akzelerometer beiseite. Damit ergab sich eine Anzahl von 13 Testpersonen. Da am Tag darauf ein Match geplant war, wurde auch diese Einheit vom Trainerteam als niedrig-intensive Einheit eingestuft. Am Samstag, den 22.10.2011, stand ein Match auf dem Trainingskalender. Inklusiv der Aufwärmphase dauerte dieses Spiel 140 Minuten. Ein Spieler trug den Akzelerometer während des gesamten Matches nicht. Somit wurden 14 Spieler bei der Auswertung des Spiels berücksichtigt. Beim Training am Montag nahmen

alle 15 Probanden teil. Zwei Spieler hatten ihren Akzelerometer allerdings zu Hause vergessen und konnten folglich bei der Auswertung dieses Trainings nicht berücksichtigt werden. Bei der 105-minütigen Einheit wurden daher 13 Spieler ausgewertet. Trainingsinhalt war das Umschalten zwischen Offensive und Defensive, was ein hohes Laufpensum für die Probanden bedeutete.

Das letzte Training während des Messzeitraumes fand einen Tag später statt. Drei Studienteilnehmer waren an diesem Tag nicht beim Training, zwei weitere trugen den Akzelerometer am letzten Tag nicht mehr und ein Spieler hatte den Beschleunigungssensor während des Trainings zur Seite gelegt. Dadurch ergab sich für dieses Training eine Fallzahl von nur 9 Probanden. Trainingsinhalte waren das flache und hohe Zuspiel, sowie das Einüben von Eckball-Situationen.

**Tabelle 9: Mediane (Minimum-Maximum) der Aufenthaltsdauer in den Aktivitätslevels bei Vereinsaktivitäten**

|                             | Dauer <sup>a</sup><br>(min) | Aktivitätslevels (min) |                   |                     |                     |                       |
|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
|                             |                             | Sedentary              | Light             | Moderate            | Vigorous            | MVPA <sup>b</sup>     |
| Training<br>Mittwoch (n=14) | 90<br>(90-90)               | 27,8<br>(22,2-31,0)    | 7,3<br>(4,5-9,7)  | 26,1<br>(20,3-37,0) | 29,6<br>(21,0-39,2) | 55,8<br>(51,2-62,3)   |
| Training<br>Freitag (n=13)  | 100<br>(100-100)            | 24,2<br>(21,0-28,2)    | 5,2<br>(3,0-8,2)  | 27,7<br>(21,3-43,8) | 41,7<br>(27,2-52,8) | 69,7<br>(66,7-74,2)   |
| Match<br>Samstag (n=14)     | 140<br>(140-140)            | 26,3<br>(8,7-74,3)     | 5,6<br>(2,5-11,7) | 43,7<br>(33,5-77,3) | 60,2<br>(22,8-88,7) | 108,5<br>(58,5-124,8) |
| Training<br>Montag (n=13)   | 105<br>(105-105)            | 30,2<br>(15,0-33,8)    | 5,5<br>(3,0-9,0)  | 28,8<br>(21,5-56,7) | 38,8<br>(20,3-44,8) | 68,2<br>(66,3-83,5)   |
| Training<br>Dienstag (n=9)  | 100<br>(100-100)            | 16,0<br>(14,2-47,8)    | 6,2<br>(5,7-9,0)  | 34,2<br>(20,7-37,5) | 42,0<br>(11,0-53,3) | 78,3<br>(43,2-79,7)   |

a. Zieltragedauer des Akzelerometers bei der jeweiligen Vereinsaktivität; b. *moderate to vigorous physical activity*

Wie aus Tabelle 9 hervorgeht, hatte das regenerative Training am Mittwoch einen erwartungsgemäß niedrigen Median bei der Aufenthaltsdauer im Level MVPA. Nur 55,8 Minuten der 90-minütigen Trainingseinheit wurden dabei im höchsten Aktivitätslevel verbracht. Im Gegensatz dazu liegt der Median des Aktivitätslevels *sedentary* bei 27,8 Minuten. Nur beim Training am Montag war dieser Wert noch höher, allerdings dauerte diese Einheit auch 10 Minuten länger. Beim Training am Freitag lag der Median der Aufenthaltsdauer im Level MVPA bei 69,7 Minuten. Der Median der Aufenthaltszeit im Level *sedentary* liegt bei der 100-minütigen Einheit bei 24,2 Minuten. Beim Match am Samstag ist aufgrund unterschiedlicher Einsatzzeiten und den positionsabhängigen unterschiedlichen Laufanforderungen der Bereich zwischen Minimum und Maximum in allen Aktivitätslevels auffallend groß. Der Median der Aufenthaltsdauer in einem der bei-

den höchsten Aktivitätslevels beträgt 108,5 Minuten. Dieser Wert liegt 30 Minuten über jenem beim Training mit der längsten Aufenthaltsdauer in diesem Aktivitätsniveau. Der Median der Aufenthaltsdauer im Level *sedentary* liegt bei der Trainingseinheit am Montag bei 30,2 Minuten. Bei keinem anderen Training wurde mehr Zeit in dieser Stufe verbracht. Beim Training am Dienstag wurden im Median 78,3 Minuten im Level MVPA verbracht, was somit den höchsten Wert aller Trainings darstellt. Entsprechend niedrig liegt der Median des Levels *sedentary* nur bei 16 Minuten. Dieser Wert war bei keinem anderen Training niedriger.

**Tabelle 10: Mediane der absoluten Werte von Energieverbrauch, *activity counts*, Schritte und subjektivem Belastungsempfinden bei Vereinsaktivitäten**

|                             | Dauer <sup>a</sup><br>(min) | EV <sup>b</sup><br>(ackcal) | Achse 1<br>(counts)       | Achse 2<br>(counts)       | Schritte<br>(steps)   |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Training<br>Mittwoch (n=14) | 90<br>(90-90)               | 214<br>(171-325)            | 252180<br>(207649-313329) | 185580<br>(157876-201888) | 5443<br>(4907-6242)   |
| Training<br>Freitag (n=13)  | 100<br>(100-100)            | 293<br>(226-427)            | 333449<br>(253967-416326) | 233146<br>(185682-260826) | 7315<br>(5909-8360)   |
| Match<br>Samstag (n=14)     | 140<br>(140-140)            | 451<br>(204-705)            | 513330<br>(221978-683419) | 340559<br>(173470-406321) | 10872<br>(5647-14829) |
| Training<br>Montag (n=13)   | 105<br>(105-105)            | 282<br>(237-413)            | 316923<br>(228676-390461) | 228756<br>(169623-260960) | 7244<br>(4653-7845)   |
| Training<br>Dienstag (n=9)  | 100<br>(100-100)            | 325<br>(103-452)            | 356807<br>(138294-438828) | 240894<br>(119509)        | 7886<br>(3983-8570)   |

a. Zieltragedauer des Akzelerometers bei der jeweiligen Vereinsaktivität; b. Energieverbrauch

In Tabelle 10 sind die Akzelerometer-Kenngrößen Energieverbrauch, *activity counts* und Schrittzahlen in absoluten Werten dargestellt. Die Mediane dieser Parameter liegen beim regenerativen Training am Mittwoch wie zu erwarten niedriger als bei allen anderen Trainingseinheiten. Ein weiteres erwartetes Ergebnis zeigt das Ergebnis beim Match. Hier findet man die Mediane aller Parameter deutlich über den Werten der einzelnen Trainingseinheiten. Minimum und Maximum weisen auch bei anderen Akzelerometer-Kenngrößen einen großen Schwankungsbereich aus. Die Einheit am Dienstag zeigt unter allen vier Trainings bei diesen Parametern die jeweils höchsten Werte.

**Tabelle 11: Mediane (Minimum-Maximum) der prozentualen Aufenthaltsdauer in den Aktivitätslevels bei Vereinsaktivitäten.**

|  | Dauer <sup>a</sup><br>(min) | Aktivitätslevels (%)          |                           |                              |                              |                               |
|--|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
|  |                             | Sedentary                     | Light                     | Moderate                     | Vigorous                     | MVPA <sup>b</sup>             |
| Training MI<br>(n=14)  | 90<br>(90-90)               | 30,9<br>(24,6-34,4)           | 8,2<br>(5,0-10,7)         | 29,0<br>(22,6-41,1)          | 32,9<br>(23,3-43,5)          | 62,0<br>(56,9-69,3)           |
| Training FR<br>(n=13)  | 100<br>(100-100)            | <b>24,2***</b><br>(21,0-28,2) | <b>5,2**</b><br>(3,0-8,2) | 27,7<br>(21,3-43,8)          | <b>41,7**</b><br>(27,2-52,8) | <b>69,7***</b><br>(66,7-74,2) |
| Training MO<br>(n=13)  | 105<br>(105-105)            | <b>28,7##</b><br>(14,3-32,2)  | 5,2<br>(2,8-8,5)          | 27,5<br>(20,5-54,0)          | 37,0<br>(19,4-42,7)          | <b>64,9##</b><br>(63,2-79,5)  |
| Training DI<br>(n=9)   | 100<br>(100-100)            | 16,0<br>(14,2-47,8)           | 6,2<br>(5,7-9,0)          | 34,2<br>(20,7-37,5)          | 42,0<br>(11,0-53,3)          | 78,3<br>(43,2-79,7)           |
| ∑ Training <sup>c</sup><br>(n=12)  | 395<br>(395-395)            | 26,9<br>(22,2-34,2)           | 6,0<br>(5,2-7,9)          | 29,2<br>(22,7-38,4)          | 35,4<br>(23,5-44,5)          | 67,1<br>(59,0-70,2)           |
| Match SA<br>(n=14)   | 140<br>(140-140)            | 18,8<br>(6,2-53,1)            | <b>4,0**</b><br>(2,5-8,3) | <b>31,2**</b><br>(23,9-55,2) | 43,0<br>(16,3-63,3)          | <b>77,5**</b><br>(41,8-89,2)  |
| ∑ Verein <sup>d</sup><br>(n=12)  | 535<br>(535-535)            | 25,9<br>(19,9-36,5)           | 5,5<br>(4,4-7,9)          | 29,5<br>(23,6-42,8)          | 38,4<br>(24,3-47,7)          | 68,8<br>(57,8-75,2)           |
| a. Zieltragedauer des Akzelerometers bei der jeweiligen Vereinsaktivität; b. <i>moderate to vigorous physical activity</i><br>c. Summe aller vier Trainings; d. Summe aller Vereinstätigkeiten<br>** signifikanter Unterschied zum Training am Mittwoch (p<0,01)<br>*** signifikanter Unterschied zum Training am Mittwoch (p<0,001)<br>## signifikanter Unterschied zum Training am Freitag (p<0,01)<br>++ signifikanter Unterschied zu ∑ Training (p<0,01) |                             |                               |                           |                              |                              |                               |

In Tabelle 11 sind die relativen Werte der Aufenthaltszeiten in den einzelnen Aktivitätslevels bei Vereinsaktivitäten dargestellt. Zusätzlich sind dieser Tabelle, wie auch in Tabelle 12, die Summenwerte von Trainings- und Vereinsaktivitäten zu entnehmen. Zwischen den Trainings am Mittwoch und am Freitag konnten signifikante Unterschiede in der Aufenthaltsdauer in den Levels *sedentary* (p=0,001), *light* (p=0,006), *vigorous* (p=0,007) und MVPA (0,001) festgestellt werden. Beim Training am Freitag wurden zudem signifikante Unterschiede in den Levels *moderate* (p=0,003) und MVPA (p=0,003) gegenüber dem Training am Montag verzeichnet. Die Aufenthaltszeit in den Aktivitätslevels des letzten Trainings innerhalb der Messperiode unterschied sich zu keiner der anderen drei Einheiten. Beim Vergleich zwischen Match und der Summe aller Trainings wurde in den Levels *light*, *moderate* und MVPA ein signifikanter Unterschied festgestellt.

**Tabelle 12: Mediane (Minimum-Maximum) der relativen Werte von Energieverbrauch, *activity counts*, Schritte und subjektivem Belastungsempfinden bei Vereinsaktivitäten**

|   | Dauer <sup>a</sup><br>(min) | EV <sup>b</sup><br>(ackcal/h) | Achse 1<br>(counts/epoch)        | Achse 2<br>(counts/epoch)        | Schritte<br>(steps/epoch)          | subj. BE <sup>c</sup><br>(OMNI Scale) |
|---|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| Training MI<br>(n=14)   | 90<br>(90-90)               | 143<br>(114-216)              | 467<br>(385-580)                 | 344<br>(292-374)                 | 10,1<br>(9,1-11,6)                 | 5<br>(2-7)                            |
| Training FR<br>(n=13)   | 100<br>(100-100)            | 176<br>(136-256)              | <b>556**</b><br><b>(423-694)</b> | <b>389**</b><br><b>(310-435)</b> | <b>12,2**</b><br><b>(9,8-13,9)</b> | 5<br>(2-7)                            |
| Training MO<br>(n=13)   | 105<br>(105-105)            | 161<br>(135-236)              | 503<br>(363-620)                 | 363<br>(269-414)                 | <b>11,5**</b><br><b>(7,4-12,5)</b> | <b>8##</b><br><b>(6-9)</b>            |
| Training DI<br>(n=9)  | 100<br>(100-100)            | 195<br>(62-271)               | 595<br>(231-731)                 | 402<br>(199-480)                 | 13,1<br>(6,6-14,3)                 | 7<br>(4-8)                            |
| ∑ Training <sup>d</sup><br>(n=12)   | 395<br>(395-395)            | 168<br>(116,1-<br>239,9)      | 497<br>(362,7-647,7)             | 360<br>(308,2-420,6)             | 11,4<br>(8,6-12,3)                 | 6<br>(4-7)                            |
| Match SA<br>(n=14)  | 140<br>(140-140)            | 193<br>(87-302)               | 611<br>(264-814)                 | 405<br>(207-484)                 | 13,0<br>(6,7-17,7)                 | 7<br>(4-8)                            |
| ∑ Verein <sup>e</sup><br>(n=12)   | 535<br>(535-535)            | 170<br>(114-256)              | 548<br>(363-691)                 | 357<br>(306-436)                 | 11,9<br>(8,5-13,1)                 | 6<br>(5-7)                            |
| a. Zieltragedauer des Akzelerometers bei der jeweiligen Vereinsaktivität; b. <i>moderate to vigorous physical activity</i><br>c. <i>subjektives Belastungsempfinden</i> ; d. Summe aller vier Trainings; e. Summe aller Vereinstätigkeiten<br>** signifikanter Unterschied zum Training am Mittwoch (p<0,01)<br>## signifikanter Unterschied zum Training am Freitag (p<0,01) |                             |                               |                                  |                                  |                                    |                                       |

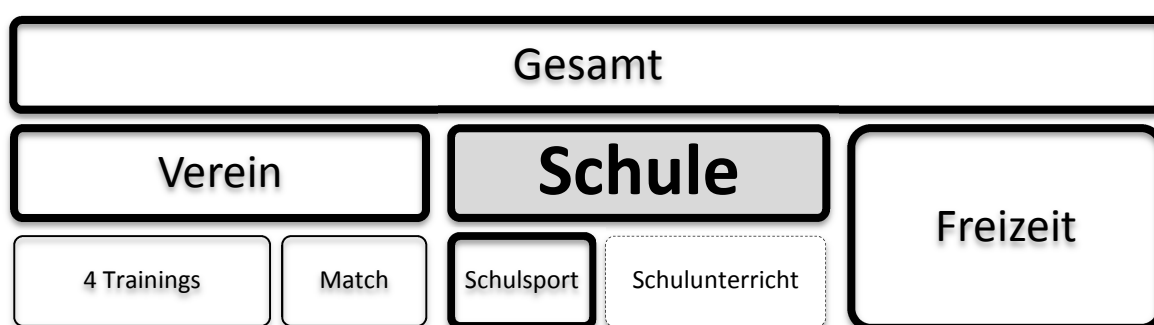
In Tabelle 12 ist neben den relativen Akzelerometer-Kenngrößen von Energieverbrauch, *activity counts* und Schrittzahlen noch das subjektive Belastungsempfinden der jeweiligen Tätigkeit angeführt. Signifikante Unterschiede konnten beim Vergleich Mittwoch-Freitag und beim Vergleich Freitag-Montag aufgezeigt werden. Die *activity counts* sowohl von Achse 1 (p=0,007), als auch von Achse 2 (p=0,007) unterscheiden sich signifikant voneinander. Auch bei den Schrittzahlen war im Vergleich dieser beiden Trainingseinheiten ein signifikanter Unterschied (p=0,002) feststellbar. Die Gegenüberstellung der Angaben des subjektiven Belastungsempfindens konnte bei allen Trainingseinheiten nur beim Vergleich Freitag-Montag einen signifikanten Unterschied (p=0,005) feststellen.

Beim Versuch einen Zusammenhang zwischen dem subjektiven Belastungsempfinden und den Akzelerometer-Kenngrößen festzustellen, konnte bei den Trainings keine Korrelationen gefunden werden. Beim Match zeigte sich jedoch ein negativer Zusammenhang (p=0,023) bei der relativen Aufenthaltsdauer im Level *light* und einem Korrelationskoeffizient von 0,600. Bei einem Korrelationskoeffizienten von 0,540 konnte außerdem im Level *vigorous* ein positiver Zusammenhang (p=0,044) beobachtet werden. Des Weiteren korreliert das subjektive Belastungsempfinden mit dem relativen Energieverbrauch beim

Match. Da die individuellen Einsatzzeiten beim Match sehr unterschiedlich waren, wurden hier auch Zusammenhänge mit den absoluten Werten geprüft. Dabei zeigten sich aber keine signifikanten Zusammenhänge.

## Bereich Schule

Die Aktivitätsmessung im Bereich Schule basiert auf den fünf Schultagen während des Messzeitraumes. Da der Bereich Schule auch den Bereich Schulsport beinhaltet (siehe Abb. 21), wurden Tage mit Sportunterricht und Tage ohne Sportunterricht getrennt ausgewertet.



**Abb. 21: Ausgewerteter Bereich (Schule) der folgenden Ergebnisdarstellung**

Nachfolgend werden die Ergebnisse dieses Bereiches wieder in tabellarischer Form dargestellt und erläutert. Tabelle 13 zeigt die absoluten Zahlen der Aufenthaltsdauer in den einzelnen Aktivitätslevels. Die prozentuale Aufenthaltsdauer in den fünf Aktivitätsstufen wird in Tabelle 15 gezeigt. Die absoluten Werte des Energieverbrauchs, der *activity counts* und der Schrittzahlen finden sich in Tabelle 14. Die entsprechenden relativen Werte sind in Tabelle 16 wiederzufinden.

Zwei Probanden erhielten die Box mit den Messgeräten erst unmittelbar vor dem Training am Mittwoch, weshalb am ersten Tag der Aktivitätsmessung nur 13 Studienteilnehmer in der Auswertung berücksichtigt werden konnten. Am Donnerstag trug ein Proband seinen Akzelerometer nicht, dadurch ergab sich eine Fallzahl von 14. Am Freitag und am Montag trugen jeweils zwei Probanden keinen Akzelerometer. Folglich wurden an diesen beiden Tagen nur 13 Studienteilnehmer berücksichtigt. Am Dienstag trugen drei Probanden während der Schulzeit keinen Akzelerometer, womit für den letzten Schultag während des Messzeitraums die Werte von 12 Probanden zur Verfügung standen. Bei jedem der Schultage liegt der Median der Schuldauer bei 345 Minuten. Minimum und Maximum schwankten erwartungsgemäß stark, da die Schulzeiten der jeweiligen Klassen Tag für Tag unterschiedlich sind.

**Tabelle 13: Mediane (Minimum-Maximum) der Schulzeitdauer und der absoluten Aufenthaltszeit in den Aktivitätslevels während der Schule.**

|                             | Dauer <sup>a</sup><br>(min) | Aktivitätslevels (min) |                      |                       |                      |                        |
|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|
|                             |                             | Sedentary              | Light                | Moderate              | Vigorous             | MVPA <sup>b</sup>      |
| Mittwoch<br>(n=13)          | 345<br>(340-445)            | 285,2<br>(266,2-364,7) | 31,2<br>(20,7-38,3)  | 39,0<br>(15,2-90,8)   | 3,9<br>(0,7-21,0)    | 42,7<br>(15,2-111,8)   |
| Donnerstag<br>(n=14)        | 345<br>(325-505)            | 247,4<br>(101,8-359,7) | 32,7<br>(8,0-42,2)   | 60,0<br>(33,8-120,7)  | 16,5<br>(0,7-57,8)   | 81,5<br>(35,2-174,7)   |
| Freitag<br>(n=13)           | 345<br>(285-440)            | 242,5<br>(133,7-346,8) | 35,3<br>(3,7-57,2)   | 46,5<br>(16,3-124,2)  | 5,0<br>(1,3-25,0)    | 54,0<br>(17,7-135,8)   |
| Montag<br>(n=13)            | 345<br>(285-505)            | 259,5<br>(214,7-388,3) | 38,8<br>(11,3-65,5)  | 64,3<br>(13,8-96,5)   | 14,7<br>(0,3-26,0)   | 78,3<br>(14,2-116,8)   |
| Dienstag<br>(n=12)          | 345<br>(290-490)            | 231,1<br>(144,3-353,2) | 28<br>(4,2-51,0)     | 80,3<br>(13,0-109,3)  | 8,8<br>(0,3-35,7)    | 89,3<br>(13,0-139,3)   |
| Σ Tage mit<br>Sport (n=13)  | 1090<br>(420-1800)          | 544,5<br>(269,8-776,5) | 76,2<br>(38,3-140,0) | 166,0<br>(90,8-298,5) | 36,3<br>(14,7-140,0) | 199,0<br>(111,3-438,5) |
| Σ Tage ohne<br>Sport (n=13) | 930<br>(690-1560)           | 574,8<br>(242,5-870,0) | 59,8<br>(18,3-116,3) | 94,0<br>(21,7-247,7)  | 11,8<br>(0,7-37,3)   | 114,3<br>(24,2-264,8)  |

a. Dauer der täglichen Unterrichtszeit; b. *moderate to vigorous physical activity*

Wie in Tabelle 13 ersichtlich, liegt der Median der summierten Schuldauer an Tagen mit Schulsport bei 1090 Minuten und ist somit höher als an Tagen ohne Schulsport (930 Minuten). Der Bereich zwischen kürzester und längster Schulzeit ist an allen Tagen sehr groß. Der Proband mit der kürzesten summierten Schuldauer liegt bei 420 Minuten. Dieser Proband hatte nur an einem der fünf Schultage Schulsport. Im Gegensatz dazu hatte ein anderer Studienteilnehmer eine Schuldauer von 1800 Minuten, da er an jedem der fünf Tage an einer schulsportlichen Aktivität teilnahm. Diese starken Unterschiede erklären den relativ großen Bereich zwischen Minimum und Maximum. An Tagen ohne Schulsport ist dieser Bereich zwar ebenfalls groß, aber nicht so stark ausgeprägt wie an Tagen mit Schulsport. Jener Proband, der täglich an schulsportlichen Aktivitäten teilnahm, wurde hierbei nicht berücksichtigt. Der Minimumwert liegt folglich nicht bei 0.

**Tabelle 14: Mediane der absoluten Werte von Energieverbrauch, *activity counts*, Schritte und subjektivem Belastungsempfinden während Schulzeiten**

|   | <b>Dauer<sup>a</sup></b><br>(min) | <b>EV<sup>b</sup></b><br>(ackcal) | <b>Achse 1</b><br>(counts) | <b>Achse 2</b><br>(counts) | <b>Schritte</b><br>(steps) |
|---|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Mittwoch (n=13)   | 345<br>(340-445)                  | 90<br>(22-283)                    | 89909<br>(25394-315587)    | 158805<br>(61489-280349)   | 2620<br>(968-9548)         |
| Donnerstag (n=14)   | 345<br>(325-505)                  | 223<br>(58-525)                   | 222660<br>(69894-572441)   | 263382<br>(81161-505126)   | 4962<br>(2542-14908)       |
| Freitag (n=13)  | 345<br>(285-440)                  | 115<br>(27-331)                   | 109233<br>(35729-403569)   | 172372<br>(52927-405444)   | 3195<br>(1002-10453)       |
| Montag (n=13)   | 345<br>(285-505)                  | 182<br>(23-339)                   | 204086<br>(25679-325672)   | 255045<br>(57326-342867)   | 4205<br>(932-8598)         |
| Dienstag (n=12)   | 345<br>(290-490)                  | 206<br>(19-394)                   | 191498<br>(18950-429891)   | 272265<br>(30722-358928)   | 5575<br>(408-13320)        |
| $\Sigma$ Tage mit<br>Schulsport <sup>c</sup> (n=13)   | 1090<br>(420-1800)                | 457<br>(216-1274)                 | 555066<br>(246259-1550838) | 628194<br>(280349-1323314) | 12237<br>(6529-38406)      |
| $\Sigma$ Tage ohne<br>Schulsport <sup>d</sup> (n=13)  | 930<br>(690-1560)                 | 256<br>(43-586)                   | 304037<br>(52842-555772)   | 388823<br>(99758-749643)   | 6880<br>(1388-16476)       |
| a. Dauer der täglichen Unterrichtszeit; b. Energieverbrauch; c. Summe aller fünf Schultage mit Schulsport;<br>d. Summe aller fünf Schultage ohne Schulsport |                                   |                                   |                            |                            |                            |

Ähnliche Ergebnisse sind bei den weiteren Akzelerometer-Parametern zu beobachten (siehe Tabelle 14). Aufgrund der längeren Zeitdauer an Tagen mit Schulsport, sind erwartungsgemäß der aktivitätsbezogene Energieverbrauch (467 ackcal), die *activity counts* beider Achsen (Achse 1: 555066 counts; Achse 2: 628194 counts), sowie die Anzahl an Schritten (12237 steps) während der Schulzeit deutlich höher als an Schultagen ohne sportlicher Betätigung.



**Tabelle 15: Mediane (Minimum-Maximum) der prozentualen Aufenthaltsdauer in den Aktivitätslevels während Schulzeiten**

| Schultag   | Dauer <sup>a</sup><br>(min) | Aktivitätslevels (%)               |                    |                                    |                                  |                                    |
|--|-----------------------------|------------------------------------|--------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
|  |                             | Sedentary                          | Light              | Moderate                           | Vigorous                         | MVPA <sup>b</sup>                  |
| Mittwoch<br>(n=13)   | 345<br>(340-445)            | 78,8<br>(64,3-89,6)                | 8,4<br>(6,0-9,9)   | 11,1<br>(4,4-21,6)                 | 1,0<br>(0,2-5,0)                 | 12,5<br>(4,4-26,6)                 |
| Donnerstag<br>(n=14)   | 345<br>(325-505)            | 68,8<br>(46,4-79,9)                | 9,0<br>(5,5-12,0)  | 17,9<br>(11,2-30,6)                | 4,2<br>(0,2-17,8)                | 22,5<br>(11,4-44,2)                |
| Freitag<br>(n=13)  | 345<br>(285-440)            | 73,5<br>(52,0-86,2)                | 10,1<br>(2,4-14,5) | 14,2<br>(7,6-31,8)                 | 1,5<br>(0,8-7,9)                 | 15,0<br>(8,5-34,8)                 |
| Montag<br>(n=13)   | 345<br>(285-505)            | 70,3<br>(62,2-91,1)                | 9,8<br>(4,0-14,9)  | 15,1<br>(4,9-22,3)                 | 3,3<br>(0,1-6,7)                 | 19,6<br>(5,0-28,9)                 |
| Dienstag<br>(n=12)   | 345<br>(290-490)            | 68,3<br>(49,8-92,4)                | 8,6<br>(1,9-12,4)  | 19,2<br>(5,8-31,6)                 | 2,0<br>(0,1-12,3)                | 23,4<br>(5,8-41,1)                 |
| Σ Tage mit<br>Schulsport <sup>c</sup> (n=13)   | 1090<br>(420-<br>1800)      | <b>68,8*</b><br><b>(53,8-76,9)</b> | 9,2<br>(5,7-12,0)  | <b>16,6*</b><br><b>(14,0-26,6)</b> | <b>3,8*</b><br><b>(2,1-10,6)</b> | <b>20,2*</b><br><b>(16,1-37,2)</b> |
| Σ Tage ohne<br>Schulsport <sup>d</sup> (n=13)  | 930<br>(690-<br>1560)       | 78,2<br>(64,0-85,1)                | 8,7<br>(6,3-11,7)  | 12,4<br>(7,4-25,4)                 | 1,2<br>(0,2-4,3)                 | 13,5<br>(8,0-28,4)                 |
| a. Dauer der täglichen Unterrichtszeit; b. <i>moderate to vigorous physical activity</i> ; c. Summe aller fünf Schultage mit Schulsport; d. Summe aller fünf Schultage ohne Schulsport<br>*signifikanter Unterschied zu Schultagen ohne Sportunterricht (p<0,05) |                             |                                    |                    |                                    |                                  |                                    |

Der Median der Aufenthaltsdauer im Level *sedentary* an Tagen mit Schulsport liegt bei 68,8 und ist somit signifikant niedriger ( $p=0,008$ ) als an Tagen ohne Sportunterricht. An Tagen mit Sportunterricht ist die Aufenthaltsdauer in den Levels *moderate* ( $p=0,016$ ), *vigorous* ( $p=0,006$ ) und MVPA ( $p=0,008$ ) signifikant höher als an Schultagen ohne Sportunterricht.

**Tabelle 16: Mediane der relativen Werte von Energieverbrauch, *activity counts*, Schritte und subjektivem Belastungsempfinden während Schulzeiten**

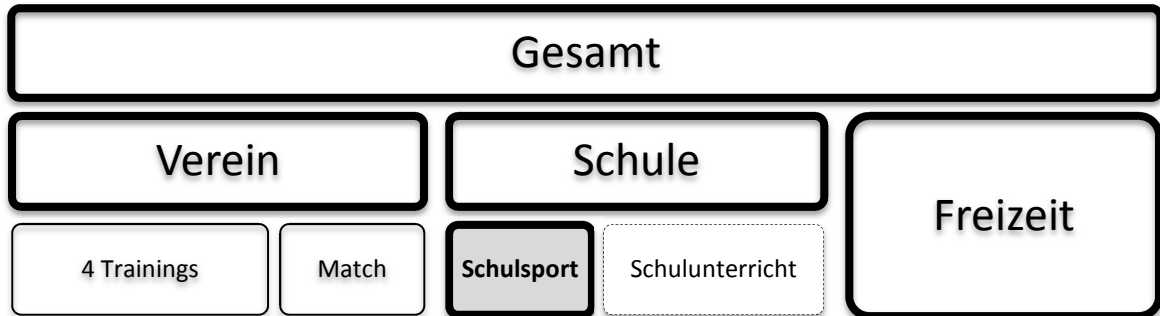
|  | <b>Dauer<sup>a</sup></b><br>(min) | <b>EV<sup>b</sup></b><br>(ackcal/h) | <b>Achse 1</b><br>(counts/epoch) | <b>Achse 2</b><br>(counts/epoch) | <b>Schritte</b><br>(steps/epoch) |
|--|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Mittwoch (n=13)                          | 345<br>(340-445)                  | 14<br>(4-40)                        | 43<br>(12-125)                   | 72<br>(30-111)                   | 1,3<br>(0,5-3,8)                 |
| Donnerstag (n=14)                        | 345<br>(325-505)                  | 33<br>(10-80)                       | 97<br>(30-271)                   | 121<br>(47-215)                  | 2,3<br>(1,1-6,4)                 |
| Freitag (n=13)                           | 345<br>(285-440)                  | 20<br>(9-50)                        | 54<br>(32-170)                   | 90<br>(57-171)                   | 1,5<br>(0,8-4,4)                 |
| Montag (n=13)                            | 345<br>(285-505)                  | 25<br>(5-46)                        | 86<br>(15-137)                   | 107<br>(34-151)                  | 2,0<br>(0,5-3,7)                 |
| Dienstag (n=12)                          | 345<br>(290-490)                  | 30<br>(5-70)                        | 89<br>(14-229)                   | 105<br>(23-192)                  | 2,5<br>(0,3-6,5)                 |
| <b>Σ Tage mit<br/>Schulsport (n=13)</b>  | <b>1090</b><br>(420-1800)         | <b>32*</b><br>(19-66)               | <b>89*</b><br>(59-199)           | <b>109*</b><br>(83-182)          | <b>2,3*</b><br>(1,5-5,4)         |
| <b>Σ Tage ohne<br/>Schulsport (n=13)</b> | <b>930</b><br>(690-1560)          | <b>18</b><br>(8-43)                 | <b>55</b><br>(26-106)            | <b>80</b><br>(36-121)            | <b>1,5</b><br>(0,8-3,0)          |

a. Dauer der täglichen Unterrichtszeit; b. *moderate to vigorous physical activity*; c. Summe aller fünf Schultage mit Schulsport; d. Summe aller fünf Schultage ohne Schulsport  
\*signifikanter Unterschied zu Tagen ohne Schulsport (p<0,05)

Auch die relativen Werte verdeutlichen die erhöhte Aktivität an Tagen mit schulsportlicher Betätigung (siehe Tabelle 16). Der Median des relativen aktivitätsbezogenen Energieverbrauchs an Tagen mit Schulsport liegt bei 32 *ackal/h* und ist somit signifikant höher (p=0,006) als an Tagen ohne Schulsport (Median 18 *ackcal/h*). Der Median der durchschnittlichen Anzahl an *activity counts* liegt an Tagen mit Schulsport bei Achse 1 bei 89 counts/epoch (p=0,006) und bei Achse 2 bei 109 counts/epoch (p=0,008) und ist somit signifikant höher als an Schultagen ohne sportlicher Betätigung. Mit durchschnittlichen 2,3 steps/epoch während der Schulzeit, liegt auch dieser Wert signifikant (p=0,010) höher als an Tagen ohne Schulsport.

## Bereich Schulsport

Um Vergleiche zwischen Training und Schulsport ziehen zu können, wurden die schulsportlichen Aktivitäten anhand der Stundenpläne und der Angaben im Sporttagebuch separat vom Bereich Schule betrachtet (siehe Abb. 22).



**Abb. 22: Ausgewerteter Bereich (Schulsport) der folgenden Ergebnisdarstellung**

Da Dauer und Häufigkeit des Schulsports zwischen den besuchten Klassen der Studienteilnehmer stark variieren, erscheint eine tägliche Auswertung nicht sinnvoll. Aus diesem Grund wurde auch auf die tabellarische Darstellung der Einzeltage verzichtet. Folglich wurde in Tabelle 17 sowohl die absolute als auch die relative Aufenthaltsdauer in den einzelnen Aktivitätslevels angeführt. Analog dazu zeigt Tabelle 18 sowohl die absoluten als auch die relativen Werte von Energieverbrauch, *activity counts*, Schrittzahlen und subjektivem Belastungsempfinden.

**Tabelle 17: Mediane (Minimum-Maximum) der absoluten und relativen Aufenthaltsdauer in den Aktivitätslevels beim Schulsport (n=13).**

| Dauer <sup>a</sup><br>(min) | Angabe           | Aktivitätslevels     |                     |                      |                     |                      |
|-----------------------------|------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
|                             |                  | Sedentary            | Light               | Moderate             | Vigorous            | MVPA <sup>b</sup>    |
| 255<br>(100-505)            | Absolut<br>(min) | 62,2<br>(22,0-185,0) | 20,0<br>(10,2-41,3) | 60,8<br>(22,0-116,0) | 32,8<br>(9,5-124,2) | 99,8<br>(31,5-240,2) |
| 255<br>(100-505)            | Relativ<br>(%)   | 35,5<br>(18,2-67,2)  | 11,2<br>(5,7-17,2)  | 37,0<br>(16,3-50,5)  | 13,6<br>(7,0-40,9)  | 50,6<br>(23,3-76,0)  |

a. Dauer der wöchentlichen Schulsportzeit; b. *moderate to vigorous physical activity*

Der Median der wöchentlichen schulsportlichen Aktivitäten liegt bei 255 Minuten. Neben dem stundenplankonformen Sportunterricht zählte auch die Schülerliga zum Schulsport. Dadurch wurde bei einem Probanden ein bemerkenswert hoher Maximalwert von 505 Minuten an wöchentlichem Sportunterricht laut Stundenplan und Sporttagebuch verzeichnet. Das Minimum liegt bei 100 Minuten bzw. einer doppelten Schulstunde.

Alle schulsportlichen Aktivitäten wurden zur Dauer des Sportunterrichts hinzugezählt. Am Mittwoch hatten fünf Probanden Schwimmen. Der Akzelerometer konnte bei dieser Tätigkeit nicht getragen werden. Die fehlenden Daten resultierten daher in einer niedrigeren summierten Zeit des jeweiligen Aktivitätslevels, als es die Dauer der wöchentlichen Schulsportzeit ausweist.

Der Median der absoluten Aufenthaltsdauer im niedrigsten Level liegt bei 62,2 Minuten. Bei den relativen Werten entspricht dies einem Median von 35,5% im Aktivitätslevel *sedentary*. Der Median in einem der beiden höchsten Aktivitätslevel liegt bei 99,8 Minuten. Dies entspricht einem Median von 50,6% im Level *MVPA*. Bei schulsportlichen Aktivitäten verbringen die Probanden also die Hälfte der gesamten Zeitdauer in einem der beiden höchsten Aktivitätslevels.

**Tabelle 18: Mediane der absoluten und relativen Werte von Energieverbrauch, *activity counts*, Schritte und subjektivem Belastungsempfinden beim Schulsport (n=13)**

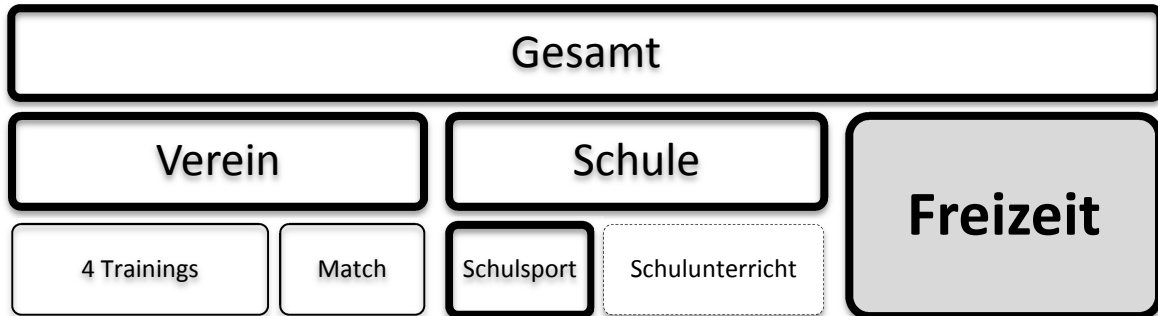
| Dauer <sup>a</sup><br>(min) | Angabe  | EV <sup>b</sup>            | Achse 1                              | Achse 2                             | Schritte                         | subj. BE <sup>c</sup><br>(OMNI Scale) |
|-----------------------------|---------|----------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| 255<br>(100-505)            | Absolut | 301<br>(103-897)<br>ackcal | 379851<br>(101380-1091622)<br>counts | 317135<br>(103801-746863)<br>counts | 7340<br>(1577-19925)<br>steps    | 4<br>(1-7)                            |
| 255<br>(100-505)            | Relativ | 82<br>(46-182)<br>ackcal/h | 258<br>(125-566)<br>counts/epoch     | 278<br>(128-381)<br>counts/epoch    | 5,3<br>(1,9-13,0)<br>steps/epoch | 4<br>(2-5)                            |

a. Dauer der wöchentlichen Schulsportzeit; b. Energieverbrauch; c. subjektives Belastungsempfinden

Der Median des absoluten Energieverbrauchs schulsportlicher Aktivitäten liegt bei 301 ackcal. Dies entspricht beim relativen Energieverbrauch einem Median von 82 ackcal/h. Die *activity counts* weisen bei Achse 1 einen Wert von 379851 counts und bei Achse 2 einen Wert von 317135 counts auf. Bei den relativen Werten ergeben sich dadurch Werte von 258 counts/epoch bzw. 278 counts/epoch. Der Median der summierten Schritte während schulsportlicher Aktivitäten liegt bei 7340 steps bzw. 5,3 steps/epoch. Das Minimum des subjektiven Belastungsempfindens aller schulsportlichen Aktivitäten liegt nach der *OMNI Scale* bei 1, das Maximum bei 7, der Median des liegt bei 4, ebenso beim durchschnittlichen subjektiven Belastungsempfinden bei schulsportlichen Betätigungen. Der Bereich (2-5) zwischen Minimum und Maximum ist bei den Durchschnittswerten erwartungsgemäß kleiner als bei den summierten Werten.

## Bereich Freizeit

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Aktivitätsmessung im Bereich Freizeit ausgewiesen. Die Dauer der Freizeit berechnet sich aus der Zieltragedauer eines Tages abzüglich der verbrachten Zeiten beim Verein und in der Schule (siehe Abb. 23).



**Abb. 23: Ausgewerteter Bereich (Freizeit) der folgenden Ergebnisdarstellung**

Die Ergebnisse dieses Bereiches wurden wieder tabellarisch abgebildet.

Tabelle 19 gibt einen Überblick über die absolute Aufenthaltsdauer in den unterschiedlichen Aktivitätslevels, während die entsprechenden relativen Werte in Tabelle 21 zu finden sind. In Tabelle 20 wurden die Mediane der absoluten Werte von Energieverbrauch, *activity counts* und Schrittzahlen dargestellt, in Tabelle 22 wurden diese Werte wieder in relativierter Form dargestellt.

Am Mittwoch bekamen zwei Probanden ihren Akzelerometer erst unmittelbar vor der ersten Trainingseinheit, weshalb sie an diesem Tag den Akzelerometer nicht lange genug tragen konnten, um gültige Freizeit-Werte zu erreichen. Die Mindesttragedauer waren 75% der täglichen individuellen Freizeitdauer. Eine Person konnte diese trotz Tragens des Beschleunigungssensors ebenfalls nicht erreichen, womit sich im am Mittwoch eine Anzahl von 12 Studienteilnehmern zur Auswertung des Bereiches Freizeit ergab. Am Donnerstag trug ein Proband seinen Akzelerometer nicht, fünf weitere konnten die Mindesttragedauer nicht erfüllen. Damit ergab sich am einzigen trainingsfreien Schultag die relativ kleine Anzahl von 9 Probanden. Am Freitag wurden 12 Studienteilnehmer für die Auswertung berücksichtigt. Eine Person trug ihren Akzelerometer gar nicht, zwei weitere konnten die Mindesttragedauer nicht erreichen. Nur jeweils 7 von 15 Probanden erreichten an den beiden Wochenendtagen die Mindesttragedauer von 480 Minuten (=75% der Zieltragedauer). Am Montag waren es wieder 12 Probanden die die Mindesttragedauer erfüllt haben. Während einer seinen Akzelerometer gar nicht getragen hat, haben zwei andere an weniger als 75% der gesamten Freizeit gültige

Daten. Wie auch bei den vorhergehenden drei Schultagen mit Training, war auch am Dienstag eine Fallzahl von 12 Probanden für die Auswertung der Akzelerometer-Kenngrößen vorliegend. Zwei Probanden trugen am letzten Tag ihren Akzelerometer nicht mehr, einer erreichte nicht die individuelle Mindesttragedauer.

**Tabelle 19: Mediane (Minimum-Maximum) der Freizeit-Dauer und der absoluten Aufenthaltsdauer in den Aktivitätslevels während der Freizeit.**

|                     | Dauer <sup>a</sup><br>(min) | Aktivitätslevels (min) |                     |                      |                    |                       |
|---------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|
|                     |                             | Sedentary              | Light               | Moderate             | Vigorous           | MVPA <sup>b</sup>     |
| Mittwoch<br>(n=12)  | 465<br>(365-470)            | 299,0<br>(246,7-426,5) | 40,3<br>(31,2-49,7) | 71,2<br>(45,3-107,2) | 11,4<br>(2,3-36,2) | 85,6<br>(47,7-118,7)  |
| Donnerstag<br>(n=9) | 555<br>(395-575)            | 360,0<br>(240,2-520,8) | 37,7<br>(15,0-58,0) | 76,7<br>(25,2-159,2) | 5,5<br>(0,7-25,2)  | 83,2<br>(31,3-182,2)  |
| Freitag<br>(n=12)   | 455<br>(360-615)            | 356,9<br>(213,2-473,7) | 45,3<br>(27,7-66,8) | 90,7<br>(59,8-119,3) | 16,5<br>(1,0-40,0) | 112,4<br>(60,8-144,3) |
| Samstag<br>(n=7)    | 640<br>(640-640)            | 480,7<br>(405,0-567,5) | 54,7<br>(34,0-73,3) | 81,0<br>(51,2-111,2) | 8,0<br>(1,7-11,7)  | 85,8<br>(52,8-119,2)  |
| Sonntag<br>(n=7)    | 780<br>(780-780)            | 538,0<br>(435,8-660,7) | 58,2<br>(30,0-79,0) | 84,8<br>(55,0-146,8) | 5,7<br>(2,8-53,2)  | 88,0<br>(70,2-200,0)  |
| Montag<br>(n=12)    | 450<br>(290-510)            | 280,8<br>(160,8-398,3) | 40,7<br>(17,8-57,3) | 74,6<br>(47,5-100,5) | 8,0<br>(3,3-30,8)  | 89,4<br>(51,3-121,7)  |
| Dienstag<br>(n=12)  | 455<br>(310-510)            | 313,0<br>(167,7-460,8) | 32,3<br>(19,8-41,5) | 74,7<br>(43,2-114,3) | 9,6<br>(3,8-27,7)  | 90,8<br>(53,0-127,7)  |

a. Dauer der täglichen Freizeit; b. moderate to vigorous physical activity

Wie aus Tabelle 19 hervorgeht, ergeben sich an Schultagen aufgrund der unterschiedlichen Unterrichtszeiten große Schwankungsbreiten bei der Dauer der Freizeit. Die kürzeste aller Freizeitdauern erreichte ein Proband am Montag mit 290 Minuten. Die längste Freizeitdauer an einem Schultag erreicht ein Proband am Freitag mit 615 Minuten. Dieser Proband nahm an diesem Tag jedoch nicht an der 100-minütigen Trainingseinheit teil. Sieht man von dieser Person ab, liegt erwartungsgemäß am Donnerstag das Maximum an einem Schultag am höchsten, da an diesem Tag kein Training stattfand. Mit einem Wert von 640 Minuten sind am Samstag Median, Minimum und Maximum der Freizeit-Dauer bei allen Probanden einheitlich. Da alle Probanden am Match teilgenommen haben, ergab sich für alle Studienteilnehmer dieselbe Zieltragedauer. Die längste Freizeitdauer ergab sich logischerweise am Sonntag, da hier weder Vereins- noch schulische Aktivitäten vorgesehen waren. Am Sonntag war die Zeitdauer der Freizeit mit 780 Minuten folglich bei allen Probanden wieder ident.

Betrachtet man die Aufenthaltsdauer in den Aktivitätslevels, so fällt auf, dass an den beiden Wochenendtagen die Zeitdauer im Level *sedentary* höher ist, als an Schultagen. Außerdem ist aus Tabelle 19 zu entnehmen, dass an keinem Schultag der Median der verbrachten Zeitdauer im Level *sedentary* höher ist als am Donnerstag – dem einzigen trainingsfreien Schultag.

**Tabelle 20: Mediane der absoluten Werte von Energieverbrauch, *activity counts*, Schritte und subjektivem Belastungsempfinden während der Freizeit.**

|                     | Dauer <sup>a</sup><br>(min) | EV <sup>b</sup><br>(ackcal) | Achse 1<br>(counts)       | Achse 2<br>(counts)       | Schritte<br>(steps)  |
|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------|
| Mittwoch<br>(n=12)  | 465<br>(365-470)            | 208<br>(99-350)             | 206210<br>(110098-352265) | 247723<br>(146271-303909) | 6255<br>(3639-10305) |
| Donnerstag<br>(n=9) | 555<br>(395-575)            | 331<br>(59-538)             | 155804<br>(75239-464811)  | 206288<br>(77752-367760)  | 5107<br>(2016-12802) |
| Freitag<br>(n=12)   | 455<br>(360-615)            | 256<br>(88-541)             | 285314<br>(106703-488820) | 284020<br>(172391-487618) | 8240<br>(3143-11900) |
| Samstag<br>(n=7)    | 640<br>(640-640)            | 168<br>(79-261)             | 183215<br>(95615-239560)  | 261702<br>(141265-351641) | 5515<br>(2521-7051)  |
| Sonntag<br>(n=7)    | 780<br>(780-780)            | 166<br>(136-433)            | 184853<br>(135728-581772) | 255415<br>(202149-658166) | 5157<br>(3353-13902) |
| Montag<br>(n=12)    | 450<br>(290-510)            | 198<br>(98-378)             | 189095<br>(124667-350322) | 223267<br>(134992-287425) | 6436<br>(3936-9513)  |
| Dienstag<br>(n=12)  | 455<br>(310-510)            | 184<br>(121-412)            | 210273<br>(149571-385241) | 233138<br>(132920-306190) | 6286<br>(4512-8285)  |

a. Dauer der täglichen Freizeit; b. Energieverbrauch

Die weiteren Akzelerometer-Kenngrößen zeigen ähnliche Ergebnisse. Die Mediane des Energieverbrauchs an Wochenendtagen (siehe Tabelle 20) liegen trotz längerer Freizeitdauer stets unter den Werten an Schultagen. Am Sonntag fällt vor allem der große Bereich zwischen Minimum und Maximum auf. Der Median am Donnerstag liegt bei 331 ackcal und damit so hoch wie an keinem anderen Tag. Die Schrittzahlen und die *activity counts* beider Achsen weisen hingegen niedrigere Werte als an Schultagen mit Training aus.

**Tabelle 21: Mediane (Minimum-Maximum) der Freizeit-Dauer und der relativen Aufenthaltsdauer in den Aktivitätslevels während der Freizeit.**

|  | Dauer <sup>a</sup><br>(min)      | Aktivitätslevels (%) |                   |                     |                   |                     |
|--|----------------------------------|----------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
|  |                                  | Sedentary            | Light             | Moderate            | Vigorous          | MVPA <sup>b</sup>   |
| Mittwoch<br>(n=12)                             | 465<br>(365-470)                 | 69,6<br>(66,8-74,7)  | 9,5<br>(6,8-11,9) | 17,1<br>(13,0-20,2) | 2,6<br>(0,7-6,2)  | 20,5<br>(14,4-24,0) |
| Freitag<br>(n=12)                              | 455<br>(360-615)                 | 69,3<br>(54,7-81,0)  | 9,2<br>(6,4-11,4) | 18,3<br>(10,2-25,6) | 3,5<br>(0,2-10,3) | 22,0<br>(10,4-35,9) |
| Montag<br>(n=12)                               | 450<br>(290-510)                 | 68,6<br>(56,9-76,3)  | 9,6<br>(7,7-16,6) | 18,3<br>(14,8-26,4) | 2,5<br>(0,7-6,9)  | 21,8<br>(16,0-29,4) |
| Dienstag<br>(n=12)                             | 455<br>(310-510)                 | 70,6<br>(66,7-80,9)  | 7,7<br>(5,2-8,8)  | 18,8<br>(12,0-25,1) | 2,8<br>(0,7-6,1)  | 21,6<br>(13,6-28,1) |
| Ø Schultag mit<br>Training <sup>c</sup> (n=12) | 456<br>(331-526)                 | 69,8<br>(66,6-74,9)  | 9,2<br>(7,6-10,2) | 17,9<br>(15,3-19,7) | 2,2<br>(0,9-5,3)  | 21,3<br>(16,2-24,2) |
| Donnerstag<br>(n=9)                            | <b>555**</b><br><b>(395-575)</b> | 78,3<br>(52,8-86,2)  | 8,1<br>(4,5-12,7) | 13,3<br>(7,5-28,9)  | 1,1<br>(0,1-5,5)  | 15,2<br>(9,2-34,5)  |
| Samstag<br>(n=7)                               | 640<br>(640-640)                 | 76,5<br>(74,7-82,9)  | 8,8<br>(6,5-9,6)  | 14,8<br>(9,1-15,7)  | 1,1<br>(0,3-2,0)  | 14,8<br>(9,1-15,7)  |
| Sonntag<br>(n=7)                               | 780<br>(780-780)                 | 78,3<br>(69,0-84,7)  | 7,5<br>(5,0-11,4) | 11,5<br>(7,1-16,3)  | 0,9<br>(0,4-5,9)  | 12,4<br>(9,7-22,2)  |

a. Dauer der täglichen Freizeit: b. *moderate to vigorous physical activity* c. Durchschnitt aller vier Schultage mit Training  
 \*\*signifikant niedriger als an Ø Schultag mit Training (p<0,01)

Um Vergleiche ziehen zu können zwischen den Akzelerometer-Parametern in der Freizeit an Tagen mit Training und an Tagen ohne Training, wurde in den Tabelle 21 und Tabelle 22 zusätzlich noch ein Durchschnittswert aller Schultage mit Trainings hinzugefügt. Das Signifikanzniveau zur Bestimmung signifikanter Unterschiede lag nach erfolgter Bonferroni-Korrektur bei 0,017. Da sich am Donnerstag keine Vereinszeiten ergaben, ist die Zeitdauer der Freizeit erwartungsgemäß signifikant höher (p=0,012) als an einem durchschnittlichen Trainingstag. Der Median der relativen Aufenthaltsdauer im Level *sedentary* liegt am Donnerstag bei 78,3% und damit deutlich höher als an einem Wochentag mit Training. Ein signifikanter Unterschied (p=0,046) konnte jedoch nicht festgestellt werden. Die Mediane der Levels *moderate* (p=0,028) und MVPA (p=0,046) sind im Bereich Freizeit am Sonntag niedriger als an einem durchschnittlichen Trainingstag, Signifikante Unterschiede konnten jedoch auch hier nicht beobachtet werden.



**Tabelle 22: Mediane der relativen Werte von Energieverbrauch, *activity counts*, Schritte und subjektivem Belastungsempfinden während der Freizeit.**

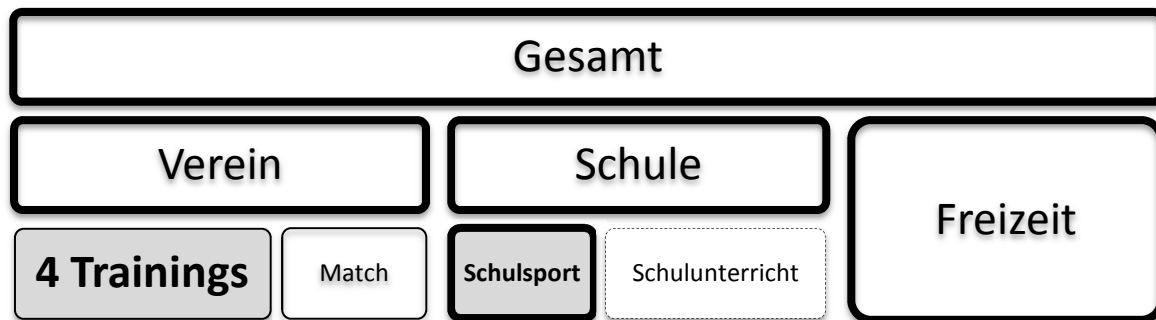
|   | <b>Dauer<sup>a</sup></b><br>(min) | <b>EV<sup>b</sup></b><br>(ackcal/h) | <b>Achse 1</b><br>(counts/epoch) | <b>Achse 2</b><br>(counts/epoch) | <b>Schritte</b><br>(steps/epoch) |
|---|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Mittwoch (n=12)                             | 465<br>(365-470)                  | 27<br>(18-42)                       | 80<br>(56-114)                   | 94<br>(64-113)                   | 2,5<br>(1,8-3,0)                 |
| Freitag (n=12)                              | 455<br>(360-615)                  | 30<br>(9-83)                        | 98<br>(30-209)                   | 93<br>(49-179)                   | 2,6<br>(0,9-5,1)                 |
| Montag (n=12)                               | 450<br>(290-510)                  | 33<br>(16-52)                       | 91<br>(55-130)                   | 96<br>(75-136)                   | 2,8<br>(1,7-3,6)                 |
| Dienstag (n=12)                             | 455<br>(310-510)                  | 28<br>(13-54)                       | 84<br>(50-141)                   | 95<br>(61-116)                   | 2,7<br>(1,7-3,0)                 |
| Ø Schultag mit Training <sup>c</sup> (n=12) | 456<br>(331-526)                  | 27<br>(16-44)                       | 88<br>(56-111)                   | 93<br>(74-116)                   | 2,7<br>(1,7-3,1)                 |
| Donnerstag (n=9)                            | <b>555**</b><br>(395-575)         | 15<br>(9-59)                        | 50<br>(27-143)                   | 60<br>(36-135)                   | 1,7<br>(0,9-4,3)                 |
| Samstag (n=7)                               | 640<br>(640-640)                  | 15<br>(8-21)                        | 51<br>(27-53)                    | 62<br>(41-84)                    | 1,5<br>(0,7-1,7)                 |
| Sonntag (n=7)                               | 780<br>(780-780)                  | 17<br>(12-31)                       | 51<br>(31-108)                   | 69<br>(43-122)                   | 1,1<br>(0,7-2,6)                 |

a. Dauer der täglichen Freizeit: b. Energieverbrauch c. Durchschnitt aller vier Schultage mit Training  
 \*\*signifikant niedriger als an Ø Schultag mit Training (p<0,01)

Wie aus Tabelle 22 ersichtlich, deuten am Donnerstag alle Werte auf eine geringere körperliche Aktivität als an einem durchschnittlichen Wochentag mit Training hin. An keinem anderen Tag war der relative aktivitätsbezogene Energieverbrauch geringer als am Donnerstag. Signifikante Unterschiede konnten jedoch weder in den Aktivitätslevels, noch beim Energieverbrauch, den *activity counts* und den Schrittzahlen festgestellt werden. Auch die Mediane des relativen aktivitätsbezogenen Energieverbrauchs (17 *ackal/h*), der *activity counts* beider Achsen (Achse 1: 51 counts/epoch; Achse 2: 69 counts/epoch) und den Schrittzahlen (1,1 steps/epoch) sind deutlich unter den Freizeit-Durchschnittswerten eines Trainingstages. Ein signifikanter Unterschied konnte aber ebenfalls nicht festgestellt werden.

## Vergleich Training – Schulsport

Auf den nächsten Seiten werden die Unterschiede einer durchschnittlichen Trainingseinheit und einer durchschnittlichen Schulsporteinheit gezeigt. Dazu wurden jeweils die Ergebnisse einer durchschnittlichen Trainingseinheit jener einer durchschnittlichen schulsportlichen Einheit gegenübergestellt und dann verglichen. Außerdem wurde geprüft, ob es einen Zusammenhang zwischen dem subjektiven Belastungsempfinden und den Akzelerometer-Kenngrößen gibt.



**Abb. 24: Gegenübergestellte Bereich (Training-Schulsport) der folgenden Ergebnisdarstellung**

12 von 15 Probanden nahmen an zumindest drei von vier Trainings teil und wiesen dabei über mindestens 75% der Zieltragedauer gültige Werte aus. Der Median einer durchschnittlichen Trainingsdauer liegt bei 100 Minuten, wobei die kürzeste Einheit 90 Minuten dauerte und die längste 105 Minuten. Beim Schulsport erfüllten 13 Probanden die Voraussetzungen, um in die Berechnung einer durchschnittlichen Trainingseinheit miteinbezogen zu werden. Auch hier liegt der Median einer Einheit bei 100 Minuten. Erwartungsgemäß ist der Bereich zwischen Minimum (50 Minuten) und Maximum deutlich größer als beim Training.

**Tabelle 23: Mediane (Minimum-Maximum) der Zeitdauer und der prozentualen Aufenthaltsdauer in den Aktivitätslevels bei einem durchschnittlichen Training und einer durchschnittlichen Einheit beim Schulsport**

|                                     | Dauer <sup>a</sup><br>(min) | Aktivitätslevels (%)               |                                    |                     |                                    |                                     |
|-------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
|                                     |                             | Sedentary                          | Light                              | Moderate            | Vigorous                           | MVPA <sup>b</sup>                   |
| Ø Training <sup>c</sup><br>(n=12)   | 100<br>(95-105)             | 26,9<br>(22,2-34,2)                | 6,0<br>(5,2-7,9)                   | 29,2<br>(22,7-38,4) | 35,4<br>(23,5-44,5)                | 67,1<br>(59,0-70,2)                 |
| Ø Schulsport <sup>d</sup><br>(n=13) | 100<br>(50-120)             | <b>35,5*</b><br><b>(18,2-67,2)</b> | <b>11,2**</b><br><b>(5,7-17,2)</b> | 37,0<br>(16,3-50,5) | <b>13,6**</b><br><b>(7,0-40,9)</b> | <b>50,6**</b><br><b>(23,3-76,0)</b> |

a. Median der Zieltragedauer; b. moderate to vigorous physical activity; c. Durchschnitt aller Trainingseinheiten; d. Durchschnitt aller Schulsportaktivitäten  
 \*signifikanter Unterschied zu Ø Training (p<0,05)  
 \*\*signifikanter Unterschied zu Ø Training (p<0,01)

Wie aus Tabelle 23 ersichtlich, unterscheiden sich bis auf das Level *moderate* (p=0,308) alle Aktivitätslevels signifikant voneinander. Besonders stark ausgeprägt ist der Unterschied im Level *light* (p=0,005) und im Level *vigorous* (p=0,002). Das Aktivitätsniveau im Training ist folglich höher als beim Schulsport.

**Tabelle 24: Mediane (Minimum-Maximum) der Zeitdauer, Energieverbrauch, activity counts, Schrittzahlen und subjektivem Belastungsempfinden bei einem durchschnittlichen Training und einer durchschnittlichen Einheit beim Schulsport**

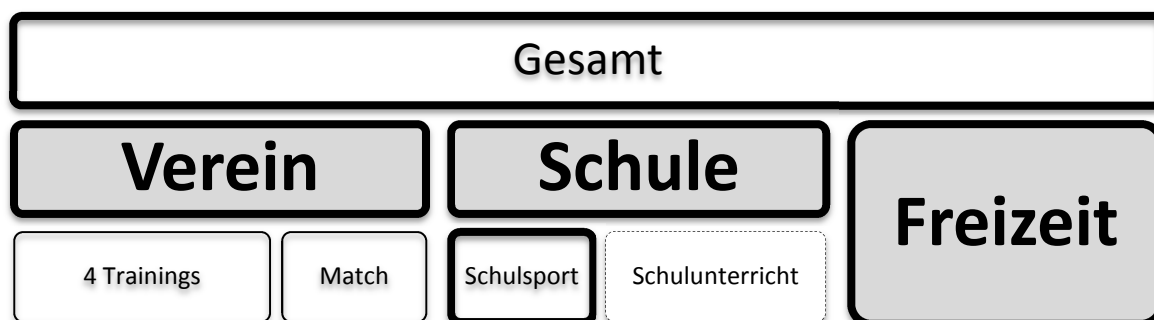
|                                     | Daue-<br>r <sup>a</sup><br>(min) | EV <sup>b</sup><br>(ackcal/h)  | Achse 1<br>(counts/epoch)        | Achse 2<br>(counts/epoch)        | Schritte<br>(steps/epoch)         | subj. BE <sup>c</sup><br>(OMNI Scale) |
|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Ø Training <sup>d</sup><br>(n=12)   | 100<br>(95-105)                  | 168<br>(116,1-239,9)           | 496,7<br>(362,7-647,7)           | 360,1<br>(308,2-420,6)           | 11,4<br>(8,6-12,3)                | 6<br>(4-7)                            |
| Ø Schulsport <sup>e</sup><br>(n=13) | 100<br>(50-120)                  | <b>82**</b><br><b>(46-182)</b> | <b>258**</b><br><b>(125-566)</b> | <b>278**</b><br><b>(128-381)</b> | <b>5,3**</b><br><b>(1,9-13,0)</b> | <b>4**</b><br><b>(2-5)</b>            |

a. Median der Zieltragedauer; b. Energieverbrauch; c. durchschnittliches Belastungsempfinden; d. Durchschnitt aller Trainingseinheiten; e. Durchschnitt aller Schulsportaktivitäten  
 \*\*signifikanter Unterschied zu Ø Training (p<0,01)

Auch alle anderen Akzelerometer-Kenngrößen zeigen signifikante Unterschiede zwischen Training und Schulsport auf (siehe Tabelle 24). Während der durchschnittliche aktivitätsbezogene Energieverbrauch eines Trainings bei 168 kcal/h liegt, erreicht dieser beim Schulsport weniger als die Hälfte und unterscheidet sich erwartungsgemäß signifikant voneinander ( $p=0,005$ ). Auch bei den *activity counts* von Achse 1 ( $p=0,005$ ) und Achse 2 ( $p=0,005$ ) sind die Mediane deutlich voneinander entfernt und die Unterschiede signifikant. Die durchschnittliche Schrittzahl bei einem Training liegt bei 11,4 steps und ist somit mehr als doppelt so hoch wie der Median beim Schulsport. Folglich ergibt sich auch hier ein erwarteter signifikanter ( $p=0,004$ ) Unterschied. Auch das subjektive Belastungsempfinden liegt beim Schulsport im Median um zwei Stufen niedriger. Entsprechend ergab sich auch bei diesem Parameter ein signifikanter ( $p=0,003$ ) Unterschied.

### Vergleich Verein – Schule – Freizeit

Nachfolgend werden die Ergebnisse aus der Gegenüberstellung der Bereiche Verein, Schule und Freizeit (siehe Abb. 25) präsentiert. Es wurde getestet, wie sich die relativen Werte der Akzelerometer-Kenngrößen innerhalb dieser Bereiche unterscheiden.



**Abb. 25: Gegenüberstellte Bereich (Training-Schulsport) der folgenden Ergebnisdarstellung**

Die Fallzahl beim Verein ist zwölf, da drei Spieler nicht die Voraussetzungen erfüllten, um in die Berechnung miteinbezogen zu werden. Im Bereich Schule konnten 14 der 15 Probanden gültige Werte erreichen, im Bereich Freizeit waren es 12 Probanden.

Die gesamte Dauer aller vier Trainingseinheiten betrug 395 Minuten, die Gesamtdauer des Matches inklusive Aufwärmphase 140 Minuten. Daher liegt in diesem Fall die Zieltragedauer bei allen Probanden bei 535 Minuten. Folglich ist der Median ident mit Minimum und Maximum. Im Bereich Schule ergaben sich aufgrund unterschiedlicher Schulzeiten auch andere Minimum- und Maximum-Werte. Der Median der wöchentlichen

Schulzeitdauer liegt bei 1800 Minuten, wobei die kürzeste Schuldauer 1665 Minuten und die längste 2135 Minuten betrug.

**Tabelle 25: Mediane (Minimum-Maximum) der Zeitdauer und der prozentualen Aufenthaltsdauer in den Aktivitätslevels während der gesamten Woche in den Bereichen Verein, Freizeit und Schule.**

|                           | Dauer <sup>a</sup><br>(min) | Aktivitätslevels (%)         |                            |                              |                           |                              |
|---------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|
|                           |                             | Sedentary                    | Light                      | Moderate                     | Vigorous                  | MVPA <sup>b</sup>            |
| Verein Gesamt<br>(n=12)   | 535<br>(395-395)            | 25,9<br>(19,9-36,5)          | 5,5<br>(4,4-7,9)           | 29,5<br>(23,6-42,8)          | 38,4<br>(24,3-47,7)       | 68,8<br>(57,8-75,2)          |
| Schule Gesamt<br>(n=14)   | 1800<br>(1665-2135)         | <b>71,6**</b><br>(62,4-79,9) | <b>9,8**</b><br>(5,9-11,2) | <b>15,0**</b><br>(11,5-22,6) | <b>2,6**</b><br>(1,4-8,0) | <b>17,9**</b><br>(13,4-28,0) |
| Freizeit Gesamt<br>(n=12) | 1753<br>(1395-1890)         | <b>69,8**</b><br>(66,6-74,9) | <b>9,2**</b><br>(7,6-10,2) | <b>17,9**</b><br>(15,3-19,7) | <b>2,2**</b><br>(0,9-5,3) | <b>21,3**</b><br>(16,2-24,2) |

a. Zieltragedauer des jeweiligen Bereichs; b. *moderate to vigorous physical activity*  
 \*\* signifikanter Unterschied zum Bereich Verein (p=0,01)

Wie aus Tabelle 25 ersichtlich, konnten in den Bereichen Schule und Freizeit in allen Aktivitätslevels Unterschiede zum Bereich Verein gefunden werden. Die p-Werte liegen dabei einheitlich bei 0,002. Zwischen den Bereichen Schule und Freizeit konnten hingegen keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

**Tabelle 26: Mediane (Minimum-Maximum) der relativen Werte von Energieverbrauch, *activity counts* und Schrittzahlen während der gesamten Woche in den Bereichen Verein, Freizeit und Schule**

|                           | Dauer <sup>a</sup><br>(min) | EV <sup>b</sup>        | Achse 1                 | Achse 2                 | Schritte                  |
|---------------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|
|                           |                             | (ackcal/h)             | (counts/epoch)          | (counts/epoch)          | (steps/epoch)             |
| Verein Gesamt<br>(n=12)   | 395<br>(395-395)            | 170<br>(114-256)       | 548<br>(363-691)        | 357<br>(306-436)        | 11,9<br>(8,5-13,1)        |
| Schule Gesamt<br>(n=14)   | 1800<br>(1665-2135)         | <b>26**</b><br>(18-46) | <b>81**</b><br>(50-156) | <b>96**</b><br>(70-140) | <b>2,2**</b><br>(1,3-4,0) |
| Freizeit Gesamt<br>(n=12) | 1753<br>(1395-1890)         | <b>27**</b><br>(16-44) | <b>88**</b><br>(56-112) | <b>93**</b><br>(74-116) | <b>2,7**</b><br>(1,7-3,1) |

a. Zieltragedauer des jeweiligen Bereichs, b. Energieverbrauch  
 \*\* signifikanter Unterschied zum Bereich Verein (p=0,01)

Tabelle 26 verdeutlicht, dass bei den weiteren Akzelerometer-Kenngrößen dieselben Effekte festzustellen sind. Sowohl der Energieverbrauch, als auch die *activity counts* und die Schrittzahlen unterscheiden sich in den Bereichen Schule und Freizeit wieder signifi-

kant voneinander ( $p < 0,01$ ). Auch bei diesen Parametern konnten zwischen dem Bereich Schule und Freizeit keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

## Zusammenhang Ausdauer – körperliche Aktivität

Der folgende Abschnitt zeigt die Ergebnisse der Korrelationsberechnungen der Ausdauerleistungsfähigkeit mit den Kenngrößen der Akzelerometer-Messungen. Als Ausdauerparameter diente die zurückgelegte Distanz im Shuttle Run (siehe S. 50). Verglichen wurde dieser Wert mit allen relativen Akzelerometer-Kenngrößen (siehe Tabelle 27 und Tabelle 28) in den Bereichen Gesamt, Verein, Schule und Freizeit.

**Tabelle 27: Mediane (Minimum-Maximum) der wöchentlichen Zeitdauer und der prozentualen Aufenthaltsdauer in den Aktivitätslevels in den Bereichen Gesamt, Verein, Freizeit und Schule.**

|                    | Dauer <sup>a</sup><br>(min) | Aktivitätslevels (%) |                   |                     |                     |                     |
|--------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                    |                             | Sedentary            | Light             | Moderate            | Vigorous            | MVPA <sup>b</sup>   |
| Gesamt<br>(n=8)    | 6060<br>(6060-6060)         | 67,6<br>(65,0-73,3)  | 8,7<br>(7,4-10,5) | 17,5<br>(14,5-20,3) | 5,8<br>(4,8-7,3)    | 23,0<br>(19,2-26,0) |
| Verein<br>(n=12)   | 535<br>(535-535)            | 25,9<br>(19,9-36,5)  | 5,5<br>(4,4-7,9)  | 29,5<br>(23,6-42,8) | 38,4<br>(24,3-47,7) | 68,8<br>(57,8-75,2) |
| Schule<br>(n=14)   | 1800<br>(1665-2135)         | 71,6<br>(62,4-79,9)  | 9,8<br>(5,9-11,2) | 15,0<br>(11,5-22,6) | 2,6<br>(1,4-8,0)    | 17,9<br>(13,4-28,0) |
| Freizeit<br>(n=12) | 1753<br>(1395-1890)         | 69,8<br>(66,6-74,9)  | 9,2<br>(7,6-10,2) | 17,9<br>(15,3-19,7) | 2,2<br>(0,9-5,3)    | 21,3<br>(16,2-24,2) |

a. Gesamte Zieltragedauer des Akzelerometers; b. moderate to vigorous physical activity

Die wöchentliche Zieltragedauer war 6060 Minuten. Acht Probanden erfüllten die Mindesttragedauer und wurden in die Auswertung miteinbezogen. Da für alle Probanden die gesamte Zieltragedauer einheitlich ist, sind Minimum und Maximum wieder ident ausgewiesen. Dies ist auch beim Verein der Fall, da auch hier für alle Studienteilnehmer die gleichen Zeiten galten. Beim Verein erfüllten insgesamt 12 Spieler die Kriterien, um in die Auswertung miteinbezogen zu werden. Im Bereich Schule erreichten 14 der 15 Schüler gültige Werte. Im Gegensatz zu den Bereichen Gesamt und Verein unterscheiden sich in den Bereichen Schule und Freizeit aufgrund der individuellen Schulzeiten Minimum und Maximum voneinander. Der Median der wöchentlichen Schuldauer liegt bei 1800 Minuten, der Median der wöchentlichen Freizeitdauer bei 1753 Minuten.

**Tabelle 28: Mediane (Minimum-Maximum) der relativen wöchentlichen Werte von Energieverbrauch, *activity counts* und Schrittzahlen in den Bereichen Gesamt Verein, Freizeit und Schule.**

|                    | <b>Dauer<sup>a</sup></b><br><b>(min)</b> | <b>EV<sup>b</sup></b><br><b>(ackcal/h)</b> | <b>Achse 1</b><br><b>(counts/epoch)</b> | <b>Achse 2</b><br><b>(counts/epoch)</b> | <b>Schritte</b><br><b>(steps/epoch)</b> |
|--------------------|--|--|---|---|---|
| Gesamt<br>(n=8)    | 6060<br>(6060-6060)                      | 3540<br>(2858-4299)                        | 3854724<br>(3084352-4429801)            | 3873588<br>(3244460-4398079)            | 102057<br>(76882-112087)                |
| Verein<br>(n=12)   | 535<br>(535-535)                         | 170<br>(114-256)                           | 548<br>(363-691)                        | 357<br>(306-436)                        | 11,9<br>(8,5-13,1)                      |
| Schule<br>(n=14)   | 1800<br>(1665-2135)                      | 26<br>(18-46)                              | 81<br>(50-156)                          | 96<br>(70-140)                          | 2,2<br>(1,3-4,0)                        |
| Freizeit<br>(n=12) | 1753<br>(1395-1890)                      | 27<br>(16-44)                              | 88<br>(56-112)                          | 93<br>(74-116)                          | 2,7<br>(1,7-3,1)                        |

a. Gesamte Zieltragedauer des Akzelerometers; b. Energieverbrauch

Alle in Tabelle 27 und Tabelle 28 angeführten Akzelerometer-Kenngrößen wurden mit der zurückgelegten Distanz im Shuttle Run auf einen Zusammenhang geprüft. Bei keinem der Parameter war eine signifikante Korrelation festzustellen. In der vorliegenden Studie konnte also nach einem Messzeitraum von einer Woche kein Zusammenhang zwischen dem Aktivitätsverhalten und der Ausdauerleistungsfähigkeit bei Nachwuchsfußballspielern festgestellt werden.





## 5 DISKUSSION

Ziel dieser Arbeit war es, das Bewegungsverhalten von Elite-Nachwuchsfußballspielern über den Zeitraum einer Woche zu erforschen. Außerdem sollte bei dieser Studie untersucht werden, ob dieses Aktivitätsverhalten Auswirkungen auf die Ausdauerleistungsfähigkeit hat. Zusätzlich sollte überprüft werden, ob bei körperlichen Aktivitäten in Verein und Schule Zusammenhänge zwischen dem subjektiven Belastungsempfinden und den objektiv gemessenen Parametern der Akzelerometer-Messungen feststellbar sind.

In diesem Kapitel werden die erhaltenen Ergebnisse interpretierend zusammengefasst und mit publizierten fachliterarischen Werken in Verbindung gebracht (Kapitel 5.1). DAN-schließend werden Limitierungen erläutert, die im Rahmen dieser Studie aufgetreten sind (Kapitel 5.2) und abschließend eine Conclusio verfasst (Kapitel 5.3).

### 5.1 Interpretation der Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Studie nochmals aufgegriffen und mit vorhandener Literatur verglichen. Analog zum Aufbau des Kapitels 4 (Ergebnisse) wird auch hier zunächst auf die Studienteilnehmer, danach auf die Ausdauerleistung und abschließend auf die Aktivitätsmessung eingegangen.

#### Interpretation personenbezogener Kenngrößen

Das Alter der Studienteilnehmer liegt zwischen 13,1 und 13,7 Jahren. Hierbei fällt auf, dass zum Stichtag der Altersberechnung (11. Oktober 2011) bereits alle Studienteilnehmer das 13. Lebensjahr vollendet hatten. Nur bei drei der fünfzehn Probanden fiel der Geburtstag in die zweite Jahreshälfte, davon zwei im August und einer im September. Diese Konstellation bestätigt die These des *relative age effect*, der im Nachwuchsfußball bereits mehrfach beobachtet wurde (Helsen et al., 2005; Jiménez & Pain, 2008). In einer Studie von Mujika und Mitarbeitern (2009) wurden die Geburtstermine von 189 männlichen Elite-Nachwuchsfußballern geprüft. Dabei zeigte sich, dass jugendliche Spitzenspieler signifikant ( $p < 0,001$ ) häufiger in den ersten Monaten des jeweiligen Auswahljahres geboren wurden. Diese Studie schlussfolgert daraus einen signifikanten Verlust potentieller Nachwuchstalente (Mujika, 2009, S. 1153).

Die Körperlänge der Probanden liegt zwischen 150 und 176 cm. Der Median liegt bei 163 cm. Dieser Wert ist praktisch ident mit der 50. Perzentile der Körperlänge von 13,5-jährigen die in einer Studie aus Deutschland erzielt wurde (Kromeyer-Hauschild et al.,

2001, S. 816). Als Referenzwerte wurden bei dieser Untersuchung 885 männliche 13-jährige Probanden aus verschiedenen Studien herangezogen. Das Körpergewicht der teilnehmenden Nachwuchsspieler liegt zwischen 39,3 kg und 61,8 kg. Der Median des Körpergewichts liegt bei 47,4 kg, dieser Wert liegt etwa 3 kg unterhalb der 50. Perzentile bei 13,5-jährigen deutschen Jungen. Der BMI der Probanden beträgt zwischen 16,0 und 20,6. Der Median erreichte einen Wert von 18,4. Die Autorengruppe um Kromeyer-Hauschild fand bei den 13,5-jährigen einen Mittelwert von 18,9. Die anthropometrischen Daten der Teilnehmer der vorliegenden Studie sind daher mit den Ergebnissen der Referenzbevölkerung durchaus vergleichbar.

## Interpretation der Ausdauerleistung

Der Median der maximalen Herzfrequenz liegt bei 201 bpm. Die Herzfrequenz ist ein Parameter, der im Zuge des Reifeprozesses abnimmt. Dabei gibt es unabhängig vom Alter große interindividuelle Schwankungen (Weineck, 2004, S. 128). Diese Unterschiede konnten auch in dieser Untersuchung festgestellt werden. Die Werte der zuletzt gemessenen Herzfrequenz lagen zwischen 192 bpm und 217 bpm. Die Ergebnisse der  $VO_2\max$  wurden auf Basis der Formel auf Seite 39 berechnet. Der Median erreichte einen Wert von 58,9 ml/kg/min.

In einer Studie von Meckel, Machnai und Eliakim (2009) absolvierten 33 jugendliche Elitfußballer im Alter zwischen 16 und 18 Jahren neben zwei verschiedenen Sprinttests auch einen 20-Meter-Shuttle Run. Dabei wurde bei der Berechnung der  $VO_2\max$  ein Mittelwert von 54,1 ( $\pm 3,1$ ) ml/kg/kg erzielt. (Meckel, Machnai & Eliakim, 2009, S. 166)

In einer norwegischen Studie teste man bei einer national repräsentativen Untersuchung das Aktivitätsverhalten und auch die aerobe Leistungsfähigkeit bei 2299 Kinder und Jugendliche zwischen 9 und 15 Jahren. Für 15-jährige wurden in dieser Studie ein Mittelwert der  $VO_2\max$ -Werte von 51,9 ml/kg/min gemessen (Kolle, Steene-Johannessen, Andersen & Anderssen, 2010, S. 41). Auch wenn die Autoren dieser Studie die  $VO_2\max$  am Fahrradergometer ermittelten, ist aufgrund der hohen Übereinstimmung des Shuttle Run mit laborbasierten Ergebnissen (Nassis et al., 2010, S. 2693) ein Vergleich zulässig.

In einer Studie von Ruiz und Mitarbeitern (2008) wurde bei 193 Jugendlichen zwischen 13 und 19 Jahren ein Shuttle Run durchgeführt. Bei dieser Untersuchung trugen die Probanden eine portable Gasmasken zur Ermittlung der  $VO_2\max$ . Außerdem wurde dieser Parameter noch mittels zweier verschiedener Gleichungen berechnet und mit den gemessenen  $VO_2\max$ -Werten verglichen. Die 122 männlichen Teilnehmer (16,2 $\pm$ 1,3 Jahre) dieser Studie erreichten im Mittel einen Wert von 198,6 ( $\pm 7,9$ ) bpm (Ruiz et al., 2008, S. 239).

Die mit der Léger-Formel berechnete  $VO_2\text{max}$  lag bei  $47,0 (\pm 5,0)$  ml/kg/min. Dieser Mittelwert liegt deutlich unter dem Median ( $58,9$  ml/kg/min), der in der vorliegenden Studie anhand derselben Formel ermittelt wurde.

Verglichen mit den Ergebnissen der zitierten Studien, sind die erhobenen Ausdauer-Werte der vorliegenden Studie insgesamt als sehr hoch einzustufen (siehe S. 50).

## Interpretation der Aktivitätsmessung

In Public Health Guidelines werden 10000 bis 11700 Schritte pro Tag als Minimum-Empfehlung für Jugendliche ausgegeben (Tudor-Locke et al., 2011, S. 9). Die Schrittzahlen der Probanden in dieser Studie liegen deutlich über diesen Werten (siehe S. 54). Der maximal erreichte Median an Schrittzahlen lag an einem Schultag mit Training bei 18785. Bis auf den Sonntag lagen auch alle anderen Werte deutlich über 11700 Schritten pro Tag. Auch an dem einzig trainingsfreien Schultag liegt der Median deutlich über diesem Wert. Am Sonntag liegt der Median allerdings nur bei 5157 Schritten. Es zeigte sich also, dass die empfohlene Schrittzahl nur an einem schul- und vereinsfreien Tag nicht erreicht werden konnte. Die Akzelerometer-Kenngrößen am Sonntag deuten generell auf geringe körperliche Aktivität hin. Dies legt den Schluss nahe, dass außerhalb von Verein und Schule bei Elite-Nachwuchsfußballern während einer regulären Trainingswoche keine zusätzlichen körperlichen Aktivitäten stattfinden.

In einer für Neuseeland repräsentativen Studie wurde bei 646 männlichen Kindern zwischen 10 und 14 Jahren ein Prozentsatz von 50,4% im Level *sedentary* festgestellt (Foley, Maddison, Jiang, Olds & Ridley, 2011, S. 9). Diese Werte unterscheiden sich deutlich von den Werten, die in der vorliegenden Studie erhoben werden konnten. Die Mediane der täglichen Aufenthaltsdauer im Level *sedentary* bewegen sich zwischen 63,7% und 78,3%. Die Probanden dieser Studie sind daher im Vergleich zu der Stichprobe der Studie um Foley täglich länger inaktiv. Da in dieser Untersuchung Akzelerometer eines anderen Actigraph-Typs zum Einsatz kamen, ist die Vergleichbarkeit der beiden Studien jedoch nur eingeschränkt möglich.

Bisher wurden keine Studien publiziert, in denen Aktivitätsmessungen bei Elite-Nachwuchs-Fußballspielern durchgeführt wurden. In einer Studie von Sacheck et al. (2011) wurde allerdings bei einem 50-minütigen Fußballspiel die absolute und die prozentuale Aufenthaltsdauer in den einzelnen Aktivitätslevels gemessen. Diese Untersuchung wurde mit 111 Kinder zwischen 8 und 10 Jahren mit einem uniaxialen Akzelerometer (Modell 7164, Actigraph LLC, Pensacola, FL) durchgeführt. Bei den männlichen Teilneh-

mern wurde während des Matches ein Anteil von 50,0% im Aktivitätslevel *sedentary* und nur ein Anteil von 30,4% im Level MVPA gemessen (Sacheck et al. 2011, S. 285). Diese Ergebnisse unterscheiden sich aufgrund eines unterschiedlichen Settings erwartungsgemäß deutlich von jenen Ergebnissen, die in dieser Studie beim Match erzielt wurden (18,8% *sedentary*; 77,7% MVPA).

Beim Vergleich des subjektiven Belastungsempfindens mit den Akzelerometer-Kenngrößen konnten bei den Trainingseinheiten keine Korrelationen festgestellt werden. So war das subjektive Belastungsempfinden beispielsweise beim Training am Montag signifikant höher als beim Training am Freitag. Gegensätzlich verhielten sich die Werte des Energieverbrauchs, der *activity counts* und der Schrittzahlen. Auch die verbrachte Zeitdauer im Level *sedentary* war bei der Einheit am Montag höher. Aus diesen gegensätzlichen Ergebnissen ergibt sich die Fragestellung, ob die Angabe des subjektiven Belastungsempfindens oder die Akzelerometer-Kenngrößen exakter erfasst werden müssen, um einen Zusammenhang der beiden Parameter zu erhalten. In einer Studie von Corder et al. (2009) wurden vier verschiedene Selbstreportfragebögen eingesetzt und simultan dazu Akzelerometer-Messungen über sieben Tage hinweg durchgeführt. Dabei konnte beim *Youth Physical Activity Questionnaire* für 12-13-Jährige eine Korrelation mit den Ergebnissen im Aktivitätslevel MVPA gefunden werden. Für die Vorhersage des Energieverbrauchs stellte sich aber auch dieser Fragebogen als unzuverlässiger Prädiktor heraus (Corder et al., 2009, S. 869). In weiteren Studien könnte der Einsatz dieses Fragebogens jedoch angedacht werden. Außerdem erscheint es im Bereich Verein sinnvoll, detailliertere Informationen zu den Trainingsinhalten zu dokumentieren, um die Akzelerometer-Daten gezielter interpretieren zu können. Weitere Verbesserungen zur Beurteilung der Trainingsintensität könnten die Erhebung zusätzlicher Parameter wie der Herzfrequenz sowie eine Kopplung der Aktivitätsmessung mit Videoaufnahme sein.

In Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass trotz der langen Zeitdauer, die in der Schule verbracht wird, die Aktivität außerhalb der Schule deutlich höher ist (Cox, Schofield, Greasley & Kolt, 2006; Morrissey, Wenthe, Letuchy, Levy & Janz 2012). Diese Erkenntnisse decken sich auch mit den Ergebnissen aus dieser Studie. An allen Messtagen war die absolute Dauer der verbrachten Zeit in MVPA während außerschulischer Aktivitäten höher als in der Schule. Besonders stark ist dieser Effekt erwartungsgemäß an Tagen mit Training. Alleine bei zwei Trainingseinheiten (Mittwoch, Freitag) lagen die Mediane in MVPA höher als die Mediane des gleichen Levels in der Schule, trotz entsprechend kürzerer Zeitdauer eines Trainings verglichen mit einem Schultag. Aber auch am Donnerstag, dem einzigen Schultag ohne Training, lagen die Werte in MVPA niedriger als in der

Freizeit, wenngleich der Unterschied hier nicht so ausgeprägt ist. Dieselben Effekte konnten beim Energieverbrauch und der Anzahl an zurückgelegten Schritten beobachtet werden. Am Donnerstag war aber entgegen den Erwartungen die Anzahl an *activity counts* in der Schule höher als in der Freizeit.

In einer Studie der Universität Porto wurde bei insgesamt 84 Schülerinnen und Schülern zwischen 8 und 15 Jahren die körperliche Aktivität an Schultagen gemessen. Die Autoren konnten bei den Akzelerometer-Messungen der 30 männlichen Studienteilnehmer eine Aufenthaltsdauer von 138,9 ( $\pm 67,3$ ) Minuten im Level MVPA feststellen (Mota, Santos, Guerra, Ribeiro & Duarte, 2003, S. 550). Die entsprechenden Werte, die in dieser Untersuchung erhoben wurden, lagen an allen Schultagen deutlich höher (siehe S. 63). Der Maximalwert war am Montag mit 243,8 Minuten in MVPA zu verzeichnen. Am einzigen Schultag ohne Training (Donnerstag) liegt der Median bei 183,6 Minuten und damit ebenso deutlich höher als der Mittelwert, der in der Autorengruppe um Mota erhoben wurde.

Die Dauer schulsportlicher Aktivitäten war einem großen Schwankungsbereich ausgesetzt. Während ein Schüler nur eine Unterrichtseinheit Bewegung und Sport im Verlauf des Messzeitraums hatte, hatten andere bis zu vier Unterrichtseinheiten Bewegung und Sport. Da auch ein Einsatz in der Schülerliga als Schulsport gewertet wurde, konnte bei einem Schüler sogar täglich eine schulsportliche Aktivität verzeichnet werden. Betrachtet man die prozentuale Aufenthaltsdauer im Level *sedentary* wird ersichtlich, dass die Schüler insgesamt 35,5% ihrer gesamten wöchentlichen Schulsportzeiten in diesem Level verbringen. Mehr als ein Drittel des Schulsports waren die Probanden dieser Studie also inaktiv. Dies könnte damit begründet sein, dass ein beträchtlicher Teil für Umkleiden und andere körperlich wenig beanspruchende Tätigkeiten benötigt wird. Eine niedrige Aktivität bei schulsportlichen Aktivitäten zeigt sich auch im Vergleich mit einer Studie einer Arbeitsgruppe um Tudor-Locke (2006). Bei dieser Pedometer-Untersuchung konnte während einer 30-minütigen Sportunterrichtseinheit eine durchschnittliche Anzahl von 1429 ( $\pm 567$ ) Schritten aufgezeichnet werden (Tudor-Locke, Lee, Morgan, Beighle & Pangrazi, 2006, S. 1734). Umgerechnet in eine *epoch length* von 10 Sekunden entsprechen diese Schrittzahlen einem Wert von 7,9 steps/epoch. In der hier vorliegenden Studie wurde bei schulsportlichen Aktivitäten ein Median von 5,3 steps/epoch und damit ein deutlich geringerer Wert erhoben.

Des Weiteren fällt auf, dass der Median der wöchentlichen Schulsportdauer mit 255 Minuten bemerkenswert hoch ist. Dies begründet sich mit der Tatsache, dass manche Teilnehmer dieser Studie neben dem stundenplankonformen Sportunterricht auch noch in der

Fußball-Schülerliga aktiv waren. In weiteren Studien könnten diese Aktivitäten differenziert betrachtet und verglichen werden.

In einer weiteren Publikation wurden die Aktivitätsdaten von 140 Kindern aus den USA (Mittelwert: 10,1 Jahre) während eines *after-school programs* ausgewertet. Diese Untersuchung wurde mit denselben Akzelerometern durchgeführt, die auch im Rahmen dieser Arbeit eingesetzt wurden. Die Autoren konnten bei den männlichen Teilnehmer 41,6% der verbrachten Zeitdauer im Level *sedentary* feststellen und 21,3% im Level MVPA (Trost, Rosenkranz und Dzewaltowski, 2008, S. 625). Verglichen mit den Daten dieser Studie waren die teilnehmenden Kinder am erwähnten Freizeitprogramm aktiver als die Jugendlichen dieser Studie an einem trainingsfreien Schultag (*sedentary*: 78,3%; MVPA: 15,2%). Da dieses organisierte Nachmittagsprogramm auch körperliche Bewegung beinhaltete, war ein entsprechend großer Unterschied zu erwarten.

In dieser Studie war auffällig, dass die Werte der Freizeit-Aktivitäten an den beiden Wochenendtagen auf weniger Aktivität hindeuten, wenngleich auch keine signifikanten Unterschiede ausgemacht werden konnten (siehe S. 72). An allen Schultagen mit Training waren die Freizeitwerte im Level MVPA höher als an einem Schultag ohne Training. Da es unwahrscheinlich erscheint, dass an einem Trainingstag auch noch zusätzliche sportliche Betätigungen durchgeführt werden, könnte diese erhöhte Freizeit-Aktivität an Trainingstagen auf die Transfers zwischen Trainingsgelände und zu Hause zurückgeführt werden. Der Einfluss des verwendeten Transportmittels (z.B. Fahrrad vs. öffentlicher Verkehr) könnte hierfür eine entscheidende Komponente sein. Zahlreiche Studien (Østergaard, Grøntved, Børrestad, Froberg, Gravesen, & Andersen, 2012; Andersen, Wedderkopp, Kristensen, Moller, Froberg & Cooper, 2011) berichten über positive gesundheitliche Auswirkungen bei der Benützung von Transportmitteln, die die alltägliche körperliche Aktivität erhöhen. Auch in einer Studie von Gavarry, Gavarry, Giacomoni, Bernard, Seymat und Falgairette (2003, S. 525) waren sowohl Jungen, als auch Mädchen im ersten Schulabschnitt (*primary school*) an schulfreien Tagen inaktiver als an Schultagen.

Beim Vergleich der Aktivitätsmessung zwischen Verein Schule und Freizeit wurden jeweils die relativen Werte der Akzelerometer-Kenngrößen herangezogen. Wie zu erwarten war dabei ein signifikanter Unterschied zwischen Verein und Schule sowie zwischen Verein und Freizeit festzustellen. Beim Vergleich zwischen Schule und Freizeit konnte jedoch kein Unterschied bei den relativen Werten der Aktivitätslevels ausgemacht werden. Man muss jedoch betonen, dass das Fußballtraining in dieser Studie nicht als Freizeitaktivität

einbezogen wurde. Außerhalb der Schule ist das Aktivitätsniveau zweifellos höher als während der Schulzeiten.

## 5.2 Limitierungen

Mit einer Anzahl von 15 Probanden konnten 65% der potentiellen Studienteilnehmer rekrutiert werden. Aufgrund dieser kleinen Fallzahl wurden ausschließlich nichtparametrische Tests gerechnet. Trotz offensichtlicher Tendenzen erwies sich diese kleine Stichprobengröße in manchen Berechnungen als problematisch für die Erzielung von Signifikanzen. Beim Vergleich der Akzelerometer-Kenngrößen Energieverbrauch, *activity counts* und Schrittzahlen zwischen Sonntag und einem durchschnittlichen Trainingstag, wiesen alle Wertepaare am Sonntag deutlich niedrigere Resultate auf. Aufgrund der durchgeführten Bonferroni-Korrektur konnte das Signifikanzniveau ( $p=0,017$ ) zur Feststellung eines signifikanten Unterschiedes nicht erreicht werden.

Eine weitere Schwierigkeit dieser Studie bestand im Verhältnis zwischen Probanden, die eine Partnerschule des SK Rapid Wien besuchten und Probanden, die eine herkömmliche Schule besuchten (11:4). Aufgrund der kleinen Stichprobengrößen wurde auf eine statistische Unterschiedsberechnung dieser beiden Gruppen verzichtet.

Die Aktivitätsmessung sah ursprünglich den Einsatz des Herzfrequenzmessers Suunto Smart Belt vor, um neben den *activity counts* auch den Parameter Herzfrequenz zur Berechnung des Energieverbrauchs zu berücksichtigen. Zahlreiche Publikationen bescheinigen dieser Methode präzisere Ergebnisse als die isolierte Anwendung einer der beiden Methoden (Brage, 2003; Corder et al., 2008; Thompson, Batterham, Bock, Robson & Stokes, 2006). Wie in der vorliegenden Studie, wird auch in einer Publikation von Wyss, Scheffler und Mäder (2012, S, 721) über technische Defekte beim Einsatz der Suunto Smartbelt Sensoren berichtet. Für zukünftige Studien ist der Einsatz von kombinierten Messgeräten wie dem Actiheart (Actiheart, CamNtech, Cambridge, UK) empfehlenswert. Dieses Gerät vereint Beschleunigungsmessung und Herzfrequenzmessung in einem Gerät und wurde bereits mehrfach bei verschiedenen Altersgruppen und Settings eingesetzt (Bayer, Jarczok, Fischer, von Kries & de Bock, 2012; Nichols, Aralis, Merino, Barrack, Stalker-Fader & Rauh, 2010; Villars, Bergouignan, Dugas, Antoun, Schoeller & Roth, 2012).

Die beiden Tormänner haben die Trageposition des Akzelerometers an der rechten Seite der Hüfte bei Trainingseinheiten störend empfunden. Deshalb wurde von ihnen der Akzelerometer teilweise nicht getragen bzw. die Positionierung des Akzelerometers verän-

dert. Dies ist insofern problematisch, da die Platzierung des Sensors einen wesentlichen Einfluss auf die Messergebnisse hat (Beneke & Leithäuser, 2008, S. 218).

Es war auffallend, dass die Tragedauer der Akzelerometer mit Fortlauf der Studie abgenommen hat. Außerdem war, abgesehen vom Match, die Akzeptanz den Akzelerometer an den beiden Wochenendtagen zu tragen, sehr gering. Auch am Donnerstag trugen in der Freizeit weniger Probanden ihren Akzelerometer als an den anderen Schultagen. Offenbar ist die Bereitschaft, den Akzelerometer auch in der Freizeit zu tragen, an Trainingstagen höher.

### 5.3 Conclusio

Trotz der nicht verwertbaren Datenmenge der Herzfrequenzmessung stellte sich das eingesetzte Verfahren als geeignete Methode für die Aktivitätsmessung von Nachwuchsfußballspielern heraus.

Die Probanden dieser Studie besitzen im Vergleich zu Teilnehmern an anderen Untersuchungen eine sehr gut ausgebildete Ausdauerleistungsfähigkeit. Es konnte aber kein Zusammenhang zwischen diesem Leistungsfaktor und den aus der Aktivitätsmessung erhaltenen Akzelerometer-Kenngrößen gefunden werden. Da der Anteil der Vereinsaktivitäten (vier Trainings, ein Match) einen sehr hohen Anteil an der wöchentlichen Gesamtbelastung ausmacht, kann davon ausgegangen werden, dass die körperlichen Aktivitäten außerhalb des Vereins während der Wettkampfperiode keinen entscheidenden Einfluss auf die Ausdauerleistungsfähigkeit von Elite-Fußballspielern haben. In weiteren Untersuchungen könnte geprüft werden, ob in Übergangsperioden (Sommerpause, Winterpause) ein solcher Effekt zu beobachten ist. Dadurch wäre eine verlässlichere Aussage möglich, wie groß der Anteil des Aktivitätsverhaltens an der Ausdauerleistungsfähigkeit eines Nachwuchsfußballers ist. Des Weiteren wäre es sinnvoll, Vergleiche zwischen Altersklassen zu ziehen.

Weiters hat sich gezeigt, dass die Akzelerometer-Kenngrößen bei den Trainingseinheiten keine zuverlässigen Parameter für die Beurteilung des subjektiven Belastungsempfindens waren. Für Folgestudien ist die Messung der Herzfrequenz bei Trainingseinheiten eine empfehlenswerte Maßnahme um Trainingsintensitäten verlässlich einzustufen zu können.

Es konnte festgestellt werden, dass bei Vereinsaktivitäten sowohl beim subjektiven Belastungsempfinden, als auch bei den Akzelerometer-Kenngrößen signifikante Unterschiede zu schulsportlichen Aktivitäten bestehen. Bei Vereinsaktivitäten werden die Spieler demnach, wie anzunehmen war, intensiver belastet als beim Schulsport.



Außerdem fiel auf, dass die Dauer des wöchentlichen Schulsports einem großen Schwankungsbereich ausgesetzt war. Hier könnte für zukünftige Studien mit größeren Stichproben ein Vergleich zwischen Schülern einer Vereins-Partnerschule und Spielern, die eine herkömmliche Schule besuchen, sinnvoll sein. Dadurch könnte ein möglicher Einfluss schulsportlicher Aktivitäten auf die Leistungsfähigkeit von Nachwuchsfußballspielern ermöglicht werden.

Wie bereits in Kapitel 1 dieser Arbeit erwähnt wurde, ist die Ausdauer nur einer von vielen leistungsbeeinflussenden Faktoren im Fußball. Ob sich das Aktivitätsverhalten auf andere Leistungsfaktoren auswirkt, könnte Gegenstand weiterer Forschung sein.



## Literaturverzeichnis

- Actigraph. (2012). Actigraph GT1M. Zugriff am 4. November 2012 unter <http://support.theactigraph.com/product/GT1M-device>
- Andersen, L. B., Wedderkopp, N., Kristensen, P., Moller, N. C., Froberg, K. & Cooper, A. R. (2011). Cycling to school and cardiovascular risk factors: a longitudinal study. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 8 (8), 1025–1033.
- Bangsbo, J., Iaia, F. M. & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test. A useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports medicine*, 38 (1), 37-51.
- Bayer, O., Jarczok, M., Fischer, J., Kries, R. von & Bock, F. de. (2012). Validation and extension of a simple questionnaire to assess physical activity in pre-school children. *Public health nutrition*, 1–9.
- Beneke, R. & Leithäuser, R. (2008). Körperliche Aktivität im Kindesalter - Messverfahren. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 59 (10), 215–222.
- Brage, S. (2003). Branched equation modeling of simultaneous accelerometry and heart rate monitoring improves estimate of directly measured physical activity energy expenditure. *Journal of Applied Physiology*. 96 (1), 343–351.
- Brage, S., Brage, N., Franks, P. W., Ekelund, U. & Wareham, N. J. (2005). Reliability and validity of the combined heart rate and movement sensor Actiheart. *European journal of clinical nutrition*. 59 (4), 561–570.
- Brink, M. S., Nederhof, E., Visscher, C., Schmikli, S. L. & Lemmink, K. A. P. M. (2010). Monitoring load, recovery, and performance in young elite soccer players. *Journal of strength and conditioning research*. 24 (3), 597–603.
- Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Chamari, K., Carlomagno, D., Rampinini, E., (2006). Aerobic fitness and yo-yo continuous and intermittent tests performances in soccer players. a correlation study. *Journal of strength and conditioning research*, 20 (2), 320-325.
- Chamari, K., Hachana, Y., Ahmed, Y. B., Galy, O., Sghaier, F., Chatard, J.-C. et al. (2004). Field and laboratory testing in young elite soccer players. *British journal of sports medicine*, 38 (2), 191–196. Verfügbar unter <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1724764/pdf/v038p00191.pdf>.
- Chamari, K., Hachana, Y., Kaouech, F., Jeddi, R., Moussa-Chamari, I. & Wisløff, U. (2005). Endurance training and testing with the ball in young elite soccer players. *British journal of sports medicine*, 39 (1), 24–28.
- Chung, K.-F. & Cheung, M.-M. (2008). Sleep-wake patterns and sleep disturbance among Hong Kong Chinese adolescents. *Sleep*, 31 (2), 185–194. Verfügbar unter <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2225574/pdf/aasm.31.2.185.pdf>.
- Colley, R., Gorber, S. C. & Tremblay, M. S. (2010). Quality control and data reduction procedures for accelerometry-derived measures of physical activity. *Health reports*, 21 (1), 63–69.
- Corder, K., Brage, S., Wareham, N. J. & Ekelund, U. (2005). Comparison of PAEE from Combined and Separate Heart Rate and Movement Models in Children. *Medicine and science in sports and exercise*, 37 (10), 1761–1767.
- Corder, K., Ekelund, U., Steele, R. M., Wareham, N. J. & Brage, S. (2008). Assessment of physical activity in youth. *Journal of applied physiology*, 105 (3), 977–987.
- Corder, K., van Sluijs, E. M. F., Wright, A., Whincup, P., Wareham, N. J. & Ekelund, U. (2009). Is it possible to assess free-living physical activity and energy expenditure in young people by self-report? *American Journal of Clinical Nutrition*, 89 (3), 862–870. Verfügbar unter <http://ajcn.nutrition.org/content/89/3/862.full.pdf#page=1&view=FitH>.
- Cox, M., Schofield, G., Greasley, N. & Kolt, G. S. (2006). Pedometer steps in primary school-aged children. A comparison of school-based and out-of-school activity. *Journal of science and medicine in sport*. 9 (1-2), 91–97.

- Crouter, S. E., Churilla, J. R. & Bassett, D. R. (2006). Estimating energy expenditure using accelerometers. *European journal of applied physiology*, 98 (6), 601–612.
- Ethikkommission der Medizinischen Universität Wien. (2002, Mai). Empfehlungen für die Patienteninformation und Einwilligungserklärung bei Studien an Minderjährigen. [Service]. Zugriff am 15. Mai 2011 unter [http://ethikkommission.meduniwien.ac.at/fileadmin/ethik/media/dokumente/icon/PI\\_MJ.pdf](http://ethikkommission.meduniwien.ac.at/fileadmin/ethik/media/dokumente/icon/PI_MJ.pdf)
- Ethikkommission der Medizinischen Universität Wien. (2011). Patienteninformation - klinische Prüfungen nach AMG oder MPG. [Service]. Zugriff am 15. Mai 2011 unter <http://ethikkommission.meduniwien.ac.at/service/patienteninformation/#c162>
- Fernandez-Gonzalo, R., Souza-Teixeira, F., Bresciani, G., García-López, D., Hernández-Murúa, J., Jiménez-Jiménez, R. & Paz, J. (2010). Comparison of technical and physiological characteristics of prepubescent soccer players of different ages. *Journal of strength and conditioning research*. 24 (7), 1790–1798.
- Foley, L. S., Maddison, R., Jiang, Y., Olds, T. & Ridley, K. (2011). It's not just the television: survey analysis of sedentary behaviour in New Zealand young people. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 8, 132. Verfügbar unter <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3247842/pdf/1479-5868-8-132.pdf>.
- Gavarry, O., Giacomoni, M., Bernard, T., Seymat, M. & Falgairette, G. (2003). Habitual physical activity in children and adolescents during school and free days. *Medicine and science in sports and exercise*. 35 (3), 525–531.
- Hackl, M. (2012, April). *Leistungsprüfverfahren Ausdauer. Sportmotorische Tests, Vortrag im Rahmen der Vorlesung Leistungsphysiologie*. Wien.
- Helgerud, J., Engen, L. C., Wisloff, U. & Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 33 (11), 1925–1931.
- Helsen, W. F., van Winckel, J. & Williams, A. M. (2005). The relative age effect in youth soccer across Europe. *Journal of sports sciences*, 23 (6), 629–636.
- Hoff, J., Kähler, N. & Helgerud, J. (2006). Training sowie Ausdauer- und Krafttests von professionellen Fußballspielern. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 57 (5), 116–124.
- Hoff, J., Wisløff, U., Engen, L. C., Kemi, O. J. & Helgerud, J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *British journal of sports medicine*, 36 (3), 218–221.
- Hustyi, K. M., Normand, M. P., Larson, T. A. & Thompson, R. (2011). Behavioral assessment of physical activity in obese preschool children. *Journal of applied behaviour analysis*, 44 (3), 635–639.
- Jiménez, I. P. & Pain, M. T. G. (2008). Relative age effect in Spanish association football: its extent and implications for wasted potential. *Journal of sports sciences*, 26 (10), 995–1003.
- Kleine, W. (2003). *Tausend gelebte Kindertage. Sport und Bewegung im Alltag der Kinder*. Weinheim ; München: Juventa-Verl.
- Krustrup, P.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.
- Kolle, E., Steene-Johannessen, J., Andersen, L. B. & Anderssen, S. A. (2010). Objectively assessed physical activity and aerobic fitness in a population-based sample of Norwegian 9- and 15-year-olds. *Scandinavian journal of medicine and science in sports*, 20 (1), 41-47.
- Kromeyer-Hauschild, K., Wabitsch, M., Kunze, D., Geller, F., Geiß, H., Hesse, V. et al. (2001). Perzentile für den Body-mass-Index für das Kindes- und Jugendalter unter Heranziehung verschiedener deutscher Stichproben. *Monatsschrift Kinderheilkunde*, 149 (8), 807–818. Zugriff am 11.09.2012.
- Léger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C. & Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of sports sciences*, 6 (2), 93–101.

- Malina, R. M., Ribeiro, B., Aroso, J. & Cumming, S. P. (2007). Characteristics of youth soccer players aged 13-15 years classified by skill level. *British journal of sports medicine*, 41 (5), 290-5; discussion 295. Verfügbar unter <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2659047/pdf/290.pdf>.
- Martínez-Gómez, D., Welk, G. J., Calle, M. E., Marcos, A. & Veiga, O. L. (2009). Preliminary evidence of physical activity levels measured by accelerometer in Spanish adolescents: the AFINOS Study. *Nutrición hospitalaria*, 24 (2), 226–232.
- McMillan, K., Helgerud, J., Macdonald, R. & Hoff, J. (2005). Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *British journal of sports medicine*, 39 (5), 273–277.
- Meckel, Y., Ismaeel, A. & Eliakim, A. (2008). The effect of the Ramadan fast on physical performance and dietary habits in adolescent soccer players. *European Journal of applied physiology*, 102 (6), 651–657. Verfügbar unter <http://www.springerlink.com/content/M4876H0431618553/fulltext.pdf?MUD=MP>.
- Meckel, Y., Machnai, O. & Eliakim, A. (2009). Relationship among repeated sprint tests, aerobic fitness, and anaerobic fitness in elite adolescent soccer players. *Journal of strength and conditioning research*, 23 (1), 163–169.
- Meyer T. & Faude O. (2006). Feldtests im Fußball. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 57 (5), 147–148.
- Moellenhoff, G. (2007). *Vergleich zweier Ausdauertrainingsmethoden unter Berücksichtigung präventivmedizinischer Aspekte*. Dissertation, Ruhr-Universität Bochum. Bochum. Verfügbar unter <http://www-brs.ub.ruhr-uni-bochum.de/netahtml/HSS/Diss/SchomakerRalph/diss.pdf>.
- Montgomery, C., Reilly, J. J., Jackson, D. M., Kelly, L. A., Slater, C., Paton, J. Y. et al. (2004). Relation between physical activity and energy expenditure in a representative sample of young children. *American journal of clinical nutrition*, 80 (3), 591–596.
- Morrissey, J. L., Wenhe, P. J., Letuchy, E. M., Levy, S. M., Janz, K. F. (2012). Specific types of family support and adolescent non-school physical activity levels. *Pediatric exercise science*. 24 (3). 333–346.
- Mota, J., Santos, P., Guerra, S., Ribeiro, J.C., Duarte, J. A. (2003). Patterns of daily physical activity during school days in children and adolescents. *American Journal of human biology*. 15 (4), 547–553.
- Mujika, I., Vaeyens, R., Matthys, S. P. J., Santisteban, J., Goiriena, J. & Philippaerts, R. (2009). The relative age effect in a professional football club setting. *Journal of sports sciences*, 27 (11), 1153–1158.
- Müller, C., Winter, C. & Rosenbaum, D. (2010). Aktuelle objektive Messverfahren zur Erfassung körperlicher Aktivität im Vergleich zu subjektiven Erhebungsmethoden. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 61 (1), 11–18.
- Müller, I., Coulibaly, J. T., Fürst, T., Knopp, S., Hattendorf, J., Krauth, S. J. et al. (2011). Effect of schistosomiasis and soil-transmitted helminth infections on physical fitness of school children in Côte d'Ivoire. *PLoS neglected tropical diseases*, 5 (7), e1239. Verfügbar unter <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3139653/pdf/pntd.0001239.pdf>.
- Nassis, G. P., Geladas, N. D., Soldatos, Y., Sotiropoulos, A., Bekris, V. & Souglis, A. (2010). Relationship between the 20-m multistage shuttle run test and 2 soccer-specific field tests for the assessment of aerobic fitness in adult semi-professional soccer players. *Journal of strength and conditioning research*, 24 (10), 2693–2697.
- Nichols, J. F., Aralis, H., Merino, S. G., Barrack, M. T., Stalker-Fader, L. & Rauh, M. J. (2010). Utility of the actiheart accelerometer for estimating exercise energy expenditure in female adolescent runners. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 20 (6), 487–495.
- Oliver, M., Schofield, G. M. & Kolt, G. S. (2007). Physical activity in preschoolers: understanding prevalence and measurement issues. *Sports medicine*, 37 (12), 1045–1070.

- Oreskovic, N. M., Blossom, J., Field, A. E., Chiang, S. R., Winickoff, J. P. & Kleinman, R. E. (2012). Combining global positioning system and accelerometer data to determine the locations of physical activity in children. *Geospatial health*, 6 (2), 263–272. Verfügbar unter <http://www.geospatialhealth.unina.it/articles/v6i2/gh-v6i2-13-oreskovic.pdf>.
- Østergaard, L., Grøntved, A., Børrestad, L. A. B., Froberg, K., Gravesen, M., & Andersen, L. B. (2012). Cycling to school is associated with lower BMI and lower odds of being overweight or obese in a large population-based study of Danish adolescents. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*. 9 (5), 617–625.
- Page, A. S., Cooper, A. R., Griew, P., Davis, L. & Hillsdon, M. (2009). Independent mobility in relation to weekday and weekend physical activity in children aged 10-11 years: The PEACH Project. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 6, 2.
- Peter, R. & Bode, G. (2005). *Fussball von morgen. Qualifizierungsoffensive : offizielles Lehrbuch des DFB* (Komplett neu konzipierte Lehrbuchreihe.). Münster: Philippka-Sportverlag.
- Ramsbottom, R., Brewer, J. & Williams, C. (1988). A progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake. *British journal of sports medicine*, 22 (4), 141–144. Verfügbar unter <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1478728/pdf/brjmed00040-0015.pdf>.
- Robertson, R. J., Goss, F. L., Andreacci, J. L., Dubé, J. J., Rutkowski, J. J., Snee, B. M. et al. (2005). Validation of the children's OMNI RPE scale for stepping exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 37 (2), 290–298.
- Ruiz, J. R., Ramirez-Lechuga, J., Ortega, F., Castro-Piñero, J., Benitez, J., Arauzo-Azofra, A., Sanchez, C., Sjöström, M., Castillo, M. J., Gutierrez, A. & Zabala, M. (2008). Artificial neural network-based equation for estimating VO<sub>2</sub>max from the 20 m shuttle run test in adolescents. *Artificial intelligence in medicine*. 44 (3), 233–245.
- Ruiz, J. R., Silva, G., Oliveira, N., Ribeiro, J. C., Oliveira, J. F. & Mota, J. (2009). Criterion-related validity of the 20-m shuttle run test in youths aged 13-19 years. *Journal of sports sciences*. 27 (9), 899–906.
- Sacheck, J. M., Nelson, T., Ficker, L., Kafka, T., Kuder, J. & Economos, C. D. (2011). Physical activity during soccer and its contribution to physical activity recommendations in normal weight and overweight children. *Pediatric exercise science*, 23 (2), 281–292.
- Schoeller, D. A. (1999). Recent advances from application of doubly labeled water to measurement of human energy expenditure. *The journal of nutrition*, 129 (10), 1765–1768.
- Spurr, G. B., Prentice, A. M., Murgatroyd, P. R., Goldberg, G. R., Reina, J. C. & Christman, N. T. (1988). Energy expenditure from minute-by-minute heart-rate recording: comparison with indirect calorimetry. *American journal of clinical nutrition*, 48 (3), 552–559.
- Suunto. (2012a). Suunto Memory Belt. Zugriff am 4. November 2012 unter <http://www.suunto.com/at/de/produkte/herzfrequenzgurte/Suunto-Memory-Belt>
- Suunto. (2012b). Suunto Memory Belt. Zugriff am 4. November 2012 unter <http://www.suunto.com/at/de/produkte/herzfrequenzgurte/Memory-Belt-Docking-Station>
- Takken, T., Stephens, S., Balemans, A., Tremblay, M. S., Esliger, D. W., Schneiderman, J. et al. (2010). Validation of the Actiheart activity monitor for measurement of activity energy expenditure in children and adolescents with chronic disease. *European journal of clinical nutrition*, 64 (12), 1494–1500.
- Thompson, D., Batterham, A. M., Bock, S., Robson, C. & Stokes, K. (2006). Assessment of low-to-moderate intensity physical activity thermogenesis in young adults using synchronized heart rate and accelerometry with branched-equation modeling. *The journal of nutrition*, 136 (4), 1037–1042.
- Toh, S. H., Guelfi, K. J., Wong, P. & Fournier, P. A. (2011). Energy expenditure and enjoyment of small-sided soccer games in overweight boys. *Human movement science*, 30 (3), 636–647.
- Treuth, M. S., Adolph, A. L. & Butte, N. F. (1998). Energy expenditure in children predicted from heart rate and activity calibrated against respiration calorimetry. *The American journal of physiology*, 275 (1 Pt 1), E12-8.

- Trost, S. G., Loprinzi, P. D., Moore, R. & Pfeiffer, K. A. (2011). Comparison of accelerometer cut points for predicting activity intensity in youth. *Medicine and science in sports and exercise*, 43 (7), 1360–1368.
- Trost, S. G., Rosenkranz, R. R. & Dzewaltowski, D. (2008). Physical activity levels among children attending after-school programs. *Medicine and science in sports and exercise*, 40 (4), 622–629.
- Trost, S. G., Way, R. & Okely, A. D. (2006). Predictive validity of three ActiGraph energy expenditure equations for children. *Medicine and science in sports and exercise*, 38 (2), 380–387.
- Tschan, H., Baron, R., Smekal, G. & Bachl, N. (2001). Belastungs- Beanspruchungsprofil im Fußball aus physiologischer Sicht. *Österreichisches Journal für Sportmedizin*, 2001 (1), 7–18.
- Tudor-Locke, C., Lee, S. M., Morgan, C. F., Beighle, A. & Pangrazi, R. P. (2006). Children's pedometer-determined physical activity during the segmented school day. *Medicine and science in sports and exercise*. 38 (10). 1732–1738.
- Tudor-Locke, C., Craig, C. L., Beets, M. W., Belton, S., Cardon, G. M., Duncan, S. et al. (2011). How many steps/day are enough? for children and adolescents. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 8, 78. Verfügbar unter <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3166269/pdf/1479-5868-8-78.pdf>.
- Utter, A. C., Robertson, R. J., Nieman, D. C. & Kang, J. (2002). Children's OMNI Scale of Perceived Exertion: walking/running evaluation. *Medicine and science in sports and exercise*, 34 (1), 139–144.
- Villars, C., Bergouignan, A., Dugas, J., Antoun, E., Schoeller, D. A., Roth, H. et al. (2012). Validity of combining heart rate and uniaxial acceleration to measure free-living physical activity energy expenditure in young men. *Journal of applied physiology*. Verfügbar unter <http://jap.physiology.org/content/early/2012/09/26/jap.01413.2011.abstract>
- Weineck, J. (2004). *Optimales Fussballtraining* (4. Aufl.). Balingen: Spitta-Verlag.
- Weineck, J. (2007). *Optimales Training* (15. Aufl.). Balingen: Spitta-Verlag.
- Wickel, E. E. & Eisenmann, J. C. (2007). Contribution of youth sport to total daily physical activity among 6- to 12-yr-old boys. *Medicine and science in sports and exercise*, 39 (9), 1493–1500.
- Wyss, T. & Mäder, U. (2011). Energy Expenditure Estimation During Daily Military Routine With Body-Fixed Sensors. *Military Medicine*, 176 (5), 494–499.
- Wyss, T., Scheffler, J. & Mäder, U. (2012). Ambulatory Physical Activity in Swiss Army Recruits. *International journal of sports medicine*, 33 (09), 716–722.

## Abbildungsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Abb. 1: Komponenten der Leistungsfähigkeit im Fußball (Weineck, 2004, S. 17) .....   | 1  |
| Abb. 2: Hoff Test-Parcours (Chamari et al., S. 26).....  | 8  |
| Abb. 3: <i>Branched equation model</i> zur gleichzeitigen Akzelerometer-und Herzfrequenzmessung (Brage, 2003, S. 346).....                 | 14 |
| Abb. 4: Anwendbarkeit und Validität von Methoden zur Erfassung körperlicher Aktivitäten (modifiziert nach Müller et al., 2010, S.11) ..... | 17 |
| Abb. 5: Zeitlicher Ablauf der Studiendurchführung.....   | 21 |
| Abb. 6: Zeitlicher Ablauf des Rekrutierungsprozesses.....  | 22 |
| Abb. 7: Portabler Stadiometer zur Bestimmung der Körpergröße .....   | 27 |
| Abb. 8: Digitale Waage zur Bestimmung des Körpergewichts .....   | 27 |
| Abb. 9: Suunto Smartbelt (Suunto, 2012a) .....   | 29 |
| Abb. 10: Suunto Docking Station (Suunto, 2012b).....   | 29 |
| Abb. 11: Trageposition des Smartbelts (Suunto, 2006, S. 5) .....   | 30 |
| Abb. 12: GT1M-Akzelerometer (Actigraph, 2012) .....  | 31 |
| Abb. 13: Außenseite des Sporttagebuches.....   | 33 |
| Abb. 14: Innenseite des Sporttagebuches .....  | 33 |
| Abb. 15: Zeitlicher Ablauf der Aktivitätsmessung .....   | 35 |
| Abb. 16: Einteilung der Aktivitäts-Daten in fünf Untersuchungsbereiche.....  | 40 |
| Abb. 17: Entstehung der Probandenanzahl .....  | 47 |
| Abb. 18: Einteilung der Probanden in Schulen und Klassen .....   | 48 |
| Abb. 19: Ausgewerteter Bereich (Gesamt) der folgenden Ergebnisdarstellung.....   | 51 |
| Abb. 20: Ausgewerteter Bereich (Verein) der folgenden Ergebnisdarstellung.....   | 57 |
| Abb. 21: Ausgewerteter Bereich (Schule) der folgenden Ergebnisdarstellung .....  | 62 |
| Abb. 22: Ausgewerteter Bereich (Schulsport) der folgenden Ergebnisdarstellung .....  | 67 |
| Abb. 23: Ausgewerteter Bereich (Freizeit) der folgenden Ergebnisdarstellung .....  | 69 |
| Abb. 24: Gegenübergestellte Bereich (Training-Schulsport) der folgenden Ergebnisdarstellung.....   | 74 |
| Abb. 25: Gegenübergestellte Bereich (Training-Schulsport) der folgenden Ergebnisdarstellung.....   | 76 |



## Tabellenverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Tabelle 1: Tägliche Zieltragedauer der jeweiligen Bereiche in Minuten. ....   | 41 |
| Tabelle 2: Einteilung der Intensitätslevels .....   | 43 |
| Tabelle 3: Mediane (Minimum-Maximum) der anthropo- .....  | 49 |
| Tabelle 4: Mediane (Minimum-Maximum) der Ausdauerleistungs-Parameter.....   | 50 |
| Tabelle 5: Mediane (Minimum-Maximum) der Zieltragedauer und der absoluten<br>Aufenthaltsdauer in den Aktivitätslevels im Bereich Gesamt. ....   | 53 |
| Tabelle 6: Mediane (Minimum-Maximum) der absoluten Werte von Energieverbrauch,<br><i>activity counts</i> und Schrittzahlen im Bereich Gesamt. ....                                      | 54 |
| Tabelle 7: Mediane (Minimum-Maximum) der gesamten prozentualen<br>Aufenthaltsdauer in den Aktivitätslevels .....  | 55 |
| Tabelle 8: Mediane (Minimum-Maximum) der relativen Werte von<br>Energieverbrauch, <i>activity counts</i> , Schritte und subjektivem Belastungsempfinden<br>der gesamten Woche.....      | 56 |
| Tabelle 9: Mediane (Minimum-Maximum) der Aufenthaltsdauer in den<br>Aktivitätslevels bei Vereinsaktivitäten.....  | 58 |
| Tabelle 10: Mediane der absoluten Werte von Energieverbrauch, <i>activity counts</i> ,<br>Schritte und subjektivem Belastungsempfinden bei Vereinsaktivitäten .....                     | 59 |
| Tabelle 11: Mediane (Minimum-Maximum) der prozentualen Aufenthaltsdauer<br>in den Aktivitätslevels bei Vereinsaktivitäten. ....   | 60 |
| Tabelle 12: Mediane (Minimum-Maximum) der relativen Werte von<br>Energieverbrauch, <i>activity counts</i> , Schritte und subjektivem Belastungsempfinden<br>bei Vereinsaktivitäten..... | 61 |
| Tabelle 13: Mediane (Minimum-Maximum) der Schulzeitdauer und der absoluten<br>Aufenthaltszeit in den Aktivitätslevels während der Schule. ....  | 63 |
| Tabelle 14: Mediane der absoluten Werte von Energieverbrauch, <i>activity counts</i> , Schritte<br>und subjektivem Belastungsempfinden während Schulzeiten .....                        | 64 |
| Tabelle 15: Mediane (Minimum-Maximum) der prozentualen Aufenthaltsdauer in den<br>Aktivitätslevels während Schulzeiten .....  | 65 |
| Tabelle 16: Mediane der relativen Werte von Energieverbrauch, <i>activity counts</i> , Schritte<br>und subjektivem Belastungsempfinden während Schulzeiten .....                        | 66 |
| Tabelle 17: Mediane (Minimum-Maximum) der absoluten und relativen Aufenthaltsdauer<br>in den Aktivitätslevels beim Schulsport (n=13). ....  | 67 |
| Tabelle 18: Mediane der absoluten und relativen Werte von Energieverbrauch, <i>activity<br/>counts</i> , Schritte und subjektivem Belastungsempfinden beim Schulsport (n=13) .....      | 68 |
| Tabelle 19: Mediane (Minimum-Maximum) der Freizeit-Dauer und der absoluten<br>Aufenthaltsdauer in den Aktivitätslevels während der Freizeit.....  | 70 |
| Tabelle 20: Mediane der absoluten Werte von Energieverbrauch, <i>activity counts</i> , Schritte<br>und subjektivem Belastungsempfinden während der Freizeit.....                        | 71 |
| Tabelle 21: Mediane (Minimum-Maximum) der Freizeit-Dauer und der relativen<br>Aufenthaltsdauer in den Aktivitätslevels während der Freizeit.....  | 72 |
| Tabelle 22: Mediane der relativen Werte von Energieverbrauch, <i>activity counts</i> , Schritte<br>und subjektivem Belastungsempfinden während der Freizeit.....                        | 73 |

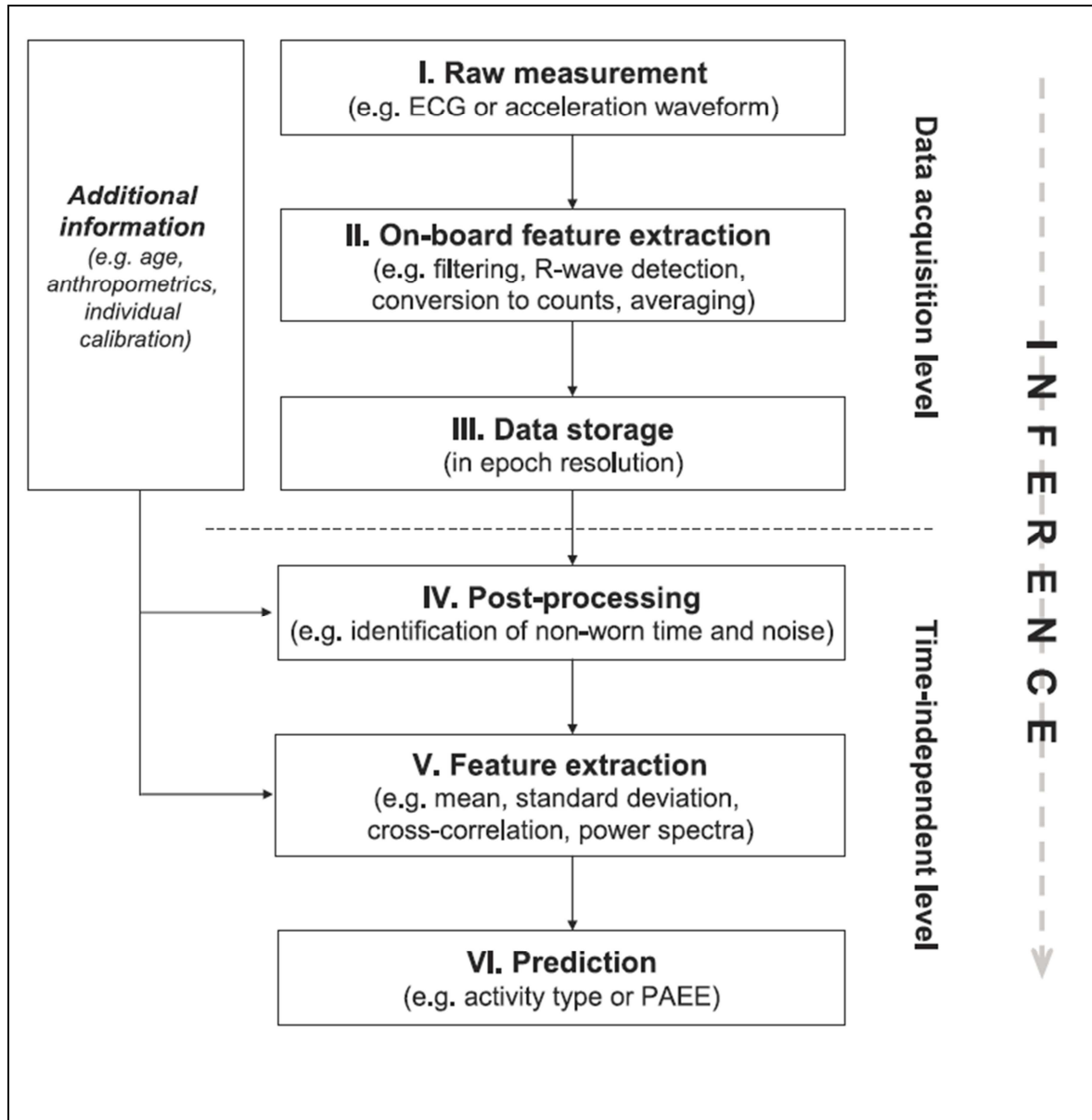
|  |    |
|--|----|
| Tabelle 23: Mediane (Minimum-Maximum) der Zeitdauer und der prozentualen Aufenthaltsdauer in den Aktivitätslevels bei einem durchschnittlichen Training und einer durchschnittlichen Einheit beim Schulsport.....                                  | 75 |
| Tabelle 24: Mediane (Minimum-Maximum) der Zeitdauer, Energieverbrauch, <i>activity counts</i> , Schrittzahlen und subjektivem Belastungsempfinden bei einem durchschnittlichen Training und einer durchschnittlichen Einheit beim Schulsport ..... | 75 |
| Tabelle 25: Mediane (Minimum-Maximum) der Zeitdauer und der prozentualen Aufenthaltsdauer in den Aktivitätslevels während der gesamten Woche in den Bereichen Verein, Freizeit und Schule. ....  | 77 |
| Tabelle 26: Mediane (Minimum-Maximum) der relativen Werte von Energieverbrauch, <i>activity counts</i> und Schrittzahlen während der gesamten Woche in den Bereichen Verein, Freizeit und Schule.....  | 77 |
| Tabelle 27: Mediane (Minimum-Maximum) der wöchentlichen Zeitdauer und der prozentualen Aufenthaltsdauer in den Aktivitätslevels in den Bereichen Gesamt, Verein, Freizeit und Schule.....  | 78 |
| Tabelle 28: Mediane (Minimum-Maximum) der relativen wöchentlichen Werte von Energieverbrauch, <i>activity counts</i> und Schrittzahlen in den Bereichen Gesamt Verein, Freizeit und Schule.....  | 79 |

## Abkürzungsverzeichnis

|                     |   |
|---------------------|---|
| BMI                 | Body Mass Index                               |
| DLW                 | <i>Doubly labeled water</i>                   |
| KA                  | Körperliche Aktivität                         |
| MVPA                | <i>Moderate to vigorous physical activity</i> |
| PA                  | <i>Physical activity</i>                      |
| PE                  | <i>Physical education</i>                     |
| RPE                 | <i>Rating of perceived exertion</i>           |
| VO <sub>2</sub>     | Sauerstoffaufnahme                            |
| VO <sub>2</sub> max | Maximale Sauerstoffaufnahme                   |



## Anhang A: Funktionsweise eines Akzelerometers



Funktionsweise eines Akzelerometers (Corder et al., 2008, S. 980)

## Anhang B: Votum der Ethikkommission

|   |                                 |  |
|---|---------------------------------|--|
| <b>ETHIK-KOMMISSION</b><br><b>DER MEDIZINISCHEN UNIVERSITÄT WIEN</b><br>Borschkegasse 8b/6 - A-1090 Wien, Austria<br>☎ 0043 1 404 00 – 2147, 2244 & 📠 0043 1 404 00 – 1690<br><b>E-Mail: ethik-kom@meduniwien.ac.at</b><br><b>ethikkommission.meduniwien.ac.at</b>  |                                 | Abteilung Sport- und<br>Leistungsphysiologie<br>eingelangt am:<br>1 5. SEP. 2011           |
| <b>Sitzung der Ethik-Kommission am 10. Mai 2011, TOP 99 :</b>   |                                 |  |
| <b>EK Nr: 412/2011</b><br><b>Antragsteller:</b> Univ.Prof.Dr. Norbert Bachl, bakk. Jakob Altzinger<br><b>Einreichende Institution:</b> Inst.f. Sportwissenschaften, Abt.Sportphysiologie,<br><b>Projekttitel:</b> Auswirkungen des wöchentlichen Energieverbrauchs von Nachwuchsspielern<br>des SK Rapid Wien auf die Ausdauerleistungsfähigkeit  |                                 |  |
| Die Stellungnahme der Ethik-Kommission erfolgt aufgrund folgender eingereichter Unterlagen:   |                                 |  |
| <b>Dokument</b><br>Originalprotokoll:<br>Probandeninfo./Einverständniserklrg.:<br>Verpflichtungserklärung:<br>Qualifikation: CV   | <b>Version/Nr</b><br>1/2<br>1/2 | <b>Datiert</b><br>2011-04-05/2011-09-05<br>2011-04-05/2011-07-26<br>undatiert<br>undatiert |
| <b>Die Kommission fasst folgenden Beschluss (mit X markiert):</b>   |                                 |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Es besteht kein Einwand gegen die Durchführung der Studie.  |                                 |  |
| <input type="checkbox"/> Die unten bezeichneten Punkte des Antrages sind entweder noch unerledigt bzw sollten von den Antragstellern geändert/ nachgereicht werden. Nach entsprechender Vorlage/Erledigung kann auch vor der nächsten Ethik-Kommissions Sitzung ein endgültig positiver Beschluss ausgefertigt werden. Der Antrag wird in der nächsten Sitzung der Kommission nicht mehr behandelt.<br><small><u>Achtung:</u> Werden die geforderten Unterlagen von den Antragstellern nicht innerhalb von 3 Sitzungsperioden (ab Datum dieser Sitzung) nachgereicht, gilt der Antrag ohne weitere Benachrichtigung als zurückgezogen und muss gegebenenfalls als Neuantrag eingereicht werden.</small> |                                 |  |
| <input type="checkbox"/> Es bestehen Einwände gegen die Durchführung der Studie in der eingereichten Form. Die unten angeführten Punkte sollten von den Antragstellern entsprechend geändert und der Kommission neu vorgelegt werden. Der Antrag wird in der nächsten Sitzung der Kommission nochmals behandelt.<br><small><u>Achtung:</u> Werden die geforderten Unterlagen von den Antragstellern nicht innerhalb von 3 Sitzungsperioden (ab Datum dieser Sitzung) nachgereicht, gilt der Antrag ohne weitere Benachrichtigung als zurückgezogen und muß gegebenenfalls als Neuantrag eingereicht werden.</small>   |                                 |  |
| <input type="checkbox"/> Der Antrag wird von der Ethik-Kommission abgelehnt.  |                                 |  |
| <input type="checkbox"/> Der TOP wird bis zur nächsten Sitzung vertagt (Begründung siehe unten)   |                                 |  |
| Ek-Nr: 412/2011   | 1/2                             | 13.09.11   |

**Kommentare:**

Zum Prüfplan : **Die statistische Auswertung ist nicht ausreichend beschrieben und sollte ausgearbeitet werden. Es sollte angegeben werden, welche Parameter mit welchen statistischen Methoden ausgewertet werden.**

Zur Patienteninformation : Seite 2, „Muss ich da mitmachen?“: **Es ist ein Hinweis einzufügen, dass die Teilnehmer die Studienteilnahme jederzeit abbrechen können.**  
Seite 3: **Der letzte Satz ist unvollständig.**

**Die Ethik-Kommission ersucht die Antragsteller, bei der Wiedervorlage von geänderten Patienteninformationen Versionsbezeichnungen anzugeben und ein Exemplar mit hervorgehobenen Änderungen beizulegen.**

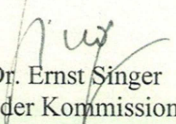
Zur Versicherungsbestätigung : **nicht erforderlich**

Andere :

**Nachtrag vom 13. September 2011: Die Antragsteller legen am 5.9.11 überarbeitete Unterlagen vor, die von der Ethik-Kommission akzeptiert werden.**


**Die Ethik-Kommission geht - rechtlich unverbindlich – davon aus, daß es sich um keine klinische Prüfung gemäß AMG/MPG handelt.**

Mitgliederliste der Ethik-Kommission (aktueller Stand am Sitzungstag) beiliegend. Mitglieder der Ethik-Kommission, die für diesen Tagesordnungspunkt als befangen anzusehen waren und daher laut Geschäftsordnung an der Entscheidungsfindung/Abstimmung nicht teilgenommen haben: **keine**

  
Univ. Prof. Dr. Ernst Singer  
Vorsitzender der Kommission

**ACHTUNG:** Unter Berücksichtigung der „ICH-Guideline for Good Clinical Practice“ gilt dieser Beschluß **ein Jahr ab Datum der Ausstellung.** Gegebenenfalls hat der Antragsteller eine Verlängerung der Gültigkeit mittels Formular für „Meldungen“ rechtzeitig vorzulegen.

## Anhang C: Probandeninformation



**Fußballklub  
SK RAPID**

Keisslergasse 6  
1140 Wien  
Tel.: 01 / 727 43 - 0

32 x österr. Meister  
14 x österr. Cupsieger  
3 x Supercupsieger  
1930 Mitropacupsieger

1938 Deutscher Cupsieger  
1941 Deutscher Meister  
1951 Zentropacupsieger  
1985/1996 Europacupfinale

ZVR-Zahl 843293761

Max Mustermann  
Mustermannstraße 6-8/22/3  
1220 Wien

SK Rapid Nachwuchsakademie  
Keißlergasse 3  
1140 Wien  
Tel. 01/727 43  
Fax: 01/727 43-51  
[www.skrapid.at](http://www.skrapid.at)  
UID-Nummer: ATU 41362707

Wien, 20. September 2011

**SPIELERINFORMATION**

Lieber Max,

Wir, die Nachwuchsleitung des SK Rapid, werden in Zusammenarbeit mit der Sportuniversität Wien eine Studie durchführen, bei der die Auswirkungen des wöchentlichen Energieverbrauches auf die Ausdauerleistungsfähigkeit gemessen werden. Es soll also geklärt werden, wie viel Energie ihr Spieler außerhalb des Trainings, etwa in der Schule und der Freizeit verbraucht und wie sich das auf eure Ausdauer auswirkt.


Es handelt sich bei diesen Tests um keine Leistungskontrolle. Wir führen diese Studie durch, damit wir für die Zukunft unsere Trainingspläne auch auf euer Bewegungsverhalten anpassen können und somit noch mehr zu eurer Entwicklung beitragen können.


**Worum geht es eigentlich genau?**



Mit sogenannten Akzelerometern (Beschleunigungssensoren) lässt sich der Energieverbrauch bestimmen. Es handelt sich um ein kleines High-Tech-Gerät, das an der Hüfte angebracht wird. Es ist so leicht, dass du es kaum spürst und es dich nicht stört. Das ist auch sehr wichtig, denn du sollst dieses Gerät den ganzen Tag über tragen. Außerdem wird ein Brustgurt verwendet, damit auch dein Puls aufgezeichnet werden kann (ähnlich wie bei einer Pulsuhr).

Akzelerometer und Brustgurt können zum Schlafen und zum Duschen heruntergenommen werden. Ansonsten müssen beide Teile ständig getragen werden, sonst bekommen wir ungenaue Ergebnisse.


Um zu wissen, was du wann gemacht hast, wird zusätzlich noch ein Sporttagebuch geführt. Das ist kein großer Aufwand, du sollst dabei nur ein paar Striche auf einer Tabelle einzeichnen. Um zu sehen, ob es einen Zusammenhang gibt zwischen Energieverbrauch und Ausdauer, werden einfach eure Ergebnisse aus dem Shuttle-Run (wird bei den









**Fußballklub  
SK RAPID**

Keisslergasse 6  
1140 Wien  
Tel.: 01 / 727 43 - 0

|                        |                           |
|------------------------|---------------------------|
| 32 x österr. Meister   | 1938 Deutscher Cupsieger  |
| 14 x österr. Cupsieger | 1941 Deutscher Meister    |
| 3 x Supercupsieger     | 1951 Zentropacupsieger    |
| 1930 Mitropacupsieger  | 1985/1996 Europacupfinale |

ZVR-Zahl 843293761

sportmotorischen Tests auf der Schmelz durchgeführt) mit eurem wöchentlichen Energieverbrauch verglichen.

**Was soll ich beachten?**

Eigentlich nur eines, nämlich dass Brustgurt und Akzelerometer getragen werden. Und zwar über sieben Tage, vom Morgen bis zum Abend. Beim Duschen können die Teile wie bereits erwähnt natürlich heruntergenommen werden.

Ansonsten verbring deinen Tag genauso wie immer. Du sollst dich nicht mehr, und auch nicht weniger bewegen.

**Warum genau ihr - die U14?**

Wir haben uns ganz bewusst für euch entschieden, weil ihr der älteste Jahrgang unserer Nachwuchsakademie seid und wir von euch einen verantwortungsvollen Umgang mit diesem Projekt erwarten. Wir bitten dich daher lieber Max: Nimm an dem Projekt teil – und nimm es auch ernst!








**Muss ich da mitmachen?**

Nein! Du musst da natürlich nicht mitmachen und du kannst deine Teilnahme an dieser Studie auch jederzeit abbrechen. Aber im Sinne des SK Rapid und für eine weiterhin erfolgreiche Nachwuchsarbeit können wir deine Hilfe jetzt sehr gut brauchen!

**Was habe ich davon, wenn ich mitmache?**

Als Auswertung bekommst du dein persönliches Bewegungsprofil über eine ganze Woche ausgehändigt. Ihr erfährt also über den Zeitraum von einer ganzen Woche:

- Wie viele Schritte habe ich zurückgelegt?
- Wie viel Energie habe ich insgesamt verbraucht? Wie viel davon in der Schule, im Training bzw. in der Freizeit?
- Was ist die höchste Herzfrequenz, die ich erreicht habe in dieser Woche?
- Was ist meine durchschnittliche Herzfrequenz über eine Woche hinweg?
- Wie intensiv und wie lange sind meine körperlichen Aktivitäten gewesen?
- etc. etc.



## Fußballklub SK RAPID

Keisslergasse 6  
1140 Wien  
Tel.: 01 / 727 43 - 0

32 x österr. Meister  
14 x österr. Cupsieger  
3 x Supercupsieger  
1930 Mitropacupsieger

1938 Deutscher Cupsieger  
1941 Deutscher Meister  
1951 Zentropacupsieger  
1985/1996 Europacupfinale

ZVR-Zahl 843293761

### Wann sind die Messungen?

Der Start der Messungen ist vor Beginn des Trainings am Montag, den 3. Oktober 2011 – das Ende genau eine Woche später, also vor dem Training am Montag, den 10. Oktober.

### Kann ich das vorher ausprobieren?

Im Zuge einer Trainingseinheit wird es eine Einschulung geben, um dich mit der Technik und mit der Handhabung des Sporttagebuches vertraut zu machen. Das wird in der Woche der sportmotorischen Tests auf der Schmelz sein, der genaue Termin wird euch rechtzeitig bekanntgegeben.

### Könnte es Unannehmlichkeiten geben?

Damit ist eigentlich nicht zu rechnen. Denn wie bereits erwähnt sind diese Akzelerometer und Pulsmessgurten sehr leicht und bequem zu tragen und stören in keiner Weise, sofern sie richtig getragen werden.

### Kostet mich das was?

Natürlich nicht! Die Technik wird von der Sportuniversität zur Verfügung gestellt.

### Kann ich in derselben Zeit auch an einer anderen Studie teilnehmen?

Ja, solange ihr im Rahmen dieser Studie keine außergewöhnlichen Belastungen durchführen müsst. Sollte dies der Fall sein, so muss das dem Projektkoordinator, Jakob Altzinger (Trainer SK Rapid Wien U7), mitgeteilt werden.

### Wie werden meine Daten verwendet?


Die Ergebnisse werden im Rahmen einer Diplomarbeit veröffentlicht. Deine Daten werden anonym behandelt. Das bedeutet konkret, dass dein Name darin nicht zu finden sein wird. Zugang zu den Daten haben nur Mitarbeiter der Studie, welche der Schweigepflicht unterliegen.

Du bekommst aber natürlich dein persönliches Ergebnis überreicht.

### Versicherung

Da in dieser Studie keine Risiken bestehen, wird dafür auch keine Versicherung abgeschlossen.





**WIKEN ENERGIE**

**Fußballklub**  
**SK RAPID**

Keisslergasse 6  
1140 Wien  
Tel.: 01 / 727 43 - 0

32 x österr. Meister  
14 x österr. Cupsieger  
3 x Supercupsieger  
1930 Mitropacupsieger

1938 Deutscher Cupsieger  
1941 Deutscher Meister  
1951 Zentropacupsieger  
1985/1996 Europacupfinale

ZVR-Zahl 843293761

**Anmeldung**

In diesem Schreiben befindet sich ein Anmeldeblatt (=Einwilligungserklärung), welches du zur Einschulung (von einem Elternteil unterschrieben) mitbringen sollst und danach auch noch selber unterschreiben musst, falls du an der Studie teilnehmen wirst.

**Noch Fragen?**

Dann kannst du dich jederzeit beim Projektkoordinator melden!

|  |   |   |
|--|---|---|
| <p><b>Bakk. Jakob Altzinger</b><br/>Koordinator der Studie<br/>Tel.: 0680 1259337<br/>jakob.altzinger@nw.skrapid.com</p> | <p><b>Dr. Harald Tschan</b><br/>Sportwissenschaftler/Studienleiter<br/>Tel.: 01 4277 – 48862<br/>harald.tschan@univie.ac.at</p> | <p><b>Mag. Markus Hackl</b><br/>Sportwissenschaftler (Rapid)<br/>Tel.: 01 4277 – 488 43<br/>markus.hackl@univie.ac.at</p> |
|--|---|---|

Wir freuen uns auf ein gelungenes Projekt!

Mit sportlichen Grüßen








  

|  |  |
|--|--|
| <p>.....</p> <p><b>Mag. Peter Grechtshammer</b><br/>Leiter Nachwuchsakademie SK Rapid Wien</p> | <p>.....</p> <p><b>Jakob Altzinger</b><br/>Studienkoordinator/Trainer SK Rapid Wien U7</p> |
|--|--|

|   |   |
|---|---|
| <p>.....</p> <p><b>Mag. Bernd Schreiner</b><br/>Trainer SK Rapid Wien U14</p> | <p>.....</p> <p><b>Thomas Weidinger</b><br/>Trainer SK Rapid Wien U14</p> |
|---|---|

## Anhang D: Auswertungstabelle Shuttle Run

|                         |  |                        |  |
|-------------------------|--|------------------------|--|
| <b>Name:</b> _____      |  | <b>Geb.Dat.:</b> _____ |  |
| <b>Test-Dat.:</b> _____ |  | <b>Gewicht:</b> _____  |  |
| <b>Größe:</b> _____     |  | <b>Uhr-Nr.:</b> _____  |  |

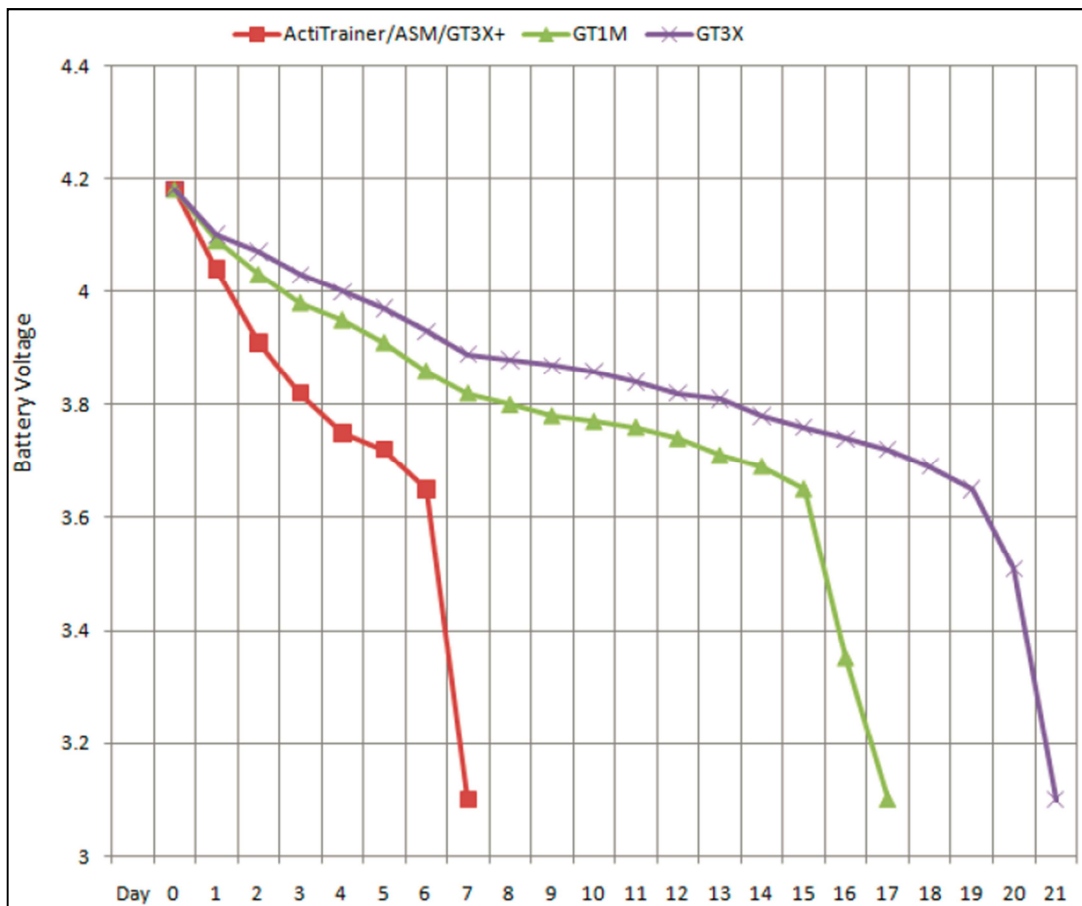
  

| km/h | Level | HF | Shuttle Nummer |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|------|-------|----|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|--|
|      |       |    | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |  |
| 8,5  | 1     |    | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |   |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 9    | 2     |    | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 9,5  | 3     |    | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 10   | 4     |    | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 10,5 | 5     |    | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 11   | 6     |    | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |    |    |    |    |    |    |  |
| 11,5 | 7     |    | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |    |    |    |    |    |    |  |
| 12   | 8     |    | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |    |    |    |    |    |  |
| 12,5 | 9     |    | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |    |    |    |    |    |  |
| 13   | 10    |    | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |    |    |    |    |    |  |
| 13,5 | 11    |    | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |    |    |    |    |  |
| 14   | 12    |    | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |    |    |    |    |  |
| 14,5 | 13    |    | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |    |    |    |  |
| 15   | 14    |    | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |    |    |    |  |
| 15,5 | 15    |    | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |    |    |    |  |
| 16   | 16    |    | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |    |    |  |
| 16,5 | 17    |    | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |    |    |  |
| 17   | 18    |    | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |    |  |
| 17,5 | 19    |    | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |    |  |
| 18   | 20    |    | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |  |

## Anhang E: Aufnahmedauer und Batterielaufzeit des GT1M-Akzelerometers

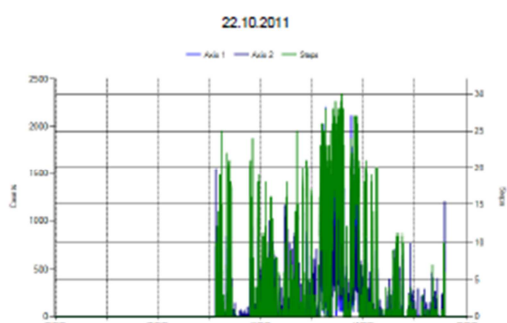
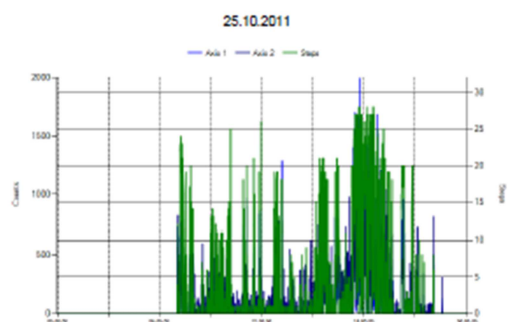
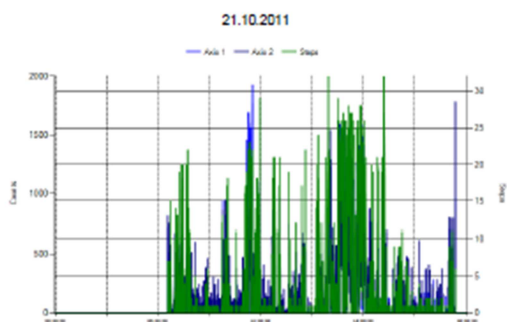
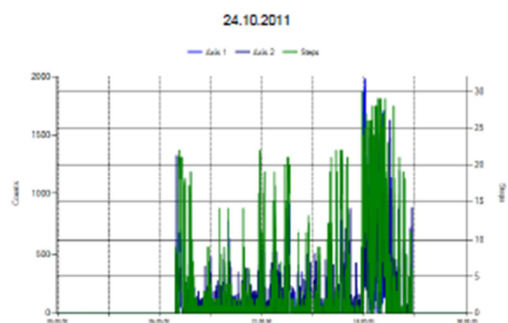
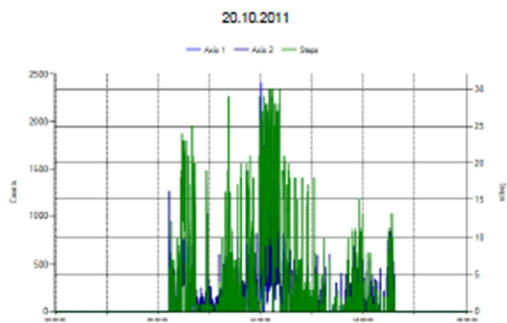
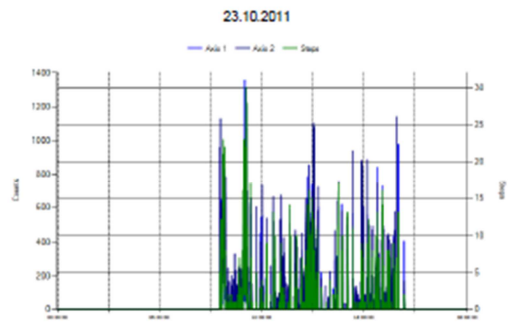
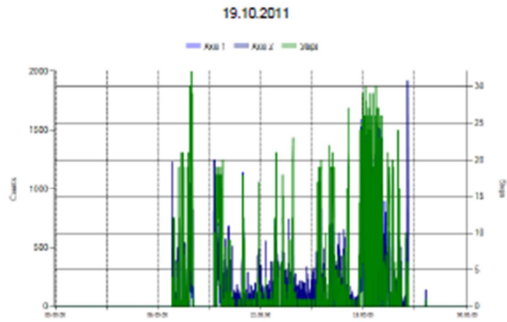
| GT1M Matrix - Length of Recording Time for Epoch Length vs Selected Modes |          |      |     |         |                 |     |     |         |                  |     |     |         |    |
|---|----------|------|-----|---------|-----------------|-----|-----|---------|------------------|-----|-----|---------|----|
| Selected Modes  | Activity |      |     |         | (Activity/Pedo) |     |     |         | (Dual Axis/Pedo) |     |     |         |    |
|   | Days     | Hrs  | Min | Seconds | Days            | Hrs | Min | Seconds | Days             | Hrs | Min | Seconds |    |
| Raw   | 0        | 4    | 33  | 3       | N/A             | N/A | N/A | N/A     | N/A              | N/A | N/A | N/A     |    |
| Dual Raw  | 0        | 2    | 16  | 31      | N/A             | N/A | N/A | N/A     | N/A              | N/A | N/A | N/A     |    |
| Epoch (seconds)   | 1        | 5    | 16  | 32      | 0               | 2   | 20  | 16      | 0                | 1   | 21  | 30      | 40 |
|   | 2        | 11   | 9   | 4       | 0               | 5   | 16  | 32      | 0                | 3   | 19  | 1       | 20 |
|   | 3        | 17   | 1   | 35      | 59              | 8   | 12  | 47      | 59               | 5   | 16  | 32      | 0  |
|   | 5        | 28   | 10  | 40      | 0               | 14  | 5   | 20      | 0                | 9   | 11  | 33      | 19 |
|   | 10       | 56   | 21  | 20      | 0               | 28  | 10  | 40      | 0                | 18  | 23  | 6       | 39 |
|   | 15       | 85   | 8   | 0       | 0               | 42  | 16  | 0       | 0                | 28  | 10  | 40      | 0  |
|   | 30       | 170  | 16  | 0       | 0               | 85  | 8   | 0       | 0                | 56  | 21  | 20      | 0  |
|   | 60       | 341  | 8   | 0       | 0               | 170 | 16  | 0       | 0                | 113 | 18  | 40      | 0  |
|   | 120      | 682  | 16  | 0       | 0               | 341 | 8   | 0       | 0                | 227 | 13  | 20      | 0  |
|   | 180      | 1024 | 0   | 0       | 0               | 512 | 0   | 0       | 0                | 341 | 2   | 40      | 0  |
|   | 240      | 1365 | 8   | 0       | 0               | 682 | 16  | 0       | 0                | 455 | 2   | 40      | 0  |

**Aufnahmedauer des GT1M-Akzelerometers  
je nach gewählter Einstellung (*ActiLife5*, S. 25)**



**Batterielaufzeit des GT1M (*ActiLife5*, S. 19)**

# Anhang F: Aktivitätsprofil einer Akzelerometer-Messung





## Anhang G: Ergebnisse der Aktivitätsmessung

Mediane (Minimum-Maximum) der Zieltragedauer und der absoluten Aufenthaltsdauer in den Aktivitätslevels in den Bereichen Gesamt, Verein, Schule und Freizeit von Mittwoch bis Samstag.

|            |                    | Dauer <sup>a</sup><br>(min) | Aktivitätslevels (min) |                      |                        |                     |                        |
|------------|--------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|---------------------|------------------------|
|            |                    |                             | Sedentary              | Light                | Moderate               | Vigorous            | MVPA <sup>b</sup>      |
| Mittwoch   | Gesamt<br>(n=12)   | 900<br>(900-900)            | 626,6<br>(544,7-722,2) | 80,3<br>(69,2-93,2)  | 149,3<br>(125,2-170,7) | 46,4<br>(36,5-77,5) | 196,1<br>(170,2-217,7) |
|            | Training<br>(n=14) | 90<br>(90-90)               | 27,8<br>(22,2-31,0)    | 7,3<br>(4,5-9,7)     | 26,1<br>(20,3-37,0)    | 29,6<br>(21,0-39,2) | 55,8<br>(51,2-62,3)    |
|            | Schule<br>(n=13)   | 345<br>(340-445)            | 285,2<br>(266,2-364,7) | 31,2<br>(20,7-38,3)  | 39,0<br>(15,2-90,8)    | 3,9<br>(0,7-21,0)   | 42,7<br>(15,2-111,8)   |
|            | Freizeit<br>(n=12) | 465<br>(365-470)            | 299,0<br>(246,7-426,5) | 40,3<br>(31,2-49,7)  | 71,2<br>(45,3-107,2)   | 11,4<br>(2,3-36,2)  | 85,6<br>(47,7-118,7)   |
| Donnerstag | Gesamt<br>(n=10)   | 900<br>(900-900)            | 592,1<br>(463,5-778,3) | 69,9<br>(48,3-88,7)  | 138,6<br>(93,3-220,5)  | 26,0<br>(4,3-68,5)  | 183,6<br>(97,7-280,0)  |
|            | Verein             | -                           | -                      | -                    | -                      | -                   | -                      |
|            | Schule<br>(n=14)   | 345<br>(325-505)            | 247,4<br>(101,8-359,7) | 32,7<br>(8,0-42,2)   | 60,0<br>(33,8-120,7)   | 16,5<br>(0,7-57,8)  | 81,5<br>(35,2-174,7)   |
|            | Freizeit<br>(n=9)  | 555<br>(395-575)            | 360,0<br>(240,2-520,8) | 37,7<br>(15,0-58,0)  | 76,7<br>(25,2-159,2)   | 5,5<br>(0,7-25,2)   | 83,2<br>(31,3-182,2)   |
| Freitag    | Gesamt<br>(n=13)   | 900<br>(900-900)            | 613,3<br>(440,0-789,5) | 85,7<br>(49,0-112,5) | 174,0<br>(116,3-246,5) | 60,3<br>(34,3-89,7) | 232,3<br>(162,5-313,3) |
|            | Verein<br>(n=13)   | 100<br>(100-100)            | 24,2<br>(21,0-28,2)    | 5,2<br>(3,0-8,2)     | 27,7<br>(21,3-43,8)    | 41,7<br>(27,2-52,8) | 69,7<br>(66,7-74,2)    |
|            | Schule<br>(n=13)   | 345<br>(285-440)            | 242,5<br>(133,7-346,8) | 35,3<br>(3,7-57,2)   | 46,5<br>(16,3-124,2)   | 5,0<br>(1,3-25,0)   | 54,0<br>(17,7-135,8)   |
|            | Freizeit<br>(n=12) | 455<br>(360-615)            | 356,9<br>(213,2-473,7) | 45,3<br>(27,7-66,8)  | 90,7<br>(59,8-119,3)   | 16,5<br>(1,0-40,0)  | 112,4<br>(60,8-144,3)  |
| Samstag    | Gesamt<br>(n=8)    | 780<br>(780-780)            | 502,1<br>(408,8-583,2) | 60,3<br>(38,3-83,7)  | 115,2<br>(99,5-188,5)  | 51,0<br>(32,0-78,7) | 172,1<br>(139,5-233,2) |
|            | Match<br>(n=14)    | 140<br>(140-140)            | 26,3<br>(8,7-74,3)     | 5,6<br>(2,5-11,7)    | 43,7<br>(33,5-77,3)    | 60,2<br>(22,8-88,7) | 108,5<br>(58,5-124,8)  |
|            | Schule             | -                           | -                      | -                    | -                      | -                   | -                      |
|            | Freizeit<br>(n=7)  | 640<br>(640-640)            | 480,7<br>(405,0-567,5) | 54,7<br>(34,0-73,3)  | 81,0<br>(51,2-111,2)   | 8,0<br>(1,7-11,7)   | 85,8<br>(52,8-119,2)   |

a. Zieltragedauer der jeweiligen Bereiche; b. moderate to vigorous physical activity



**Mediane (Minimum-Maximum) der Zieltragedauer und der absoluten Aufenthaltsdauer in den Aktivitätslevels in den Bereichen Gesamt, Verein, Schule und Freizeit von Sonntag bis Dienstag, sowie der gesamten Woche.**

|                          |                    | Dauer <sup>a</sup><br>(min) | Aktivitätslevels (min)            |                                |                                 |                                |                                   |
|--------------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
|                          |                    |                             | Sedentary                         | Light                          | Moderate                        | Vigorous                       | MVPA <sup>b</sup>                 |
| Sonntag                  | Gesamt<br>(n=7)    | 780<br>(780-780)            | 538,0<br>(435,8-660,7)            | 58,2<br>(30,0-79,0)            | 84,8<br>(55,0-146,8)            | 5,7<br>(2,8-53,2)              | 88,0<br>(70,2-200,0)              |
|                          | Verein             | -                           | -                                 | -                              | -                               | -                              |                                   |
|                          | Schule             | -                           | -                                 | -                              | -                               | -                              |                                   |
|                          | Freizeit<br>(n=7)  | 780<br>(780-780)            | 538,0<br>(435,8-660,7)            | 58,2<br>(30,0-79,0)            | 84,8<br>(55,0-146,8)            | 5,7<br>(2,8-53,2)              | 88,0<br>(70,2-200,0)              |
| Montag                   | Gesamt<br>(n=12)   | 900<br>(900-900)            | 573,3<br>(520,0-670,7)            | 84,8<br>(47,5-104,3)           | 177,0<br>(116,3-244,8)          | 62,7<br>(42,8-75,8)            | 243,8<br>(159,2-302,3)            |
|                          | Verein<br>(n=13)   | 105<br>(105-105)            | 30,2<br>(15,0-33,8)               | 5,5<br>(3,0-9,0)               | 28,8<br>(21,5-56,7)             | 38,8<br>(20,3-44,8)            | 68,2<br>(66,3-83,5)               |
|                          | Schule<br>(n=13)   | 345<br>(285-505)            | 259,5<br>(214,7-388,3)            | 38,8<br>(11,3-65,5)            | 64,3<br>(13,8-96,5)             | 14,7<br>(0,3-26,0)             | 78,3<br>(14,2-116,8)              |
|                          | Freizeit<br>(n=12) | 450<br>(290-510)            | 280,8<br>(160,8-398,3)            | 40,7<br>(17,8-57,3)            | 74,6<br>(47,5-100,5)            | 8,0<br>(3,3-30,8)              | 89,4<br>(51,3-121,7)              |
| Dienstag                 | Gesamt<br>(n=11)   | 900<br>(900-900)            | 596,2<br>(419,8-698,5)            | 69,2<br>(34,5-92,5)            | 170,7<br>(126,7-233,2)          | 63,8<br>(26,5-85,0)            | 231,5<br>(169,0-169,0)            |
|                          | Verein<br>(n=9)    | 100<br>(100-100)            | 16,0<br>(14,2-47,8)               | 6,2<br>(5,7-9,0)               | 34,2<br>(20,7-37,5)             | 42,0<br>(11,0-53,3)            | 78,3<br>(43,2-79,7)               |
|                          | Schule<br>(n=12)   | 345<br>(290-490)            | 231,1<br>(144,3-353,2)            | 28<br>(4,2-51,0)               | 80,3<br>(13,0-109,3)            | 8,8<br>(0,3-35,7)              | 89,3<br>(13,0-139,3)              |
|                          | Freizeit<br>(n=12) | 455<br>(310-510)            | 313,0<br>(167,7-460,8)            | 32,3<br>(19,8-41,5)            | 74,7<br>(43,2-114,3)            | 9,6<br>(3,8-27,7)              | 90,8<br>(53,0-127,7)              |
| <b>∑ Woche<br/>(n=8)</b> |                    | <b>6060<br/>(6060-6060)</b> | <b>3588,8<br/>(3221,3-4664,0)</b> | <b>472,2<br/>(423,7-534,5)</b> | <b>971,7<br/>(769,5-1055,8)</b> | <b>305,2<br/>(250,5-389,3)</b> | <b>1325,7<br/>(1020,0-1362,0)</b> |

a. Zieltragedauer der jeweiligen Bereiche; b. moderate to vigorous physical activity

**Mediane (Minimum-Maximum) der Zieltragedauer und der relativen Werte von Energieverbrauch, *activity counts* und Schrittzahlen in den Bereichen Gesamt, Verein, Schule und Freizeit von Mittwoch bis Samstag.**

|                   |                    | Dauer <sup>a</sup><br>(min) | EV <sup>b</sup><br>(ackcal) | Achse 1<br>(counts)       | Achse 2<br>(counts)       | Schritte<br>(steps)    |
|-------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|
| <b>Mittwoch</b>   | Gesamt<br>(n=12)   | 900<br>(900-900)            | 554<br>(433-661)            | 569816<br>(531370-735829) | 589400<br>(447934-705222) | 15426<br>(12887-18619) |
|                   | Training<br>(n=14) | 90<br>(90-90)               | 214<br>(171-325)            | 252180<br>(207649-313329) | 185580<br>(157876-201888) | 5443<br>(4907-6242)    |
|                   | Schule<br>(n=13)   | 345<br>(340-445)            | 90<br>(22-283)              | 89909<br>(25394-315587)   | 158805<br>(61489-280349)  | 2620<br>(968-9548)     |
|                   | Freizeit<br>(n=12) | 465<br>(365-470)            | 208<br>(99-350)             | 206210<br>(110098-352265) | 247723<br>(146271-303909) | 6255<br>(3639-10305)   |
| <b>Donnerstag</b> | Gesamt<br>(n=10)   | 900<br>(900-900)            | 490<br>(158-736)            | 464010<br>(176161-803069) | 434862<br>(303760-805938) | 12966<br>(5978-23084)  |
|                   | Verein             | -                           | -                           | -                         | -                         | -                      |
|                   | Schule<br>(n=14)   | 345<br>(325-505)            | 223<br>(58-525)             | 222660<br>(69894-572441)  | 263382<br>(81161-505126)  | 4962<br>(2542-14908)   |
|                   | Freizeit<br>(n=9)  | 555<br>(395-575)            | 331<br>(59-538)             | 155804<br>(75239-464811)  | 206288<br>(77752-367760)  | 5107<br>(2016-12802)   |
| <b>Freitag</b>    | Gesamt<br>(n=13)   | 900<br>(900-900)            | 646<br>(416-1080)           | 726834<br>(453381-975969) | 710682<br>(508274-884656) | 18785<br>(12515-24207) |
|                   | Training<br>(n=13) | 100<br>(100-100)            | 293<br>(226-427)            | 333449<br>(253967-416326) | 233146<br>(185682-260826) | 7315<br>(5909-8360)    |
|                   | Schule<br>(n=13)   | 345<br>(285-440)            | 115<br>(27-331)             | 109233<br>(35729-403569)  | 172372<br>(52927-405444)  | 3195<br>(1002-10453)   |
|                   | Freizeit<br>(n=12) | 455<br>(360-615)            | 256<br>(88-541)             | 285314<br>(106703-488820) | 284020<br>(172391-487618) | 8240<br>(3143-11900)   |
| <b>Samstag</b>    | Gesamt<br>(n=8)    | 780<br>(780-780)            | 549<br>(356-695)            | 607118<br>(388383-778695) | 531595<br>(367977-715715) | 14319<br>(10847-19210) |
|                   | Verein<br>(n=14)   | 140<br>(140-140)            | 451<br>(204-705)            | 513330<br>(221978-683419) | 340559<br>(173470-406321) | 10872<br>(5647-14829)  |
|                   | Schule             | -                           | -                           | -                         | -                         | -                      |
|                   | Freizeit<br>(n=7)  | 640<br>(640-640)            | 168<br>(79-261)             | 183215<br>(95615-239560)  | 261702<br>(141265-351641) | 5515<br>(2521-7051)    |

a. Zieltragedauer der jeweiligen Bereiche; b. Energieverbrauch

**Mediane (Minimum-Maximum) der Zieltragedauer und der relativen Werte von Energieverbrauch, *activity counts* und Schrittzahlen in den Bereichen Gesamt, Verein, Schule und Freizeit von Sonntag bis Dienstag, sowie der gesamten Woche.**

|  |                    | <b>Dauer<sup>a</sup></b><br><b>(min)</b> | <b>EV<sup>b</sup></b><br><b>(ackcal)</b> | <b>Achse 1</b><br><b>(counts)</b>          | <b>Achse 2</b><br><b>(counts)</b>          | <b>Schritte</b><br><b>(steps)</b>      |
|--|--------------------|--|--|--|--|--|
| <b>Sonntag</b>   | Gesamt<br>(n=7)    | 780<br>(780-780)                         | 166<br>(136-433)                         | 184853<br>(135728-581772)                  | 255415<br>(202149-658166)                  | 5157<br>(3353-13902)                   |
|  | Verein             | -  | -  | -  | -  | -                                      |
|  | Schule             | -  | -  | -  | -  | -                                      |
|  | Freizeit<br>(n=7)  | 780<br>(780-780)                         | 166<br>(136-433)                         | 184853<br>(135728-581772)                  | 255415<br>(202149-658166)                  | 5157<br>(3353-13902)                   |
| <b>Montag</b>  | Gesamt<br>(n=12)   | 900<br>(900-900)                         | 678<br>(432-983)                         | 731665<br>(491391-852248)                  | 694937<br>(495178-850391)                  | 18500<br>(13651-22804)                 |
|  | Training<br>(n=13) | 105<br>(105-105)                         | 282<br>(237-413)                         | 316923<br>(228676-390461)                  | 228756<br>(169623-260960)                  | 7244<br>(4653-7845)                    |
|  | Schule<br>(n=13)   | 345<br>(285-505)                         | 182<br>(23-339)                          | 204086<br>(25679-325672)                   | 255045<br>(57326-342867)                   | 4205<br>(932-8598)                     |
|  | Freizeit<br>(n=12) | 450<br>(290-510)                         | 198<br>(98-378)                          | 189095<br>(124667-350322)                  | 223267<br>(134992-287425)                  | 6436<br>(3936-9513)                    |
| <b>Dienstag</b>  | Gesamt<br>(n=11)   | 900<br>(900-900)                         | 676<br>(451-874)                         | 755183<br>(407062-953362)                  | 648569<br>(491417-844260)                  | 18145<br>(11441-27540)                 |
|  | Verein<br>(n=9)    | 100<br>(100-100)                         | 325<br>(103-452)                         | 356807<br>(138294-438828)                  | 240894<br>(119509)                         | 7886<br>(3983-8570)                    |
|  | Schule<br>(n=12)   | 345<br>(290-490)                         | 206<br>(19-394)                          | 191498<br>(18950-429891)                   | 272265<br>(30722-358928)                   | 5575<br>(408-13320)                    |
|  | Freizeit<br>(n=12) | 455<br>(310-510)                         | 184<br>(121-412)                         | 210273<br>(149571-385241)                  | 233138<br>(132920-306190)                  | 6286<br>(4512-8285)                    |
| <b>∑ Woche<br/>(n=8)</b>                                       |                    | <b>6060</b><br><b>(6060-6060)</b>        | <b>3540</b><br><b>(2858-4299)</b>        | <b>3854724</b><br><b>(3084352-4429801)</b> | <b>3873588</b><br><b>(3244460-4398079)</b> | <b>102057</b><br><b>(76882-112087)</b> |
| a. Zieltragedauer der jeweiligen Bereiche; b. Energieverbrauch |                    |  |  |  |  |  |

**Mediane (Minimum-Maximum) der Zieltragedauer und der relativen Aufenthaltsdauer in den Aktivitätslevels in den Bereichen Gesamt, Verein, Schule und Freizeit von Mittwoch bis Samstag.**

|            |                    | Dauer <sup>a</sup><br>(min) | Aktivitätslevels (%) |                    |                     |                     |                     |
|------------|--------------------|-----------------------------|----------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|            |                    |                             | Sedentary            | Light              | Moderate            | Vigorous            | MVPA <sup>b</sup>   |
| Mittwoch   | Gesamt<br>(n=12)   | 900<br>(900-900)            | 69,9<br>(64,8-73,3)  | 8,4<br>(7,7-10,2)  | 15,4<br>(13,9-19,3) | 5,2<br>(3,8-8,6)    | 21,5<br>(18,6-25,4) |
|            | Verein(n=14)       | 90<br>(90-90)               | 30,9<br>(24,6-34,4)  | 8,2<br>(5,0-10,7)  | 29,0<br>(22,6-41,1) | 32,9<br>(23,3-43,5) | 62,0<br>(56,9-69,3) |
|            | Schule<br>(n=13)   | 345<br>(340-445)            | 78,8<br>(64,3-89,6)  | 8,4<br>(6,0-9,9)   | 11,1<br>(4,4-21,6)  | 1,0<br>(0,2-5,0)    | 12,5<br>(4,4-26,6)  |
|            | Freizeit<br>(n=12) | 465<br>(365-470)            | 69,6<br>(66,8-74,7)  | 9,5<br>(6,8-11,9)  | 17,1<br>(13,0-20,2) | 2,6<br>(0,7-6,2)    | 20,5<br>(14,4-24,0) |
| Donnerstag | Gesamt<br>(n=10)   | 900<br>(900-900)            | 68,0<br>(59,3-81,1)  | 8,3<br>(5,8-12,3)  | 16,6<br>(11,1-24,5) | 3,1<br>(0,5-7,6)    | 22,6<br>(11,6-31,1) |
|            | Verein             | -                           | -                    | -                  | -                   | -                   | -                   |
|            | Schule<br>(n=14)   | 345<br>(325-505)            | 68,8<br>(46,4-79,9)  | 9,0<br>(5,5-12,0)  | 17,9<br>(11,2-30,6) | 4,2<br>(0,2-17,8)   | 22,5<br>(11,4-44,2) |
|            | Freizeit<br>(n=9)  | 555<br>(395-575)            | 78,3<br>(52,8-86,2)  | 8,1<br>(4,5-12,7)  | 13,3<br>(7,5-28,9)  | 1,1<br>(0,1-5,5)    | 15,2<br>(9,2-34,5)  |
| Freitag    | Gesamt<br>(n=13)   | 900<br>(900-900)            | 64,5<br>(54,9-73,1)  | 9,3<br>(6,3-10,7)  | 19,2<br>(13,1-27,4) | 7,2<br>(4,1-11,5)   | 25,4<br>(18,7-34,8) |
|            | Verein(n=13)       | 100<br>(100-100)            | 24,2<br>(21,0-28,2)  | 5,2<br>(3,0-8,2)   | 27,7<br>(21,3-43,8) | 41,7<br>(27,2-52,8) | 69,7<br>(66,7-74,2) |
|            | Schule<br>(n=13)   | 345<br>(285-440)            | 73,5<br>(52,0-86,2)  | 10,1<br>(2,4-14,5) | 14,2<br>(7,6-31,8)  | 1,5<br>(0,8-7,9)    | 15,0<br>(8,5-34,8)  |
|            | Freizeit<br>(n=12) | 455<br>(360-615)            | 69,3<br>(54,7-81,0)  | 9,2<br>(6,4-11,4)  | 18,3<br>(10,2-25,6) | 3,5<br>(0,2-10,3)   | 22,0<br>(10,4-35,9) |
| Samstag    | Gesamt<br>(n=8)    | 780<br>(780-780)            | 67,9<br>(64,8-72,6)  | 7,7<br>(6,2-9,3)   | 16,6<br>(14,3-20,9) | 7,7<br>(4,9-10,4)   | 25,1<br>(21,1-26,7) |
|            | Verein<br>(n=14)   | 140<br>(140-140)            | 18,8<br>(6,2-53,1)   | 4,0<br>(2,5-8,3)   | 31,2<br>(23,9-55,2) | 43,0<br>(16,3-63,3) | 77,5<br>(41,8-89,2) |
|            | Schule             | -                           | -                    | -                  | -                   | -                   | -                   |
|            | Freizeit<br>(n=7)  | 640<br>(640-640)            | 76,5<br>(74,7-82,9)  | 8,8<br>(6,5-9,6)   | 14,8<br>(9,1-15,7)  | 1,1<br>(0,3-2,0)    | 14,8<br>(9,1-15,7)  |

a. Zieltragedauer der jeweiligen Bereiche; b. moderate to vigorous physical activity

**Mediane (Minimum-Maximum) der Zieltragedauer und der relativen Aufenthaltsdauer in den Aktivitätslevels in den Bereichen Gesamt, Verein, Schule und Freizeit von Sonntag bis Dienstag, sowie der gesamten Woche.**

|                      |                    | Dauer <sup>a</sup><br>(min) | Aktivitätslevels (%)       |                          |                            |                         |                            |
|----------------------|--------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|
|                      |                    |                             | Sedentary                  | Light                    | Moderate                   | Vigorous                | MVPA <sup>b</sup>          |
| Sonntag              | Gesamt<br>(n=7)    | 780<br>(780-780)            | 78,3<br>(69,0-84,7)        | 7,5<br>(5,0-11,4)        | 11,5<br>(7,1-16,3)         | 0,9<br>(0,4-5,9)        | 12,4<br>(9,7-22,2)         |
|                      | Verein             | -                           | -                          | -                        | -                          | -                       |                            |
|                      | Schule             | -                           | -                          | -                        | -                          | -                       |                            |
|                      | Freizeit<br>(n=7)  | 780<br>(780-780)            | 78,3<br>(69,0-84,7)        | 7,5<br>(5,0-11,4)        | 11,5<br>(7,1-16,3)         | 0,9<br>(0,4-5,9)        | 12,4<br>(9,7-22,2)         |
| Montag               | Gesamt<br>(n=12)   | 900<br>(900-900)            | 63,7<br>(57,8-73,2)        | 9,2<br>(5,7-12,4)        | 18,6<br>(13,9-27,2)        | 7,0<br>(5,1-8,4)        | 26,0<br>(19,0-33,6)        |
|                      | Verein<br>(n=13)   | 105<br>(105-105)            | 28,7<br>(14,3-32,2)        | 5,2<br>(2,8-8,5)         | 27,5<br>(20,5-54,0)        | 37,0<br>(19,4-42,7)     | 64,9<br>(63,2-79,5)        |
|                      | Schule<br>(n=13)   | 345<br>(285-505)            | 70,3<br>(62,2-91,1)        | 9,8<br>(4,0-14,9)        | 15,1<br>(4,9-22,3)         | 3,3<br>(0,1-6,7)        | 19,6<br>(5,0-28,9)         |
|                      | Freizeit<br>(n=12) | 450<br>(290-510)            | 68,6<br>(56,9-76,3)        | 9,6<br>(7,7-16,6)        | 18,3<br>(14,8-26,4)        | 2,5<br>(0,7-6,9)        | 21,8<br>(16,0-29,4)        |
| Dienstag             | Gesamt<br>(n=11)   | 900<br>(900-900)            | 66,8<br>(57,2-72,8)        | 8,2<br>(4,4-9,6)         | 19,4<br>(14,1-25,9)        | 7,1<br>(3,1-10,1)       | 25,6<br>(17,6-34,5)        |
|                      | Verein<br>(n=9)    | 100<br>(100-100)            | 16,0<br>(14,2-47,8)        | 6,2<br>(5,7-9,0)         | 34,2<br>(20,7-37,5)        | 42,0<br>(11,0-53,3)     | 78,3<br>(43,2-79,7)        |
|                      | Schule<br>(n=12)   | 345<br>(290-490)            | 68,3<br>(49,8-92,4)        | 8,6<br>(1,9-12,4)        | 19,2<br>(5,8-31,6)         | 2,0<br>(0,1-12,3)       | 23,4<br>(5,8-41,1)         |
|                      | Freizeit<br>(n=12) | 455<br>(310-510)            | 70,6<br>(66,7-80,9)        | 7,7<br>(5,2-8,8)         | 18,8<br>(12,0-25,1)        | 2,8<br>(0,7-6,1)        | 21,6<br>(13,6-28,1)        |
| <b>Ø Woche (n=8)</b> |                    | <b>6060</b><br>(6060-6060)  | <b>67,6</b><br>(65,0-73,3) | <b>8,7</b><br>(7,4-10,5) | <b>17,5</b><br>(14,5-20,3) | <b>5,8</b><br>(4,8-7,3) | <b>23,0</b><br>(19,2-26,0) |

a. Zieltragedauer der jeweiligen Bereiche; b. moderate to vigorous physical activity

**Mediane (Minimum-Maximum) der Zieltragedauer und der absoluten Werte von Energieverbrauch, *activity counts*, Schrittzahlen und subjektiven Belastungsempfinden in den Bereichen Gesamt, Verein, Schule und Freizeit von Mittwoch bis Samstag.**

|                   |                    | Dauer <sup>a</sup><br>(min) | EV <sup>b</sup><br>(ackcal/h) | Achse 1<br>(counts/epoch) | Achse 2<br>(counts/epoch) | Schritte<br>(steps/epoch) | Subj.<br>BE <sup>c</sup> |
|-------------------|--------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| <b>Mittwoch</b>   | Gesamt<br>(n=12)   | 900<br>(900-900)            | 36<br>(25-47)                 | 104<br>(92-136)           | 109<br>(87-124)           | 2,9<br>(2,6-3,7)          | -                        |
|                   | Verein<br>(n=14)   | 90<br>(90-90)               | 143<br>(114-216)              | 467<br>(385-580)          | 344<br>(292-374)          | 10,1<br>(9,1-11,6)        | 5<br>(2-7)               |
|                   | Schule<br>(n=13)   | 345<br>(340-445)            | 14<br>(4-40)                  | 43<br>(12-125)            | 72<br>(30-111)            | 1,3<br>(0,5-3,8)          | -                        |
|                   | Freizeit<br>(n=12) | 465<br>(365-470)            | 27<br>(18-42)                 | 80<br>(56-114)            | 94<br>(64-113)            | 2,5<br>(1,8-3,0)          | -                        |
| <b>Donnerstag</b> | Gesamt<br>(n=10)   | 900<br>(900-900)            | 37<br>(11-49)                 | 97<br>(35-149)            | 92<br>(56-149)            | 2,7<br>(1,2-4,3)          | -                        |
|                   | Verein             | -                           | -                             | -                         | -                         | -                         | -                        |
|                   | Schule<br>(n=14)   | 345<br>(325-505)            | 33<br>(10-80)                 | 97<br>(30-271)            | 121<br>(47-215)           | 2,3<br>(1,1-6,4)          | -                        |
|                   | Freizeit<br>n=9)   | 555<br>(395-575)            | 15<br>(9-59)                  | 50<br>(27-143)            | 60<br>(36-135)            | 1,7<br>(0,9-4,3)          | -                        |
| <b>Freitag</b>    | Gesamt<br>(n=13)   | 900<br>(900-900)            | 40<br>(30-83)                 | 134<br>(90-209)           | 121<br>(101-178)          | 3,3<br>(2,5-4,8)          | -                        |
|                   | Verein<br>(n=13)   | 100<br>(100-100)            | 176<br>(136-256)              | 556<br>(423-694)          | 389<br>(310-435)          | 12,2<br>(9,8-13,9)        | 5<br>(2-7)               |
|                   | Schule<br>(n=13)   | 345<br>(285-440)            | 20<br>(9-50)                  | 54<br>(32-170)            | 90<br>(57-171)            | 1,5<br>(0,8-4,4)          | -                        |
|                   | Freizeit<br>(n=12) | 455<br>(360-615)            | 30<br>(9-83)                  | 98<br>(30-209)            | 93<br>(49-179)            | 2,6<br>(0,9-5,1)          | -                        |
| <b>Samstag</b>    | Gesamt<br>(n=8)    | 780<br>(780-780)            | 46<br>(31-51)                 | 136<br>(98-164)           | 127<br>(93-143)           | 3,3<br>(2,7-3,8)          | -                        |
|                   | Match<br>(n=14)    | 140<br>(140-140)            | 193<br>(87-302)               | 611<br>(264-814)          | 405<br>(207-484)          | 13,0<br>(6,7-17,7)        | 7<br>(4-8)               |
|                   | Schule             | -                           | -                             | -                         | -                         | -                         | -                        |
|                   | Freizeit<br>(n=7)  | 640<br>(640-640)            | 15<br>(8-21)                  | 51<br>(27-53)             | 62<br>(41-84)             | 1,5<br>(0,7-1,7)          | -                        |

a. Zieltragedauer der jeweiligen Bereiche; b. Energieverbrauch; c. subjektives Belastungsempfinden

**Mediane (Minimum-Maximum) der Zieltragedauer und der absoluten Werte von Energieverbrauch, *activity counts*, Schrittzahlen und subjektiven Belastungsempfinden in den Bereichen Gesamt, Verein, Schule und Freizeit von Sonntag bis Dienstag, sowie der gesamten Woche.**

|  |                 | <b>Dauer<sup>a</sup></b><br><b>(min)</b> | <b>EV<sup>b</sup></b><br><b>(ackcal/h)</b> | <b>Achse 1</b><br><b>(counts/epoch)</b> | <b>Achse 2</b><br><b>(counts/epoch)</b> | <b>Schritte</b><br><b>(steps/epoch)</b> | <b>Subj.</b><br><b>BE</b> |
|--|-----------------|--|--|---|---|---|---------------------------|
| <b>Sonntag</b>   | Gesamt (n=7)    | 780<br>(780-780)                         | 17<br>(12-31)                              | 51<br>(31-108)                          | 69<br>(43-122)                          | 1,1<br>(0,7-2,6)                        | -                         |
|  | Verein          | -  | -  | -                                       | -                                       | -                                       | -                         |
|  | Schule          | -  | -  | -                                       | -                                       | -                                       | -                         |
|  | Freizeit (n=7)  | 780<br>(780-780)                         | 17<br>(12-31)                              | 51<br>(31-108)                          | 69<br>(43-122)                          | 1,1<br>(0,7-2,6)                        | -                         |
| <b>Montag</b>  | Gesamt (n=12)   | 900<br>(900-900)                         | 43<br>(31-66)                              | 134<br>(98-158)                         | 129<br>(98-148)                         | 3,4<br>(2,7-4,2)                        | -                         |
|  | Verein (n=13)   | 105<br>(105-105)                         | 161<br>(135-236)                           | 503<br>(363-620)                        | 363<br>(269-414)                        | 11,5<br>(7,4-12,5)                      | 8<br>(6-9)                |
|  | Schule (n=13)   | 345<br>(285-505)                         | 25<br>(5-46)                               | 86<br>(15-137)                          | 107<br>(34-151)                         | 2,0<br>(0,5-3,7)                        | -                         |
|  | Freizeit (n=12) | 450<br>(290-510)                         | 33<br>(16-52)                              | 91<br>(55-130)                          | 96<br>(75-136)                          | 2,8<br>(1,7-3,6)                        | -                         |
| <b>Dienstag</b>  | Gesamt (n=11)   | 900<br>(900-900)                         | 51<br>(28-58)                              | 143<br>(71-188)                         | 125<br>(99-156)                         | 3,4<br>(2,0-5,1)                        | -                         |
|  | Verein (n=9)    | 100<br>(100-100)                         | 195<br>(62-271)                            | 595<br>(231-731)                        | 402<br>(199-480)                        | 13,1<br>(6,6-14,3)                      | 7<br>(4-8)                |
|  | Schule (n=12)   | 345<br>(290-490)                         | 30<br>(5-70)                               | 89<br>(14-229)                          | 105<br>(23-192)                         | 2,5<br>(0,3-6,5)                        | -                         |
|  | Freizeit (n=12) | 455<br>(310-510)                         | 28<br>(13-54)                              | 84<br>(50-141)                          | 95<br>(61-116)                          | 2,7<br>(1,7-3,0)                        | -                         |
| <b>Ø Woche (n=8)</b>   |                 | <b>6060</b><br><b>(6060-6060)</b>        | <b>41</b><br><b>(31-44)</b>                | <b>116</b><br><b>(99-138)</b>           | <b>122</b><br><b>(96-130)</b>           | <b>3,0</b><br><b>(2,4-3,6)</b>          | -                         |
| a. Zieltragedauer der jeweiligen Bereiche; b. Energieverbrauch; c. subjektives Belastungsempfinden |                 |  |  |   |   |   |                           |

# Lebenslauf

## Persönliche Daten

---

Name Jakob Altzinger, Bakk. rer. nat.  
Wohnort 1060 Wien, Mariahilferstraße 107/2/29  
Geburtsdatum, -ort 15.01.1986, Arbesbach (NÖ)  
Staatsbürgerschaft Österreich  
Telefon +43 680 1259337  
E-Mail jakob.altzinger@univie.ac.at



## AUSBILDUNG

---

11/2009 – 12/2009 **Nachwuchsbetreuer-Lehrgang**  
Oberösterreichischer Fußballverband, Obertraun (OÖ)

seit 10/2009 **Magisterstudium Sportwissenschaft**  
Institut für Sportwissenschaft, Universität Wien

03/2006 – 09/2009 **Bakkalaureatstudium Sportmanagement**  
Institut für Sportwissenschaft, Universität Wien  
Wahlfächer Internationale Betriebswirtschaft, WU Wien

06/2004 **Europagymnasium Baumgartenberg (OÖ)**  
Reifeprüfung

## AKADEMISCHE AUSLANDSAUFENTHALTE

---

05/2011 **Best practice in Childhood Physical Activity and Health**  
Intensive Program, Universität Odense, Dänemark

01/2010 – 06/2010 **Erasmus Auslandssemester**  
Universität Huelva, Spanien

## TÄTIGKEITEN NEBEN DEM STUDIUM

---

Seit 10/2011 **Universität Wien, Institut für Sportwissenschaft**  
Studienassistent in der Abteilung Sport- und Leistungsphysiologie  
- *Mitarbeit bei sportwissenschaftlichen Studien*  
- *Literaturrecherche, Vorbereitung und Betreuung von Lehrveranstaltungen*  
- *Durchführung und Auswertung von Prüfungen*

Seit 08/2011 **SK Rapid Wien**  
Nachwuchstrainer  
- *Vorbereitung und Durchführung von Trainingseinheiten, Spielen und Turnieren*

10/2009 – 01/2010 **ATV Privat TV GmbH & Co KG (Wien)**  
Praktikant in der Sportredaktion  
- *Gestaltung von Beiträgen der täglichen Sportberichterstattung im Rahmen der TV-Sendung ATV Aktuell*



- 05/2009 – 01/2010 **Wiener Assistenzgenossenschaft**  
 Persönlicher Assistent einer blinden Person  
 - *Unterstützung im Arbeitsleben*  
 - *Begleitperson bei sportlichen Aktivitäten*
- 09/2009 **Kurier (Wien)**  
 Volontär in der Sportredaktion  
 - *Selbstständiges Verfassen von Artikeln*  
 - *Teilnahme an Pressekonferenzen, Spatenstichen, Livematches im Stadion, etc.*
- 11/2008 – 03/2009 **Österreichischer Behindertensportverband (Wien)**  
 Praktikant  
 - *Organisation und Durchführung der ÖBSV-Nachwuchssportlerwahl 2008*  
 - *Dokumentation und Durchführung eines Jugendskikurses für Blinde*  
 - *Begleitläufer einer blinden Nachwuchsathletin (Ski Alpin)*
- 10/2005 – 07/2008 **Rotes Kreuz (Grein/OÖ)**  
 ehrenamtlicher Rettungssanitäter
- 06/2008 **Fancamp Wien**  
 Projektmitarbeiter beim Fancamp während der Fußball-EM
- 05/2007 **PROFS Marketing KG (Gmunden/OÖ)**  
 Projektmitarbeiter der Segelveranstaltung Omega-Traunseewoche
- 08/2008 und 08/2007 **Greisinger GmbH (Münzbach/OÖ)**  
 Ferialarbeiter
- 07 – 08/2006 **Wesser GmbH (Landkreis Dillingen, Deutschland)**  
 Werber

## ZIVILDIENTST

---

- 10/2004 – 09/2005 **Rotes Kreuz Grein (OÖ)**  
*Rettungssanitäter*

## FÄHIGKEITEN & INTERESSEN

---

- Sprachen **Deutsch** (Muttersprache)  
**Englisch** (verhandlungsfähig)  
**Spanisch** (sehr gut)  
**Französisch** (gut)  
**Italienisch** (Grundkenntnisse)
- EDV **Microsoft Office**  
**SPSS**
- Interessen **Fußball**  
**Outdoor-Sport (Sommer und Winter)**  
**Reisen**  
**Raumplanung**

Wien, November 2012



## Erklärung

Ich erkläre an Eidesstatt, dass die vorliegende Masterarbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst wurde. Es wurden keine anderen als die angeführten Quellen und Hilfsmittel benutzt und alle wörtlichen und inhaltlich entnommenen Stellen als solche gekennzeichnet

Wien, November 2012

A handwritten signature in black ink, written in a cursive style, reading "Jakob Altzinger". The signature is written over a horizontal line.

Altzinger Jakob